

NO SE PRESTA

Comisión  
Nacional  
de Energía  
Atómica

Memoria  
anual 1982

República Argentina





# Comisión Nacional de Energía Atómica

## Memoria anual 1982

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| CENTRALES NUCLEARES                        | 5  |
| SUMINISTROS A CENTRALES NUCLEARES          | 9  |
| RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES                | 17 |
| PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR | 23 |
| INVESTIGACION Y DESARROLLO                 | 27 |
| INFRAESTRUCTURA Y ASPECTOS GENERALES       | 45 |

*SIGLAS USADAS EN ESTA MEMORIA*

|            |                                                                           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|
| CNEA       | – Comisión Nacional de Energía Atómica                                    |
| CAB        | – Centro Atómico Bariloche                                                |
| CAC        | – Centro Atómico Constituyentes                                           |
| CAE        | – Centro Atómico Ezeiza                                                   |
| CITEFA     | – Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas |
| CNA        | – Central Nuclear Atucha                                                  |
| CNE        | – Central Nuclear Embalse                                                 |
| CONICET    | – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas              |
| CONUAR     | – Combustibles Nucleares Argentinos                                       |
| ENACE S.A. | – Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas Sociedad Anónima      |
| FAE        | – Fábrica de Aleaciones Especiales                                        |
| FECN       | – Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares                             |
| INVAP S.E. | – Investigación Aplicada Sociedad del Estado                              |
| OIEA       | – Organismo Internacional de Energía Atómica                              |
| PPFAE      | – Planta Piloto Fábrica de Aleaciones Especiales                          |
| PPFECN     | – Planta Piloto Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares               |

*SEDE CENTRAL*

Avda. Libertador 8250  
1429 Buenos Aires  
Argentina

# PROLOGO

---

El año 1982 fue singular en la vida de la Institución en cuanto estuvo marcado por la conclusión de una serie de exitosas realizaciones que consolidaron y fortalecieron el Plan Nuclear Argentino. Ello ocurrió en un periodo particularmente difícil para el país, que se tradujo en dificultades de orden económico que no obstante afectar la actividad del Organismo, no impidieron que se avanzara decididamente en alcanzar las metas propuestas, en particular la que se refiere al autoabastecimiento del suministro del combustible nuclear.

Entre los hechos positivos se destaca un nuevo aumento de los recursos uraníferos argentinos, un aumento en la producción de concentrado de uranio, que ascendió a 180 t, excediendo en casi el 10 % al total programado; la entrada en producción del complejo minero fabril «Los Gigantes»; la puesta en marcha de la Planta de Dióxido de Uranio, con una capacidad de 150 t/año; la iniciación de la operación de la Fábrica de Elementos Combustibles y la inauguración del Circuito Experimental de Alta Presión para la prueba de los elementos combustibles. Este conjunto de realizaciones asegura la provisión del combustible a nuestras centrales nucleares. De éstas, Atucha I ha registrado nuevamente un excelente rendimiento; Embalse se encuentra en la etapa previa para iniciar su operación y en Atucha II se inició el montaje de la esfera de contención que albergará al reactor.

En el campo de los radioisótopos se obtuvieron logros notables al incrementarse la producción de radioisótopos en un 66 % respecto al año anterior. Tampoco puede dejar de mencionarse la inauguración del reactor RA-6 en el Centro Atómico Bariloche, destinado a la docencia e investigación para la carrera de Ingeniería Nuclear.

Frente a este satisfactorio panorama, que es el resultado de una continua y coherente política en pos de los objetivos del Plan Nuclear y de la empeñosa y persistente labor del personal integrante de la Institución a lo largo de los últimos 30 años, emergen, por cierto, también, las consecuencias de las graves circunstancias por las que atraviesa el país. Estas se tradujeron en fuertes reducciones de los gastos de la Institución que han afectado a todas las actividades, frenando varios desarrollos y demorando la realización de algunos de los grandes proyectos. El impacto, que se refleja en múltiples aspectos reseñados en esta Memoria, podría hacerse aún más visible en el futuro. No obstante, una permanente evaluación de prioridades y la optimización en la utilización de los fondos disponibles permitieron mantener activos los distintos sectores de la CNEA, dando continuidad al Plan Nuclear. La actual situación llevará a postergaciones en el cumplimiento del Plan, pero mientras se mantengan la coherencia y continuidad antes mencionadas, sus objetivos se seguirán convirtiendo en realizaciones.



# CENTRALES NUCLEARES

## CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I (CNA I)

Durante 1982 la CNA I, de 335 MWe de potencia neta, produjo 1 753 502 MWe. Este valor es inferior al de años anteriores debido a que estuvo sincronizada a la red solamente 5 602 horas lo que equivale a un factor carga del 59,75 %.

La energía no producida por Atucha I, a causa de las limitaciones impuestas por el Despacho Unificado de Carga (D.U.C.), alcanzó aproximadamente 750 000 MWh. Por tal motivo, la performance de la central sólo puede ser apreciada por la disponibilidad de potencia, 83,2 %, valor en el que se reflejan la revisión programada de la central y las tres salidas de servicio ocurridas durante el año 1982. En cuanto al quemado promedio de los elementos combustibles extraídos, fue de 5 650 Mwd/t.

Al ordenar el D.U.C. la detención de la central a partir del 21 de julio, se decidió adelantar el comienzo de la revisión, llevándose a cabo el programa de trabajos, quedando nuevamente disponible el 3 de octubre.

Entre el gran número de tareas efectuadas se destaca:

Inspección completa del turbogruppo que incluyó el cambio de las filas 8 y 9 de los álabes directrices de las etapas de baja presión.

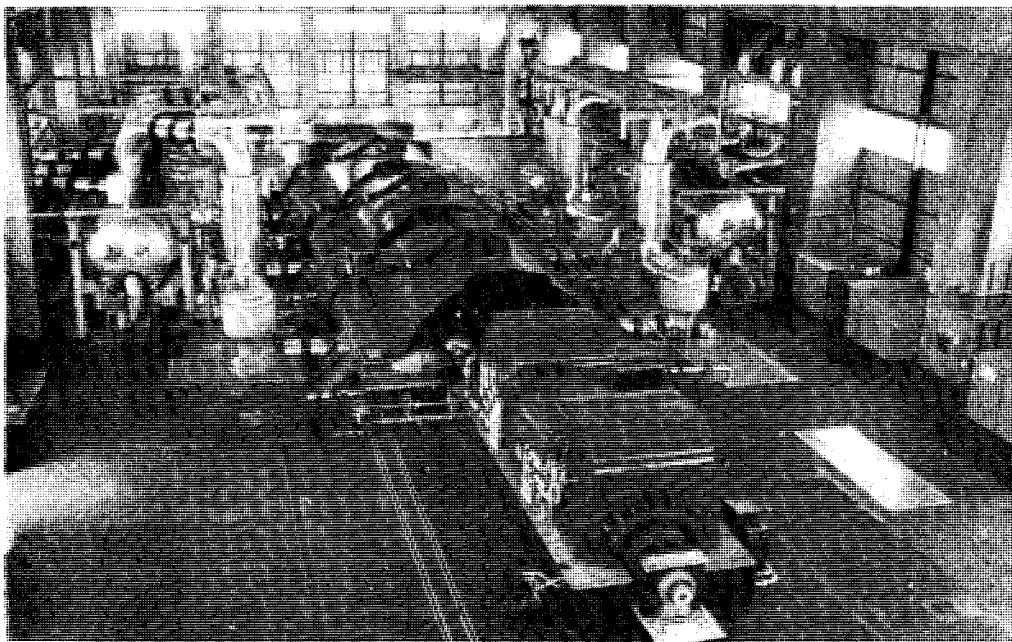
Inspección del total de tubos del condensador principal y retubado del 12 % con tubos inoxidableables.

