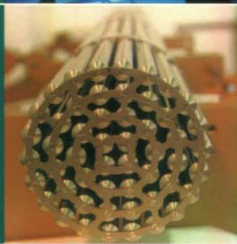
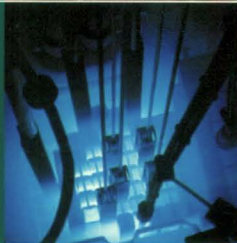
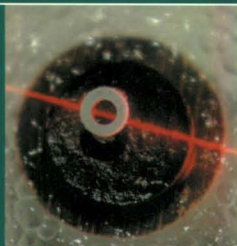


MEMORIA Y BALANCE



año
2000



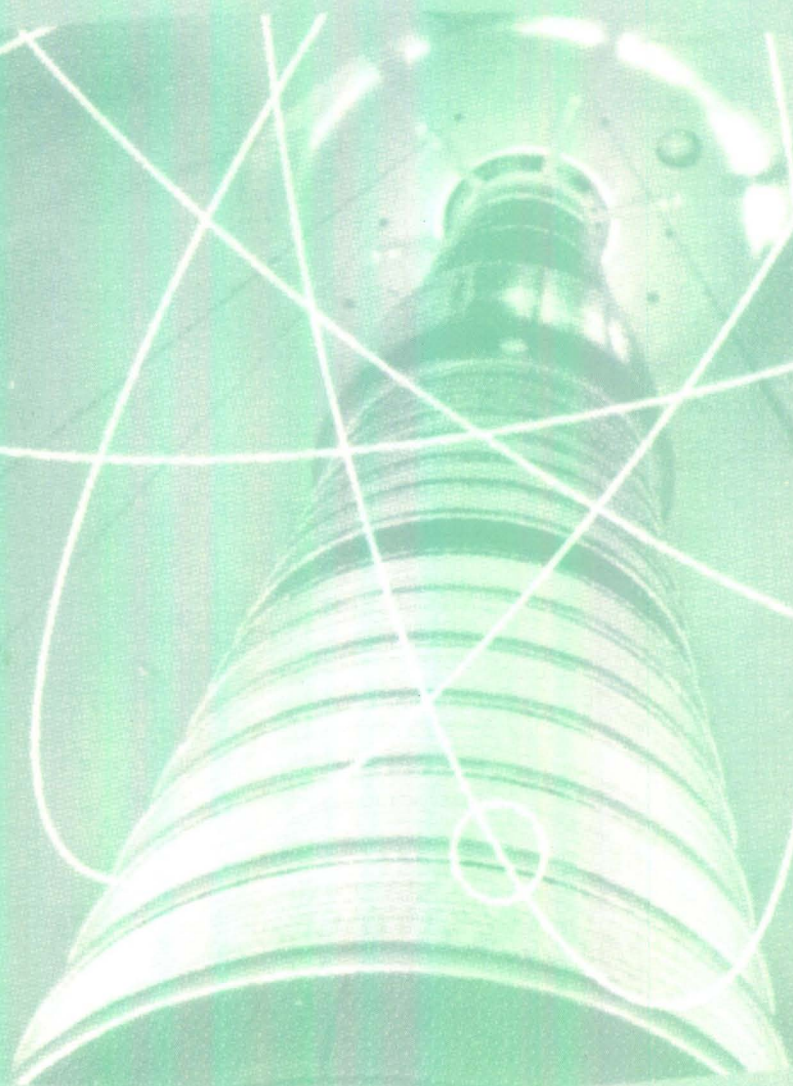
CNEA

Comisión Nacional de Energía Atómica
50 AÑOS AL SERVICIO DEL PAÍS

Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva
Presidencia de la Nación
República Argentina

REPUBLICA ARGENTINA
CORREO OFICIAL

75c



50^º Aniversario
Comisión Nacional de Energía Atómica

2000


P R E S E N T A C I Ó N

La Comisión Nacional de Energía Atómica fue creada el 31 de mayo de 1950, mediante el decreto N° 10 936 del Poder Ejecutivo Nacional. Esta memoria anual de la organización, correspondiente al año 2000, coincide, pues, con su quincuagésimo aniversario.

El 2000 es también un año en que asumieron nuevas autoridades de la CNEA designadas por el gobierno del Presidente Fernando de la Rúa. Es oportuno así que esta memoria se ocupe no sólo de relatar lo actuado por la organización en el último año sino, al mismo tiempo, de presentar un sumario de su trayectoria en el transcurso de medio siglo, sus problemas actuales y una visión de futuro para la institución.

La energía nuclear constituye uno de los componentes centrales de la revolución científico tecnológica y de la globalización del mundo contemporáneo. A lo largo de cinco décadas, Argentina demostró su capacidad de ser protagonista en las múltiples aplicaciones de la energía nuclear. Al inicio del siglo XXI, sigue contando con los medios y la capacidad necesaria para consolidar su presencia en una esfera vital del conocimiento, del desarrollo económico y la preservación del medio ambiente.

De tal modo, esta memoria anual se inicia con un breve sumario de la trayectoria, los problemas y las perspectivas de la actividad nuclear en nuestro país. Posteriormente, se pasa revista a los acontecimientos más destacados producidos en el ámbito de intereses de esta CNEA en el transcurso del año 2000.



Dr. Aldo Ferrer

Presidente del Directorio

A U T O R I D A D E S

Presidente de la Nación

Dr. Fernando DE LA RÚA

Secretario para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva

Dr. Dante CAPUTO

Presidente del Directorio de la Comisión Nacional de Energía Atómica

Dr. Aldo FERRER

Directores de la Comisión Nacional de Energía Atómica

Ing. Roberto O. CIRIMELLO

Ing. Domingo F. QUILICI

Dra. Emma V. PÉREZ FERREIRA

(hasta el 04/09/00)

Ing. Jorge E. LAPEÑA

Dr. Carlos M. CORREA

Dr. Arturo R. LÓPEZ DÁVALOS

(desde el 04/09/00)

MEMORIA Y BALANCE 2000
COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Gerente General
Ing. Roberto Cirimello
cirimell@cnea.gov.ar

Í N D I C E

- 1 PRESENTACIÓN
- 5 CAPÍTULO 1
Cincuenta Años de Energía Nuclear en la Argentina
- 13 CAPÍTULO 2
Empresas Asociadas
- 19 CAPÍTULO 3
Formación de Recursos Humanos
- 29 CAPÍTULO 4
Programas de la CNEA
- 53 CAPÍTULO 5
Asuntos Internacionales
- 57 CAPÍTULO 6
Transferencia de Tecnología y Servicios
- 63 CAPÍTULO 7
Proyectos Especiales
- 71 CAPÍTULO 8
Protección Radiológica y Salvaguardias
- 77 BALANCES
Comparación Años 1998, 1999 y 2000

CAPÍTULO 1

CINCUENTA AÑOS DE ENERGÍA NUCLEAR EN LA ARGENTINA

Presidente del Directorio
Dr. Aldo Ferrer





Centro Atómico Ezeiza.

Trayectoria, situación actual y perspectivas

En 1950, la Argentina decidió abrir la opción nuclear mediante la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Existió entonces el convencimiento de que la energía nuclear y sus múltiples aplicaciones formaban parte de la revolución científica tecnológica y de que era preciso incorporarla al acervo de conocimientos y sistema económico argentinos.

Aquella decisión se instrumentó en las diversas áreas que integran el sector nuclear: la formación de recursos humanos, la investigación y el desarrollo, el establecimiento de un parque nucleoelectrico, la producción de radioisótopos necesarios para la salud pública y la industria y los eslabonamientos con el conjunto del sistema científico, tecnológico y productivo.

Al cabo de medio siglo, el sector nuclear argentino registra una dimensión y jerarquía científico-tecnológica respetables. El mismo constituye, probablemente, la unidad de mayor dimensión y peso relativo dentro del sistema argentino de ciencia y tecnología. Recordemos algunos de sus logros:

Las dos centrales nucleares existentes, Atucha I y Embalse, figuran operativamente entre las más eficientes del mundo y se cumplen rigurosamente las normas internacionales de seguridad nuclear, bajo el control de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

La instalación de centrales nucleoelectricas fue el centro en torno del cual se desarrolló el sector nuclear. Las inversiones realizadas, las opciones tecnológicas estratégicas, la producción de combustibles, la incorporación de tecnologías importadas en el propio acervo de conocimientos, la sinergia entre el sector público y el privado, y la formación de recursos humanos, estuvieron siempre fuertemente asociados a la nucleoelectricidad. Alrededor del 80% del total de los recursos aplicados al sector nuclear en los últimos cincuenta años están referidos a ella. En verdad, si intentamos la prueba contrafáctica de que Argentina no hubiera instalado centrales nucleares, probablemente deberíamos concluir que el área nuclear estaría esencialmente limitada hoy a la investigación teórica y sería un componente marginal del sistema nacional de ciencia y tecnología.

Es preciso recordar que países como Alemania o Italia, con fuertes sistemas nacionales de ciencia y tecnología, pueden permitirse suspender el empleo de la nucleoelectricidad sin comprometer críticamente el desarrollo de las múltiples aplicaciones de la energía nuclear. Esta posibilidad no existe en un país como la Argentina. Como hemos visto, el desarrollo del sector en el país se realizó, en gran medida, en el contexto de las inversiones del parque nucleoelectrico. Fue en torno de las mismas que se impulsó la fabricación de combustibles nucleares y reactores de investigación, la transferencia de conocimientos al sector productivo y la movilización de los recursos necesarios para la formación de recursos humanos, la investigación y el desarrollo.

Con la excepción del diseño y construcción de reactores de potencia de gran porte, el país cuenta con capacidad operativa en todas las áreas sensibles del sector nuclear. Por ejemplo, puede diseñar y construir reactores de investigación competitivos internacionalmente. Tales reactores, de origen argentino, están actualmente operando en Perú, Argelia y Egipto. Recientemente, Investigación Aplicada (INVAP) ganó una licitación internacional realizada en Australia, en competencia con las firmas más avanzadas del mundo en estas materias, para la construcción e

instalación de un reactor destinado a la investigación científica y la producción de radioisótopos. Por otro lado, la CNEA ha avanzado, en el último período, en el diseño y la ingeniería conceptual del reactor de potencia innovador CAREM, prometedor emprendimiento que está llamado a atender la demanda insatisfecha para el mercado de reactores de potencia de pequeño y mediano porte, más seguros y más simples que los actuales reactores convencionales.

Asimismo, el país cuenta con la tecnología y los medios para la minería, la producción y el enriquecimiento de uranio. Fabrica vainas y semiterminados de Zircaloy para la producción de combustibles empleados en los reactores de potencia e investigación. Dispone de la tecnología para el manejo de residuos radiactivos, produce radioisótopos de uso médico, industrial y agropecuario y cuenta con institutos de formación de recursos humanos, investigación y desarrollo, de nivel internacional.

Como sucede en los países avanzados, la capacidad científico-tecnológica del sector nuclear se difunde a otras áreas conexas, como los servicios de alto valor agregado a la industria, el monitoreo ambiental, aportes a la ciencias de materiales, el desarrollo de energías no convencionales (solar, eólica), baterías y celdas de combustibles, superconductividad, etc.

Con el tiempo, la experiencia recogida en la construcción del sector nuclear fue dando lugar a un conjunto de ideas sobre la estrategia del desarrollo científico y tecnológico de un país subindustrializado y periférico, como la Argentina. Desde la Comisión Nacional de Energía Atómica surgieron así propuestas e instrumentos de acción que ejercieron considerable influencia en el diseño de las políticas de otros países de América Latina y Asia.

El sector nuclear argentino consolidó su inserción internacional a través de su activa participación en el Organismo Internacional de Energía Atómica, creado en 1957 y del cual nuestro país es miembro fundador, y la adhesión del gobierno argentino a diversos tratados internacionales y binacionales relativos al uso pacífico de la energía nuclear, lo que demuestra la convicción de la Argentina en esos valores.

Los avances en el crecimiento de la CNEA no fueron lineales en el transcurso de los últimos cincuenta años. En ese período, sucedieron acontecimientos, en el país y en el escenario mundial, que influyeron profundamente la evolución del sector nuclear. Detengámonos, brevemente, en estas dos cuestiones.

El contexto interno: La prolongada inestabilidad institucional y los consecuentes cambios de rumbo, la desindustrialización provocada por las políticas aplicadas a mediados de la década de 1970 y la fractura de los eslabonamientos entre la oferta y demanda de tecnología, conspiraron contra el crecimiento del país y, por ende, del sector nuclear. Influyó también la creciente vulnerabilidad externa y la drástica reducción de la capacidad de acción del Estado, circunstancia fatal, en particular para el sistema de ciencia y tecnología que, en todas partes, cuenta con el sostén público como condición necesaria de su consolidación y crecimiento. El área nuclear también soportó los cataclismos que conmovieron al sistema de ciencia y técnica, como la intervención a las universidades, de 1966, y la persecución a numerosos técnicos e investigadores durante el régimen instalado con el golpe de Estado de 1976.

El escenario internacional: Dos hechos principales contribuyeron a un replanteo de la estrategia nuclear de numerosos países. Por una parte, la baja de los costos de la produc-



Centro Atómico Constituyentes.



Centro Atómico Bariloche.

ción de electricidad originada en los combustibles fósiles. Esto obedeció, principalmente, a la baja de los precios del gas y al avance tecnológico de las usinas térmicas de ciclo combinado. Debe recordarse que, para esas fechas, se descubrió en Argentina el yacimiento de Loma de la Lata. De este modo, las centrales nucleares perdieron competitividad frente a estas fuentes fósiles. Por otra parte, las denuncias de los movimientos ecologistas sobre los riesgos, reales o imaginarios, de la energía nuclear. La catástrofe de Chernobil (el único accidente realmente grave en las casi 500 centrales existentes en el mundo) contribuyó a desacreditar la nucleoelectricidad y a perder de vista las agresiones al medio ambiente originadas en las otras fuentes energéticas. El peso político de la crítica verde en varios países de la Unión Europea, como Alemania e Italia, indujeron en éstos el abandono o la postergación del crecimiento de la nucleoelectricidad.

Los cambios de política y las reformas de la década de 1990

Los acontecimientos internos e internacionales configuraron un marco poco propicio para el desarrollo nuclear en la Argentina. La política aplicada en el sector pasó así de periodos de euforia a otros de desaliento y contracción. En la segunda mitad de la década de 1970 y principios de la siguiente, se asignó una masa considerable de recursos, en el entendimiento de que la fuente nuclear constituiría, en el país y el resto del mundo, la base principal de producción eléctrica. En 1980, la CNEA tenía un presupuesto anual superior a \$1000 millones, que representaba el 2% del producto bruto interno del país. Su dotación de personal ascendía entonces a 6300 personas. Se suponía, en aquel entonces, que se instalaría una nueva central nuclear de, por lo menos, el porte de Embalse, cada dos años.

A mediados de la década de 1980, esa estrategia del desarrollo nuclear estaba agotada. El prolongado estancamiento de la economía argentina y los cambios señalados en el escenario internacional no ratificaron la hipótesis en que se sustentaba el ambicioso plan de aquellos años.

En la década de 1990 se promulgó la Ley de Desregulación Eléctrica, se abandonó la prioridad estratégica del sector nuclear y se pretendió privatizar las centrales existentes. Resultado de esta política fue el desmembramiento de la Comisión Nacional de Energía Atómica (Decreto 1540/94 y Ley 24 804/94). La actividad nucleoelectrónica fue transferida a una nueva empresa, Nucleoelectrónica Argentina S.A. (NASA) y las tareas de control y aplicación de las normas internacionales de seguridad radiológica a un nuevo ente, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN). Funciones que hasta entonces se desarrollaban con razonable eficiencia en el seno de la entidad matriz fueron dispersas en tres entes, con el consecuente aumento de los costos de gestión y deterioro de la productividad. Si bien la existencia de un ente regulador independiente es un beneficioso avance para la actividad, el desmembramiento se dio en el marco de una fuerte desfinanciación e indefinición del sector.

La creación de NASA tuvo como objetivo facilitar la privatización de las dos centrales existentes y terminar la construcción de Atucha II. Este propósito no se cumplió y es lógico: el negocio nuclear tiene una dimensión y complejidad tecnológica que requiere un fuerte compromiso del sector público con su desarrollo. Las externalidades de la actividad sobre la industria, la ciencia y la tecnología, y la diversificación de las fuentes de abastecimiento eléctrico, son esenciales para un país, pero no se reflejan en los ingresos y ganancias de las empresas. En tales condiciones, los subsidios necesarios para atraer el interés privado reducen la

viabilidad económica financiera de la privatización de las usinas nucleoelectricas.

En la práctica, el resultado de los cambios introducidos en la organización del sector nuclear, durante la década pasada, fue paralizar las obras de Atucha II, dispersar el poder de decisión y planeamiento del área y aumentar los costos de gestión por la duplicación de los entes de conducción.

La supervivencia del sector nuclear

Hemos recordado cómo, desde la fundación de la CNEA, en 1950, el desarrollo del sector nuclear enfrentó obstáculos y dificultades severas. Por ejemplo, la desindustrialización y la extrema extranjerización del sistema económico argentino han fracturado múltiples eslabonamientos entre la oferta y demanda de tecnología. Esto conspira contra la posibilidad de aprovechar plenamente el acervo de conocimientos disponible en la CNEA y en otras esferas del sistema de ciencia y tecnología.

Obsérvese, por ejemplo, la situación del Instituto Balseiro. Éste dispone de capacidad para formar físicos e ingenieros nucleares y especialistas en disciplinas conexas, que cubren las necesidades del sector nuclear y está en condiciones de proveer personal capacitado para alimentar el sector productivo y académico. Es una externalidad positiva de esta actividad desarrollada en la CNEA, porque capacita personal para otras áreas. Sin embargo, y no obstante que las empresas de alta tecnología que subsisten son demandantes de estos egresados, hay dificultades para la inserción de una parte de este personal capacitado, por las restricciones que afectan al sector nuclear y por el achicamiento del sector industrial.

La supervivencia y la capacidad existente actualmente en el sector nuclear argentino, a pesar de los trastornos comentados, obedecen a varios hechos principales. A saber:

- **Primero**, el compromiso del personal y la percepción de su responsabilidad de mantener en pie un sistema que es esencial para el país, a pesar de la falta de perspectivas obvias, no ha sido erosionado por las incertidumbres sobre el futuro, la rebaja de sueldos y otros hechos negativos.
- **Segundo**, el área alcanzó una dimensión y un reconocimiento público que impidió su desmantelamiento, como sucedió en otras esferas del sistema de ciencia y tecnología y en el parque industrial.
- **Tercero**, el sector consolidó una capacidad de autonomía (incluyendo, entre otros logros, los recursos humanos, la producción de combustibles y la construcción de reactores de investigación), que le confiere una base sólida para su crecimiento interno y proyección internacional.
- **Cuarto**, en el ámbito de la CNEA se desarrolló una interacción creativa entre la investigación y las aplicaciones tecnológicas, cuyos frutos están reflejados en la calidad de la producción científica y el reconocimiento internacional de sus investigadores, y en la magnitud y diversidad de los emprendimientos productivos.

Sobre estas bases, a pesar de todo, se mantuvo abierta la opción nuclear con el apoyo mínimo indispensable, en los malos tiempos, para la subsistencia del sistema. Estos hechos con-



Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.



Reactor experimental RA-1.
Inaugura, en 1958, las reacciones
nucleares en el hemisferio sur.

tribuyen a explicar por qué, a cincuenta años de la decisión fundacional y en los inicios del siglo XXI, la Argentina sigue siendo uno de los países periféricos con mayor desarrollo y presencia internacional en el sector nuclear.

Oportunidades y desafíos actuales

El país enfrenta actualmente el desafío de consolidar los logros que alcanzó a lo largo del tiempo en un sector cuyas perspectivas en el escenario mundial son muy promisorias. Detengámonos brevemente en este punto.

El acervo de conocimientos en la física y las aplicaciones nucleares es una pieza central de la ciencia y la tecnología contemporáneas. Se vincula con todos los campos del saber, desde la microelectrónica y la informática hasta la biología molecular y la navegación espacial. No existe un sistema de ciencia y tecnología, en ningún país de algún nivel de desarrollo, que no incorpore, como uno de sus componentes esenciales, al sector nuclear. En el terreno de la nucleoelectricidad, se está difundiendo el convencimiento de su renovada importancia, fundada en dos hechos principales: sus efectos positivos para preservar el medio ambiente y las incertidumbres acerca de los costos futuros de las energías basadas en el consumo de recursos no renovables. Así, en los países de más rápido desarrollo de Asia, se están instalando numerosas centrales nucleoelectricas, y en países avanzados, como los Estados Unidos y Francia, se prolonga la vida útil de las existentes. En todos los casos, se mantiene abierta la opción nuclear mediante el desarrollo de las bases industriales-científico-técnicas y la formación de recursos humanos.

Argentina cuenta, así, como fruto de un proceso de medio siglo, con la excelente oportunidad de consolidar lo alcanzado y proyectarse al escenario internacional en un sector de vanguardia. Sin embargo, existen riesgos y desafíos de cuya adecuada resolución depende el afianzamiento del acervo existente o su progresiva desaparición. Esta última posibilidad se funda en varios hechos convergentes. A saber:

- La ineficiencia en el uso de los recursos, resultante de las reformas introducidas en el curso de la década de 1990.
- La paralización de la terminación de la tercera central nuclear¹ implica que, cumplida la vida útil de las dos usinas existentes (dentro de un plazo máximo de 20 años para la última central instalada, Embalse), el país habrá dejado de contar con instalaciones nucleoelectricas, con las consecuencias negativas para el parque eléctrico del país y el sustento del conjunto del sector nuclear. De allí la importancia de la conclusión de las obras de dicha Central Nuclear. En el curso del año 2000, la CNEA elaboró un conjunto de propuestas para poner de pie a la política nuclear argentina, que serán puestas a consideración del Poder Ejecutivo en los primeros meses de 2001, a los fines pertinentes.

A su vez, la CNEA enfrenta problemas, de cuya resolución también depende el futuro del sector nuclear. Entre ellos, se destacan los siguientes:

- El progresivo envejecimiento del personal del sector nuclear: la edad promedio de los

¹ Sobre la importancia de este proyecto, véase: "CNEA: Atucha II y la política nuclear: Evaluación técnica, económica y financiera", Buenos Aires, febrero 2000.

agentes ronda los 50 años y la normativa existente impide incorporar personas jóvenes. Esto implica que, por el sólo paso del tiempo, se extinguirá, en un plazo aproximado de 15 años, la dotación de recursos humanos existentes. El desmembramiento del sector en tres partes, las jubilaciones y los retiros voluntarios, han producido, asimismo, la pérdida de personal de alta capacitación y la reducción de la dotación existente a 1850 agentes.

- El continuo achicamiento de los fondos disponibles recorta las tareas de investigación y desarrollo. En 1995, después del desmembramiento de la CNEA, los mismos ascendían a \$232 millones. En el corriente ejercicio, 2001, el monto asciende a \$83,7 millones, incluyendo el canon hasta ahora no percibido. Es decir, una reducción del 64%.

Es preciso y urgente, por lo tanto, adoptar un conjunto de decisiones para relanzar el sector nuclear y organizarlo con vistas a elevar la productividad de los recursos que el país emplea en su sostenimiento. Decisiones claves, como la interacción entre el sector público y la actividad privada en el desarrollo nuclear o la convergencia argentino brasileña, requieren ser ubicadas en un planteo estratégico y abarcativo que movilice en plenitud el potencial de talento y recursos disponibles.

La economía del sector nuclear

El país ha asignado considerables recursos, en el transcurso de los últimos cincuenta años, para el desarrollo del sector nuclear. Los activos fijos del sector pueden estimarse actualmente en \$1316 millones. El empleo total en las agencias que lo componen es de 4597 personas, de las cuales 1850 revistan en la CNEA, 1463 en NASA, 202 en la ARN y 1082 en las empresas asociadas.

El Tesoro nacional destina anualmente —según datos provisorios del Ejercicio 2000, \$108 millones al sector nuclear y percibe \$45 millones en concepto de IVA y otros tributos sobre las actividades del sector. Es decir, realiza un aporte neto anual de \$63 millones que representa alrededor del 15,7% del total de los ingresos del sector. Probablemente no existe ninguna otra actividad del área pública que, con un aporte semejante del Tesoro, produzca resultados comparables con los que la actividad nuclear logra en generación de electricidad, radioisótopos para la salud pública, formación de recursos humanos y proyección internacional. Si se decidiera clausurar el sector desmantelando la totalidad de sus actividades, el Tesoro debería realizar gastos sustanciales en cumplimiento de las obligaciones resultantes de la actividad realizada en el país hasta la fecha (disposición de residuos, desmantelamiento de instalaciones, etc.). Por lo tanto, la contribución del sector nuclear al ajuste fiscal sólo es posible a través de su propio crecimiento.