Cambio de los impulsores de baja presión de las bombas de alimentación.

Inspección y cambio de sellos de las bombas principales del primario.

Inspección, por corrientes parásitas, del total de tubos de ambos generadores de vapor. Revisiones, mantenimiento y verificación de calibraciones de válvulas, bombas, motores, intercambiadores, etc.

Comprobación del estado de componentes, de acuerdo a un programa de ensayos no destructivos, detectándose fisuras en un tramo de cañería del moderador, procediéndose a su cambio.



Turbogruppo de la Central Nuclear Embalse.

La segunda casa de piletas construida para el depósito de los elementos combustibles quemados inició el servicio nuclear el 18 de mayo de 1982, recibiendo ese día el primer elemento combustible de la CNA I.

### **CENTRAL NUCLEAR EMBALSE (CNE)**

Finalizaron las tareas de montaje, restando algunos trabajos adicionales por lo cual se prevé la entrada en operación comercial de esta segunda central de 600 MWe de potencia, en abril de 1983.

A tal fin, se probó y verificó el correcto funcionamiento de toda la parte convencional, utilizando vapor de las calderas auxiliares y se sincronizó el turbogruppo a la línea de 132 kV.

En el área nuclear, donde la CNEA asumiera la responsabilidad de las tareas de montaje, se encuentra muy próxima la terminación de éstas. Durante el año 1982 fueron transferidos todos los sistemas asignados al grupo de puesta en marcha.

Se iniciaron, también, los trabajos de puesta en marcha en el área nuclear entre los que pueden destacarse:

- Prueba neumática de presión de la calandria;
- prueba hidrostática del sistema primario de transporte de calor;
- acondicionamiento en caliente del sistema primario de transporte de calor;
- carga del sistema del moderador con agua pesada;

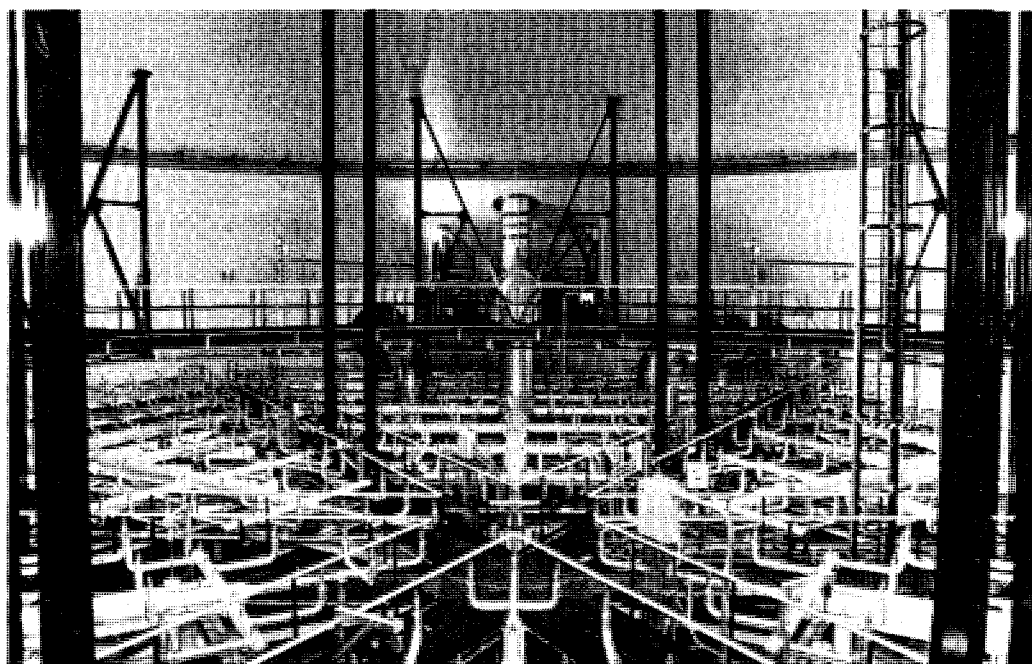
carga de elementos combustibles (tarea que se ejecutó en tiempo récord, comparado con otras centrales CANDU de 600 MW).

En forma simultánea, se avanzó en el cumplimiento del cronograma de requerimientos de la autoridad licenciante o sea del Consejo Asesor de Licenciamiento de Instalaciones Nucleares (CALIN).

El cronograma de licenciamiento de personal de puesta en marcha y operación fue presentado al CALIN de acuerdo a los hitos del mismo, lograndose en el presente año la habilitación del personal de puesta en marcha del contratista e iniciándose los primeros exámenes del personal de operación.

Con referencia al cronograma de licenciamiento de la instalación se cumplieron con los siguientes requerimientos que conforman la mayor parte de dicho programa:

- Presentación de programas y manuales de garantía de calidad para la construcción y puesta en marcha;
- presentación de manuales de operación, plan de emergencia y programa de puesta en marcha prenuclear;
- constitución del comité ad-hoc de puesta en marcha;
- análisis de confiabilidad del sistema de suministro de agua de emergencia y del sistema de alimentación eléctrica esencial;
- prueba de presión y de velocidad de fuga del edificio del reactor.



Central Nuclear Embalse.

## CENTRAL NUCLEAR ATUCHA II (CNA II)

Durante el año 1982 se ha debido limitar el avance de la obra de esta tercera central nuclear argentina de 682 MWe netos de potencia, a fin de adecuarse a las restricciones presupuestarias. Los esfuerzos se concentraron en las áreas críticas con el objetivo de minimizar el atraso que esta situación traerá aparejado en la fecha de finalización de la central.

En consecuencia se ha logrado mantener un avance sostenido del orden del 70 % de lo originalmente programado en la obra civil de los edificios del reactor y auxiliar, permitiendo el comienzo del montaje de la esfera de contención, adjudicada a una empresa local.

En otras áreas se ha reducido la inversión al mínimo compatible con el mantenimiento de los compromisos previamente contraídos y de la continuidad de la obra.

En contraposición, se ha adelantado significativamente, con respecto a lo previsto, la transferencia de servicios de ingeniería antes ejecutados en el extranjero a firmas nacionales.

Con respecto a las funciones de control del proyecto, se ha avanzado en la confección y adecuación de los anexos del contrato con ENACE.

Durante el año comenzó en el país la fabricación de los generadores de vapor y del presurizador. Con respecto a los suministros extranjeros, es de destacar el progreso registrado en la fabricación del recipiente de presión, en pleno proceso de maquinado.

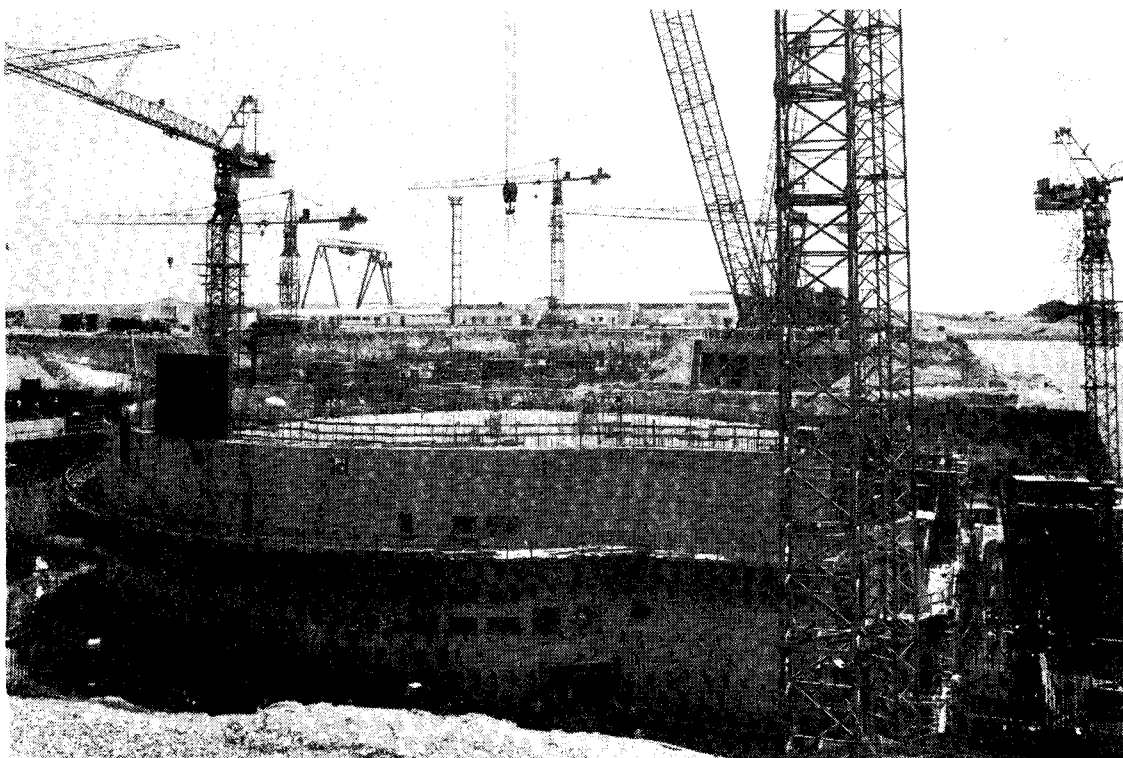
Al finalizar el año, el grado de avance registrado en los rubros más importantes fue el siguiente:

|                            | Año 1982 | Acumulado |
|----------------------------|----------|-----------|
| Total del Proyecto .....   | 9,4 %    | 19,1 %    |
| Obra civil .....           | 11,8 %   | 18,3 %    |
| Suministros nacionales ..  | 1,3 %    | 3,1 %     |
| Servicios nacionales ....  | 3,9 %    | 5,0 %     |
| Servicios extranjeros .... | 13,0 %   | 47,0 %    |
| Obrador .....              | 0 %      | 75,0 %    |

### EMPLAZAMIENTO DE CENTRALES

La tarea de selección de emplazamientos posibles de la cuarta central nuclear argentina finalizó sobre el fin del año. Durante este periodo se estudiaron la costa patagónica, la provincia de San Luis, la costa del río Paraná y el Embalse de Río Hondo.

Como tarea complementaria se verificaron las condiciones actuales de los emplazamientos determinados para la central nuclear proyectada en Nihuil, Mendoza.



Vista de la construcción del edificio del reactor de la Central Nuclear Atucha II.



# SUMINISTROS A CENTRALES NUCLEARES

## EXPLOTACION Y PRODUCCION DE URANIO

### DESARROLLO DE RECURSOS

Las actividades geológicas desarrolladas por la CNEA durante 1982, han permitido incrementar las reservas en 956 t de  $U_3O_8$ , de las cuales se explotaron en este año 643 t, con lo cual el total de reservas en la categoría de «Recursos Razonablemente Asegurados» alcanza la cantidad de 30 363 t de  $U_3O_8$  al 31/12/82.

### PROSPECCION

#### *Fotogeología*

Se ha realizado la fotointerpretación geológica en gabinete (sin control de campo) de 8 000 km<sup>2</sup> a escala 1:50 000 y 200 km<sup>2</sup> a escala 1:25 000 en las Sierras de Santiago del Estero y Norte de Córdoba, como apoyo a los trabajos de prospección aero-radimétrica de 100 000 km<sup>2</sup> ejecutados en las provincias de Santiago del Estero, Córdoba y San Luis.

En el área de Sierra Pintada fue completado el relevamiento fotogeológico, con control de campo, de 1 500 km<sup>2</sup> iniciado el año anterior, correspondiendo a este ejercicio 490 km<sup>2</sup>.

#### *Geología*

Se elaboraron nuevos mapas geológicos de las provincias de Santa Cruz, Chubut, Neuquén, Río Negro, Mendoza, San Juan, San Luis, Córdoba, La Rioja, Catamarca, Santiago del Estero, Salta y Jujuy, a escala 1:500 000 con memorias descriptivas y se actualizó el Registro Nacional de Indicios.

Se actualizaron estudios geológicos a escala 1:10 000 y 1:20 000 de los distritos y agrupamientos uraníferos de la provincia de Mendoza.

Mediante radimetría de malla abierta se ha realizado un estudio geológico-radimétrico en un área de 254 km<sup>2</sup> de la puna jujeña, confirmando las buenas perspectivas que reúne el indicio Aguiliri, ya conocido someramente, y se ha localizado un nuevo sector de interés denominado Cerro Galán.