El sector tiene una estructura desequilibrada que reduce su productividad y eficiencia en el empleo de los recursos. El ejemplo más notable es, probablemente, la Planta de Agua Pesada de Arroyito, concebida para abastecer un parque nucleoelectrónico varias veces mayor que el actual. Es necesario, a su vez, renovar laboratorios e instalaciones diversas para actividades críticas de investigación y desarrollo.

A los problemas emergentes de la pérdida de eficiencia por las reformas introducidas en la década pasada, se agrega el actual déficit operativo de NASA, provocado por la salida de servicio de la Central Atucha I (dispuesto por la ARN por razones de seguridad) y otros problemas



Vista aérea de la Central Nuclear Atucha I. Detrás, la Central Nuclear Atucha II, en construcción.



Central Nuclear Embalse.

resultantes, en lo fundamental, de la separación de la nucleoelectricidad de su matriz nuclear. El desequilibrio estructural y la continua reducción de los recursos pueden resolverse achi-cando el sector a su mínima expresión y desmantelando la capacidad sobrante. Esta vía del ajuste es incompatible con el desarrollo del país. Por lo tanto, el ajuste debe lograrse en el marco del crecimiento equilibrado del conjunto del sistema y el cumplimiento efectivo de los fondos previstos en el presupuesto para su financiamiento.

El sector nuclear es intrínsecamente sólido y tiene por delante un promisorio escenario de desarrollo al servicio del país y de proyección internacional. La concreción de estas oportu-nidades depende de la lucidez y firmeza de las decisiones que debe adoptar ahora el Poder Ejecutivo, de la eficacia del desempeño de los responsables de la conducción del sector y, desde luego, del continuo apoyo y dedicación del personal.

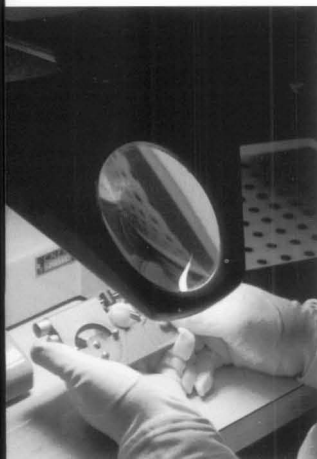
Pasemos ahora a relatar los principales acontecimientos protagonizados por el personal de esta CNEA en el curso del año 2000.

CAPÍTULO 2

EMPRESAS ASOCIADAS

Ing. Pablo Lacoste
lacoste@cnea.gov.ar





Control dimensional de pastillas de uranio para los elementos combustibles (CONUAR).



Vista aérea de las instalaciones de FAE.

A partir de enero de 2000, en concordancia con las políticas emanadas de la Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva, las nuevas autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica consideraron necesario reencauzar la relación con las empresas asociadas. A tales efectos, se fijaron orientaciones y adoptaron medidas organizativas que permitieran mejorar la articulación de la CNEA con las empresas asociadas y de éstas entre sí. La Comisión puso en marcha estas acciones con el objetivo de desempeñar eficazmente el rol de conductor político y técnico del sector nuclear y de recuperar el papel de socio tecnológico en las empresas en cuestión.

En el marco de los objetivos propuestos, se destacan los siguientes logros:

- La generación de un ámbito permanente de transmisión de directivas, consultas e información entre las autoridades de la CNEA y los Directores y Síndicos de las empresas (Comités Empresarial y de Fiscalización de Empresas Asociadas).
- El seguimiento de las actividades y el registro actualizado de la información sobre la vida orgánica de las empresas.
- La generación de condiciones para incrementar las actividades de asistencia tecnológica a las empresas asociadas, a través de:
 - ▶ reorganizar los Comités Técnicos por empresa,
 - ▶ ajustar los mecanismos internos para permitir que los recursos generados fluyan efectivamente hacia los grupos de trabajo prestatarios de la asistencia técnica,
 - ▶ dar operatividad y extender los contratos de asistencia a todas las empresas asociadas,
 - ▶ organizar el área de enlace con las empresas.

Contratos de asistencia técnica

La CNEA brindó y/o comprometió asistencia técnica a las empresas asociadas del ciclo del combustible por un total de 21000 horas-hombre. Esto significa que la actividad se incrementó el 130 por ciento respecto del año 1999.

ACTIVIDAD DE LAS EMPRESAS

1. CONUAR S.A.

Combustibles Nucleares Argentinos Sociedad Anónima continuó suministrando elementos combustibles a la empresa Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA), operadora de las dos centrales nucleares argentinas en funcionamiento. Para la Central Nuclear ATUCHA I, produjo 84 elementos combustibles con uranio levemente enriquecido (ULE) y, para la Central Nuclear EMBALSE, elaboró 4.506 elementos combustibles con uranio natural.

2. FAE S.A.

La Fábrica Aleaciones Especiales Sociedad Anónima produjo 120.000 tubos de Zircaloy (aleación basada en circonio) para elementos combustibles de las centrales nucleares Atucha I y Embalse. En el sector de fundición, se alcanzaron los 2.000 kg de lingotes de Zircaloy. Posteriormente, éstos fueron forjados para obtener barras y maquinados en rodajas para la fabricación de separadores de elementos combustibles de Atucha I.

Por otra parte, FAE S.A. fabricó 153 km de tubos de acero inoxidable sin costura para los mercados de Argentina y Brasil, y 310 km de tubos con costura para el mercado argentino.

3. INVAP S.E.

Durante el año 2000, la empresa Investigación Aplicada Sociedad del Estado ha obtenido dos logros particularmente importantes:

- En primer lugar, se firmó un contrato entre la empresa "Australian Nuclear Science and Technology Organization" (ANSTO) e INVAP S.E., para la construcción de un reactor nuclear de investigación y producción de radioisótopos, en Lucas Heights, localidad cercana a Sydney, Australia. Este contrato fue firmado el 13 de julio de 2000 y prevé la ingeniería, construcción y puesta en marcha de un reactor de 20 megavatios, alimentado con elementos combustibles con uranio enriquecido al 20%, moderado con agua liviana y reflejado con agua pesada.
- El contrato se obtuvo después de una compulsa internacional en la que compitieron países de primera línea. Con el permanente apoyo técnico y logístico de la CNEA, INVAP S.E. demostró la capacidad argentina y su claro posicionamiento en el área nuclear internacional. Las consecuencias de este éxito se traducirán en: generación de fuentes de trabajo para científicos y tecnólogos de nuestro país, generación de exportaciones de alto valor agregado, y en la ampliación de mercados internacionales para los productos argentinos en el área nuclear.
- El segundo logro significativo de la empresa INVAP S.E. consiste en su participación en la construcción del satélite SAC-C, cuyo lanzamiento fue realizado el día 21 de noviembre de 2000, desde la Base Vandenberg de la NASA, en California, EE.UU. Este satélite pertenece a la CoNAE, y parte de su diseño y construcción fue realizado por INVAP S.E., en carácter de contratista principal. Esta realización demuestra con claridad la capacidad de desarrollo científico e innovación tecnológica de INVAP S.E. Este satélite argentino, para la observación de la Tierra, pesa 475 kg y lleva a bordo instrumentos desarrollados y construidos por INVAP S.E., además de otros de diverso origen. Los principales instrumentos argentinos son: una cámara multiespectral, dos cámaras pancromáticas y un instrumento para el seguimiento del recorrido de ballenas francas australes. Todos ellos fueron integrados a la plataforma satelital por INVAP S.E., en sus laboratorios de Bariloche.

4. ENSI S.E.

Durante el año 2000, la Empresa Neuquina de Servicios de Ingeniería Sociedad del Estado (ENSI S.E.) culminó la ejecución del contrato suscrito con Nucleoeléctrica Argentina S.A. para la provisión de 448 toneladas de agua pesada a la Atomic Energy of Canada Limited (AECL). En el marco de dicho contrato, se embarcaron las últimas 55,315 toneladas de agua pesada, en el mes de octubre. La producción totalizada en el año fue de 64 toneladas.

La operación de la planta se interrumpió, en el mes de septiembre, a la espera de que surjan nuevos contratos de venta. Se propuso que se produzcan 200 toneladas de agua pesada para acumular stock. Actualmente, se instrumentan medidas de índole presupuestaria que permitirían la reentrada en servicio de la Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP).

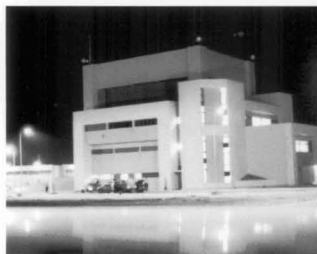
Es destacable que la actividad de obras y servicios de ENSI S.E., ha continuado expandiéndose, ya sea respecto de montajes industriales, como en relación con servicios de ingeniería y asistencia técnica dirigidos a industrias de la región patagónica.



ETRR-2 Reactor Nuclear de Investigación. Centro de Investigación Nuclear de Inshas. El Cairo-Egipto. Sala del Reactor durante el Montaje.



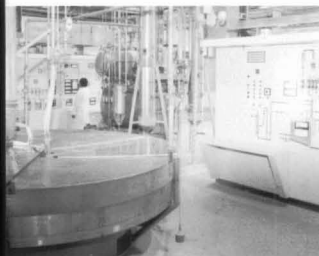
Sala de control del Reactor.



Vista del Reactor ETRR-2, construido por INVAP en Inshas, Egipto.



Planta Industrial de Agua
Pesada. ENSI S.E.



Detalle de mezclador y tablero
de control, DIOXITEK.

El Sistema de Calidad de ENSI fue calificado según normas ISO 9002, expedido por la firma SGS Argentina (Grupo Societé Générale de Surveillance) y acreditado por el Dutch Council for Accreditation, en el mes de noviembre.

5. NUCLEAR MENDOZA S.E.

Nuclear Mendoza S. E. (NMSE), dedicada originalmente a la minería del uranio, ha debido diversificar sus actividades, obligada por la situación que está transitando la industria de ese sector, fundamentalmente en la segunda mitad de la última década.

Durante el año 2000, la empresa continuó abordando el desarrollo de distintos proyectos, entre los cuales cabe mencionar:

■ Proyecto Observatorio de Rayos Cósmicos Pierre Auger

Por designación del gobierno de Mendoza, NMSE es operadora de los aportes que realiza este Estado provincial al emprendimiento científico "Proyecto Observatorio de Rayos Cósmicos Pierre Auger". Esto permitió que durante este ejercicio se concretaran la construcción de la Nave de Ensamblado de los detectores de superficie en la ciudad de Malargüe y el Edificio de Detectores de Fluorescencia en el cerro Los Leones, con sus correspondientes obras complementarias. Además, se realizó el tendido de una línea de media tensión de 16 km hasta el cerro mencionado.

■ Servicio de Irradiación

NMSE presta el Servicio de Irradiación para la esterilización de pupas de moscas del Mediterráneo, en la Bioplanta Mendoza (insectario), ubicada en la localidad de km 8, del departamento de Guaymallén. Este servicio se desarrolló normalmente durante la campaña 1999-2000 y en el segundo semestre de este último año.

6. DIOXITEK S.A.

Durante el año 2000 se produjeron 122 toneladas de polvo de dióxido de uranio.

Las entregas a CONUAR S.A. fueron de 80 toneladas de dióxido de uranio natural y 20 toneladas de dióxido de uranio levemente enriquecido (0,85 % de ^{235}U).

Durante este ejercicio, continuó la mejora de la calidad del polvo entregado. Esto se vio reflejado en la reducción del rechazo del producto, ya que en 1999 fue del 6,4% y en 2000 bajó al 3,3 %.

La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Avellaneda finalizó el estudio de impacto ambiental que llevó a cabo en relación con el traslado de la Planta a Despeñaderos, provincia de Córdoba. Se elevó a la CNEA y a la Autoridad Regulatoria Nacional (ARN) un resumen ejecutivo sobre el particular.

7. FUESMEN

En la Fundación Escuela de Medicina Nuclear de Mendoza se prosiguió con:

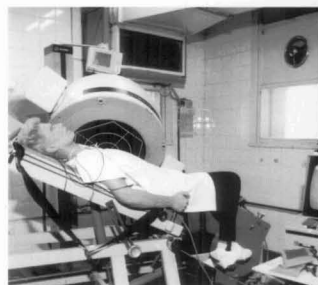
- Las tareas asistenciales en las áreas principales: Oncología Clínica y Radioterápica, Informática y Sistemas, Centro de Estudios de Trastornos de la Memoria, Endoscopia Digestiva, Neumología, Densitometría Ósea, Laboratorio Clínico de Alta Complejidad, Ginecología y Patología Mamaria, Tomografía por Emisión de Positrones, etc.

Entre los Proyectos que involucran a las distintas áreas en general, merecen mencionarse:

- ▶ Proyecto IAEA ARG/6/009 Optimización del Estadiamiento y Tratamiento Radiante del cáncer de cérvix uterino
 - ▶ Investigación Clínica
 - ▶ Docencia en temas afines a la informática médica
 - ▶ Procesamiento digital de Imágenes Médicas
 - ▶ Investigación teórico-experimental de las propiedades en el espacio de las fases del flujo de partículas en un acelerador lineal de uso clínico
 - ▶ Pruebas de Función Pulmonar en la población normal de Mendoza
 - ▶ ILP 3003 Estudio de metabolismo cerebral en pacientes con esquizofrenia.
- La capacitación de personal de la FUESMEN en centros de primer nivel del exterior. Se recibieron pasantías y expertos del país y del extranjero para su formación y dictado de cursos, respectivamente.
 - El dictado de cursos de posgrado para no especialistas.



Escuela de Medicina Nuclear, Mendoza.



Aplicación de Medicina Nuclear. FUESMEN.

CAPÍTULO 3

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

■ Instituto Balseiro

Dr. José Abriata

abriata@cab.cnea.gov.ar

■ Instituto Sabato

Dr. José Galvele

galvele@cnea.gov.ar

■ Instituto de Estudios Nucleares

Dr. Dino Otero

otero@cnea.gov.ar



INSTITUTO BALSEIRO

Situado en el Centro Atómico Bariloche (CAB), el Instituto Balseiro es el más antiguo de los centros de formación de recursos humanos de la CNEA. Depende académicamente de la Universidad Nacional de Cuyo (UNC), la cual otorga los títulos y asigna el plantel docente. Desde su creación, en 1955, ha adquirido una amplia experiencia en la formación de profesionales de Física e Ingeniería Nuclear, confirmando las ventajas del sistema de enseñanza adoptado: el contacto directo del estudiante con profesores dedicados a investigación y desarrollo. Esto asegura, además, la permanente actualización de los métodos y temas de estudio, que permite responder rápidamente a la evolución de la ciencia y la tecnología modernas.

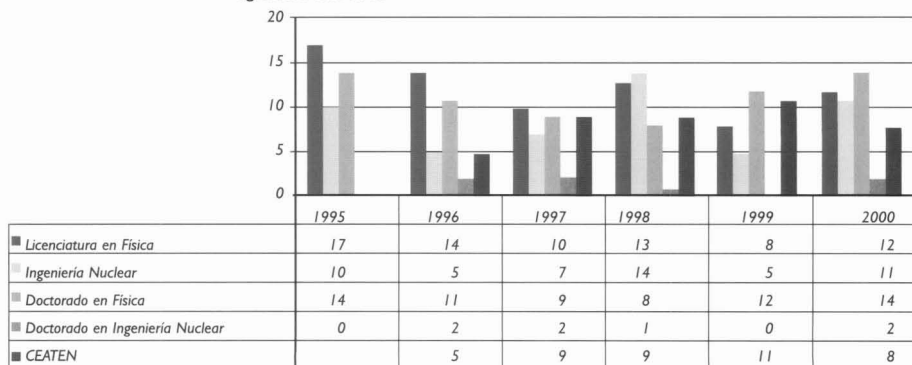
Además de las carreras de grado Licenciatura en Física e Ingeniería Nuclear, el Instituto Balseiro ofrece la posibilidad de completar una formación de posgrado mediante doctorados en ambas disciplinas, así como la carrera de posgrado Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear.

Durante el año 2000, egresaron once Ingenieros, pertenecientes a la 19ª Promoción de Ingenieros Nucleares; doce Licenciados, de la 43ª Promoción de Licenciados en Física y ocho especialistas, de la cuarta promoción de la Carrera de Posgrado "Especialización en Aplicaciones Tecnológicas de la Energía Nuclear". Asimismo, recibieron su título catorce Doctores en Física y dos Doctores en Ingeniería Nuclear.

Los Trabajos Especiales de las carreras de grado fueron realizados en las siguientes áreas: Física de Partículas y Campos, Física Estadística, Resonancias Magnéticas, Física del Sólido, Termodinámica, Metales, Diseño Avanzado y Evaluación Económica, Laboratorio de Cavitación y Bioingeniería, Mecánica Computacional, Análisis de Vibraciones y Monitoreo de Máquinas de Centrales Nucleares, Neutrones y Reactores. Uno de los trabajos se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.

Las Tesis Doctorales rendidas durante el año 2000 se desarrollaron, dentro del Centro Atómico Balseiro en las siguientes áreas: Colisiones Atómicas, Física de Metales, Metalurgia, Física Estadística, Físico-Química de Materiales, Partículas y Campos, Resonancias Magnéticas, Bajas Temperaturas, División Metales y Área de Física de Reactores. Además, una se llevó a cabo en el Departamento de Física de la Universidad Nacional de La Plata y otra en la división Colisiones Atómicas del Instituto de Astronomía Física del Espacio (UBA).

Egresados 1995-2000



CAMPAÑA DE INGRESO

En relación con la promoción de las becas para el corriente año, se distribuyeron afiches en 100 Facultades e Institutos donde se cursan las carreras de Ingeniería y Física. Se dieron charlas informativas a cargo de alumnos del Instituto en 13 centros educativos de todo el país. Se dispuso, además, una amplia difusión a través de medios de comunicación locales y nacionales. Los exámenes fueron tomados en cinco sedes del país. El total de aspirantes fue de 74, de los cuales fueron preseleccionados 41 e ingresaron 26.

CENTRO DE FORMACIÓN CONTINUA

El Centro de Formación Continua (CFC) tenía programados dos talleres de carácter nacional, a realizarse en Bariloche: Actividades de Laboratorio y Aplicaciones Matemáticas. Debido a la crítica situación económica, el primero de los talleres debió ser cancelado. Entre el 16 y el 23 de julio, con doce asistentes de distintos puntos del país, se efectuó el taller de Exploraciones Matemáticas, a cargo del Dr. Ernesto Martínez.

En el ámbito local, la Dra. Magdalena Caro desarrolló durante todo el año las actividades de entrenamiento para la Olimpiada Argentina de Física (OAF), con un entusiasta grupo de estudiantes secundarios de Bariloche. Tres de ellos fueron seleccionados para la competencia de nivel nacional y obtuvieron una medalla de plata y una de bronce. Esta actividad también incluyó la participación de algunos docentes de ciencias de Bariloche, lo que creemos que contribuirá al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en el ámbito local. El Centro de Formación Continua ayudó a solventar los gastos de traslado de los concurrentes a la Olimpiada.

BECAS DE VERANO

Se otorgaron ocho becas para realizar tareas de investigación en diferentes laboratorios del Centro Atómico Bariloche. Dichas becas, que cubrieron gastos de pasaje y estadía, fueron conferidas a estudiantes del último año, o recientemente egresados, de las carreras de Licenciatura en Física, Licenciatura en Química e Ingeniería. El propósito de estas pasantías es brindar a estudiantes de otras universidades la oportunidad de familiarizarse con técnicas experimentales y conocer nuevos ambientes de trabajo.

Las áreas de trabajo involucradas fueron: División Bajas Temperaturas, División Cinética Química, Sección Caracterización de Materiales, Neutrones y Reactores, División Resonancias Magnéticas y Laboratorio de Desarrollo de Tecnologías.

FOMEC

Entre 1999 y 2000 finalizaron los Proyectos 55/95 y 48/95, que fueron ejecutados y solventados en su totalidad.

Los bienes adquiridos en ambos proyectos se encuentran en funcionamiento en los Laboratorios de Colisiones Atómicas - Física Experimental del Instituto Balseiro y el Laboratorio de Informática de dicho Instituto.

Se otorgaron cinco Becas Abiertas del Proyecto 48/95, una de las cuales finalizó a mediados de 2000. Tres becarios presentarán sus trabajos de tesis entre mediados y fines de 2001, mientras que el quinto tendrá la mitad de su tesis desarrollada para fines de 2001, ya que el FOMEC concluye su ejecución en esa misma fecha.

Durante 1999 y 2000, no se pudieron ejecutar las Becas Posdoctorales y Profesores Visitantes, debido a que el FOMEC fue suspendido mediante Resolución 442/00 del Ministerio de Educación de la Nación.



Instituto Balseiro,
Biblioteca "Leo Falicov".

En relación con la adquisición de bienes por medio del Proyecto FOMECA, durante el año 2000 se cancelaron varios expedientes iniciados durante los ejercicios '98 y '99 para los Proyectos 779 y 865. Hacia fin de este ejercicio se iniciaron 20 expedientes nuevos de los Proyectos 865, 779 y 576, por un valor total estimado de \$593.994. Debido a la mencionada Resolución 442/00, no pudieron iniciarse trámites de compra para el año 2000.

BIBLIOTECA LEO FALICOV

La biblioteca Leo Falicov fue creada en el año 1955, junto con el entonces Instituto de Física de San Carlos de Bariloche. Desde entonces, su misión es satisfacer las necesidades de información de alumnos, docentes e investigadores del Instituto Balseiro y el Centro Atómico Bariloche. El patrimonio bibliográfico abarca las áreas de matemática, física general, física del estado sólido, química, ingeniería, ciencia de materiales y computación.

- La colección está compuesta por 17.600 libros (monografías, tesis, conferencias, etc.), 730 títulos de publicaciones periódicas -117 de ellas son colecciones activas y 25 se reciben en donación-, 8.100 informes técnicos en papel y microfichas y 3 bases de datos bibliográficos en CD-ROM.
- Recientemente se ha incorporado la colección perteneciente a la Biblioteca de la Fundación Bariloche.
- La biblioteca alberga, además, el archivo histórico de la institución.
- El catálogo puede ser consultado en forma remota a través de Internet, lo que permite el acceso a publicaciones periódicas y a trabajos difundidos en la mayoría de las revistas disponibles en la actualidad.
- La instalación de un servidor de CD-ROM brinda la posibilidad de acceso, via Intranet, a varias bases de datos bibliográficos. (INIS, Metadex, INSPEC).
- Una cuenta corriente en la British Library garantiza la obtención de documentos primarios no disponibles por otros medios.

La biblioteca pertenece a las redes SIBI, (Sistema Integrado de Bibliotecas Informatizadas de la Universidad Nacional de Cuyo) y Red Regional de Información en el Área Nuclear (RRIAN). Comenzaron a realizarse aportes de la producción intelectual local a la base de datos INIS. Las nuevas tecnologías de la información han permitido:

- realizar electrónicamente préstamos interbibliotecas
- hacer reservas de material
- reclamar material en préstamo
- divulgar la incorporación de material nuevo

Concurren a la biblioteca, en promedio, 120 usuarios por día.

INSTITUTO SABATO

En noviembre de 1993, como resultado de un convenio entre la CNEA y la Universidad Nacional de General San Martín, fue creado el Instituto de Tecnología, ente gestor de la formación de recursos humanos. Se brindó así un adecuado marco académico a las actividades de enseñanza en el Centro Atómico Constituyentes. En 1996, al cumplirse un nuevo aniversario de su creación, se le impuso el nombre "Profesor Jorge A. Sabato", respondiendo así a un deseo de nuestra comunidad. El Instituto es también responsable del funcionamiento del Centro de Información.

El Instituto Sabato cuenta con un cuerpo docente de investigadores activos en su área y brinda



Hall del Instituto Sabato.

una ágil relación docente-alumno, excelentes laboratorios, fácil acceso a una importante biblioteca y un sistema de becas que permite a los alumnos la dedicación exclusiva a sus estudios.

En el nivel de posgrado, ofrece la Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales y el Doctorado en Ciencia y Tecnología, Mención Física y Mención Materiales, destinados a egresados de carreras universitarias en Física, Química o Ingeniería. La CNEA cuenta con más de 35 años de experiencia en el dictado de cursos de este nivel. La Comisión Nacional de Acreditación Universitaria (CONEAU), acreditó estos posgrados y categorizó a los dos primeros con el nivel A y al último, como posgrado nuevo, con el nivel B.

En el nivel de grado, se ofrece la carrera Ingeniería en Materiales, destinada a estudiantes con segundo año de Física, Química o Ingeniería, para completar esta formación en un período de cuatro años adicionales.