#### *Radimetría Aérea*

Se realizó una prospección aero-radimétrica de aproximadamente 40 400 km<sup>2</sup> (se redujo en un 20 % el total original de 50 000 km<sup>2</sup>) en las provincias de Santiago del Estero, Córdoba y San Luis. Del análisis de los registros analógicos obtenidos ha surgido la existencia de 39 anomalías por uranio y 200 por torio. Se alcanzó a verificar 23 anomalías de uranio y 35 de torio y en base a ello en la provincia de San Luis se delimitaron 2 áreas anómalas: una ubicada en el borde suboriental del batolito de Las Charras que abarca aproximadamente 263 km<sup>2</sup> y otra al N-NE del mismo batolito, en un complejo de rocas metamórficas, ambas dentro de la Sierra de San Luis.

De la prospección aero-radimétrica de unos 100 000 km<sup>2</sup> en las provincias de Chubut y Santa Cruz, solamente se revisaron 56 anomalías, de las cuales 2 se recomendaron para la prosecución de trabajos de exploración.

#### *Estudios Especiales*

Como apoyo a los grupos de trabajo de prospección y exploración se han realizado análisis químicos y determinaciones mineralógicas, analíticas, petrográficas y geoquímicas de muestras de minerales.

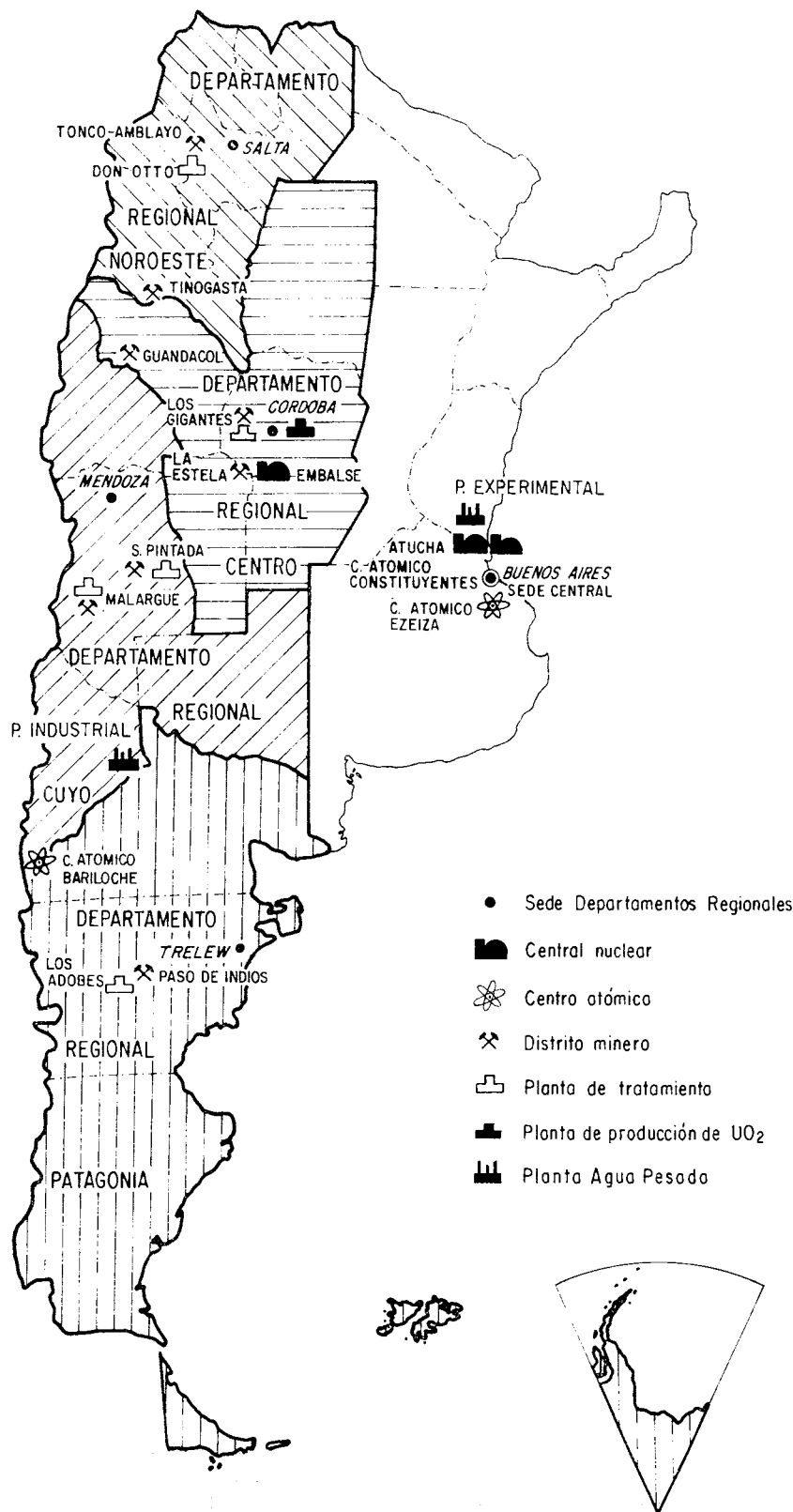
## EXPLORACION - EVALUACION

### *Perforaciones*

La empresa contratista CONEVIAL ha realizado en el área de Sierra Pintada 26 542 metros de sondeos, dando término a dicha obra de 120 000 m que fue reducida en un 20 % por razones presupuestarias, totalizando 92 142 m.

En cumplimiento del convenio firmado por la CNEA y la Universidad Nacional de San Juan, a fin de instalar un depósito de residuos radiactivos en Gastre en la provincia de Chubut, se realizaron 2 003 metros de sondeos con obtención de muestras para investigar el área granítica.

## DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ACTIVIDADES



Por último, colaborando con el Programa de Control de Factores de Calibración se ejecutaron 57 metros de sondeos testigados en el área mineralizada del yacimiento «Dr. Baulies» (Mendoza).

#### Reservas uraníferas

Como resultado de la labor descripta los «Recursos Razonablemente Asegurados» recuperables a un costo menor de 30 US\$/lb.  $U_3O_8$ , suman un total de 30 363 t.

En la Tabla I se observa el estado de los recursos uraníferos totales del país, clasificados según categoría y costo de recuperación, expresados en toneladas de uranio y de su óxido  $U_3O_8$ .

#### EXPLOTACION MINERA Y PRODUCCION DE CONCENTRADOS DE URANIO

Durante el presente año, la explotación de mineral de uranio en el país se efectuó en los yacimientos del Complejo Minero Fabril San Rafael, y en el Yacimiento Schlagintweit (Córdoba) a cargo de la empresa contratista de la obra Los Gigantes, la cual comenzó a entregar a la CNEA el concentrado obtenido a partir de dicho mineral.

El total de mineral uranífero obtenido en el Complejo Minero Fabril San Rafael fue de 466 925 t. Por su parte, la contratista de la obra Los Gigantes explotó 95 072 t de mineral, o sea que la producción nacional de mineral de uranio fue de 561 997 t, cifra que supera significativamente la lograda hasta el presente.