MAestría EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES

Director: A. Sarce

Coordinador: M. Iribarren

- El Ciclo de Estudios 2000 de la Maestría se llevó a cabo desde el 28 de febrero hasta el 19 de diciembre, a la totalidad de los módulos, asistieron ocho profesionales argentinos, que contaron con Beca Jorge Sabato, y un profesional extranjero, de Costa Rica, con Beca Externa de la CNEA. Otros 17 profesionales, provenientes de empresas, universidades e institutos de investigación de la Argentina y extranjeros, asistieron a módulos individuales.
- Diez alumnos iniciaron sus trabajos de Tesis de Maestría: seis lo hicieron con Beca Jorge Sabato y otros cuatro con Becas FOMEC-ITJS-UNSAM, FOMEC-UTN, MUTIS-Cuba y FUDETEC-UNSAM, respectivamente. Los temas desarrollados cubren un amplio espectro en el área de la Ciencia y Tecnología de Materiales.
- En el año 2000 egresaron seis *Magistri*. El área de Maestría recibió apoyo de los proyectos FOMEC:
- Se otorgaron dos Becas FOMEC para cursar la Maestría y contratos para Profesores visitantes del país que dictaron clases en módulos del Ciclo de Estudios.

DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA, MENCIÓN FÍSICA

Durante este año se han dictado cuatro cursos. La carrera cuenta con cuatro alumnos.

DOCTORADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA, MENCIÓN MATERIALES

Los cursos del Ciclo Básico de la Maestría se aplican a los trayectos específicos del doctorado. La carrera tiene seis egresados y 21 alumnos.

INGENIERÍA EN MATERIALES

Director: J. E. Ruzzante

Coordinadora: L. A. Roberti

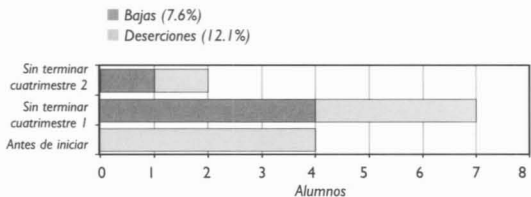
- Desde 1996 se dicta la carrera de grado Ingeniería en Materiales. Está dirigida a alumnos con

Alumnos según carrera de origen

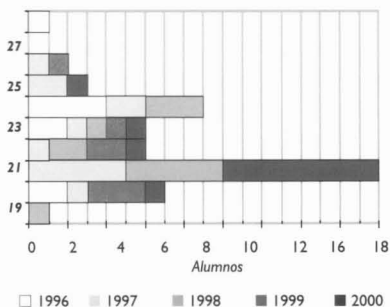
INGENIERIA	55%
Química	5
Materiales	5
Industrial	4
Electrónica	4
Mecánica	4
Electromecánica	4
Civil	2
Aeronáutica	1
LICENCIATURA	45%
Física	20
Química	1
Higiene y Seguridad	1
Analista Científico	1
Física Médica	1

segundo año universitario aprobado en Ingeniería o en una Licenciatura en Ciencias, para completar su formación en un periodo de cuatro años adicionales. Los estudiantes reciben una beca que hace posible la dedicación exclusiva al estudio y tienen, a su vez, exigencias de regularidad y rendimiento. Los primeros nueve Ingenieros en Materiales egresaron en julio de 2000.

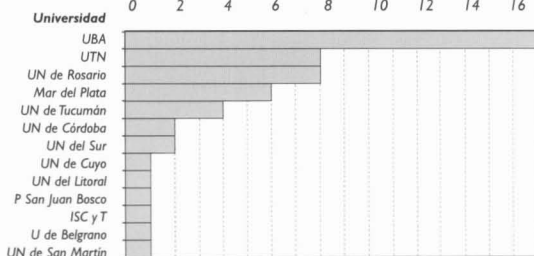
■ Actualmente, cursan 44 alumnos. En los gráficos se presenta la información de la procedencia de los alumnos, edad y nivel de deserción, a partir del inicio de la carrera.



Edad al ingreso desde 1996



Alumnos según procedencia desde 1996



■ Trabajo de Seminario: en abril de 2000, los alumnos del ingreso '96 finalizaron su trabajo, el que fue presentado públicamente en el Instituto, el 24 de julio; en noviembre, lo iniciaron los alumnos del ingreso '97. Estos trabajos se desarrollaron, y continúan en ejecución, en las siguientes empresas:

REPSOL - YPF	ALUAR Aluminio Argentino	2
POLISUR (Bahía Blanca)		1
SIDERCA		1
CINI (Centro de Investigación Industrial, Techint)		
TYCSA		1
Max Planck Institut		1
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. MADRID		1
Facultad de Odontología, UBA - CNEA		1
Swiss Federal Institut of Technology, École Polytechnique Fédérale Lausanne		1
Instituto de Ciencias de Materiales de Aragón. Universidad de Zaragoza		1
INTI. CITIP		2
CNEA		3
Nucleoeléctrica Argentina SA		1

CENTRO DE INFORMACIÓN CENTRO ATÓMICO CONSTITUYENTES (CICAC), BIBLIOTECA "DR. EDUARDO J. SAVINO"

■ Prestación de los siguientes servicios:

- ▶ consulta en bases de datos nacionales y extranjeras, en CD-Rom y *on-line*
- ▶ préstamos a usuarios internos y externos
- ▶ provisión de documentos nacionales y extranjeros, a través de los servicios de envío de fotocopias, de faxes y de documentos en formato electrónico
- ▶ préstamos entre bibliotecas internacionales (servicio de The British Library)

■ Se participó en:

- ▶ La Red de Información del Sector Eléctrico (RISEL), coordinada por CACIER.
- ▶ Las reuniones fundacionales de RECIARIA, Redes Argentinas de Información.
- ▶ La Primera Reunión Nacional de Redes de Información "Integración o Caos", en diciembre de 2000.
- ▶ La Twenty-Eighth Consultative Meeting of INIS Liaison Officers, que se desarrolló en Karlsruhe, Alemania, en mayo de 2000. A este encuentro, el CICAC asistió en su carácter de Oficial de Enlace INIS.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

A través de un trabajo cooperativo con las otras bibliotecas de la CNEA y de la Autoridad Regulatoria Nuclear, se enviaron al sistema INIS del OIEA 160 registros de trabajos publicados en nuestro país sobre temas interconectados con el área nuclear. Dentro del marco de un proyecto piloto del INIS, se remitieron 41 registros, procesados en la ARN, correspondientes a trabajos publicados en otros países.

Se prosiguió con la coordinación del Proyecto ARCAL XLII: "Red Regional de Información en el Área Nuclear - RRIAN", y se recibió la visita del Oficial Técnico del OIEA.

- Se participó en la Reunión Final de Coordinadores de dicho proyecto, llevada a cabo entre el 4 y el 8 de diciembre, CIN, Río de Janeiro, Brasil.
- Continuó la colaboración con la Biblioteca Marcel Roche del IVIC, Venezuela, en la presentación del Proyecto ARCAL LXX, RLA/0/024: "Modernización y Extensión de la Gestión Regional de Sistemas de Información y Bases de Datos".
- Dentro de las funciones de Distribuidor Nacional de CDS/ISIS, se otorgaron 527 licencias de Winisis, a través de asignación directa y de la Red Nacional de Nodos Distribuidores.

Se organizaron:

- La "IX Reunión de Distribuidores Nacionales y Regionales Latinoamericanos y del Caribe" de CDS/ISIS y el Taller "Red de Información sobre Desastres Naturales para América Latina y el Caribe", con la colaboración de la División de Información e Informática de UNESCO en Caracas, Venezuela, y del Payson Center de la Universidad de Tulane, New Orleans, Estados Unidos.

Participaron los siguientes países: Barbados, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Francia, Guatemala, Jamaica, México, Nicara-



Instituto Sabato.

Desarrollo de una clase.



Instituto Sabato, laboratorio.

gua, Paraguay, Perú, Portugal, Trinidad Tobago, Uruguay y Venezuela.

- El Seminario ISIS 2000, Buenos Aires, 26 de noviembre de 2000, con expositores de Francia, Brasil y Uruguay. Asistieron 107 participantes pertenecientes a instituciones académicas, gubernamentales, y del ámbito privado.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Se organizaron 3 cursos de Winisis, niveles básico e intermedio.

■ Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales

Ciclo de estudios 2000

Módulo	Cantidad de horas (reloj)
Introducción a la Ciencia de los Materiales	72
Introducción a la Física del Sólido	60
Termodinámica	66
Cristalografía y Difracción	72
Defectos en Cristales	72
Difusión	60
Microscopía Electrónica y Microanálisis	72
Solidificación y Transformaciones de Fase	108
Propiedades Mecánicas	72
Modelización de Propiedades y Procesos en Materiales	36
Trabajo Mecánico	72
Mecánica de Fractura	72
Aceros	72
Corrosión	72
Daño por Radiación	54
Física y Metalurgia de la Soldadura	60
Ensayos no destructivos en control de calidad	60
Metalografía no destructiva: aplicación a vida residual	36
Introducción Histórica a la Filosofía de la Ciencia	30
Filosofía de la Ciencia	30
Elementos de Economía para Tecnólogos	17

■ Doctorado en Ciencia y Tecnología, Mención Física

Curso	Cantidad de horas (reloj)
Teoría de campos conformes	80
Algunas técnicas experimentales de Materia Condensada	80
Usos y aplicaciones de aceleradores	80
Métodos en Mecánica Estadística	80

INSTITUTO DE ESTUDIOS NUCLEARES

Director: Dr. Dino Otero

Secretario Académico: Lic. Gustavo Álvarez

Consejo académico:

Dr. Marcos Cohen

Ing. Juan Carlos Ferreri

Dr. Jaime Pahisa

Ing. Marta Mazzini

Dr. Mario Pisarev

Dr. Dino Otero



Instituto de Estudios Nucleares.

Clase de trabajos prácticos.

■ Maestría en Reactores Nucleares

Alumnos de primer año: 4

Alumnos de segundo año: 9

■ Maestría en Radioquímica

Alumnos de primer año: 9

Alumnos de segundo año: 5

■ Jornadas de Encuentro con la Energía Nuclear

Conferencias dictadas a 80 docentes primarias de la Ciudad de Buenos Aires.

■ Curso de Metodología y Aplicación de Radionucleidos

Alumnos: 19

■ Curso de Técnicos en Medicina Nuclear

Alumnos: 18

■ Curso de Dosimetría en Radioterapia

Alumnos: 15

■ Curso de Física de la Radioterapia

Alumnos: 7

■ Cátedra de Tecnología y Desarrollo

Alumnos: 20

■ Curso de Actualización en la Tramitación de Expedientes

(Capacitación Interna)

Alumnos: 15

Cursos organizados por el INAP y distribuidos por el IDEN de acuerdo con las necesidades detectadas en los distintos sectores del Centro Atómico Ezeiza. Colaboraron la Lic. Silvia Krenz y Lic. Gustavo Álvarez en la pre-selección de 10 postulantes a becas para el curso de Operadores de Reactores de Experimentación y Producción.

■ **Jornadas de Transparencia en la Gestión Pública:** Herramientas para la Acción (2 agentes).

■ **Conferencia:** Conocimiento y Sociedad (1 agente).

■ **Sistema Francés de Formación y Reclutamiento de Altos Funcionarios** (2 agentes).

■ **Taller Gerenciamiento de la Diversidad Biológica:** Un Desafío Transectorial para la Administración Pública (1 agente).

CAPÍTULO 4

PROGRAMAS DE LA CNEA

Ing. Domingo Quilici



P1 Reactores y Centrales Nucleares

Ing. Domingo Quilici

quilici@cnea.gov.ar

P2 Ciclo de Combustible

Ing. Juan Bergallo

bergallo@cab.cnea.gov.ar

P3 Residuos Radiactivos

Dr. Miguel Audero

audero@cnea.gov.ar

P4 Radioisótopos y Radiaciones

Lic. Alberto Manzini

amanzini@cnea.gov.ar

P5 Investigación y Desarrollo en Ciencias Base de la Ingeniería

Dra. María Cristina Cambiaggio

cambiaggio@tandar.cnea.gov.ar

P6 Proyectos Derivados de la Tecnología Nuclear

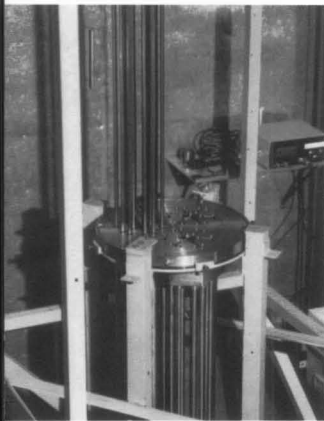
Dr. Gabriel Meyer

gmeyer@cab.cnea.gov.ar

SP Subprograma de Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares

Ing. Santiago Harriague

harriag@cnea.gov.ar



Vista de componentes del diseño mecánico del núcleo.

La CNEA tiene seis programas y un subprograma, vinculados horizontalmente, que nuclean la investigación, el desarrollo y los proyectos, en concordancia con los objetivos principales del organismo. Ellos son:

- P1 Reactores y Centrales Nucleares**
- P2 Ciclo de Combustible**
- P3 Residuos Radiactivos**
- P4 Radioisótopos y Radiaciones**
- P5 Investigación y Desarrollo en Ciencias Base de la Ingeniería**
- P6 Proyectos derivados de la Tecnología Nuclear**
- SP Subprograma de Desmantelamiento de Instalaciones Nucleares**

El propósito de esta organización, vinculante de varios estamentos técnicos de distintos Centros Atómicos, es focalizar el esfuerzo en aquellas tareas que la CNEA debe llevar a cabo en forma indelegable, según lo establece la legislación vigente.

Los Programas nacieron como Unidades de Coordinación de Proyectos en cada una de esas especialidades. Su dinámica ha aconsejado que cada uno de ellos incorpore la investigación y el desarrollo necesarios para conectarlos orgánicamente con los proyectos existentes y futuros.

Esta organización ha permitido desarrollar exitosamente la ingeniería conceptual del prototipo de reactor innovador CAREM, el módulo de demostración y el modelo del método innovador de separación isotópica SIGMA, y el combustible CARA, que unificará los combustibles de ambas centrales nucleares de potencia. Esta estructura, que además posibilita el avance de otros proyectos diversos y valiosos, constituye el núcleo de la fortaleza técnica de la CNEA, al facilitar el vínculo entre Investigación y Desarrollo en proyectos.

P1 REACTORES Y CENTRALES NUCLEARES

El objetivo primario del Programa de Reactores y Centrales Nucleares es la aplicación de los nuevos conocimientos y el desarrollo de innovaciones tecnológicas en el campo de la Física e Ingeniería de Reactores. La intención es colocar al país a la vanguardia del desarrollo de nuevas centrales, reactores y productos derivados, para liderar el mercado de la demanda futura.

Para ello, este programa se ocupa de:

- Afianzar la capacidad de desarrollar nuevos conceptos e ingenierías para reactores nucleares de potencia.
- Mantener y mejorar el liderazgo argentino en el mercado de reactores experimentales y de producción de radioisótopos, mediante la investigación y el desarrollo en temas relacionados con tales fines.

Para materializar estos objetivos, el Programa tiene tres proyectos:

- (1) Proyecto CAREM
- (2) Proyecto Reactores Avanzados
- (3) Proyecto Reactores de Experimentación y Producción

(1) PROYECTO CAREM

El proyecto CAREM tiene como objetivo atender las demandas insatisfechas en materia de producción segura de energía nuclear, dentro del mercado de pequeños y medianos reactores, al garantizar, en considerable medida, mayor seguridad de operación que la



Reactor RA-8, donde se verifica el diseño neutrónico del núcleo.

que tienen los diseños de centrales de potencia actuales. Para hacer frente al desafío tecnológico demandado, se integró el trabajo de 150 profesionales y técnicos de la CNEA, especialistas en Neutrónica, Termohidráulica, Ingeniería de Reactores, Combustibles Nucleares, Análisis de Costos, etc.

Las características del reactor CAREM son:

- Todos los componentes del sistema primario están integrados dentro del recipiente del reactor; lo que contribuye a su alto nivel de seguridad.
- Tipo PWR: moderado y refrigerado mediante agua liviana. Utiliza como combustible uranio levemente enriquecido.
- Innovadora refrigeración del sistema primario mediante convección natural.
- Autopresurización.
- Sistemas pasivos de seguridad.
- Innovador sistema hidráulico de posicionamiento de barras de control, que evita accidentes del tipo eyección de dichas barras.

Las soluciones innovadoras del CAREM han sido verificadas, a la fecha, por un amplio espectro de experimentos.

Durante 2000 se comenzó la ingeniería básica temprana en las áreas temáticas críticas y se hicieron ensayos de caracterización de componentes críticos. El próximo paso es la construcción de un prototipo para verificar el diseño integral y la obtención de datos para optimizar el diseño de reactores CAREM comerciales, de mayor potencia. El organismo está estudiando cómo financiar mejor el proyecto y entablar alianzas estratégicas para su concreción. La Ley 25160 de financiamiento del Proyecto prevé la inversión de \$132.000.000, en el transcurso de cinco años.

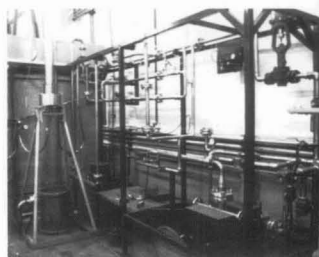
Las perspectivas comerciales estimadas para el CAREM se basan en la consideración de que la penetración de la Argentina en el naciente mercado de los reactores de baja y muy baja potencia será al menos la misma que la que tuvo en el mercado de los reactores experimentales. Se presume que en los próximos 15 años se construirían entre cuatro y siete reactores CAREM en el mundo. La evaluación económico-financiera global del proyecto muestra que, con el cronograma de beneficios e inversiones establecido, se obtiene para el Estado Nacional un valor presente neto positivo con una tasa de descuento del 10%.

(2) PROYECTO REACTORES AVANZADOS

El proyecto de reactores avanzados desarrolla tecnología nuclear innovadora para el posicionamiento de la Argentina en el mercado nuclear de mediano y largo plazo. La CNEA ha planteado tres líneas de investigación de ingeniería nuclear avanzada, que apuntan a ocupar un lugar protagónico en nichos tecnológicos de alto potencial:

- **Reactores integrados de cuarta generación.** Estos reactores son la evolución del diseño CAREM. En este caso, el desafío tecnológico es alcanzar niveles de producción de energía eléctrica económicamente competitivos, manteniendo características de seguridad inherentes y disponibilidad. Se comenzaron dos estudios de ingeniería integrada:
 - ▶ termohidráulica tridimensional de flujos en recintos confinados, y
 - ▶ estabilidad de reactores de refrigeración integrada.

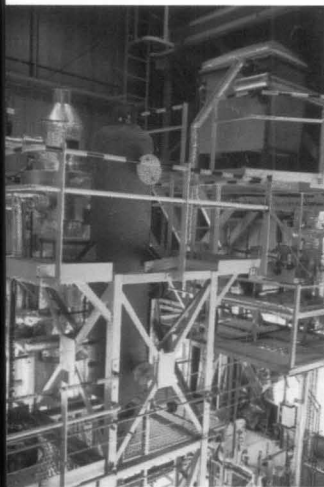
Para ello, en conjunto con la Universidad Nacional del Centro, de la Provincia de Buenos Aires, se desarrolló un marco de trabajo computacional orientado a objetos. Ese sistema permitirá la simulación de cualquier proyecto que involucre la resolución de ecuaciones diferenciales complejas, con un soporte de visualización gráfica muy flexible.



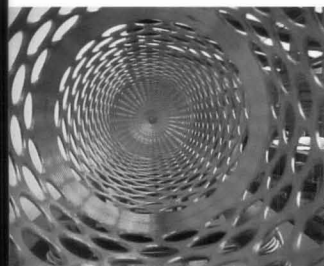
Circuito de experimentación de fenómenos termohidráulicos y dinámicos del reactor.



Desarrollo de generadores de vapor - autopresurizado y circulación natural, para proyecto CAREM.



Desarrollo del primer mecanismo de control hidráulico para reactores.



Vista de prototipo de sistema de acople para combustible CARA, para la Central Nuclear Atucha I.

■ **Reactor compacto de alta temperatura.** Se comenzaron los estudios de factibilidad para el diseño de reactores de alta temperatura refrigerados por helio. Su núcleo es compacto, para aprovechar mejor el combustible. El desafío es alcanzar temperaturas de 700° C, para obtener eficiencias de conversión a electricidad de más del 50 %.

■ **Reactor de plasma pulsado.** Se ha constituido el proyecto GNI. El mercado principal de sus aplicaciones se encuentra en la medicina, el ambiente y el control de calidad. La CNEA está llevando a cabo un proyecto de desarrollo tecnológico de aplicaciones de estos reactores capaces de generar pulsos de neutrones de alta intensidad en conjunto con la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y las Universidades Nacionales del Centro, de Mar del Plata, de Rosario y de Buenos Aires. Respecto de este tema, en abril de 2000 se inició un proyecto bilateral de cooperación científica con la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

(3) PROYECTO REACTORES DE EXPERIMENTACIÓN Y PRODUCCIÓN

El objetivo de este proyecto es generar nuevas tecnologías y aplicaciones de los reactores de experimentación y producción. El propósito es mejorar la competitividad alcanzada por Argentina en este rubro, la cual está reflejada en las exportaciones realizadas desde 1980 por la CNEA e INVAP. El proyecto consiste en la mejora innovadora y la adecuación y perfeccionamiento de las capacidades de estas instalaciones para que sean utilizadas en aplicaciones médicas, biológicas e industriales, irradiación de materiales, desarrollo de nuevas técnicas de irradiación y utilización de haces. Dentro de un contexto de planificación integral para el sector, esto implica, además, el beneficio de que se puedan mantener y acrecentar imprescindibles recursos humanos y tecnologías.

Tabla de reactores de investigación y producción argentinos

NOMBRE	POTENCIA	UBICACIÓN	PROPÓSITO PRINCIPAL
RA-3	5 MW	Ezeiza	Producción de radioisótopos
RA-6	0,5 MW	Bariloche	Experimentación / Formación de RRHH
RA-1	0,04 MW	Constituyentes	Investigación de daño por irradiación
RA-8	0,0001 MW	Pilcaniyeu	Conjunto crítico del reactor CAREM
RA-0	-	Universidad Nacional de Córdoba	Educativos y difusión de la actividad
RA-4	-	Universidad Nacional de Rosario	Educativos y difusión de la actividad

Hoy, para la CNEA, estas máquinas son muy importantes en sentido político y estratégico, debido a que Argentina es un importante exportador de ellas.

Dados los compromisos asumidos por la CNEA en relación con el suministro de radioisótopos y, especialmente, los emergentes del contrato INVAP- ANSTO por el reactor vendido a Australia, se le ha dado prioridad a los trabajos de repotenciación a 10 MW del RA-3. Esta potencia será necesaria para la calificación de la CNEA, en término, como proveedora de elementos combustibles basados en silicio de uranio, para el reactor australiano. En relación con el incremento de la potencia, se han completado las tareas concernientes al circuito primario, mientras que las restantes serán terminadas para principios de 2001. Paralelamente, se están evaluando nuevos usos: dopaje de silicio para fabricación de componentes electrónicos, neutrografía, revalorización de gemas y utilización de haces.

El RA-3 es el único reactor productor de radioisótopos de la CNEA, por lo que se está evaluando el uso alternativo del reactor RA-6, elevando su potencia a 3MW e incorporándole el diseño conceptual de celda de transferencia.

Por otra parte, se realizaron adquisiciones de componentes y sistemas para garantizar la operación de estas instalaciones y su utilización en temas vinculados con investigación, desarrollo y otros proyectos de la CNEA. También se implementó el inicio de un curso de formación de operadores de reactor.

P2 CICLO DE COMBUSTIBLES NUCLEARES

El objetivo primario del Programa es la aplicación tecnológica de los nuevos conocimientos en el campo del ciclo de combustible, lo que incluye:

- El diseño de métodos innovadores capaces de abaratar la producción de uranio enriquecido.
- El diseño, la construcción, la experimentación y el estudio del comportamiento de materiales bajo irradiación para que los combustibles de nuestros reactores de potencia e investigación y producción sean más seguros y económicos.
- El diseño de métodos innovadores de transmutación de actínidos, para reducir el inventario radiactivo a ser tratado como desecho para su disposición final y se pueda abaratar el ciclo.

Para materializar estos objetivos, se están llevando a cabo seis proyectos:

1. PROYECTO CARA
2. PROYECTO SIGMA
3. PROYECTO DELTA
4. PROYECTO LAPEP
5. PROYECTO CADRIP
6. PROYECTO LFR

1. PROYECTO CARA

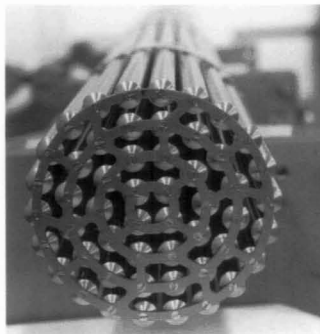
Su objetivo es el desarrollo de un elemento combustible único para las centrales nucleares de potencia de nuestro país, que abarate su costo y haga más competitiva la generación nucleoelectrónica. Participa de este proyecto la empresa CONUAR de fabricación de elementos combustibles. Se destacaron estos avances:

- Culminación de la ingeniería de los sistemas de acople de los elementos combustibles para su inserción en el reactor de Atucha.
- Caracterización hidráulica de los elementos combustibles y de los sistemas de acople a fin de obtener las realimentaciones de diseño.
- Fabricación de siete elementos combustibles destinados a realizar los ensayos hidráulicos y mecánicos.
- Fabricación de barras y pastillas destinadas a las pruebas de irradiación a efectuarse en el OECD Halden Reactor Project, durante el mes de diciembre.
- Determinación de propiedades mecánicas y de procesos de fabricación de barras combustibles de alta *performance*.

2. PROYECTO SIGMA

Se logró desarrollar una tecnología de enriquecimiento de uranio por métodos avanzados, utilizando los desarrollos previos efectuados en el país en difusión gaseosa. Se concretó un diseño que abarata la separación de ^{235}U . Dentro de este proyecto se han realizado las siguientes tareas:

- Culminación del montaje del *loop* experimental ubicado en el C.T. Pilcaniyeu.
- Puesta en funcionamiento del mismo y alcance de condiciones de operación.



Elemento combustible CARA.



Vista interna de otro sistema de acople de combustibles CARA para Atucha I.

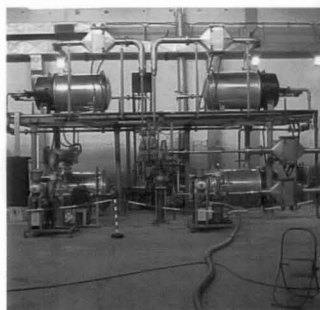


Imagen del "mock-up" SIGMA, en funcionamiento. Complejo Tecnológico Pilcaniyeu.



Núcleo del Reactor RA-3



Láser de colorante para el Proyecto Delta

Conversión de UF_6 hexafluoruro de uranio a ADU.

- Inicio de la caracterización experimental del loop.
- Desarrollo del sistema de medición y calibración de la instrumentación del loop.
- Desarrollo del sistema de medición de trazos y mezclado del compresor.
- Caracterización de difusores de enriquecimiento.
- Modelado y medición experimental de los inyectores.
- Desarrollo de membranas multicapa.

3. PROYECTO DELTA

La finalidad de este proyecto es desarrollar un método de eliminación total de actínidos, destinado al tratamiento de elementos combustibles irradiados, para su disposición final. Las actividades y objetivos alcanzados son:

- Montaje del laboratorio de láser, ubicado en el Centro Atómico Bariloche.
- Inicio de la caracterización del sistema de láseres y obtención de frecuencias de luz deseadas.
- Avances en métodos de electrorrefinación de actínidos.

4. PROYECTO LAPEP

El objetivo es adquirir y montar un laboratorio destinado a la caracterización y comportamiento de elementos combustibles irradiados.

Las tareas realizadas son:

- el montaje y la recuperación de las instalaciones
- la iniciación del uso parcial de las instalaciones destinadas a la caracterización de los elementos combustibles irradiados
- la introducción dentro de las celdas de desarme de combustible del prototipo P-04 de combustible irradiado para reactores de investigación y producción, basado en siliciuro de uranio
- el desarmado del combustible
- el examen de posirradiación del prototipo, la determinación del lugar y características de la falla encontrada en una placa
- la revisión del resto de las placas combustibles (se comprobó su buen comportamiento)

5. PROYECTO CADRIP

El objetivo del Proyecto Combustibles de Alta Densidad para Reactores de Investigación y Producción es desarrollar elementos combustibles de alta densidad de uranio para dichos reactores.

Las tareas realizadas son:

- revisión de las ingenierías para fabricación del P-06 elemento combustible de U_3Si_2 destinado a la calificación de los elementos combustibles de estas características
- puesta a punto de todos los procesos de fabricación del P-06
- fabricación del combustible P-06 para colocarlo en el RA-3 para su irradiación
- introducción del combustible en el RA-3
- desarrollo de la ingeniería para la fabricación del combustible P-07
- discusiones preliminares con INVAP para la provisión de ese tipo de elementos combustibles para el reactor RRR de Australia
- Iniciación de las tareas relativas a la calificación ISO 9000 de los laboratorios y plantas de producción, a los efectos de cumplir los requerimientos de venta de los elementos combustibles mencionados
- Iniciación de los desarrollos para la fabricación de elementos combustibles de aleación de uranio-molibdeno (de muy alta densidad). Se dio comienzo a las pruebas de obtención del material base

6. PROYECTO LFR

Su objetivo es la obtención de una instalación experimental destinada a desarrollos en química analítica activa, aplicada a soportar las actividades de desarrollo de combustibles, la caracterización de residuos radiactivos y estudios para su inmovilización.

Las acciones realizadas a lo largo de 2000 han estado concentradas en la culminación del montaje y puesta en funcionamiento del LFR Fase I, cuya inauguración se ha efectuado el 26 de noviembre.

P3 GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

En cumplimiento con las responsabilidades que le asigna la Ley Nacional N° 25018, sobre la gestión de los residuos radiactivos generados en la República Argentina, la CNEA realizó la recolección, clasificación, acondicionamiento y/o almacenamiento, transporte y disposición final de dichos residuos, mediante procedimientos establecidos por la propia Comisión y aprobados por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13 de dicha Ley, se elaboró un proyecto del Plan Estratégico correspondiente, en el que se establecen las obligaciones que tienen los generadores de desechos radiactivos para con el Fondo Fiduciario, a los efectos de su gestión final. Dicho Plan está siendo revisado por el Directorio del organismo y será elevado como Proyecto de Ley al Poder Ejecutivo Nacional.

El 31 de julio de 2000 se promulgó la Ley Nacional N° 25279, relativa a la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre la Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos. Dicha Ley implica un compromiso internacional respecto de las actividades de gestión de los elementos combustibles irradiados (ECI) y los residuos en la Argentina, lo que permite apreciar la responsabilidad asumida en el tema.

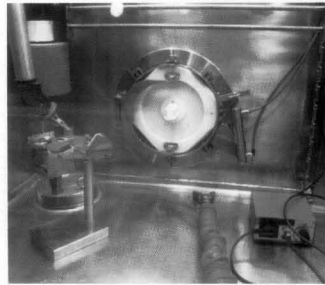
INFRAESTRUCTURA

Para el Área de Gestión Ezeiza (AGE), se elaboró la ingeniería conceptual de una instalación multipropósito, cuyo objetivo es el tratamiento y acondicionamiento de residuos radiactivos sólidos y líquidos de baja y media actividad, generados en el Centro Atómico Ezeiza, el Centro Atómico Constituyentes y en otras instalaciones donde se originan en menor escala. Dentro de la infraestructura para el laboratorio de caracterización de residuos a acondicionar y para la verificación de la calidad de residuos acondicionados, también fue necesario integrar otros laboratorios -ya existentes o en construcción-, que serán adaptados para cumplir con las funciones necesarias. Estas instalaciones responden a las actuales exigencias de gestión, ya sea de regulación como de operación, que surgieron como consecuencia de considerar la actual economía de escala y para garantizar la seguridad en la gestión de cada corriente de residuos generada. En lo que respecta al Proyecto de Inversión del depósito de elementos combustibles irradiados para reactores de investigación y producción, fue necesario reanalizar su objetivo, desde que se decidió la devolución de aquellos enriquecidos al 90%.

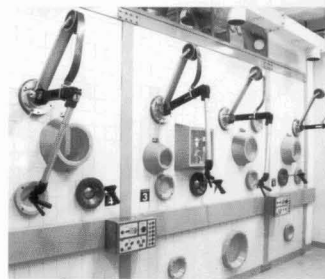
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Se llevaron a cabo las siguientes acciones:

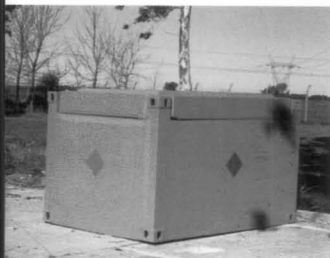
- Se establecieron las líneas de Investigación y Desarrollo asociadas a la instalación multipropósito. Se actualizaron las corrientes de residuos de entrada y se comenzó la evaluación de alternativas posibles de pretratamiento *in situ* de la corriente de baja actividad de la Planta de Producción de Residuos (PPR) para dejar de enviar efluentes no exceptuados a la trinchera de líquidos del Área de Gestión Ezeiza.
- Se realizó el estudio y selección de los procesos de tratamiento y acondicionamiento de las



LFR, vista interior del recinto 2 y puerta de transferencia estanca.



Proyecto LFR, galería operativa.



Contenedor de tambores de residuos de baja y media actividad.



Detalle de la Planta Área Gestión Ezeiza (AGE).

corrientes de residuos sólidos y líquidos que ingresarán a la nueva instalación multipropósito.

- Se redefinió el alcance del Laboratorio de Verificación y Control de Calidad, para terminar las instalaciones y completar el equipamiento, necesarios para una adecuada caracterización y verificación de la calidad de los residuos.
- En la línea de Investigación "Inmovilización de resinas agotadas en matrices vitreas", se realizaron dos trabajos experimentales en instalaciones del DOE (Departamento de Energía de Estados Unidos), con asistencia de nuestros especialistas y con el auspicio económico del DOE, en el marco del Acuerdo de Cooperación.
- Investigó el Estudio de "Comportamiento de bultos de residuos de baja actividad en condiciones de repositorio", cuyos ensayos de corrosión, por ser a largo plazo, continuarán aproximadamente dos años más. El resto de las características ya fueron estudiadas e informadas al OIEA, pues forman parte de un proyecto de investigación con el Organismo.
- A través de un contrato con el INTI, se concretó la construcción de un contenedor de hormigones de alta performance, que será sometido a ensayos destructivos y no destructivos, con la finalidad de estudiar su comportamiento a largo plazo como barrera de ingeniería en el repositorio de media actividad, y como contenedores para transporte y almacenamiento prolongado de residuos de media actividad.
- En la línea de Investigación y Desarrollo "Procesos de Separación de Radionucleídos", se evaluó el estado de situación y se reorientó esta investigación para completar, en el más corto plazo, el estudio del silicotitanato cristalino para separación de cesio, con el fin de recategorizar el residuo de media actividad de la producción del isótopo precursor medicinal molibdeno 99. Se fijó como nuevo objetivo encontrar un absorbedor que permita recuperar el cesio como producto de interés comercial y trabajar más directamente con las innovaciones de procesos que se están introduciendo en la línea de producción de molibdeno 99.
- Se integraron dos proyectos de Investigación y Desarrollo sobre halogenación-oxidación e inmovilización de ECI (elementos combustibles irradiados) y se elaboró el proyecto "Acondicionamiento de ECI de Reactores de Investigación", el presupuesto 2001-2003 correspondiente, la memoria técnica y el diseño conceptual de la instalación de acondicionamiento para procesar hasta 100 ECI /año.

ACUERDOS Y CONVENIOS

Los avances en este campo han sido:

- Puesta en marcha del Convenio elaborado con ENRESA (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A., España), a partir de la primera reunión técnica realizada en Buenos Aires, donde se establecieron algunos temas de interés común. También se concretó la visita acordada a ENRESA y al CIEMAT, en España, y se conformó el acuerdo específico sobre "Caracterización y Verificación de la Calidad de Residuos".
- Participación en la V Reunión de Coordinación de Proyectos de Investigación y Desarrollo, que se realiza en el marco del acuerdo con el DOE sobre el tema de residuos radiactivos y mixtos.
- Concreción de proyectos de cooperación entre la CNEA y el DOE, en las áreas principales "Tanques" y "Contaminación Subterránea".
- Concreción del proyecto de cooperación académica CNEA-DOE, entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Estado de Idaho y el Instituto Balseiro.
- Concreción de una relación formal con Nucleoeléctrica Argentina S.A., con acciones a mediano y largo plazo, de acuerdo con las responsabilidades emergentes de las leyes nacionales vigentes.

- Acuerdos alcanzados con la Autoridad Regulatoria Nuclear y Nucleoeléctrica Argentina S.A., con el fin de transferir los datos individuales de todos los elementos combustibles irradiados de los reactores de investigación y de potencia y diseñar la base de datos para el inventario correspondiente.

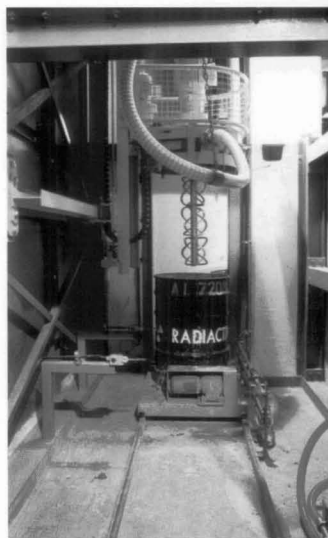
SERVICIOS

Se cumplieron:

- Prestaciones y servicios para usuarios internos y externos a la CNEA.
- Hasta noviembre de 2000, ingresaron en el Área de Gestión Ezeiza 13,9 m³ de residuos sólidos de baja actividad, 5,69 m³ de residuos sólidos alfa contaminados y 2,02 m³ de residuos líquidos en contenedores de 50 dm³.
- Transporte seguro y acondicionamiento de fuentes selladas agotadas de diferentes tipos para almacenamiento interino. Hasta noviembre de 2000, ingresaron en el Área de Gestión Ezeiza 269 fuentes radiactivas.
- Recolección y transporte de residuos biológicos y heterogéneos.
- Transporte de elementos combustibles agotados del RA-3, hasta el Depósito Central de Elementos Combustibles Agotados.
- Transporte de residuos radiactivos y material nuclear a lo largo de 14.208 km, recolectándose 885 bultos de residuos radiactivos.
- Almacenamiento supervisado bajo salvaguardias de los elementos combustibles irradiados de investigación y producción.
- En colaboración con el Departamento de Energía de Estados Unidos, se elaboró la estrategia y la ingeniería para el retiro de los elementos combustibles incluidos en el Proyecto de Restitución de Elementos Combustibles Irradiados.
- Concreción de dicho Plan de Restitución de Elementos Combustibles Irradiados.
- Elaboración de los requerimientos de aceptación de bultos de residuos radiactivos y continuación de la revisión de los procedimientos que integran el Sistema de Calidad.
- Continuación de la operación de la Base de Datos y Control de la Documentación correspondiente a los servicios realizados en el Ejercicio 1999-2000.
- Participación en la reunión de consultores del OIEA en el tema Base General de Datos de Registros para la Gestión de los Residuos Radiactivos.
- Construcción de las curvas de isodosis (situación previa a la Restitución de Elementos Combustibles) para el Depósito Central de Material Especial Irradiado.
- Estudio sobre el comportamiento de la trinchera de sólidos N°1 y elaboración del informe correspondiente.
- Realización de un programa para la evaluación de los datos de la trinchera de sólidos N°2 y la determinación de su término fuente.
- Adquisición de los componentes de una torre meteorológica que se instalará en el Área de Gestión Ezeiza, con el objetivo de mejorar los datos de infiltración de residuos radiactivos en los sedimentos del área.
- A pedido de las autoridades del Centro Atómico Ezeiza, elaboración de un Plan de Trabajo para la realización del Análisis de Seguridad del CAE.

P4 RADIOISÓTOPOS Y RADIACIONES

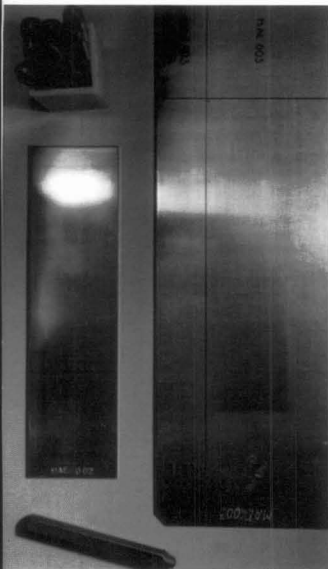
Uno de los objetivos primarios de la Comisión Nacional de Energía Atómica es el desarrollo de tecnologías innovadoras en el área de la producción de radioisótopos y en el de las radiaciones ionizantes y sus aplicaciones en biología, medicina e industria.



Preparación de un tambor con residuos para su almacenamiento temporario.



Tambores con residuos de baja actividad en almacenamiento temporario.



Blanco de uranio enriquecido al 20% para la producción de molibdeno 99.

Así, dentro del Programa de Radioisótopos y Radiaciones, durante el año 2000, se han ejecutado los siguientes proyectos:

PROYECTO MOLIBDENO 99

Desde hace más de 40 años, la CNEA produce, por medio de sus reactores de investigación y aceleradores de partículas, un alto porcentaje de los radioisótopos que son empleados en la Argentina. Uno de ellos, el tecnecio 99m , producto del decaimiento radiactivo del ^{99}Mo , es el de mayor empleo en Medicina Nuclear, utilizado en más del 70% de los procedimientos médicos con radioisótopos.

La Argentina es uno de los pocos países del mundo que cuenta con la tecnología para producir ^{99}Mo por fisión del uranio. Desde 1985, la CNEA produce ^{99}Mo por fisión del uranio altamente enriquecido (^{235}U al 90%), contenido en blancos que son irradiados en el Reactor RA-3. Esta producción abastece las necesidades del mercado local y genera, a su vez, saldos exportables. La imposibilidad de abastecimiento externo de uranio altamente enriquecido, debido a las políticas de no proliferación nuclear, y el progresivo agotamiento del inventario existente, ha obligado a la CNEA a reemplazar, en forma perentoria, el uso de uranio altamente enriquecido por uranio de bajo enriquecimiento ($^{235}\text{U} < 20\%$), para que la producción nacional de ^{99}Mo no se vea afectada.

Así, el Proyecto Molibdeno 99 tiene por objetivos desarrollar la tecnología de producción de ^{99}Mo y otros radioisótopos de interés comercial (^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs y ^{133}Xe) a partir de la irradiación con neutrones de blancos de uranio de bajo enriquecimiento ($^{235}\text{U} < 20\%$), incluyendo la recuperación del uranio empleado para volver a utilizarlo.

Una de las tareas del Proyecto consiste en el desarrollo de blancos de bajo enriquecimiento. Durante 1999, se encaró el desarrollo de blancos de aluminuro de uranio. En 2000, a los fines de su calificación, fueron sometidos a ensayos de irradiación y posterior procesamiento, con resultados altamente satisfactorios. De esta manera, la Argentina se convirtió en el primer país, entre los productores de ^{99}Mo por fisión, que desarrolló su propio blanco de uranio de bajo enriquecimiento, cumpliendo con los compromisos internacionales en cuanto a reducción de enriquecimiento y disponiendo de una capacidad que le permite, a corto plazo, la exportación de este tipo de blancos. Se ha ofrecido la venta de estos blancos a Egipto.

Durante 2000, a través de un Acuerdo de Cooperación con el Departamento de Energía de los Estados Unidos, la CNEA y Argonne National Laboratory (ANL) iniciaron en forma conjunta el desarrollo de un nuevo tipo de blanco de láminas de uranio metálico, cuyas ventajas son: a) contiene proporcionalmente mayor masa de uranio; b) los elementos que lo constituyen (láminas y tubos que la recubren) pueden separarse fácilmente luego de la irradiación. Se definieron las dimensiones y geometría del blanco sobre la base de los cálculos de neutrónica y termohidráulica realizados; asimismo se diseñó y construyó una caja para su irradiación en el Reactor RA-3. Por otra parte, para lograr el espesor de lámina necesario se avanzó en el desarrollo de un método de laminación de uranio en caliente. A los efectos de la puesta a punto del blanco y del proceso químico correspondiente, en el mes de diciembre se irradiaron en el Reactor RA-3 cuatro blancos prototipos provistos por Argonne National Laboratory, los que contenían láminas de uranio con distintos recubrimientos como barrera para los productos de fisión. Posteriormente, dos de las láminas fueron procesadas en la Planta de Molibdeno 99 por Fisión, con resultados satisfactorios.

En lo que se refiere al procesamiento químico, durante 2000, distintos grupos de trabajo avanzaron en el desarrollo de un nuevo método de producción de molibdeno 99 a partir de blancos de aluminuro de uranio que permite, además, la producción de ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs y ^{133}Xe en forma integral, y contempla la recuperación del uranio irradiado para su reutiliza-

ción. Se realizaron ensayos de separación de ^{90}Sr y ^{137}Cs y se completaron las etapas de separación de ^{131}I y ^{133}Xe . También se trabajó en las etapas de purificación de estos últimos y en la recuperación del uranio procesado.

PROYECTO YODO 123

La medicina nuclear, desde sus orígenes, ha usado diversos radiofármacos marcados con ^{131}I . Este radioisótopo, utilizado fundamentalmente en tratamientos de carcinoma de tiroides, no es, sin embargo, el más adecuado para estudios diagnósticos, sobre todo en menores de edad. Por tal razón, en los últimos años comenzó a sustituirse, en los estudios diagnósticos, el yodo 131 por el yodo 123 de alta pureza y actividad específica elevada, que presenta sustanciales ventajas frente al primero.

El ciclotrón de producción que la CNEA instaló, en años recientes, posibilita la producción de yodo 123 en el país.

El objetivo del Proyecto es desarrollar la tecnología de producción de yodo 123 de alta pureza y actividad específica elevada, a partir de la irradiación con protones de un blanco gaseoso de xenón 124.

Se cuenta, para esto, con la asistencia técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica que, dentro del marco del Programa de Cooperación Técnica (Proyecto ARG 4/085 "Producción de I-123 de alta pureza"), financia parte de los desarrollos mediante el envío de equipos, expertos y visitas científicas.

Entre las tareas llevadas a cabo durante el año 2000, merecen citarse:

- el diseño y construcción del portablancos para la irradiación del xenón 124
- el desarrollo de un proceso radioquímico automatizado de separación y purificación de yodo 123
- el montaje de un recinto estanco, blindado con plomo, para alojar el equipo de proceso radioquímico
- el desarrollo de un software de control del proceso radioquímico, instalado en una estación de trabajo, con interfases de comunicación con los elementos del equipo de proceso
- se completó la ingeniería de detalle de la estación de irradiación y se avanzó en su construcción y en el desarrollo de un sistema para control y ajuste, por PLC, de los parámetros de la irradiación.

PROYECTO BNCT

Una de las prioridades de la CNEA es la aplicación de técnicas radiantes innovadoras en beneficio de la salud. Un desafío importante es la incorporación de fuentes de neutrones a fin de mejorar el tratamiento de enfermedades para las cuales los métodos convencionales no son eficientes.

El Proyecto BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) tiene como objetivo desarrollar e implementar un haz neutrónico que permita la investigación clínica de la terapia por captura neutrónica en boro, e incluye estudios asociados para mejorar la terapéutica actual contra el cáncer. En principio, se prevé tratar melanomas localizados en miembros.

La actividad desarrollada en este proyecto se ha visto beneficiada por el Acuerdo de Cooperación con el Departamento de Energía de los Estados Unidos, lo que facilitó el intercambio con los centros de referencia de investigación y aplicación de esta terapia en dicho país.

Durante 2000:

- concluyó la construcción de la sala de irradiación
- se implementaron mejoras en la configuración del haz neutrónico en el Reactor RA-6
- se completó la caracterización dosimétrica del haz y se intercompararon los valores



Planta de irradiación de barros cloacales (Ciudad de Tucumán).

obtenidos con los del MIT (Massachusetts Institute of Technology) Estados Unidos. La conclusión fue favorable a la utilización del haz en estudios clínicos, hito fundamental en la marcha del proyecto. Además, se avanzó en el desarrollo de un modelo dosimétrico de cuerpo entero para poder determinar los valores de dosis de los diferentes órganos de un paciente a partir de los datos de nivel superficial. Se elaboró un proyecto de colaboración en el tema con el (Idaho National Engineering and Environmental Laboratory INEEL) Estados Unidos.

- Con respecto a la microdosimetría, se desarrolló un modelo teórico para predecir la eficacia del compuesto de boro en función de su distribución microscópica y la geometría celular.
- Se construyeron contadores de fisión para el monitoreo del haz epitérmico y se inició su montaje; se avanzó en la construcción de detectores (para el monitoreo gamma del haz y para la sala de irradiación) y se completó la electrónica de amplificación y de presentación de datos.
- En lo relacionado a planificación de tratamientos, se incorporó el modelado de la fuente en el MacNCTPlan y se desarrolló un programa que permite el cálculo de volúmenes de tumores a partir de imágenes de tomografía o resonancia magnética, para el seguimiento de la evolución de los pacientes que sean tratados por BNCT.
- Junto al Reactor RA-6, se instaló y puso en funcionamiento un equipo de ICP-AES para la determinación analítica de boro en la sangre de los pacientes que serán irradiados.
- Se incorporaron dos nuevos modelos biológicos experimentales para encarar estudios en BNCT: la bolsa facial de hamsters (tumores bucales) y el cáncer indiferenciado de tiroides. Con respecto al primero, se completó el estudio de biodistribución y farmacocinética del compuesto, que se utiliza con éxito en los tratamientos de melanomas (BPA), y se inició el empleo de un nuevo compuesto en colaboración con el Brookhaven National Laboratory (BNL, Estados Unidos). En cuanto al segundo, los estudios con BPA *in vivo* e *in vitro* muestran resultados alentadores para un eventual tratamiento de esta patología.
- Se estudió, además, la factibilidad de un haz neutrónico para BNCT mediante el uso de aceleradores. Para ello, se montó una línea de irradiación en el acelerador TANDAR y se hicieron determinaciones experimentales de Eficacia Biológica Relativa (EBR) de protones y de iones litio de baja energía en células normales y tumorales.
- En relación con los aspectos clínicos, se logró la autorización de ANMAT para iniciar estudios de biodistribución de boro en pacientes con tumores cerebrales, paso previo a la iniciación de cualquier tratamiento. Se amplió, a su vez, el equipo médico y se iniciaron los protocolos de tratamientos de melanomas.