La producción conjunta de concentrado comercial de uranio («yellow-cake») en las diver-

sas plantas de concentración de la CNEA ascendió a 180 561 kg de  $U_3O_8$ , que superó en un 9,4 % al total programado para el año. Por su parte, la contratista de la obra Los Gigantes entregó 1 722 kg de  $U_3O_8$ , con lo que la producción nacional de concentrado comercial de uranio alcanzó a 182 283 kg de  $U_3O_8$ .

Se ofrece a continuación una síntesis de lo actuado durante el año por los distintos sectores que integran esta actividad.

#### Complejo Minero Fabril San Rafael (Mendoza)

De este complejo provino el mineral tratado en las dos plantas de concentración que la CNEA tiene actualmente en actividad, Malargüe y la propia del Complejo Minero Fabril San Rafael.

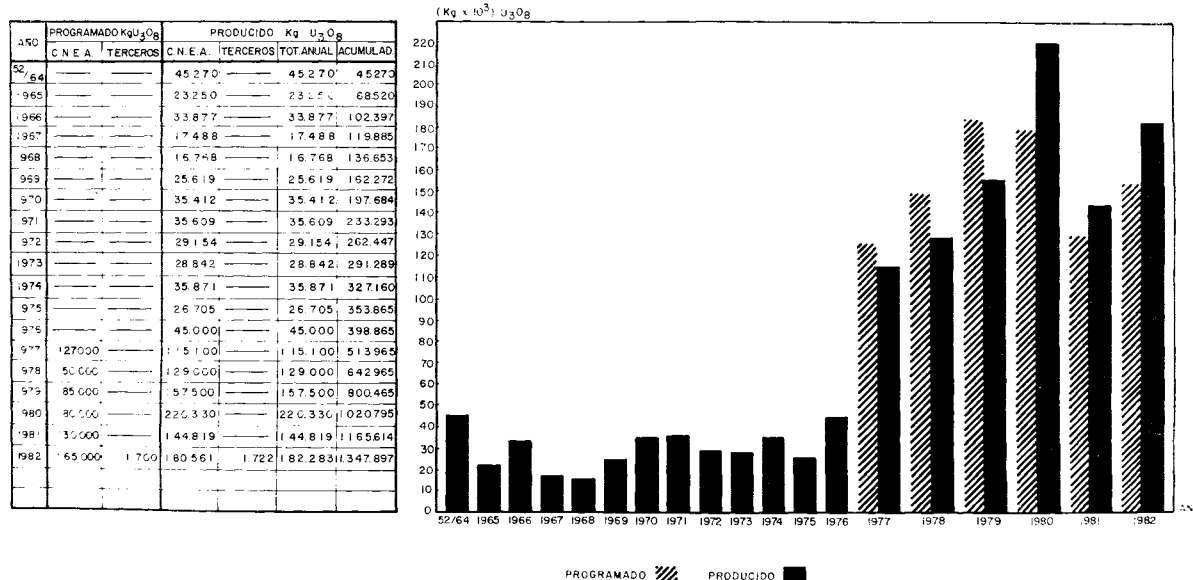
De las 466 925 t de mineral obtenidas en el ejercicio, 378 448 t fueron extraídas del Yacimiento Tigre I, 87 340 t del Yacimiento Los Gauchos y 1 137 t fueron recuperadas del Yacimiento Tigre III.

La planta de concentración existente en este complejo produjo 82 606 kg de  $U_3O_8$  en forma de concentrado comercial («yellow-cake»).

#### Complejo Fabril Malargüe (Mendoza)

En este complejo operan una planta de concentración de uranio que dispone de un circuito de extracción por solventes y otro por resinas de intercambio iónico, y una planta de producción de ácido sulfúrico.

La planta de concentración de uranio fue objeto de algunas importantes modificaciones para adecuarla a las actuales características del mineral procedente de San Rafael y para ampliar



la capacidad del circuito de extracción por solventes a fin de disminuir más el porcentaje de impurezas indeseables.

Se procesaron 56.820 t de mineral procedente del Complejo Minero-Fábril San Rafael, obteniéndose 97 955 kg de  $U_3O_8$ , como concentrado comercial.

En la Planta de Ácido Sulfúrico se obtuvieron 9.006 t de este reactivo durante el presente año, cifra que es la mayor lograda en los ocho años de vida productiva de dicha planta.

#### *Proyecto «Los Gigantes» (Córdoba)*

La contratista de esta obra solicitó una ampliación del plazo contractual para la entrega de concentrado de uranio. No obstante, inició la explotación minera y la carga de pilas, comenzando la operación de lixiviación a principios de agosto, obteniendo en noviembre los primeros concentrados dentro de las especificaciones contractuales, cumpliendo así con la primera entrega, según el nuevo cronograma.

Con la producción de diciembre se completó el programa establecido, totalizando 1.722 kg de  $U_3O_8$  como concentrado comercial.

#### *Proyecto «La Estela» (San Luis)*

En este Complejo Minero-Fábril, cuya construcción y ejecución está a cargo de una empresa contratista, no se ha registrado avance, habiendo sido acordada una nueva prórroga contractual.

#### *Proyecto «Sierra Pintada» (Mendoza)*

Sobre la base de condiciones ajustadas a los requerimientos del Plan Nuclear Argentino se llamó nuevamente a concurso para la construcción y explotación del complejo minero-fábril para la producción de concentrado de uranio. Las nuevas condiciones contemplaron, entre otros, un esquema de fijación de precio vinculado a los costos internos sin relación con el mercado internacional del uranio y el compromiso de CNEA de adquirir 470 t de  $U_3O_8$  por año.

No obstante haberse recibido consultas de empresas interesadas y postergarse la apertura hasta noviembre, el concurso debió ser declarado desierto al no reunir la única oferta recibida las condiciones exigidas.

En forma paralela se concretaron los trabajos de preparación y envío de muestras para realizar, en el exterior, un ensayo de clasificación radimétrica a escala industrial.

### **PURIFICACION DE CONCENTRADOS Y PRODUCCION DE $UO_2$**

En el Complejo Fábril Córdoba se inauguró la Planta de Producción de  $UO_2$ , para este logro

durante el año se completaron las obras electro-mecánicas de montaje, pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de las instalaciones de purificación nuclear y conversión a dióxido de uranio ( $UO_2$ ).

La instalación de purificación nuclear, fue totalmente proyectada por CNEA con una capacidad de producción de 150 tU/año, obteniéndose como producto final una solución de nitrato de uranilo a una concentración de 100 g U/l nuclearmente puro. El uranio es separado de sus impurezas con tributil fosfato. Obtenida la solución, es concentrada en un sistema de evaporadores a 400 g U/l.

La solución de nitrato de uranilo se precipita con anhídrido carbónico ( $CO_2$ ) y amoníaco ( $NH_3$ ) para obtener cristales de uranil carbonato de amonio (AUC). Los cristales son filtrados y transportados a horno de lecho fluidizado, donde se produce la conversión a dióxido de uranio ( $UO_2$ ) en un ambiente reductor por la presencia de hidrógeno que provoca la descomposición del AUC y la formación de polvo de  $UO_2$ .