PROYECTO PIBA

Con el Proyecto Planta de Irradiación de Barros Cloacales (PIBA), la CNEA puso al servicio de la sociedad una innovación tecnológica que compite con los tratamientos convencionales de barros cloacales: logró la eliminación de gérmenes patógenos y la destrucción de compuestos químicos nocivos mediante el uso de radiación gamma proveniente de fuentes de cobalto 60. De este modo, ha permitido una gestión y reutilización de residuos de importante valor agronómico.

El Proyecto es otro aporte del uso pacífico de la energía nuclear y hace posible la venta de futuras instalaciones, en el mercado local y en el internacional.

La Planta de Irradiación de Barros Cloacales de la localidad de San Felipe, Provincia de Tucumán, está construida en un 80 por ciento. Su régimen de funcionamiento estará vinculado al de una planta convencional contigua, que trata los efluentes provenientes de aproximadamente 250.000 habitantes.

Durante el año 2000 no hubo ejecución física del Proyecto. Está a punto de firmarse una Adenda de Actualización de Contrato entre la CNEA y la Provincia de Tucumán, por la cual ésta se haría cargo de la operación de la Planta, con sus costos, y de la comercialización y disposición final de los barros irradiados. Esto permitiría justificar la inversión necesaria para terminar la obra y dar continuidad al Proyecto.

También se encuentra a la firma un Convenio de Cooperación entre la CNEA y la Universidad Tecnológica de Tucumán (Facultad Regional Tucumán), para llevar a cabo, en forma conjunta, un Estudio de Impacto Ambiental, en cumplimiento de lo requerido por la Ley N° 6.253 de esa provincia y su Decreto Reglamentario N° 2.204. La Facultad se ocuparía de los aspectos ambientales y la CNEA de lo inherente al área nuclear. La CNEA ha dado los primeros pasos para concretar el mencionado estudio.

PROYECTO EGIPTO

En 1999, la empresa INVAP S.E. solicitó asistencia tecnológica a la CNEA, en razón de haber firmado un contrato con la Atomic Energy Authority de la República Árabe de Egipto, para la provisión, llave en mano, de una Planta de Producción de Radioisótopos.

Esa asistencia tecnológica se concretó en 2000, con la firma del contrato entre INVAP S. E. y la Fundación José A. Balseiro, sobre la base del Acuerdo específico entre la CNEA y la Fundación José A. Balseiro, en el marco de la Ley de Innovación Tecnológica.

Así, durante el año 2000 se desarrollaron los siguientes procesos radioquímicos:

- Producción de ^{99}Mo de fisión a partir de un blanco de ^{235}U al 20% (1.000 Ci por semana)
- Producción de ^{131}I por destilación seca (10 Ci por semana) y cápsulas de gelatina
- Producción de ^{51}Cr por el método de Szilard - Chalmers (500 mCi por semana)
- Producción de ^{192}Ir para braquiterapia y aplicaciones industriales (5 Ci por semana)
- Producción de generadores de ^{99}Mo / $^{99\text{m}}\text{Tc}$, carga semiautomática (40 generadores por semana)

En todos los casos se confeccionaron listados y especificaciones de equipos y accesorios de procesos, *lay-out* de celdas, servicios necesarios y la redacción de los correspondientes manuales de proceso, operación, mantenimiento y control de calidad. Se asistió, además, a la empresa INVAP S.E. en el desarrollo de la ingeniería de procesos, *lay-out* de planta, recintos estancos blindados y servicios.

PROYECTO NUEVOS PRODUCTOS

El desarrollo de compuestos marcados con radioisótopos deficientes en neutrones, emisores de positrones (como el flúor 18), hace posible la aplicación de las técnicas más avanzadas en medicina nuclear: equipos PET (tomógrafos por emisión de positrones) y SPECT (con medición por coincidencia). La disponibilidad de estos compuestos permitirá realizar este tipo de estudios en la Argentina.

El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema automático para la producción de (^{18}F) 2-flúor-2-desoxiglucosa (FDG) de alta actividad específica, por irradiación con protones de un blanco líquido de agua enriquecida en oxígeno 18.

Entre las tareas realizadas en 2000, se destacan:

- el diseño y construcción del portablanco para la irradiación del oxígeno 18
- el desarrollo de un proceso automatizado para la marcación de FDG con el flúor 18 producido
- el desarrollo del *software* de control del proceso
- el avance en el montaje de un recinto estanco blindado para alojar el equipo de proceso radioquímico
- el progreso en los estudios químicos, biológicos y toxicológicos de (^{18}F) FDG.



Conservación de alimentos por irradiación. A la izquierda, muestras conservadas; a la derecha, muestras testigo.

PROYECTO TRATAMIENTO CUARENTENARIO

La demanda del mercado de exportación de frutas frescas de alta calidad, sin el uso de agroquímicos restringidos, plantea un desafío a la industria frutícola nacional, la que debe conservar y expandir su participación creando ventajas comparativas.

Cydia pomonella (L.), vulgarmente conocida como "carpocapsa" o "gusano o polilla de la pera y de la manzana", es una plaga que se encuentra distribuida en gran parte del mundo.

Su presencia en nuestro país limita las posibilidades de exportación de peras y manzanas, (que representan alrededor del 80% del valor de las exportaciones de frutas frescas), particularmente a aquellos países que están libres de esta plaga y tienen una regulación cuarentenaria muy estricta. Brasil, uno de nuestros principales compradores, se ha declarado país libre de carpocapsa desde hace dos años, imponiendo barreras sanitarias para el ingreso de fruta fresca a su territorio.

El proyecto tiene como objetivo encontrar las condiciones adecuadas que permitan el uso de las radiaciones ionizantes como agente cuarentenario de frutas de pepita (manzanas y peras), junto con el desarrollo de un método para la identificación de las frutas irradiadas. Durante 2000:

- se realizaron estudios de los efectos de la radiación gamma sobre carpocapsa con dieta artificial y sobre la calidad de la manzana irradiada
- se evaluó la infestación artificial de manzanas a partir de desoves de carpocapsa y la acción de las radiaciones gamma sobre ellas
- se avanzó en el estudio del efecto de la radiación gamma sobre moléculas de ADN y ácidos grasos de semillas de manzana, para ser utilizados como método de identificación.
- se desarrolló una técnica identificatoria de productos irradiados por detección de alquil ciclobutanona (formada a partir de ácidos grasos), mediante un espectrómetro de masa asociado a un cromatógrafo de gases

P5 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN CIENCIAS BASE DE LA INGENIERÍA

Unos 400 investigadores realizan actividades de investigación y desarrollo en la CNEA. Además de la generación de conocimiento y tecnologías para los fines específicos de la Institución, estos investigadores contribuyen significativamente a la producción científico-técnica del país. Los científicos de la CNEA producen anualmente entre 400 y 500 publicaciones internacionales con referato.

Se describen los logros más importantes del año 2000, clasificados en grandes áreas:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

- obtención de polvo de una aleación de uranio-molibdeno mediante hidruración
- se determinaron las primeras reacciones (selectivas) en la formación de pequeñas estructuras de carbono que dan origen a polvo interestelar, partículas de carbono amorfo, fullerenos y derivados (nanotubos y nanocápsulas)
- se obtuvieron carburos (Fe) y óxidos (Fe y U) en partículas esféricas micrométricas, por electroerosionado de superficies metálicas
- se avanzó en la radiosíntesis de micropartículas esféricas monodispersas, sin necesidad de realizar emulsiones y sin agregar aditivos, logrando productos de gran estabilidad y homogeneidad de tamaño
- en un trabajo sobre métodos de simulación de altas dosis neutrónicas para mediciones de cinética de deformación bajo irradiación de componentes estructurales de centrales, se reveló el gran aumento que existe en el crecimiento por irradiación cuando la medida se realiza *in-situ* frente a la realizada después de la irradiación

- en el estudio de defectos puntuales en volumen, bordes de grano y superficies, se provió información básica fundamental para ser utilizada en códigos que evalúan la evolución de la microestructura bajo irradiación
- se hicieron importantes avances en el desarrollo de materiales para almacenamiento, purificación y compresión de hidrógeno, para celdas combustibles y materiales con propiedades de magnetorresistencia gigante
- se progresó en el estudio de los procesos de fragilización por hidrógeno de aleaciones base circonio
- se analizaron problemas del daño por hidrógeno en dos aleaciones de uso nuclear, que están directamente relacionados con situaciones que se han dado o pueden darse en componentes de los reactores de potencia de nuestras centrales nucleares
- con el objeto de medir el quemado de gadolinio de un combustible, logró obtenerse una alícuota de gadolinio libre de isótopos a fin de poder realizar su análisis isotópico y la cuantificación del uranio y del gadolinio de una pastilla irradiada.
- se demostró que la irradiación con neutrones rápidos aumenta la solubilidad de hidrógeno en la aleación Zircaloy-4 y que dicha solubilidad tiende a la del material no irradiado cuando se aplican tratamientos térmicos a temperaturas superiores a 500° C. También se demostró que es necesaria la presencia simultánea de iones Cl^- con iones Cu^{2+} o Fe^{3+} en medio acuoso a 100° C, para producir defectos localizados (picado) en Zircaloy-4. Además, se encontró que el Zircaloy-4 sufre corrosión bajo tensión en soluciones acuosas de NaCl, KBr e KI, únicamente a potenciales superiores al de picado, y que la morfología de la fisuración depende del medio ensayado.
- mediante la utilización de radiación corpuscular y electromagnética se realizaron importantes avances en la modificación de propiedades de distintos materiales poliméricos, en la forma de películas, para su desarrollo como membranas y para la optimización del crecimiento de cultivos celulares.



Reactor RA-6, Centro Atómico Bariloche.

CIENCIAS FÍSICAS

- se iniciaron las obras para el observatorio austral "Pampa Amarilla", en el marco del Proyecto Auger, cuyo objetivo es la construcción de dos observatorios similares, uno en cada hemisferio, sobre un área 3.000 km² cada uno, para estudiar rayos cósmicos provenientes del espacio exterior con las energías más altas conocidas de la naturaleza
- se realizaron:
 - ▶ las especificaciones de la planta de agua hiperpura
 - ▶ el procedimiento reglado para el transporte del agua a los detectores y su posterior llenado
 - ▶ estudios de los suelos para el transporte del agua
 - ▶ el diseño de los mástiles de las antenas de telecomunicaciones
- se emplazó y puso en funcionamiento una instalación de fabricación de muestras mesoscópicas. Para ello, se construyó un cuarto limpio, dentro del cual se instalaron un microscopio electrónico y un "lápiz de electrones". Este equipamiento permite diseñar y fabricar circuitos y dispositivos utilizando materiales magnéticos, superconductores, metálicos o semiconductores, con resolución de pocos cientos de Å, dos órdenes de magnitud más pequeños que los que pueden lograrse con litografía óptica. Se trata de un acontecimiento de gran relevancia científico-tecnológica, ya que es la única instalación de litografía electrónica en la Argentina
- se obtuvieron resultados importantes en el estudio de sistemas complejos:
 - ▶ fenómenos de difusión anómala y de transporte y desorden en sistemas clásicos
 - ▶ diversas formas de *enhancement* de la respuesta en resonancia estocástica



Laboratorio de caracterización de materiales, Centro Atómico Constituyentes.

- ▮ comportamiento dinámico de sistemas de neuronas y su sincronización
- ▮ comportamiento colectivo de ensambles de elementos activos acoplados
- ▮ disipación y sistemas cuánticos abiertos
- ▮ leyes de *scaling* en problemas de crecimiento urbano
- ▮ fenómenos espaciales en modelos de propagación de epidemias
- Lo mismo puede decirse de las tareas de investigación en el área de materia condensada, que incluyó estudios sobre:
 - ▮ las propiedades de los superconductores de alta temperatura crítica (desde el punto de vista micro y macroscópico)
 - ▮ los sistemas electrónicos altamente correlacionados
 - ▮ sistemas metálicos, magnéticos y semiconductores en dimensiones reducidas
 - ▮ la generalización del teorema que es la base de las teorías de densidad funcional, ampliándolo para poder utilizarlo en nano sistemas
 - ▮ análisis de las propiedades de un compuesto que tendría la particularidad de presentar coexistencia de superconductividad y ferromagnetismo (algo considerado imposible en los superconductores tradicionales) y que abriría las puertas a la exploración de posibles aplicaciones donde se combinen ambos efectos
- En cuanto a la física de metales,
 - ▮ se estudió la relación entre estructura, estabilidad termodinámica y enlace químico en fases metaestables de los elementos Ti, Zr, Hf y sus aleaciones, en fase omega
 - ▮ se completó el estudio cristalográfico de aleaciones de Fe-Mn
 - ▮ se estudiaron mecanismos de interacción en la transformación martensítica *maclada* con dislocaciones en Cu-Zn-Al
 - ▮ se caracterizó la microestructura de la fase β en Cu-Zn-Al de e/a 1.53 y se estudiaron las condiciones para la precipitación de la fase γ
 - ▮ mediante técnicas de fricción interna, se estudió el comportamiento dinámico de polímeros del tipo SBR-1502
 - ▮ este año se iniciaron los estudios sobre las propiedades magnéticas y de transporte de tri-capas metal-ferro/semiconductoras/metal-ferromagnético
 - ▮ se realizaron las primeras mediciones de efecto Hall en *films* de manganitas
 - ▮ se continuaron los estudios de la dinámica de propiedades magnéticas en *films* magnetorresistentes
 - ▮ se alcanzaron importantes resultados en el área de magnetismo
 - ▮ se demostró experimentalmente que es posible controlar el volumen relativo de las dos fases coexistentes en un óxido de manganeso particular, poniendo de manifiesto la interrelación entre la magnetorresistencia y el estado de coexistencia de fases y obteniendo valores inusualmente altos de magnetorresistencia en ciertas condiciones
 - ▮ se encontraron, mediante simulaciones de dinámica molecular, posibles nuevas fases de fullerenos a altas presiones, que tendrían, además, la particularidad de tener muy baja compresibilidad y, por lo tanto, alta dureza
 - ▮ en cuanto al estudio de estructuras moleculares, puede destacarse la síntesis y determinación estructural de dos especies novedosas, el primer tiosulfato de níquel publicado, con un centro metálico pentacoordinado, y un compuesto hexacoordinado con una coordinación para el ión tiosulfato sin precedentes en la bibliografía, es decir, oficiando de puente solamente a través de un oxígeno
- se realizaron trabajos de especial relevancia para el avance de las investigaciones en el área de procesos atómicos e interacción de partículas ionizadas con la materia: estudios de interacción, pérdida de energía y dispersión de iones en sólidos, emisión de electro-

nes por bombardeo atómico, estudios de procesos atómicos mediante técnicas de *recoil*, procesos atómicos en la interacción de iones con superficies, física de superficies, espectroscopia y microscopía de superficies.

- en el acelerador Tandem, se completó exitosamente la puesta en funcionamiento de un sistema de tiempo de vuelo conformado por un *microchannel plate*, con el cual se midieron diversas secciones eficaces de fusión
- en reacciones entre iones pesados, se midieron canales de transferencia para comprobar la validez de un modelo semiclásico desarrollado recientemente y se realizaron experiencias complementarias para comprobar la existencia del fenómeno de caos
- se determinaron concentraciones de varios radioisótopos cosmogénicos del meteorito de Campo del Cielo, utilizando la técnica de espectrometría de masa con aceleradores (AMS), que sirvieron para determinar el tamaño preatmosférico y su edad terrestre.

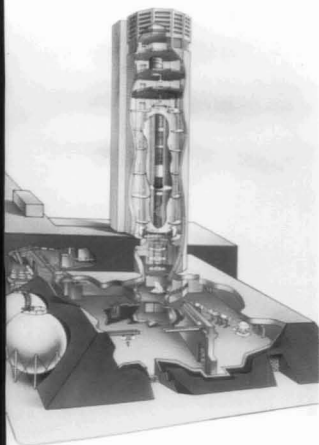
CIENCIAS DE LA INGENIERIA

Se desarrolló:

- la investigación de la fisicoquímica de los procesos electrolíticos en diferentes soluciones, acuosas y no acuosas, detectando la etapa que controla el sistema, para optimizar el rendimiento en cada caso. Los resultados obtenidos se aplicaron en el diseño de las experiencias de electrólisis de sales fundidas y en el desarrollo de barreras difusoras de segunda generación
- la instrumentación y control de un sistema de perfilaje de uranio
- el diseño conceptual completo de sistemas híbridos nuclear-gas para generación de energía eléctrica
- un simulador de opciones de diseño de reactores de potencia integrados
- una metodología para integración de aspectos de seguridad
- códigos de cálculo neutrónico (HUEMUL y DELFIN) y su puesta a punto, y se puso en operación el nuevo código FIREBIRD de análisis de accidentes de centrales CANDU
- un modelado 3D del núcleo y recipiente de presión de la Central Nuclear Atucha I y se avanzó en la optimización de los modelos de cálculo para la evaluación del daño por radiación
- un modelo analítico para análisis de señales de corrientes inducidas para cálculo de conductividad eléctrica de muestras
- un sistema ultrasónico con procesamiento multicanal aplicado a ensayos no destructivos y un cabezal para la inspección ultrasónica de tubos de presión de reactores tipo CANDU
- la teoría general de métodos perturbativos aplicados a problemas de propagación de ondas de presión en redes hidráulicas (etapa final) y también una teoría general, novedosa, para aplicar la técnica de "Bond-Graphs" a problemas de fluidodinámica computacional
- un método original de análisis por diferencial térmico de flujos de una fase en subcanales combustibles
- un simulador de carácter general e instrumentación nuclear para la extensión de la vida útil de centrales nucleares y para aplicación en varias instalaciones en el Área de Radioprotección
- un nuevo contador proporcional de alta presión dedicado a la determinación absoluta de radionucleidos por métodos de coincidencia y arenas marcadas con radiotrazadores, para empleo en ensayos aplicados a la explotación petrolera
- un trabajo sobre el uso de frecuencias de excitación múltiples para aumentar la temperatura de un plasma a decenas de miles de grados Kelvin y en la producción de cavitación usando láseres de alta potencia
- un *software* para simulaciones por elementos finitos de procesos de difusión en suelos y



Microscopio electrónico EDAX,
Centro Atómico Constituyentes.



Croquis del Acelerador Tandar, C.A.C.

líquidos y un sensor para detectar fallas en la cadena de frío

- el diseño, instalación y puesta en marcha de microturbinas hidráulicas para generación eléctrica

CIENCIAS QUÍMICAS

- se concluyó un trabajo de caracterización de procesos basados en la cloración de óxidos y metales
- se determinó la evolución microestructural de la formación de cloruros de circonio
- se completó el estudio de la transformación de fase gama a alfa en óxido férrico
- se desarrolló un nuevo método de síntesis de hidróxidos dobles laminares, que conduce a materiales cristalinos y bien ordenados a lo largo del eje *c* en tiempos cortos y condiciones moderadas (el método se basa en el uso de urea como agente alcalinizante homogéneo y en el calentamiento con microondas)
- se completó el estudio de factibilidad, y se puso en funcionamiento, un nuevo método de control químico del sistema secundario de la Central Nuclear Atucha I
- se finalizó el estudio computacional de:
 - ▷ aspectos dinámicos de transiciones estructurales en nanoagregados polares inducidas por solvatación iónica
 - ▷ transferencia de protones en el dímero de ácido fórmico, usando un esquema mixto clásico-cuántico
 - ▷ reacciones de disociación de ácido nítrico en nanoagregados acuoso
- sobre la base de trabajos experimentales y teóricos desarrollados a lo largo de los últimos cinco años, se propuso una estrategia para describir el comportamiento termodinámico de los solutos no iónicos en agua, en especial de sus propiedades tipo o patrón, que se refieren al estado de dilución infinita
- se estudió la oxidación hidrotérmica de Zr-20%Nb en vapor de agua a 400°C (el óxido está formado por un compuesto de Zr y Nb además de ZrO₂ monoclinico)
- se estudió la influencia de distintos tratamientos térmicos del Zr-1Nb y Zr-20Nb, fases componentes del Zr-2.5Nb, en el comportamiento a la corrosión
- se progresó apreciablemente en los estudios de especiación de metales y no metales en diversas matrices analíticas, en particular en relación con la contaminación de sistemas acuosos naturales.

CIENCIAS BIOLÓGICAS

- Se desarrollaron exitosamente dos modelos biológicos para nuevas aplicaciones de BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) y se realizaron estudios de biodistribución de compuestos de boro
- se avanzó en:
 - ▷ el estudio de nuevos radiosensibilizadores y radioprotectores, para su aplicación clínica
 - ▷ el conocimiento del mecanismo de los efectos de las radiaciones sobre diferentes sistemas biológicos
 - ▷ los mecanismos de carcinogénesis, su modulación y la prevención de la producción de cáncer
- se realizaron desarrollos sobre determinación de selenio, en plasma bovino y en sangre, con la puesta a punto de preparación de muestras en forma de pastillas, irradiación en el Reactor RA-1 y separación radioquímica utilizando horno de microondas
- se puso a punto la digestión de matrices vegetales utilizando microondas
- en cuanto al desarrollo de radiofármacos con ^{99m}Tc, se logró un coloide de albúmina para detección de ganglios centinela y se están realizando estudios en humanos en el Instituto Roffo y Hospital de Clínicas
- se obtuvo el producto Tyr³-Octreotide (análogo de somatostatina) marcado, y se logró

marcar dos análogos de somatostatina Tyr³-Octreotide y RC160 con ^{99m}Tc

- se obtuvo un producto marcado con ¹³¹I (benzamida)
- se marcó inmunoglobulina policlonal humana (IgG) con renio 188, con alta actividad específica, y un derivado de biotina, también con ¹⁸⁸Re, para ser utilizado en un protocolo de tres pasos
- con el test Limulus Amebocyte Lisate (LAL), se determinaron endotoxinas bacterianas en distintos precursores de radiofármacos
- se realizaron pruebas de toxicidad, esterilidad y biodistribución en animales de experimentación del compuesto ¹⁸FDG
- usando el acelerador Tandem, se lograron haces externos de protones y litio con las características requeridas para realizar irradiaciones sobre material biológico y se hicieron irradiaciones sobre cultivos de células y macrófagos alveolares para estudiar los efectos radiobiológicos de haces de partículas cargadas pesadas (por ejemplo, determinación de eficacia biológica relativa)
- se obtuvieron mutantes de *brucela abortus* de reducida virulencia
- se desarrolló una técnica sensible para ser utilizada en la evaluación de riesgo epidemiológico en áreas afectadas por el entequo seco.

ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y MEDIO AMBIENTE

En el tema de energía solar, se desarrollaron:

- el análisis de los datos del satélite SAC-A, referidos a las celdas solares elaboradas en la CNEA (se completó el trabajo) y se verificó el perfecto funcionamiento de dichas celdas durante toda la misión. Las características eléctricas medidas en el espacio se encuentran, además, en muy buen acuerdo con estimaciones realizadas en base a mediciones en tierra
- un equipo para la realización de ensayos de fatiga mecánica en interconectores para la integración de celdas solares en paneles para usos espaciales
- solarímetros de bajo costo para la Facultad Regional Resistencia, de la Universidad Tecnológica Nacional, que serán utilizados en estaciones portátiles de adquisición de datos meteorológicos en el oeste chaqueño
- gestiones de tramitación de una patente para irradiación de efluentes de industrias jugueras con aditivos bajo presión
- estudios geoquímicos y ambientales usando técnicas nucleares, en particular en los sistemas acuáticos del alto valle del Río Negro
- una técnica para comparación y análisis de modelos gaussianos y lagrangianos de dispersión de contaminantes

En el tema de fertilidad de suelos:

- se avanzó en la evaluación del impacto de insumos agrícolas y en el control de plagas (mosca de la fruta)
- se documentó la aplicabilidad del método fotocatalítico para el tratamiento de efluentes de descontaminación y de limpieza química en centrales nucleares (para ello, se resolvieron problemas básicos subyacentes, referidos a los mecanismos de las reacciones involucradas, incluyendo el desarrollo de metodologías analíticas)
- se estudió la factibilidad de procedimientos electrofotocatalíticos, para los cuales se dispone de métodos de preparación de los fotoelectrodos.