Los equipos de los procesos de evaporación, precipitación y conversión fueron suministrados por la empresa Reaktor Brennelement Union GmbH de Alemania Federal.

### **FABRICACION DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES**

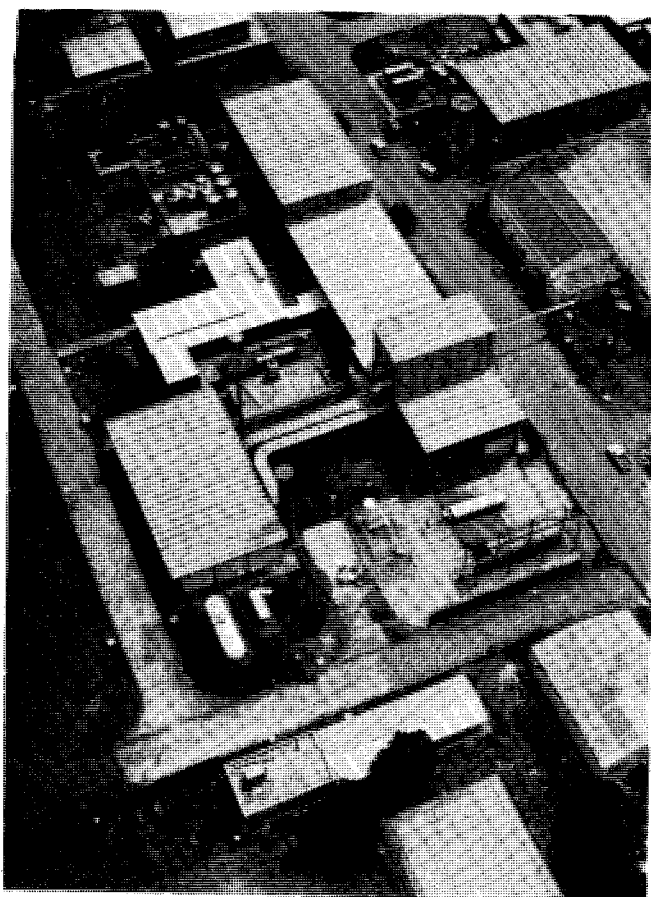
#### **Fábrica de Aleaciones Especiales**

En la Planta de Tubos en Ezeiza, se laminó y trataron térmicamente 10 000 metros de tubos de zircaloy con las especificaciones del tubo utilizado en los elementos combustibles de la CNA I como parte del programa de calificación que realiza la Planta Piloto de la Fábrica de Aleaciones Especiales (PPFAE).

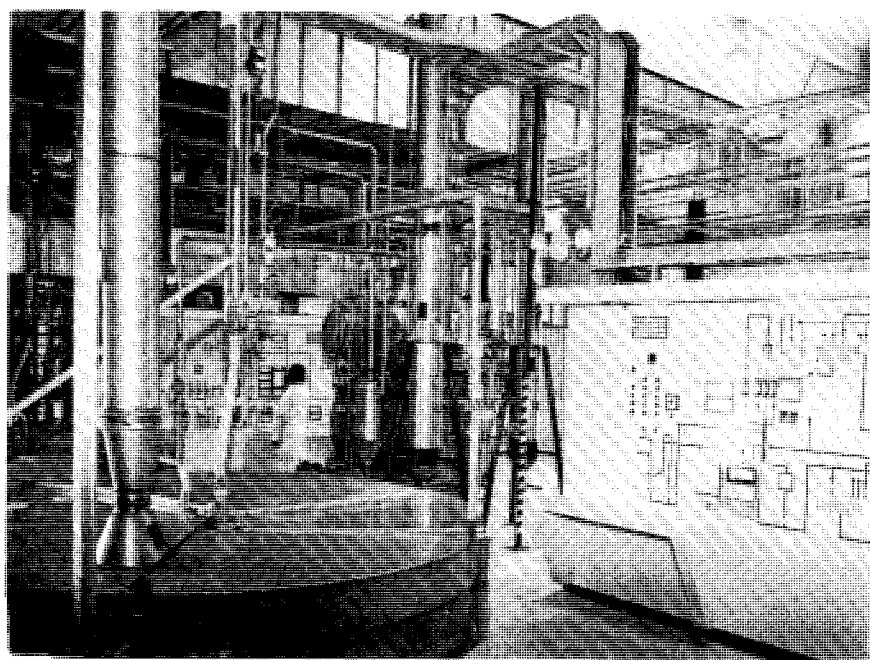
Asimismo se trabajó en la preparación del herramental y del material y en la adecuación de instalaciones para cumplir con la provisión de tubos de Zircaloy-4 tipo ANGRA-I de acuerdo al contrato suscripto entre CNEA y la empresa NUCLEBRAS de la República Federativa del Brasil.

Prosiguió la instalación y puesta en marcha de los laboratorios de control. En especial se completó la del espectrómetro de emisión atómica para el análisis de circonio, zircaloy,  $U_3O_8$  y aceros, quedando pendiente la calibración y confección de las curvas analíticas.

El inicio de la cuarta etapa de las obras comprendió la construcción de los locales para los sectores de terminación y ensayos no destructivos los que quedarán terminados para el primer trimestre del año próximo.



Vista de la Planta de Producción de  $\text{UO}_2$  en el Complejo Fabril Córdoba.



Planta de Producción de  $\text{UO}_2$ .



## **Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares**

La Fábrica de Elementos Combustibles, inaugurada en el mes de abril, está situada en el Centro Atómico Ezeiza y abarca una superficie de 11 600 metros.

Esta fábrica producirá el combustible que utilizan las centrales nucleares argentinas, actuales y futuras, contempladas en el Plan Nuclear. La fábrica sucede a la Planta Piloto, que produjo los primeros elementos de fabricación nacional y es el resultado de más de dos décadas de investigación básica aplicada y trabajo de desarrollo industrial.

La operación de la fábrica fue puesta en manos de una empresa mixta —CONUAR— con capital minoritario de CNEA.

Se comenzó con la producción industrial de elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha I, correspondiente al Contrato de Fabricación y Suministro suscripto entre CNEA y CONUAR S.A., finalizándose la fabricación de los 250 elementos estipulados en el mismo. Se prevé un segundo contrato por 240 elementos combustibles del mismo tipo.

## **PRODUCCION DE AGUA PESADA**

### **Planta Industrial de Agua Pesada**

La planta, provista por la firma Sulzer Brothers Limited de Suiza, con una capacidad nominal de 250 ton/año, está ubicada en Arroyito, provincia del Neuquén, a orillas del río Limay, a 50 km al sudoeste de la ciudad del Neuquén.