P6 PROYECTOS DERIVADOS DE LA TECNOLOGÍA NUCLEAR

Esta Unidad, creada en marzo de 2000, tiene como objetivo priorizar, coordinar y supervisar las actividades de desarrollo de tecnología en temas no vinculados estrictamente con el

área nuclear, que se llevan a cabo en la CNEA. De esta manera, se puede aprovechar en otros campos la capacidad tecnológica desarrollada en la institución.

Durante 2000, se hizo un relevamiento de las actividades que realiza la CNEA en temas no nucleares y se evaluaron sus posibilidades. También, se completó un análisis prospectivo de áreas de interés para el desarrollo de tecnología. Se establecieron las prioridades en las que se concentrarán los esfuerzos futuros, considerando: a) las áreas en que los análisis prospectivos señalan las mayores oportunidades de desarrollos de tecnología; b) la disponibilidad de recursos humanos y materiales de la CNEA, teniendo en cuenta posibles acuerdos con otras instituciones o empresas del país o del exterior.

Inicialmente, el programa ha seleccionado tres grandes áreas, dentro de las cuales se han establecido temas específicos donde se concentrarán las actividades. Ya existen proyectos en desarrollo que se procurará potenciar y se incorporarán nuevos, en la medida en que lo permita la disponibilidad presupuestaria.

Las áreas prioritarias elegidas, que marcan la estrategia de largo plazo, son:

- (1) **energía**
- (2) **tecnologías ambientales**
- (3) **dispositivos y estructuras avanzados.**

Estas prioridades no son inamovibles, sino que deben ser revisadas en forma periódica para adaptarlas a los distintos factores internos y externos que las rigen y condicionan.

Los temas específicos representan las estrategias de corto y mediano plazo y se detallan a continuación, junto con los proyectos propuestos hasta el momento.

(1) ENERGÍA

Los desarrollos tecnológicos y los servicios de alto valor agregado para la producción de energía nuclear son cometidos naturales de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Debido a ello, el organismo también dispone de desarrollos tecnológicos y servicios para satisfacer demandas del área energética no nuclear.

Hidrógeno

El propósito es contribuir a la incorporación del hidrógeno como vector energético en distintas aplicaciones. Interesan en especial temas vinculados con:

Producción de hidrógeno

- A partir de hidrocarburos: se están analizando métodos de reformado (por ejemplo, por plasma) e interesa especialmente el desarrollo de reformadores innovadores pequeños.
- A partir de electrólisis de agua: optimización de hidrolizadores convencionales y nuevos sistemas que permitan disminuir costos para facilitar la comercialización de la tecnología.
- Métodos innovadores: existen propuestas para la generación de biomasa, por gaseificación y por fermentación, así como para su producción a través de procesos biológicos o de energía solar.
- Energía nuclear: diseño de reactores apropiados para alimentar sistemas de producción de hidrógeno.
- Infraestructura para la utilización del hidrógeno: en el tema de almacenamiento, existen en la CNEA proyectos de investigación relacionados con la utilización de hidruros. Debido a las actividades en el área de agua pesada, la CNEA cuenta también con una vasta experiencia en problemas de fragilización por hidrógeno y en manipulación, transporte y almacenamiento de este elemento.
- Usos del hidrógeno: se está llevando a cabo un proyecto para la fabricación de

celdas combustibles tipo óxido sólido para aplicaciones estacionarias, que incluye el estudio de sistemas innovadores de celdas. Se analizan las posibilidades de sistemas híbridos celda combustible-turbina o celda combustible-reactor nuclear y de utilizar hidrógeno en motores de explosión y turbinas.

- Gestión de subproductos: en el caso de producirse hidrógeno a partir de hidrocarburos, es necesario dar solución al problema de separación, captura e inmovilización de los gases generados (esencialmente, el dióxido de carbono). Una de las posibilidades es la carbonatación mineral en formaciones geológicas apropiadas; se estudió también la posibilidad de utilizar procesos biológicos o químicos avanzados. Si se utilizan sistemas de producción que generan carbono como subproducto, sería interesante considerar su utilización en aplicaciones industriales, o bien, acondicionarlo para su disposición segura.

Otras fuentes de energía

El programa busca desarrollar sistemas innovadores de aprovechamiento de los distintos tipos de energía (solar, eólica, geotérmica, biomasa y otros), que sean competitivos con los sistemas tradicionales de generación.

(2) TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

La CNEA tiene larga experiencia en el área de tecnologías ambientales. A través de esta Unidad, procura consolidar su posición actual y convertirse en un referente nacional en la materia.

Las tecnologías de interés incluyen:

- Procesos de avanzada para la destrucción de contaminantes en aire, agua y suelo.
- Nuevos procesos para el tratamiento de residuos especiales.
- Metodologías vinculadas con obtención, procesamiento y modelado de información ambiental referida a la contaminación química.
- Metodologías vinculadas con la evaluación del impacto ambiental en actividades productivas.

(3) DISPOSITIVOS Y ESTRUCTURAS AVANZADOS

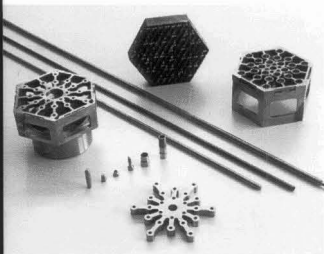
En la Argentina, existe muy poca actividad en el campo de la microelectrónica y sus áreas asociadas. Es difícil revertir esta situación debido al gran nivel que alcanzaron los países desarrollados en este terreno y a la magnitud de las inversiones que requeriría un programa local. Sin embargo, es posible desarrollar algunas áreas específicas, considerablemente rápido. Por ejemplo, la de los sistemas microelectromecánicos (MEMS). Éstos son esencialmente sensores y actuadores de diferentes tipos, que se fabrican con tecnología de silicio, similar a la empleada en circuitos integrados, pero con inversiones relativamente modestas.

Actualmente, la CNEA está abocada al proyecto de una instalación para la fabricación de sistemas microelectromecánicos (MEMS). Se está desarrollando una nariz electrónica, construida en base a microsensores de gases.

A medio y largo plazo, el objetivo es crear un grupo de trabajo con masa crítica y la infraestructura necesaria para realizar desarrollos en el tema, con capacidad para analizar las posibilidades futuras de reemplazo del silicio por otras tecnologías.

Son de particular interés proyectos innovadores (de diseño y construcción) relacionados con:

- Microsensores (de presión, fluidos, temperatura, radiación, gases, etc)
- Microactuadores (mecánicos, eléctricos, magnéticos, ópticos y otros)
- Microsensores y microactuadores integrados (por ejemplo, utilizando posprocesamiento de chips en base a tecnología CMOS o bipolar)
- Microsensores y microactuadores resistentes a la radiación o a condiciones ambientales agresivas
- Micromotores y otros dispositivos microfabricados



Prototipos de componentes del elemento combustible CAREM.

- Aplicaciones en la medicina de microsensores, microactuadores y otros dispositivos microfabricados
- Aplicaciones de estructuras astutas

OTRAS ÁREAS DE INTERÉS PARA EL MEDIANO Y LARGO PLAZO

Las nuevas tecnologías que están siendo propuestas están asociadas a computación molecular, computación biológica y computación cuántica, entre otras.

Son interesantes también las perspectivas que se abren en el campo de los materiales y sistemas biomiméticos, las técnicas de nanofabricación, las nuevas tecnologías de comunicaciones.

SP DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES NUCLEARES

El Subprograma DIN fue creado por Disposición del 11 de mayo de 2000, con el propósito de que la CNEA, en cumplimiento de su responsabilidad, realice las tareas necesarias que requiere el desmantelamiento de las instalaciones nucleares relevantes del país al fin de su vida útil. La primera etapa es la capacitación de personal y el desarrollo de tecnología.

CAPACITACIÓN

Los logros durante el año fueron:

- Proyecto de cooperación con el OIEA
 - ▶ Capacitación en descontaminación en el Centro Nuclear de Mol, Bélgica, durante 2 meses. Concluida.
 - ▶ Visita de un experto del OIEA y dictado de seminarios sobre el desmantelamiento de la Central Vandellós I de España.
 - ▶ Participación en el curso regional de desmantelamiento de reactores de investigación realizado en Argonne, EEUU.
 - ▶ Capacitación en el desmantelamiento del reactor MZFR, en el Centro de Investigaciones de Karlsruhe, Alemania. Aprobada para 2001.
 - ▶ Gestión avanzada de estadías en el Centro Nuclear de Mol -Garantía de Calidad-, y en ENDESA, España -Caracterización radiológica y Gerenciamiento de Desmantelamiento.
 - ▶ Gestión avanzada para la visita de un experto de ENDESA, España, para 2001.
 - ▶ Gestiones iniciadas para la realización de un Curso Regional de Desmantelamiento, organizado por OIEA en Argentina, primer semestre de 2002.
- Convenio Argentino-Alemán: se activó en el área de desmantelamiento, y se realizaron dos visitas al Centro de Investigaciones de Karlsruhe, referidas al desmantelamiento del reactor MZFR. Se programan visitas a Karlsruhe de personal de la NASA y la de un experto alemán para 2001.
- Convenio con ENDESA, España: está activo en el área de desmantelamiento. Las actividades son financiadas en el marco del Proyecto del OIEA.
- Convenio con el Departamento de Energía de EEUU: se incluyó el tema dentro del Convenio de Cooperación en Gestión de Residuos Radiactivos. Se realizará en 2001 un *workshop*, en Buenos Aires, sobre desmantelamiento de reactores de investigación.

DESARROLLO DE TECNOLOGÍA

En coordinación con el Proyecto Desmantelamiento de la Planta Experimental Agua Pesada (PEAP) y con el personal de la CNEA destinado en Atucha, se han identificado sectores de dicha Planta Experimental que serán la base de una planta piloto para el

desarrollo de tecnologías de desmantelamiento. En una primera etapa, debido a la adyacencia a la Central Nuclear Atucha I, se desarrollarán técnicas para la descontaminación y disposición de componentes y equipos de dicha central, incluyendo la posibilidad de su reutilización. Las tareas se centrarán en el área laboratorios y taller de la PEAP, donde se están encarando trabajos de reparación.

Se está programando la participación de personal de la CNEA en tareas de descontaminación de componentes de la Central Nuclear Atucha I, con la que se ha establecido una estrecha relación. Se están elaborando listados de componentes y equipos sobre los cuales se desarrollarán técnicas de descontaminación y disposición final.

CAPÍTULO 5

ASUNTOS INTERNACIONALES

Cap. (R) Roberto Ornstein
ornstein@cnea.gov.ar





Vista general de las piletas de almacenamiento temporario de los elementos combustibles gastados. Centro Atómico Ezeiza.



Acople del blindaje con el bulto intermediario para cargar los elementos combustibles gastados, en el casco del transporte.

Dentro de las actividades desarrolladas en el área Asuntos Internacionales de la CNEA, en 2000, se destacan principalmente tres:

1 El inicio de las negociaciones con Brasil, para el establecimiento de la Agencia Argentino-Brasileña de Aplicaciones de la Energía Nuclear (AABAEN), a iniciativa de esta Comisión Nacional, y cuya creación está siendo motivo de consideración por parte de ambos gobiernos.

La misión permanente de la AABAEN será promover e intensificar la cooperación entre Argentina y Brasil en el campo de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear, identificar áreas propicias para la elaboración y ejecución de proyectos conjuntos y establecer mecanismos para facilitar su implementación. Se contribuirá así al desarrollo sustentable y se propiciarán condiciones favorables para mantener abierta, en ambos países, la opción de la utilización de la generación nucleoelectrónica y de las demás aplicaciones de esa tecnología.

2 La concertación, con la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), de la "Asociación Argentino-Chilena para la cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear", que abarca las áreas de: nucleoelectricidad, reactores de investigación y producción, fabricación de elementos combustibles, aplicaciones de radioisótopos y radiaciones, investigación científica básica y comunicación a la opinión pública.

3 La transferencia de 207 elementos combustibles irradiados tipo MTR, utilizados en el Reactor RA-3 y fabricados con uranio enriquecido al 90%, originario de los Estados Unidos, al Departamento de Energía de ese país.

Durante los últimos treinta años, estos combustibles fueron almacenados en instalaciones especiales del Centro Atómico Ezeiza, sometidos a salvaguardias del Organismo Internacional de Energía Atómica.

A partir del año 1989 y como parte de una estrategia mundialmente aceptada, tendiente a reducir la amenaza de la proliferación de las armas nucleares mediante la reducción o eliminación del comercio internacional de este material, la operación del Reactor RA-3 -como la de otros reactores de investigación y producción de radioisótopos- se lleva a cabo utilizando combustibles de bajo enriquecimiento.

Consecuentemente con esta estrategia, Estados Unidos -a través de su Departamento de Energía- desarrolló un programa para la aceptación de elementos combustibles irradiados en reactores extranjeros, fabricados con uranio de alto enriquecimiento de origen estadounidense, para su disposición final en repositorios adecuados de ese país.

A mediados de 1999, la CNEA adhirió a ese programa, ya que los citados elementos combustibles no pueden ser usados en el reactor, ni reprocessados para su reutilización. La consecuencia inmediata de esa transferencia es un significativo aumento de la capacidad de almacenamiento de elementos combustibles irradiados en el Centro Atómico Ezeiza. De este modo, se posterga la necesidad de nuevas instalaciones y de las inversiones correspondientes, y se disminuyen los costos de operación y mantenimiento de estos almacenes especiales. Teniendo en cuenta las razones antes indicadas, durante el último trimestre del año 2000, la CNEA llevó a cabo todas las acciones técnicas y administrativas requeridas para que estos elementos combustibles pudieran ser transportados internacionalmente. Su embarque se completó exitosamente a mediados de diciembre.

OTRAS ACTIVIDADES

En el plano multilateral

■ Durante el año 2000, la Comisión participó en las reuniones de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), celebradas en su sede del Centro Internacional de Viena, y en la 44ª Reunión Ordinaria de la Conferencia General de ese Organismo. En el curso de esta última, nuestro país resultó electo para desempeñar el cargo de Gobernador por la Región Latinoamericana, con mandato por dos años, hasta la 46ª Reunión Ordinaria de dicha Conferencia, que se celebrará en setiembre de 2002.

■ También intervino en las reuniones de diversos comités y grupos de expertos convocados por el OIEA, para analizar distintos aspectos de la actividad nuclear. Participó, en particular, en las reuniones del Grupo de Expertos Senior sobre Energía Nuclear (SAGNE). El citado grupo fue creado para asesorar al Director General de ese organismo internacional en los programas y actividades relacionados con el campo de la nucleoelectricidad y del ciclo de combustible, con miras a mantener abierta la opción nuclear para el futuro.

■ En el marco del Programa de Cooperación Técnica del Organismo, la CNEA continuó brindando -como en años anteriores- asistencia y cooperación técnica a otros Estados Miembros, capacitando los recursos humanos de esos Estados, mediante la organización de cursos y entrenamiento de becarios, visitas científicas patrocinadas por el Organismo y, aportando el servicio de expertos y conferenciantes, principalmente en el marco del "Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe" (Programa ARCAL). En este Programa, la participación de esta Comisión fue particularmente intensa, ya que nuestro país fue sede de la XVII Reunión Anual de Coordinadores Nacionales del Programa, celebrada en Mendoza, en el mes de mayo.

■ Por otra parte, el 31 de julio de 2000, el Parlamento argentino ratificó por ley la "Convención mixta sobre seguridad en la gestión del combustible gastado y seguridad en la gestión de desechos radiactivos", que entrará en vigencia cuando alcance el número de ratificaciones exigido en su articulado, y que servirá de encuadre a las actividades de esa naturaleza en el país.

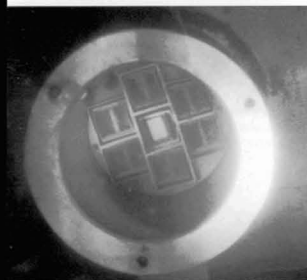
■ En el ámbito de la Organización de Estados Americanos (OEA), y dirigidas a profesionales latinoamericanos beneficiarios de becas que esta Comisión Nacional puso a disposición del citado organismo regional, se abrieron, una vez más, las Maestrías en Materiales, Radioquímica, Reactores Nucleares y Aplicaciones Nucleares, que se dictan en el Instituto Jorge Sabato, en el Instituto para Estudios Nucleares y en el Instituto Balseiro.

En el plano bilateral

■ Se llevaron a cabo numerosas acciones de cooperación y se ejecutaron proyectos comunes concertados con organismos competentes en materia de energía nuclear de diversas naciones de todas las regiones. Todo ello se llevó a cabo al amparo de acuerdos bilaterales de cooperación, específicos para los usos pacíficos de la energía nuclear, de acuerdos bilaterales generales sobre cooperación científica y tecnológica, y de contratos comerciales de la CNEA o de las empresas asociadas.



Mesa de corte bajo agua, en el momento en que es retirada de la piletta de trabajo para su mantenimiento.



Vista del interior del blindaje de transferencia bajo agua, con siete elementos combustibles gastados preparados.

- El 1° de agosto de 2000 se firmó, en la ciudad de Buenos Aires, el "Acuerdo de Cooperación entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República de Bulgaria en materia de usos pacíficos de la energía nuclear", que se constituye en el vigésimo octavo acuerdo de cooperación vigente con estados extranjeros, en este campo.

- Cabe subrayar, por su significación, las acciones de cooperación desarrolladas con Chile, la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM), la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), los Estados Unidos de América, la República Federal de Alemania y la Federación Rusa.

- Merecen especial mención las visitas oficiales a instalaciones nucleares argentinas, efectuadas por delegaciones de:
 - ▶ Departamento de Energía de los Estados Unidos de América
 - ▶ la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM)
 - ▶ la empresa estatal española ENRESA
 - ▶ una Delegación de la República de Turquía, encabezada por el Ministro de Estado responsable de la Energía Nuclear y el Presidente de la Agencia de Energía Nuclear (TAEK).

- Se destacan las visitas realizadas por autoridades de la CNEA a organismos nucleares extranjeros, en especial de Brasil, Chile, España, Francia, Italia, Portugal, Rumanía y Turquía. Tales visitas, al igual que las anteriores, contribuyeron a establecer, o permitieron consolidar, promisorias relaciones de cooperación con esos países.

CAPÍTULO 6

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y SERVICIOS

Dr. Gabriel Barceló
barcelo@cnea.gov.ar



Desde abril de 2000 se propuso una nueva estructura orgánica de la Gerencia de la CNEA, orientada a optimizar los mecanismos de vinculación tecnológica, particularmente en las áreas de tecnologías derivadas de la nuclear. La nueva estructura fue aprobada en julio del mismo año.

MARCO DE LA VINCULACIÓN TECNOLÓGICA

La dinámica de vinculación tecnológica, enfocada al desarrollo de innovaciones de productos y procesos, exige un contacto fluido entre el empresario interesado y el tecnólogo capacitado para realizarlo. Si se dan estas condiciones, se logra aumentar la confianza entre los protagonistas de la vinculación y la credibilidad en el éxito del proceso. Esto indica que es conveniente agilizar este contacto y hacerlo tan rápido y sencillo como sea posible para maximizar las posibilidades de éxito.

De acuerdo con este criterio, se elaboró un proyecto de Reglamento de uso de la Ley 23 877 de Promoción de la Innovación, orientado a lograr en los Centros Atómicos un sistema descentralizado de gestión de la vinculación tecnológica, con un control centralizado a posteriori, a cargo de la Gerencia de Cooperación y Transferencia de Tecnología. En forma paralela, se desarrolló un sistema contable que permite el control centralizado, y que está siendo compatibilizado mediante un método de intercomunicación administrativo y contable a través de Internet, generado en el Centro Atómico Constituyentes.

La experiencia internacional indica que las probabilidades de éxito de las empresas de base tecnológica aumentan cuando el empresario pertenece, ha pertenecido, o ha estado vinculado, de alguna manera, al sistema de Ciencia y Tecnología. Esto, asociado a la importancia de la proximidad física entre los laboratorios y las empresas de base tecnológica (especialmente en las etapas de su formación y sus primeras actividades), aconseja que en los Centros de Investigación se formen incubadoras de empresas de base tecnológica.

Se completó, entonces, el Proyecto de Reglamento de incubación de empresas de base tecnológica, que se aplicará en los Centros Atómicos y, eventualmente, en la Sede Central del Organismo. De esta forma, se procura incentivar las iniciativas empresariales del personal de la CNEA (esté o no en actividad actualmente) y la de los individuos que deseen hacer uso de la capacidad de la Institución para llevar adelante un emprendimiento empresarial.

Además de incrementar los ingresos de la CNEA en concepto de beneficios por contratos, regalías, etc., con esto se espera desarrollar una vía adicional para conservar la capacidad técnica de la Comisión. La intención es: lograr que los profesionales que ya no tienen dependencia laboral del organismo sigan trabajando en actividades afines, permitir la incorporación, a las nuevas empresas, de personal joven abocado directamente al trabajo en tecnologías vinculadas con las capacidades de la CNEA y, al mismo tiempo, con presencia en el mercado.

PROSPECTIVA

Actividades destacadas en 2000:

- Continuación de los trabajos de prospectiva energética que antes se realizaban en el ámbito de la Unidad de Actividad Combustibles Nucleares del Centro Atómico Constituyentes, basados en el uso del programa DECADES, del Organismo Internacional de Energía Atómica. Estos estudios son el núcleo del "Boletín Energético", cuya edición semestral pasó a ser responsabilidad de la Gerencia.

- Participación, desde su inicio, en el programa OPTE, de prospectiva, organizado por la Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva.
- Participación en el Observatorio de la Pequeña y Mediana Industria de la Unión Industrial Argentina.

CONTRATOS DE VINCULACIÓN TECNOLÓGICA

En el año, se firmaron contratos de vinculación tecnológica en el marco de la Ley 23 877, de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica, según el siguiente resumen:

Centro Atómico/Proyecto	Nº Contratos Firmados	Monto en pesos
CAB	8	93.200,00
CAC	283	434.572,98
CAE	24	6.659.538,58
NASA	65	1.582.907,13
TOTAL	380	8.770.218,69

De este total, \$5.728.000 del CAE corresponden a la venta de radioisótopos.

CONVENIOS

Se ha procurado que los convenios tramitados pusieran especial énfasis en las posibilidades de proyectos tecnológicos conjuntos entre las instituciones. A lo largo del año se tramitaron y firmaron convenios con diversas instituciones nacionales, se completaron y firmaron convenios con:

- Fundación Argentina Siglo XXI
- Facultad de Ingeniería de la UBA
- Universidad Católica de Salta

Por otra parte, se encuentran concluidos y próximos a su firma, convenios con:

- Universidad Nacional de Quilmes
- Aguas Rionegrinas S.E.
- Instituto Universitario de la Policía Federal
- Centro de Investigaciones Tecnológicas de las Fuerzas Armadas

También se iniciaron las acciones para reactivar el convenio firmado entre la CNEA y el INTA. Se tomó contacto con las autoridades del INTA y se trabajó para designar los coordinadores de dicho convenio.

PATENTES

- Se han atendido las nuevas propuestas de inventos susceptibles de patentamiento mediante el asesoramiento, búsqueda de antecedentes y evaluación técnica
- se seleccionaron, elaboraron y presentaron ante el INPI (Instituto Nacional de Propiedad Intelectual) cinco solicitudes, además de seleccionar y preelaborar tres solicitudes de patentes próximas a presentar

- se presentó la solicitud de:
 - ▶ Patente del combustible "CARA", en Canadá, Rumania, Corea y China, seleccionando a tal fin un Agente en cada uno de los países y realizando los trámites correspondientes
 - ▶ Patente del Proyecto "SIGMA" en Brasil previa reelaboración a tal fin
- se realizaron las gestiones necesarias para el seguimiento de las solicitudes en trámite y para mantener vigentes las patentes de interés para el Organismo. (Actualmente hay 20 solicitudes de patente en trámite en el INPI, dos en Brasil y una en Canadá, Rumania, Corea y China)
- continuó la difusión pública de las patentes de la CNEA, manteniéndolas actualizadas en la página WEB del Organismo, a fin de ofrecerlas a conocimiento de la comunidad y de empresas interesadas
- según el Contrato de Licenciamiento de la patente sobre el "Irradiador Modular", se concretó la venta y puesta en marcha del primer equipo, a cambio del pago de regalías, en la Provincia de Salta
- se brindaron servicios de asesoramiento en aspectos de propiedad intelectual, respondiendo a varias consultas de científicos y técnicos de la CNEA
- se elaboraron o verificaron cláusulas de confidencialidad y de protección de la propiedad intelectual en Convenios y Contratos del Organismo
- se actualizó en el WEB Interno del Organismo el acceso a bases de datos, norteamericana y de otros países, mediante las cuales se pueden obtener documentos completos de patentes, a fin de que el personal científico y técnico pueda realizar búsquedas *on line* para su información y posibles patentamientos
- se efectuó el seguimiento de las Solicitudes de Patentes publicadas por el INPI, a fin de evitar el bloqueo de las realizaciones nucleares en el país, informar a los sectores correspondientes y realizar oposiciones.

POLO TECNOLÓGICO CONSTITUYENTES

En noviembre de 2000, se cumplió el primer año de funcionamiento de la Sociedad de Gestión: Polo Tecnológico Constituyentes S.A (PTC). Entre las actividades que realizó sobresalen:

- Transferencia y asistencia tecnológica: el PTC participó en una decena de actividades de éste tipo, en algunos casos como Unidad de Vinculación Tecnológica. Se citan en particular
 - ▶ creación del Laboratorio de Diseño de Circuitos Integrados (LABCIN), en forma conjunta entre el PTC (INTI-CITEFA) y la empresa Siemens (la etapa comercial se encuentra en preparación)
 - ▶ exportación de detectores al Centro Nuclear de Guarangal (Perú) PTC (CNEA) – Instituto Peruano de Energía Nuclear
- Implantación de la Incubadora en el edificio del INTI, ubicado en el Parque Tecnológico Migueletes. El predio fue cedido a la Universidad Nacional de San Martín, que lo refaccionó. Se han seleccionado e instalado tres empresas:
 - ▶ Titantec
 - ▶ Tecnología del Color
 - ▶ Microturbinas S&T

También se ha realizado la evaluación técnica y económica de cinco proyectos de empresas para iniciar procesos de Incubación Virtual.

- Puesta en marcha de la Consultora del PTC. Fue seleccionada –junto a sus socios externos- en cinco listas cortas de licitaciones internacionales del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo.
- Formación de Recursos Humanos. Se señalan, entre otras actividades:
 - ▶ tareas iniciales para la puesta en marcha del Centro de Tecnología San Martín, en el cual inicialmente se realizarán tareas de capacitación para operarios especializados (como parte del convenio con Fatronik (País Vasco) se ha recibido equipamiento numérico para dicho Centro por valor de 350.000 dólares norteamericanos)
 - ▶ cursos sobre Transferencia de Tecnología y Desarrollo Local, solicitado por el Programa Italiano de Cooperación Técnica para el IDEB (Instituto de Empresarios Bonaerenses), en los que participaron docentes de la UNSAM, la CNEA y el CITEFA, entre otros
 - ▶ curso para "Formación de emprendedores", dictado para personal de las instituciones que componen el PTC
 - ▶ curso sobre Soldadura, solicitado por la Municipalidad de San Martín con la financiación del Ministerio de Trabajo de la Nación y dictado por personal de la CNEA
- Área institucional: el PTC ha participado en actividades de redes nacionales e internacionales en la especialidad, en particular, ha sido designado por la Asociación Internacional de Parques Tecnológicos –IASP- como organizador del II Encuentro Latinoamericano de la IASP, que se realizará en abril de 2002
- Tareas de Investigación y Cátedra del PTC:
 - ▶ Se hizo un relevamiento de Empresas de Tecnología Avanzada y se publicó el "Estudio sobre demanda efectiva y potencial de Tecnología en grandes empresas del conurbano norte"
 - ▶ Se ha habilitado la Biblioteca del Centro de Transferencia de Tecnología (UNSAM – PTC), que dispone de aproximadamente 3000 títulos sobre la especialidad.

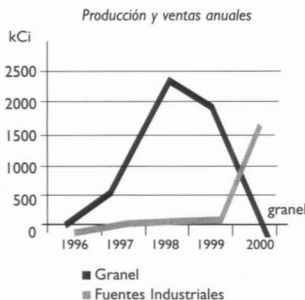
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA - VENTAS

Durante el transcurso del mes de abril de 2000, y en un todo de acuerdo con el cronograma contractual de envíos, la CNEA efectuó el primer embarque de Cobalto 60 bajo normas de Garantía de Calidad ISO 9000.

Esta exportación, destinada a Inglaterra, es el primer envío de fuentes selladas para uso industrial manufacturadas por la CNEA. Esto se llevó a cabo en el marco del "Acuerdo para una Alianza Estratégica (STA) destinada a la Fabricación y Provisión de Cobalto 60, Fuentes Selladas y Servicios Derivados" y del "Contrato de Compraventa de Fuentes Selladas de Cobalto 60", convenios celebrados entre la CNEA y las empresas REVISS SERVICES (UK) LTD., de Inglaterra, y BELFINVEST S.A., de Bélgica, en agosto de 1999.

En septiembre, se concretó la primera exportación a Brasil de fuentes industriales, manufacturadas en la CNEA bajo normas de Garantía de Calidad ISO 9000, con lo cual se instituyó nuestra presencia dentro del ámbito del Mercosur, precisamente en el país con mayor potencial como cliente de este producto en la zona.

Estos hechos tienen gran relevancia porque significaron la inserción de la CNEA en el exi-



gente mercado internacional de fuentes industriales. Presentan los beneficios que conlleva la comercialización de un producto de mayor contenido tecnológico y, consecuentemente, de mayor valor agregado, abriendo el camino a otros desarrollos asociados al importante cambio tecnológico que se avizora en este área.

Las ventas anuales de las fuentes citadas totalizaron 1.849.727 curies, cantidad que superó ampliamente las expectativas y que constituye un record histórico para nuestra institución.

Las ventas anuales de Cobalto 60, incluyendo las fuentes selladas para uso médico y los despachos a granel, totalizaron 2.179.224 curies.

De este modo, se ha concretado con éxito el objetivo de la CNEA de incrementar substancialmente las ventas de Cobalto 60 en forma de fuentes industriales y, al mismo tiempo, optimizar de manera sustentable la cadena de producción del citado radioisótopo.

CONTRATOS

Se profundizaron y aceleraron las tratativas con las empresas REVISS SERVICES (UK) LTD. y BELFINVEST S.A., con el objetivo primordial de acordar los términos y condiciones que le permitan a la CNEA extender en el tiempo e incrementar en volumen las ventas de Cobalto 60 en forma de fuentes industriales.

Como resultado de las negociaciones llevadas a cabo con dichas empresas, se ha consensuado la prolongación de la vigencia de la Alianza Estratégica, por cuatro años adicionales, o sea, hasta 2008, con un volumen de manufactura de fuentes industriales cercano a los 3MCi anuales.

PLANTAS DE IRRADIACIÓN

El 18 de diciembre, se inauguró, en la provincia de Salta, la primera planta de irradiación EMI (Esterilizador Modular Ionizante), de diseño innovador. Éste fue un hecho relevante de transferencia de tecnología de la CNEA a la sociedad.

En efecto, las plantas EMI han sido ideadas, y patentadas, por nuestra institución con el objeto de satisfacer necesidades específicas de esterilización, reducción de carga bacteriana y prolongación de la vida útil de alimentos en el establecimiento del productor, con costos y prestaciones competitivos y con las mejores tecnologías mundiales disponibles en la actualidad.

CAPÍTULO 7

PROYECTOS ESPECIALES

■ **Unidad Suministros Nucleares**

Lic Rolando Solís
rjsolis@cnea.gov.ar

■ **Proyecto de Restitución Ambiental
de la Minería del Uranio**

Ing. José Gregui
gregui@cnea.gov.ar



UNIDAD PROYECTOS ESPECIALES DE SUMINISTROS NUCLEARES

La optimización de los recursos humanos y la racionalización de cargos son parte de los objetivos propuestos por el Directorio de la Comisión, para el área del Ciclo de Combustible. Por tal razón, se concretó la aprobación de una nueva estructura organizativa de la Unidad, que incluye la reincorporación de la Unidad de Actividad de Geología y la creación de la Unidad de Actividad Abastecimiento de Uranio, tendiente a una mejor gestión y desarrollo de la prospección, exploración y explotación de los recursos naturales de interés nuclear.

Esta reorganización ha posibilitado que las funciones de cargo disminuyeran de 70 a 51.

UNIDAD DE ACTIVIDAD DE GEOLOGÍA**PROGRAMA PERFORACIONES DE YACIMIENTOS DE URANIO****a) Proyecto Cerro Solo.**

En el llamado a Licitación Pública Nacional e Internacional para el estudio de factibilidad definitivo del yacimiento de uranio y molibdeno "Cerro Solo" y la exploración de áreas periféricas, en la provincia del Chubut, con opción a explotación, beneficio y comercialización de los minerales existentes, una empresa norteamericana radicada en Denver (Colorado), adquirió un Pliego de Bases y Condiciones. En el mes de noviembre, esta empresa realizó la visita técnica obligatoria al área licitada y se está a la espera de la presentación de su oferta.

PROGRAMA PROSPECCIÓN GEOLÓGICA Y MINERA**a) Geología del uranio**

El estudio de la factibilidad uranífera del país es uno de los objetivos principales de este programa. En ese contexto, prosiguieron los estudios en 13 de las 57 unidades geológicas definidas, en los ambientes de Puna, Bloque de San Rafael, Cordillera neuquina y Patagonia extra-andina, con un avance anual del 1,96% exclusivamente debido a las restricciones presupuestarias. Se totalizó 40,23% de progresión en el proyecto.

Asimismo, se avanzó en la preparación de cartas geológicas georreferenciadas y en el diseño de bases de datos gráficos, para la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) a escala nacional, mediante diez cartas a escala 1:500.000.

b) Cateos

Sobre 4.000 hectáreas, correspondientes a los cateos Puntudo Chico y Pueblo Chico, en la provincia del Chubut, se realizaron trabajos de relevamiento geológico. Dichas tareas incluyeron la extracción de 39 muestras para análisis petrográficos y químicos, la ejecución de 4 km de perfiles geológicos de detalle y el relevamiento radimétrico del sector.

c) Fiambalá

Con la incorporación del becario geólogo Luis Ferreyra en la Regional Noroeste, se realizó una recopilación de los antecedentes existentes sobre la información petrológica, mineraló-

gica, geoquímica, metalogénica y de prospección radimétrica del área de Fiambalá. Por otro lado, se están analizando, desde el punto de vista uranífero, los resultados de datos geoquímicos originados por el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) a raíz de los trabajos de relevamiento de la hoja geológica correspondiente.

Los trabajos de mensura de la manifestación Las Termas (Catamarca) se encuentran en la etapa de control y correcciones finales, habiéndose planificado el relevamiento de campo y posicionamiento de mojones definitivos que limitan la propiedad.

d) Repositorios

Este programa cuenta con el aporte del OIEA mediante el proyecto de asistencia técnica "Geología para Repositorios de Residuos de Alta Actividad" (ARG/4/084). Las actividades desarrolladas consistieron, principalmente, en avanzar en el inventario, en el nivel nacional, de las formaciones geológicas favorables.

Se recibió la visita del experto Michel Raynal del OIEA, con el objeto de evaluar la marcha del proyecto y asesorar al personal de la CNEA participante del proyecto.

En el marco de este proyecto, mediante sendas becas del OIEA, el Geólogo Luis López realizó una pasantía de capacitación en Sistemas de Información Geográfica en el Servicio Geológico de Canadá, y la Licenciada Nancy Reyes Encinas asistió en Madrid, España, a un curso sobre Caracterización Hidrogeoquímica de Formaciones Geológicas para Emplazamientos de Repositorios en el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

e) Medio Ambiente

Se está llevando a cabo el proyecto INCO DC "Estrategias Innovadoras para la Preservación de la Calidad del Agua en Áreas Mineras de Latinoamérica", financiado por la Comunidad Económica Europea. Actúa como coordinador el Dr. Luca Fanfani, de la Universidad de Cagliari, Italia. En nuestro país se está aplicando en el área del yacimiento "Cerro Solo" de la provincia del Chubut, con el objeto de definir, en forma previa a cualquier tipo de actividad minera, la línea de base hidro-geoquímica. En este marco, se realiza el muestreo de aguas superficiales y subterráneas, y de sedimentos de corriente. También se ha implementado un programa de comparación interlaboratorios entre los países participantes, y en relación con el cual se recibió la visita del profesor Pierfranco Lattanzi de la Universidad de Cagliari. Por su parte, el Ing. Guido Tomellini, del Laboratorio de Química de la Unidad de Actividad de Geología, visitó los laboratorios de la Universidad.

En el ámbito del Proyecto para la Restitución Ambiental de la Minería del Uranio (PRAMU), personal de la Unidad participó de un *Workshop* por invitación del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE).

En el ex Complejo Minero Los Gigantes (Córdoba) se realiza el monitoreo geoquímico de aguas y aluviones; toma de datos meteorológicos y mediciones diarias de temperatura y cota del dique principal de efluentes.

En otro orden, conjuntamente con la Secretaría de Estado del Ambiente de la Provincia de Catamarca, se está ejecutando un trabajo de investigación sobre contenidos de uranio natural y radio 226 en las aguas de esa provincia.



Vista aérea del Complejo Minero
Fabril San Rafael, Mendoza.

f) Proyectos de Cooperación

- En cumplimiento de convenios suscritos con el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), sobre la base de la Ley N° 24 466 de creación del Banco Nacional de Información Geológica, se ha trabajado en forma conjunta en la elaboración de cartas geológicas y del mapa metalogenético argentino. También se brindó asesoramiento en temas de espectrometría de rayos gamma.
- Con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), se realizaron acuerdos para la utilización de imágenes satelitales como apoyo de los estudios geológicos a realizar en las áreas de interés uranífero.

SERVICIOS A TERCEROS

Los laboratorios de análisis químicos han realizado 16.326 determinaciones de distintos elementos, a solicitud de sectores de la CNEA y de terceros, sobre un total de 1310 muestras ingresadas.

A partir del 1 de octubre se acordó, con la empresa Dioxitek, la realización de las tareas de vigilancia del Complejo Fabril Córdoba, con personal de la Regional Centro.

En cumplimiento del contrato suscrito con la empresa Dioxitek para la operación del Complejo Fabril Córdoba, la Regional Centro presta asistencia técnica y tareas de apoyo técnico.

INFORMES TÉCNICOS, PUBLICACIONES, PRESENTACIONES EN CONGRESOS

En el transcurso del presente ejercicio se elaboraron 26 informes técnicos internos, se presentaron nueve trabajos en congresos nacionales e internacionales, y cuatro en revistas y libros.

El Servicio Geológico Minero Argentino ha editado la obra Recursos Minerales de la República Argentina, Edición 2000, con la colaboración de profesionales de la Unidad, que han aportado un total de 23 trabajos.

CAPACITACIÓN

El personal asistió a diversos cursos dictados en Universidades locales o por expertos extranjeros que visitaron la Institución. Dichos cursos trataron los siguientes temas: petrología estructural, medio ambiente, microtectónica, geodinámica en cuencas sedimentarias, SIG y sensores remotos.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y DOCENCIA

Se cuenta con tres becarios técnicos y un becario profesional y se ha llamado a un concurso de antecedentes para la incorporación de dos becarios geólogos.

Se han organizado seminarios internos, dictados por profesionales de la Unidad, para la información-formación del grupo en temas específicos.

Asimismo, las Regionales participan de reuniones en las Provincias de sus jurisdicciones sobre temas nucleares y de preservación del ambiente.

UNIDAD DE ACTIVIDAD ABASTECIMIENTO DE URANIO

Este sector se ha integrado con el plantel del Complejo Minero Fabril San Rafael, con el Grupo de Trabajo Evaluación de Proyectos, con sede en la Regional Cuyo, y con el Grupo de Trabajo Ingeniería de Plantas, emplazado en Sede Central y Regional Centro.

COMPLEJO MINERO FABRIL SAN RAFAEL

De acuerdo con una decisión de las autoridades de la CNEA, se inició la ejecución de un estudio riguroso de la factibilidad de reactivar la producción de concentrados de uranio en el Complejo, en un plazo no mayor a dos años.

Sintéticamente, los trabajos realizados y avances producidos fueron los siguientes:

- Ejecución en el Sector Tigre I, Cuerpo A, de la mina Dr. Baulés, a fin de cerrar la malla de evaluación a 25 x 25 m. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, dado que confirman expectativas sobre la posibilidad de que, en importantes sectores del yacimiento, sea factible explotar mineral de una ley considerablemente mayor que el promedio de lo explotado hasta el presente.
- Incorporación de un *software* minero, mediante el cual se adquiere la capacidad de realizar un análisis eficiente de la información, permitiendo definir las mejores alternativas de extracción del mineral, con la menor incidencia en los costos.
- Ejecución de ensayos de tratamiento de mineral en columnas, a escala de laboratorio, en varias series que corresponden a distintas líneas de trabajo, siguiendo un programa iniciado en el ejercicio anterior, del que se espera obtener mejoras significativas en los rendimientos y costos del proceso. Además se ejecutó el montaje de la instalación para realizar un ensayo, a escala piloto, de lixiviación del mineral en pileta inundada; y la construcción de un equipo para ensayar el procesamiento en forma dinámica.
- Se continuó con las tareas de control sobre las actividades de mayor riesgo de impacto ambiental, con especial atención al agua acumulada en distintos sectores del Complejo.
- Se han obtenido 6.000 kg de concentrado de uranio procedentes de la recuperación de uranio de tierras de diatomea y tratamiento de lixivados.

INGENIERÍA DE PLANTAS

- Conjuntamente con la Unidad de Aplicaciones Tecnológicas de la Gerencia Centro Atómico Ezeiza, se iniciaron estudios sobre "Biolixiviación de uranio" y "Biorremediación de efluentes industriales". En ambos proyectos se produjeron avances significativos, trabajándose con mineral de Sierra Pintada y Cerro Solo, así como con efluentes característicos de distintas plantas.
- Se está colaborando con el Proyecto "Desmantelamiento de la Planta Experimental de Agua Pesada" y se ha avanzado en la elaboración de la correspondiente documentación técnica.



Trabajo de extracción de mineral uranífero. San Rafael, Mendoza.

- De acuerdo con el contrato, se presta asistencia tecnológica y de ingeniería a la empresa Dioxitek para la operación del Complejo Fabril Córdoba.
- La División Control de Uranio ha realizado el control de los minerales de uranio almacenados o en etapa de procesamiento en el país. Su resumen es el siguiente:

Existencias al 31/12/99.	222.463 kgU
Ingresos.	242.752 kgU
Egresos	259.193 kgU
Existencias al 31/12/00.	206.022 kgU

- Se realizaron inventarios mensuales sobre concentrados de uranio, materiales bajo salvaguardas, residuos sólidos, en la empresa CONUAR S.A., con el fin de mantener actualizadas las reservas de los distintos materiales en sus respectivos estados y ubicaciones.
- Se vendieron, a la empresa DIOXITEK, 56.000 kilogramos de U_3O_8 de propiedad de la CNEA, por un monto de \$1.232.000, más \$258.720, en concepto de IVA.

EVALUACION DE PROYECTOS

- Se avanzó en el procesamiento de la información de los yacimientos de Sierra Pintada, San Rafael, con el fin de producir las actualizaciones de bases de datos, estimaciones de reservas y análisis de aspectos económicos necesarios para el logro de los objetivos del proyecto de reactivación del Complejo Minero Fabril San Rafael.
- Se ejecutaron 336 metros de perforaciones en el área del ex complejo minero Los Gigantes, Provincia de Córdoba, a solicitud del PRAMU.

El programa de perforaciones ejecutado en la mina Dr. Baulies consistió en 21 perforaciones a rotoperusión, y un sondeo testigado; se totalizaron 1516 metros y en todos ellos se efectuó el perfilaje radimétrico.

COMPLEJO FABRIL ARROYITO

- Seguimiento de las actividades de operación, mantenimiento y garantía de calidad del operador de la PIAP.
- Participación en los análisis y estudios para el mejoramiento de la planta y su posible integración con otros proyectos, como así también en la concreción de actividades y tareas extraordinarias para este período de planta parada.

PROYECTO DE RESTITUCIÓN AMBIENTAL DE LA MINERÍA DEL URANIO (PRAMU)

- La obra principal de gestión, correspondiente al proyecto de restitución ambiental en el ex-Complejo Fabril Malargüe, no se inició durante el año 2000, por carecerse de la financiación necesaria. No obstante, con los recursos disponibles, prosiguió asistiéndose a la instalación, realizando obras menores y tareas de mantenimiento. Entre otras, se pueden citar el hormigonado de 590 m de hijuela de riego perimetral, la plantación de álamos en el perímetro del predio, la determinación de procedimientos de erradicación de forestales en zona de trabajo, el inicio de estudios de impacto ambiental en las canteras

a operar para la obra de gestión y la identificación y evaluación de aspectos ambientales para las distintas acciones de la obra en gestión.

- En el caso de Los Gigantes, se ejecutaron las tareas programadas, y se avanzó sobre la metodología de gestión de los líquidos y precipitados de los diques existentes. En los sectores donde se requería, se trabajó también sobre el relevamiento topográfico.
- Dos tareas importantes realizadas durante el año 2000 fueron el estudio hidrológico e hidrogeológico en el área industrial y la cuenca del río Cajón, hasta el lago San Roque; y el estudio e inventario de la flora y fauna acuática del mismo sector.
- Para el sitio Córdoba (predio del ex-Complejo Fabril Córdoba), se trabajó en la determinación de los niveles freáticos, muestreo y mantenimiento de los piezómetros allí instalados.
- Por otra parte, se presentó la documentación necesaria para el cumplimiento del artículo 10° de la Ley 25 237, a fin de obtener la aprobación de la Jefatura de Gabinete de Ministros para iniciar las negociaciones definitivas con el Banco Mundial.

CAPÍTULO 8

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SALVAGUARDIAS

Ing. Hugo Cárdenas
cardenas@cnea.gov.ar





Medición de la dosis en contacto de contenedor de fuente agotada.

I. INFORME DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y SEGURIDAD

La manipulación de material radiactivo exige que la instalación sea diseñada, construida, puesta en marcha y operada en correctas condiciones de seguridad radiológica.

I.1. Control radiológico de instalaciones y del personal que trabaja con material radiactivo

Con el objetivo de verificar que las operaciones y procesos se llevan a cabo en forma segura en las 24 Instalaciones Relevantes de la CNEA, se realiza la vigilancia radiológica mediante monitoreo ambiental y personal.

La vigilancia radiológica rutinaria está relacionada con las actividades normales de cada instalación, el monitoreo de procesos y del personal ocupacionalmente expuesto, la verificación del cumplimiento de las normas, de acuerdo con la documentación mandatoria y la Licencia de Operación o Autorización de funcionamiento, emitida por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN).

Actividades destacadas:

- Control de radioprotección, despacho del transporte, radioprotección y protección física para el transporte y evaluación de dosis potenciales de los combustibles gastados del RA-3 durante las operaciones de restitución a EE.UU.
- Realización de transporte de material radiactivo, entre los cuales se destacan cuatro transportes, entre la Central Nuclear Embalse y el Centro Atómico Ezeiza, de Bultos Tipo B, que contenían alrededor de 106 Ci de ^{60}Co , como sólidos, no dispersables.
- Participación en los Comités de Revisión Técnica de los reactores de investigación y en el Área de Gestión Ezeiza.
- El control radiológico en cada instalación: monitoreo ambiental (aire y superficie), monitoreo de objetos que egresan de la instalación (indumentaria de trabajo, herramientas, maquinarias, etc), monitoreo del personal profesionalmente expuesto (muestreo de orina). Estos controles se realizan bajo la responsabilidad de los Responsable Primarios de cada instalación.

I.2. Registros e informes del control del material nuclear bajo salvaguardias

El sistema de registros e informes del material nuclear permite actualizar mensualmente los inventarios del material en cada instalación. Los informes contables enviados a la ARN están basados en los cambios de registros contables y operacionales.

Para cada área de balance de material (MBA), definida en cada instalación, y para cada categoría de material nuclear, los registros contables consisten en:

- Libro Principal: documento donde se registran todos los cambios de inventario. Permite determinar en una fecha el inventario contable del material nuclear en cada instalación.
- Documentos Soportes (boleta de transferencia de material nuclear y protocolos de fabricación): son los documentos base para los asientos en el libro principal.
- Informe de Cambio de Inventario (ICR): documento con el cual se informa a la ARN, mensualmente, respecto a los movimientos de material nuclear en cada instalación.
- Informe Lista de Inventario Físico (PIL): lista de inventario físico de todo el material existente en cada instalación. Presentado anualmente a la ARN, la Agencia Brasileña Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC) y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).
- Informe Balance de Material Nuclear (MBR): Documento que refleja el balance anual de masa para cada categoría de material nuclear.

Estas tareas se realizan en cada instalación bajo la responsabilidad de los Responsables Primarios.

1.3. Definición de aspectos de seguridad radiológica y nuclear vinculados a las tareas de desarrollo tecnológico nuclear

Estudios de riesgo radiológico y de criticidad, en almacenamiento, transporte, operaciones y procesos con material fisionable especial; cálculo de blindajes; transporte seguro de material radiactivo, etc.