Durante el año 1982 se produjeron los siguientes hechos:

El avance total de la obra fue de 20,3 %, dando un acumulado de 63,5 % hasta el 31 de diciembre de 1982.

La obra civil, adjudicada al consorcio

Impresit-Sideco-Dycasa-Losinger, tuvo un avance del 36 %, lo que totaliza un acumulado del 66 % hasta fin de año.

Se autorizó a Sulzer Brothers Limited a firmar el contrato de montaje electromecánico con la firma Techint. La CNEA debió postergar esta adjudicación, por lo que se otorgó a Sulzer una prórroga, la cual incide en la fecha de terminación. Durante el año arribaron a la obra 12 696 toneladas de suministros importados, totalizando con los envíos anteriores 16.166 toneladas (aproximadamente 70 % del total).

Se adjudicó a la firma Coneval-Transpetrol la construcción del gasoducto para la alimentación de la planta y a la firma Etim S.A. la construcción de la planta reductora de presión.

Hidronor S.A. finalizó la construcción de las líneas para el suministro permanente de energía eléctrica a la planta.

Continuó el programa de auditorías de calidad en proveedores extranjeros y locales, verificándose documentación, etapas de fabricación y ensayos finales.

Se completó la selección del personal de operación de la planta, el que será capacitado en Europa a partir de agosto de 1983.

La ejecución de la segunda etapa del Barrio Plottier para el personal de la planta alcanzó un avance del 74,50 %. Se adjudicó la construcción de la escuela y de la subestación transformadora, la cual fue realizada durante este año.

Se iniciaron estudios con la Universidad del Comahue para la forestación de la zona aledaña a la planta, comenzando los trabajos con aproximadamente 6 000 plantas.



# RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

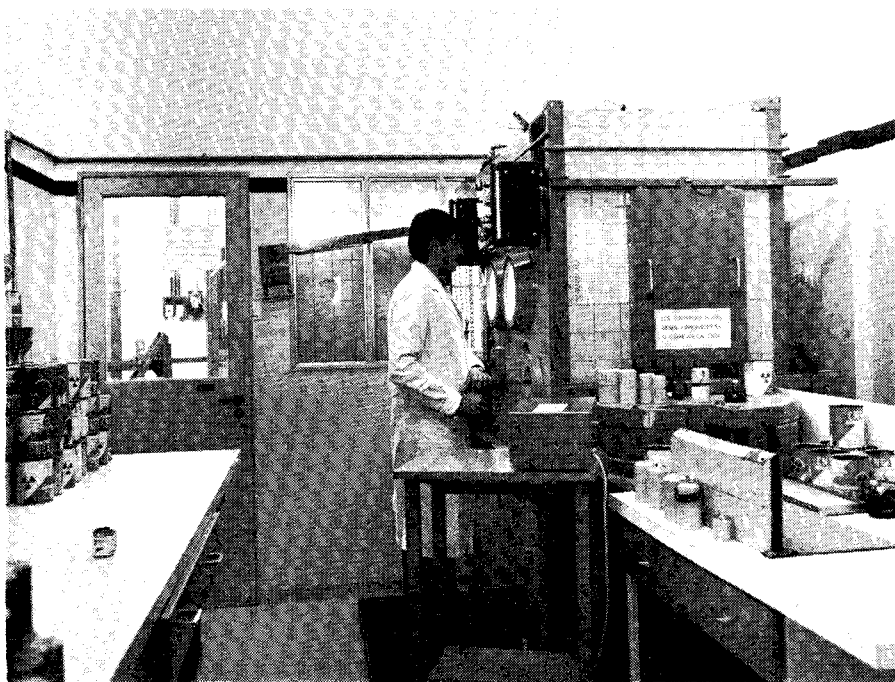
El Programa de Radioisótopos y Radiaciones tiene como objetivos la producción de radioisótopos y fuentes de radiación y el desarrollo y fomento de sus aplicaciones en el campo de la salud, la industria, la ingeniería y el estudio del aprovechamiento de los recursos naturales.

Durante el presente año continuó el abastecimiento de material radiactivo a los usuarios de todo el país, con una mayor contribución de productos elaborados por la CNEA, incrementándose en un 66 % la producción de radioisótopos con relación al año anterior. En este aspecto merece destacarse la gran demanda de generadores de Tc-99 m, de producción nacional (Gentec, generador de alta actividad específica, y generadores de 300 mCi).

Prosiguió el desarrollo del programa con el fin de alcanzar una mayor participación tecnológica en las distintas áreas de aplicación.

De acuerdo con lo previsto, se han incrementado las relaciones con otras instituciones del área latinoamericana, especialmente en lo referente al intercambio de información relacionada con las aplicaciones de los radioisótopos en la ingeniería e industria. Sobre este tema se coordinó, juntamente con la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN), un seminario, realizado en Buenos Aires, en el cual participaron 15 representantes de países de la región.

Como en años anteriores, también se ha colaborado con autoridades de algunas provincias en la formación de recursos humanos, asesoramiento técnico, organización de reuniones técnicas y la cooperación activa en la realización de trabajos especializados. Entre las acciones llevadas a cabo, debe destacarse la inauguración,



Celda para calibración, control y expedición de material radiactivo.

en el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín, de nuevas instalaciones en el servicio de Radiología, Tomografía Computada y Ecografía, para constituir un Departamento de Diagnóstico por Imágenes, de acuerdo al convenio entre el Ministerio de Salud Pública, la Facultad de Medicina de la UBA y la CNEA.

## PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE MATERIALES RADIATIVOS

### PLANTA DE PRODUCCION

Continuó la producción de radioisótopos primarios, alcanzándose una actividad total de 1 000 Ci a pie de planta, que dieron origen a un total de 7 000 envíos despachados a usuarios. Se ha consolidado la puesta en el mercado del generador de Tc-99m de alta actividad específica, denominado Gentec, cuya producción alcanzó 543 unidades.

En cuanto a la producción del generador de Tc-99m, de 300 mCi, que se fabrica desde hace varios años, se han despachado 350 unidades en el período.

Se inició la producción de una segunda fuente de Co-60 de alta actividad para uso médico. En la celda de Co-60 se efectuó, además, la carga de un irradiador cerebral llamado Gamma-Unit III, equipo que es el tercero que se fabrica en el mundo y el primero que se carga en el país receptor.

### RADIOFARMACOS Y PRODUCTOS ESPECIALES

Durante la primera mitad del año se realizó el reacondicionamiento del área destinada a la elaboración de radiofármacos y juegos de reactivos fríos para la marcación de compuestos con In-113m y Tc-99m y la instalación de una nueva liofilizadora.

A pesar de que debido a estas obras el sector no pudo operar en plena capacidad, se produjeron aproximadamente 35 000 dosis, lo que representa un aumento del 23 % respecto al año anterior, cubriéndose una gran parte de la demanda de este tipo de productos.