Actividades destacadas:

- Cálculo de decaimiento térmico y contenido de ^{237}Np en 207 Elementos Combustibles irradiados en el RA-3 empleando el Código ORIGEN 2.
- Caracterización radiológica del elemento combustible P-O4 (prototipo 4) basado en U_3Six (siliciuro de uranio) irradiado en el RA-3. Cálculos de irradiación y decaimiento con el código ORIGEN 2.
- Definición de aspectos de seguridad radiológica en el transporte, preparación de probetas y ensayos en el comportamiento mecánico en muestras de una barra de control activado, en la Central Nuclear Atucha I.
- Cálculos de dosis: en agua y aire para 2 elementos combustibles irradiados para reactores de investigación y producción y en un contenedor con 7 elementos combustibles irradiados.
- Estudio del riesgo de criticidad: en el Laboratorio de Uranio Enriquecido, para el transporte de uranio metálico enriquecido al 20% y para el almacenamiento de uranio enriquecido en la Planta de Molibdeno por Fisión.
- Propuesta concerniente a la protección radiológica operacional y el manejo de emergencias en la oferta a Australia.

1.4. Licenciamiento de instalaciones y autorizaciones para prácticas puntuales

La Licencia de Operación de una instalación, es un documento emitido por la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), la cual autoriza que opere la instalación. En todo el proceso de licenciamiento, cada instalación debe presentar a la ARN toda la documentación mandatoria señalada por las normas.

Las Autorizaciones para Prácticas Puntuales son aquellas prácticas que se llevan a cabo por única vez.

Actividades destacadas:

- Autorización para realizar la determinación del espesor y la morfología del óxido de la superficie externa e interna en muestras de tubos de presión de la Central Nuclear Embalse, a llevarse a cabo en el Laboratorio para Ensayos de Posirradiación (LAPEP).
- Autorización para el transporte, como bulto tipo A, de muestras de tubos de presión de la Central Nuclear Embalse.
- Autorización para realizar los ensayos no destructivos del elemento combustible irradiado P-O4 en el Laboratorio para Ensayos de Posirradiación.

2. INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INGENIERÍA EN SEGURIDAD NUCLEAR

2.1. Dispersión de contaminantes en aire

Se trabajó en aspectos experimentales y teóricos sobre dispersión atmosférica y deposición en suelo de micropartículas (aerosoles).

- Experimentalmente, se puso a prueba, para condiciones diferenciadas, la cadena de me-



Transporte del combustible irradiado PO-4, dentro de su contenedor.

dición y caracterización de aerosoles.

- Análisis teórico: de los códigos de dispersión para modelar la fenomenología involucrada en la dispersión atmosférica.

Se analizaron modelos gaussianos y lagrangianos de dispersión y deposición de partículas. Se estudió su comportamiento ante distintas situaciones de emisión y estabilidad atmosférica, analizándose la influencia de la carga energética de la misma y el acople con las condiciones meteorológicas imperantes.

2.2. Reactores avanzados: mapas de diseño

Se está desarrollando un método para la incorporación de conceptos de seguridad en la etapa de ingeniería conceptual, a través de análisis de accidentes. Para ello se construyen "Mapas de Diseño", con el fin de determinar en distintas secuencias accidentales, la variación del grado de seguridad del reactor, en función de variaciones de los principales parámetros de diseño. Estos mapas permiten establecer criterios que, conjugados con los neutrónicos, termohidráulicos, mecánicos y económicos, permiten un diseño integral balanceado desde un principio. Se está realizando la implementación de esta metodología al Código Integral de Diseño de Reactores desarrollado en la CNEA y transferido recientemente a la OIEA.

2.3. Proyecto CAREM: Prototipo CAREM-25

Se prosiguió con la coordinación técnica del área de seguridad nuclear, diagramando, dirigiendo y revisando tareas en los centros atómicos Constituyentes y Bariloche, e INVAP. En 2000, se simuló distintas secuencias accidentales y el comportamiento de los sistemas de seguridad que permitieron definir los criterios para un diseño sólido de los mismos. Entre los sistemas estudiados y diseñados se encuentran la inyección de absorbentes, la remoción de calor por condensación de vapor y la inyección de refrigerante a baja presión mediante acumuladores. Se evaluaron distintas propuestas de diseño para cumplir las funciones de seguridad.

2.4. Métodos perturbativos

Este tema está en el marco del Proyecto "Métodos perturbativos y análisis de sensibilidad en ciencias de la ingeniería", Programa de Incentivos del Ministerio de Cultura y Educación, Secretaría de Políticas Universitarias y Proyecto Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, 1999-2000. Se abordó el estudio de sensibilidad de una población de aerosoles en aire respecto de parámetros físicos. Se aplicó la técnica de Método Perturbativo para determinar la sensibilidad del volumen medio de las partículas respecto de la velocidad de sedimentación y de la probabilidad de coagulación entre ellas. También se aplicó el Método Perturbativo a un modelo para representar accidentes de pérdida de refrigerante en un reactor de potencia integrado y se busca estudiar la sensibilidad de un observable respecto de variaciones en el área de la rotura. Se obtuvieron los coeficientes de sensibilidad para el observable elegido, que es el mínimo de masa de agua que alcanza el reactor instantes después de la actuación de la inyección de emergencia.

2.5. Desarrollo de códigos termohidráulicos y seguridad. Capacitación en su uso y aplicaciones

Se inició el desarrollo de un modelo de generador de vapor de un solo paso y del sistema secundario para el reactor CAREM, a ser incorporados al código HUARPE de desarrollo propio del grupo. Se envió un becario a realizar una pasantía en la Universidad de Pisa, con una beca capacitación del OIEA, para capacitación en el modelado de la respuesta de condiciones tipo BWR, ante accidentes de pérdida de refrigerante.

2.6. Participación trabajos reactores experimentales

Verificación de modelos e *inputs* de los programas de cálculo COSIMA y PCREAM para cálculo de dosis en el grupo crítico del Reactor de Australia. Análisis de accidentes de reactividad para la oferta, Informe Preliminar de Seguridad. Análisis de accidentes de pérdida de caudal refrigerante, para el Informe Preliminar de Seguridad. Evaluación aumento de potencia RA-6.

3. INFORME DEL LABORATORIO DE DOSIMETRÍA EXTERNA E IRRADIACIÓN

El Laboratorio de Dosimetría Externa e Irradiación realiza actividades vinculadas con la evaluación de la exposición ocupacional a la radiación externa del personal de la CNEA.

Actividades destacadas:

- Determinación de las dosis equivalentes por irradiación externa gamma y neutrónica del personal expuesto, a radiaciones ionizantes pertenecientes a 34 instalaciones de la CNEA.
- Calibración de los TLD kerma en aire libre, *type testing* y en energía de acuerdo a calidades ISO.
- Irradiación de dosímetros TLD con fuente de $^{241}\text{Am-Be}$, para discriminar los TLD que se utilizan para detectar radiación gamma y los de neutrones
- Prestación del servicio de irradiación de muestras biológicas en estudios de investigación de radiobiología, elaboración de curvas de supervivencia celular, etc. Tanto el servicio como las dosis empleadas son a pedido de los usuarios.

4. INFORME DEL LABORATORIO DE DOSIMETRÍA INTERNA Y DE ÁREA

Actividades destacadas:

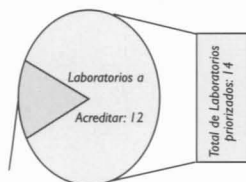
- Determinación de emisores alfa (uranio natural, enriquecido, plutonio, americio, etc.) en muestras biológicas del personal profesionalmente expuesto, en líquidos y muestras de aire.
- Determinación de tritio en distintas matrices. Medición de Ytrio 90 (radioisótopo) en muestras acuosas. Determinación de radio 226.
- Desarrollo de métodos de medición espectrométricos, por centelleo líquido e integradores de emisores alfa.
- Desarrollo de técnicas radioquímicas de separación y concentración de radionucleidos para distintas matrices.
- Ejercicios de intercomparación con otros laboratorios:
 Determinación de uranio en muestras de orina y de agua. Sectores participantes:
 - ▶ Laboratorio de Geoquímica
 - ▶ Laboratorio Personal y de Área
 - ▶ Grupo de Servicios Analíticos
 - ▶ Laboratorio Radiológico de la Universidad Nacional de Córdoba
 - ▶ Laboratorio de Análisis Radioquímicos de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

5. INFORME DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO Y PROTECCIÓN FÍSICA

Actividades destacadas:

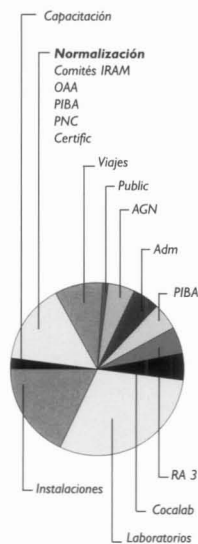
- Relevamiento de los Centros Atómicos y elaboración del informe general, conteniendo la totalidad de las mejoras de Higiene y Seguridad que deben realizarse, tomando en cuenta los pedidos realizados por la Aseguradora de Riesgo de Trabajo durante los últi-

Gestión de calidad



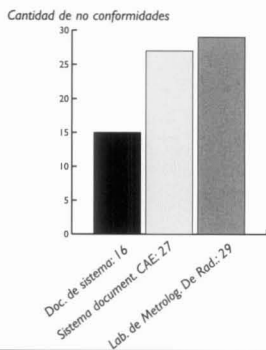
|| Lab Acreditado (LMR)
 || Lab en proceso de Acreditación (TAN)
 Avances en la acreditación de laboratorios

Actividades gestión de calidad



Porcentajes de asignación a cada actividad

No conformidades



mos años, con sus distintas prioridades y valores estimados de costos de ejecución.

- Coordinación y enlace con las actividades de la Aseguradora de Riesgo de Trabajo y lineamientos que se desarrollaron dentro de la institución.
- Elaboración de informes de accidentes laborales-convencionales, con la correspondiente inspección, recomendaciones, adopción de medidas correctivas y seguimiento de accidentes junto con el Servicio Médico. Confección del informe anual sobre accidentes.
- Participación en el proyecto de desmantelamiento de la Planta Experimental de Agua Pesada (Atucha).

6. UNIDAD DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Durante el año 2000, las líneas principales de trabajo de la Unidad de Gestión de la Calidad (GESCAL), incluyendo las realizadas en las dependencias del CAE y CAC, han sido:

- Implementar sistemas de gestión de la calidad en laboratorios e instalaciones considerados prioritarios por las autoridades de la CNEA y la colaboración con los Centros Atómicos, Gerencias y proyectos que requirieron asistencia.
- Acciones de capacitación, tanto dentro como fuera de la CNEA, actividades de normalización, evaluación y acreditación en instituciones externas relacionadas con la calidad, publicaciones y viajes al exterior.
- Se inició la implementación de la norma ISO 17025:2000 en laboratorios del CAE tomados como experiencia piloto para su acreditación por el Organismo Argentino de Acreditación. Por este motivo se realizaron:
 - ▶ la revisión del sistema de la calidad de los laboratorios Técnicas Analíticas Nucleares (TAN) y Laboratorio de Metrología de Radioisótopos (LMR), por el jefe de la Unidad de Actividad Radioquímica y Química de las Radiaciones y por el Gerente del Centro Atómico Ezeiza
 - ▶ auditorías internas del Comité de Calificación de Laboratorios y externas del OAA y AIEA (ARCAL XXVI). Se prevé tener al laboratorio TAN acreditado por el OAA y reconocido como "Laboratorio de referencia internacional" para comienzos del año 2001.
- Otro hito importante en el 2000 ha sido la participación de personal de GESCAL en la implementación de la norma ISO 9001:2000, en el Proyecto "Desarrollo de Combustibles Nucleares de Alta Densidad (CADRIP)", a solicitud de la Unidad de Actividad Combustibles Nucleares y en la actualización de los documentos, en función de las observaciones realizadas por REVISS para la planta de ⁶⁰Co e ¹⁹²Ir.
- La Ing. Mazzini participó, durante este período, en la elaboración del IAEA-TEDOC-1182 "Quality assurance standards: comparison between IAEA 50-C/SG-Q and ISO 9001:1994", publicado en noviembre de 2000.

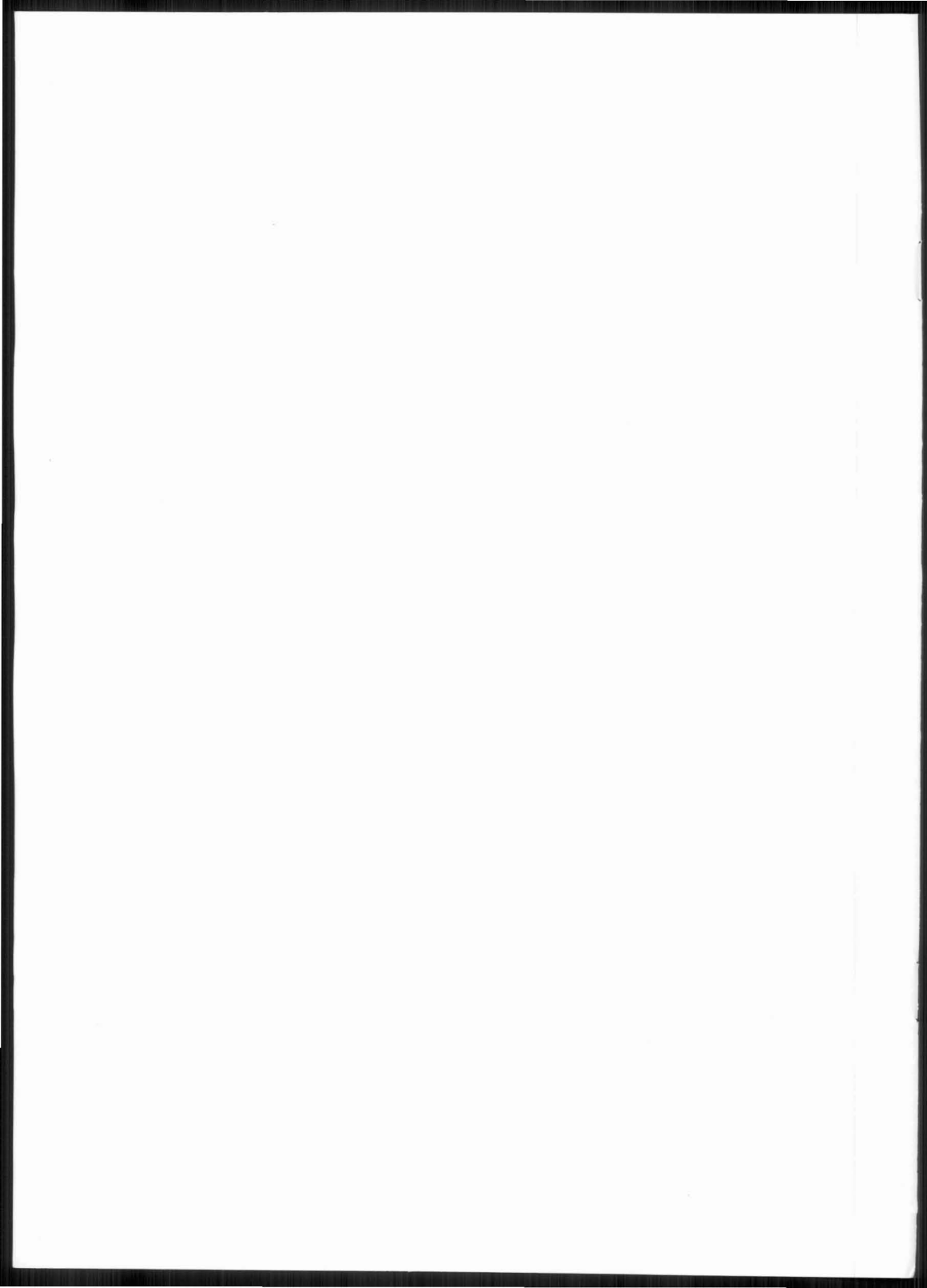
BALANCES

COMPARACIÓN AÑOS 1998, 1999 Y 2000

Comisión Nacional de Energía Atómica
Comparación Balances Años 1998, 1999 y 2000

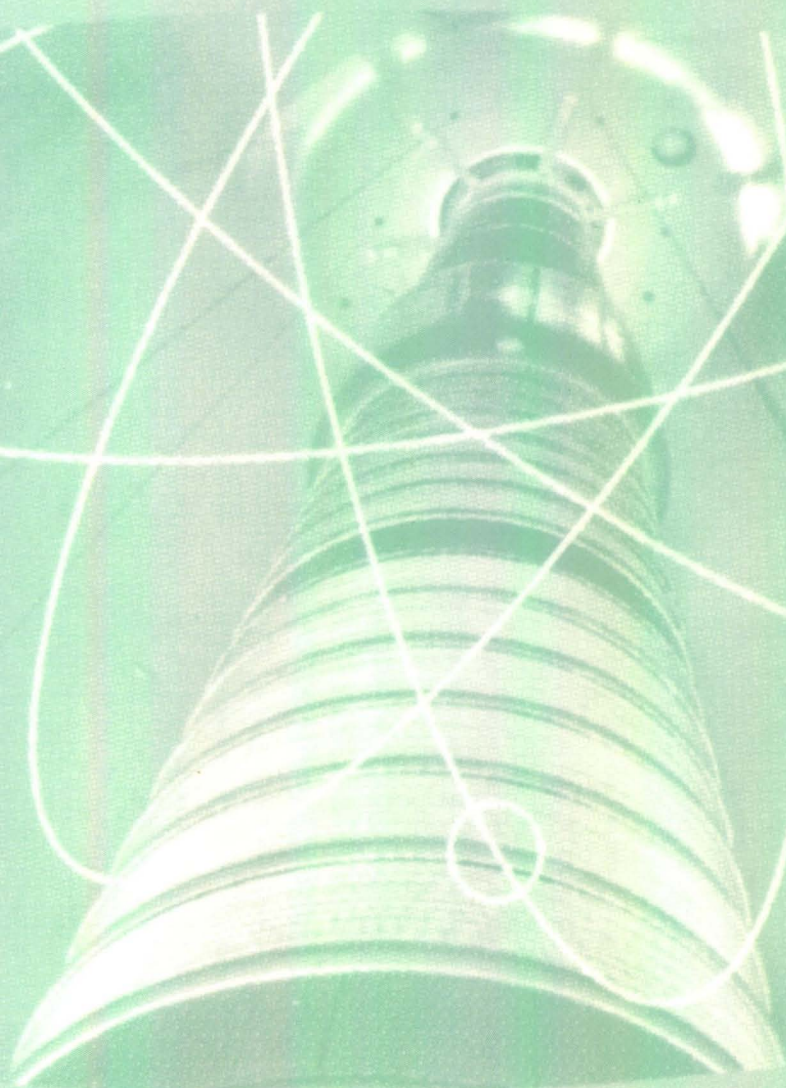
	31/12/98 (1)	31/12/99 (2)	31/12/00 (3)	(2-1)	VARIACIÓN (3-2)
1 TOTAL DEL ACTIVO	579.463.872,85	537.649.690,34	554.551.325,83	-41.814.182,51	16.901.635,49
1.1 TOTAL ACTIVO CORRIENTE	133.200.333,56	104.063.237,60	129.259.930,74	-29.137.095,96	25.196.693,14
1.1.1 Disponibilidades	3.866.799,56	5.779.418,45	2.586.953,65	1.912.618,89	-3.192.464,80
1.1.4 Créditos	126.446.553,43	93.921.588,52	110.387.258,81	-32.524.964,91	16.465.670,29
1.1.6 Bienes de Cambio	2.290.265,92	3.960.948,08	15.889.038,00	1.670.682,16	11.928.089,92
1.1.7 Bienes de Consumo	596.714,65	401.282,55	396.680,28	-195.432,10	-4.602,27
1.2 TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE	446.263.539,29	433.586.452,74	425.291.395,09	-12.677.086,55	-8.295.057,65
1.2.3 Inversiones Financieras	12.293.687,80	19.930.118,73	19.930.135,80	7.636.430,93	17,07
1.2.5 Bienes de Uso	433.958.277,69	413.586.861,81	405.283.472,33	-20.371.415,88	-8.303.389,48
1.2.7 Bienes Inmateriales	11.573,80	69.472,20	77.786,96	57.898,40	8.314,76
TOTAL DEL PASIVO Y PATRIMONIO	579.463.872,85	537.649.690,34	554.551.325,83	-41.814.182,51	16.901.635,49
2 TOTAL DEL PASIVO	14.011.336,22	13.412.125,94	11.716.737,77	-599.210,28	-1.695.388,17
2.1 TOTAL PASIVO CORRIENTES	14.011.336,22	11.954.125,94	10.501.737,77	-2.057.210,28	-1.452.388,17
2.1.1. Deudas	11.722.021,69	8.270.824,33	9.393.206,92	-3.451.197,36	1.122.382,59
2.1.5 Porción Cre. de los Pasivos no Ctes.	1.987.652,80	867.124,28	0,00	-1.120.528,52	-867.124,28
2.1.7 Previsiones	60.000,00	0,00	660.094,42	-60.000,00	660.094,42
2.1.8 Fondos de Terceros y en Garantía	241.661,73	2.816.177,33	448.436,43	2.574.515,60	-2.367.740,90
2.1 TOTAL PASIVO NO CORRIENTES	0,00	1.458.000,00	1.215.000,00	1.458.000,00	-243.000,00
2.2.5 Pasivos Diferidos a Largo Plazo	0,00	1.458.000,00	1.215.000,00	1.458.000,00	-243.000,00

3 TOTAL DEL PATRIMONIO NETO		565.452.536,63	524.237.564,40	542.834.588,06	-41.214.972,23	18.597.023,66
3.2 Patrimonio Institucional						
3.2.1	Capital Institucional	60.744.906,45	60.744.906,45	60.744.906,45	0,00	0,00
3.2.2	Transf. y Contr. de Capital Recibidas	11.450.593,62	11.682.193,62	11.740.994,37	231.600,00	58.800,75
3.2.3	Resultado de la Cuenta Corriente	401.900.697,94	360.454.125,71	378.992.348,62	-41.446.572,23	18.538.222,91
3.2.4	Variaciones Patr. de los Organismos Descentralizados Res.S.H. N° 47/97	91.356.338,62	91.356.338,62	91.356.338,62	0,00	0,00
5 TOTAL RECURSOS		108.680.894,80	101.275.778,68	101.389.741,16	-7.405.116,12	113.962,48
5.1. Ingresos Corrientes						
5.1.3	Ingresos no Tributarios	31.196.491,60	31.348.725,49	31.128.672,27	152.233,89	-220.053,22
5.1.4	Venta de Bienes y Servicios	4.376.024,62	813.955,01	2.386.660,08	-3.562.069,61	1.572.705,07
5.1.5	Rentas de la Propiedad	3.743.608,61	5.612.400,00	3.613.100,00	1.868.791,39	-1.999.300,00
5.1.6	Transferencias Recibidas	0,00	1.645.245,81	573.588,61	1.645.245,81	-1.071.657,20
5.1.7	Contribuciones Recibidas	69.364.769,97	61.855.452,37	63.687.720,20	-7.509.317,60	1.832.267,83
6 TOTAL GASTOS		107.007.851,99	99.708.671,95	95.552.021,15	-7.299.180,04	-4.156.650,80
6.1 Gastos Corrientes						
6.1.1	Gastos de Consumo	91.838.246,75	95.610.824,70	90.919.475,73	3.772.577,95	-4.691.348,97
6.1.2	Rentas de la Propiedad	3.577,52	3.435,06	1.648,76	-142,46	-1.786,30
6.1.5	Transferencias Otorgadas	3.351.400,32	3.432.934,75	3.687.245,80	81.534,43	254.311,05
6.1.6	Contribuciones Otorgadas	1.975.563,82	642.946,82	525.210,89	-1.332.617,00	-117.735,93
6.1.9	Otras Pérdidas	9.839.063,58	18.530,62	418.439,97	-9.820.532,96	399.909,35
7 CUENTAS DE CIERRE						
7.1.0.0 Total Recursos						
7.1.0.0	Total Recursos	108.680.894,80	101.275.778,68	101.389.741,16	-7.405.116,12	113.962,48
7.2.0.0 Ahorro Gestión						
7.2.0.0	Total Gastos	107.007.851,99	99.708.671,95	95.552.021,15	-7.299.180,04	-4.156.650,80
7.2.0.0	Ahorro Gestión	1.673.042,81	1.567.106,73	5.837.720,01	-105.936,08	4.270.613,28



REPUBLICA ARGENTINA
CORREO OFICIAL

75c



50^º Aniversario
Comisión Nacional de Energía Atómica

2000



CNEA

Sede Central: Av. del Libertador 8250

C1429BNP Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Teléfono (conmutador): 54-11 4704-1000

<http://www.cnea.gov.ar>

E-mail: rrppsede@cnea.gov.ar