La disminución de preparados fríos para la marcación de fármacos con In-113m que puede observarse en el Gráfico Nº 1, se debe a que este radionucleido está siendo reemplazado por el Tc-99m, que resulta más adecuado para uti-

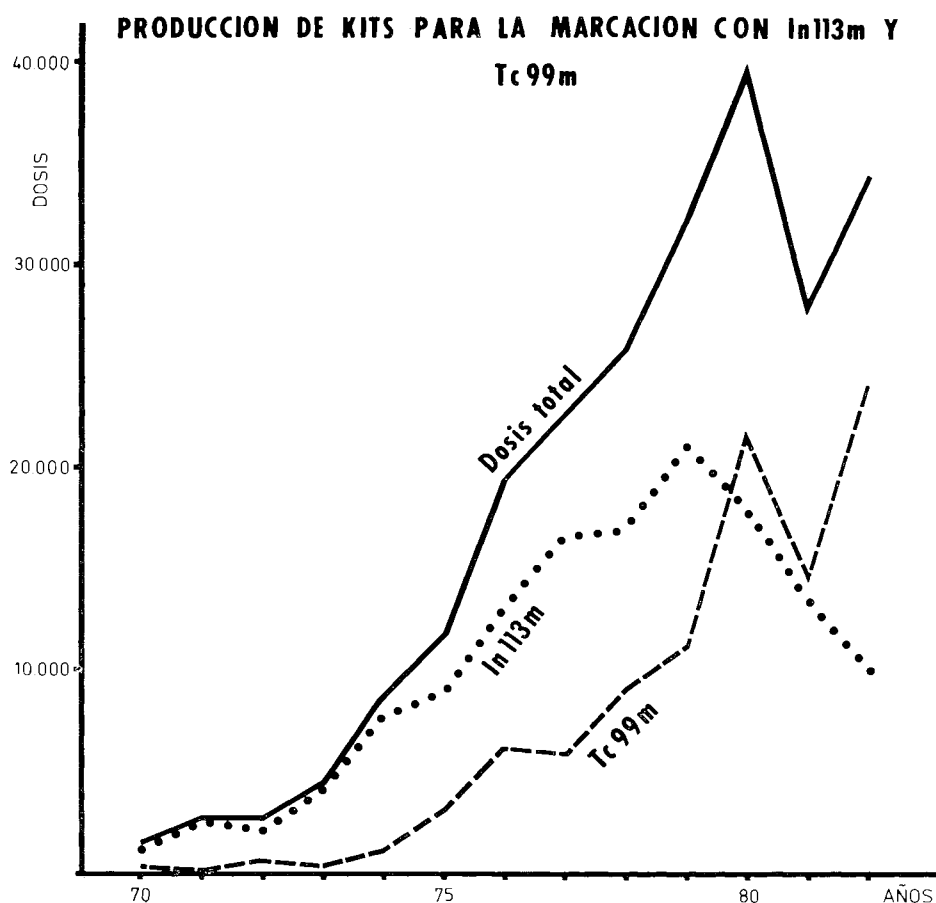


GRAFICO 1

## CONSUMO Y PRODUCCION DE MATERIAL RADIOACTIVO EN LA REPUBLICA ARGENTINA

(EXCLUYENDO FUENTES SELLADAS)

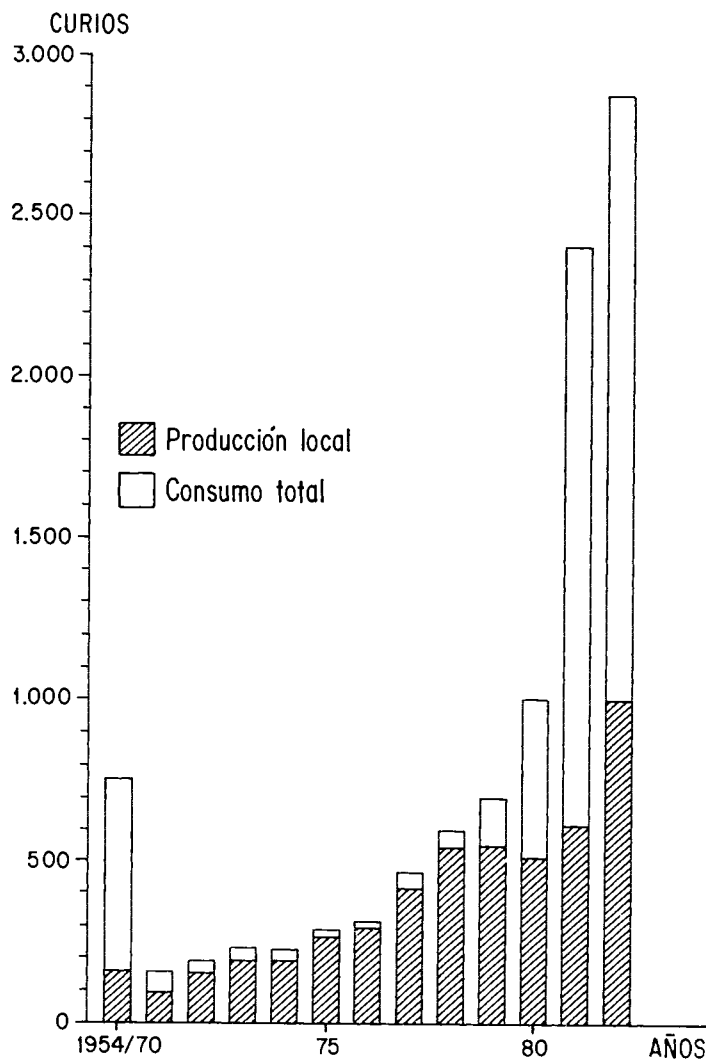


GRAFICO 2

lizarlo en las cámaras de centelleo gamma en medicina nuclear.

Continuó la marcación de hormonas con I-125 y la producción de algunos «kits» de tiroxina, y de la hormona de crecimiento HGH. Se están desarrollando algunos nuevos productos, y reemplazos técnicamente aconsejables.

Asimismo, se estudia un nuevo producto con destino a cardiología, con miras a reemplazar, aunque sea en parte, al Tl-201, que es producido por ciclotrón y que actualmente es importado directamente por los usuarios.

En el Laboratorio de Moléculas Marcadas se inició el estudio de nuevos radiofármacos del Tc-99m para ser utilizados en centellografía ósea. Se ha firmado un contrato con el OIEA

para el estudio de nuevos derivados del ácido inmunodiacético destinado al estudio de vías biliares.

El laboratorio continuó con la producción regular del diisopropil-IDA (DISIDA) y d'etil-IDA (EIDA) para su comercialización. Se finalizó el estudio comparativo en humanos, entre el DISIDA y el DA-5, previa marcación con Tc-99m, habiéndose obtenido resultados similares en su uso. A pedido, se prepararon algunos compuestos por moléculas marcadas con C-14, manteniéndose además el servicio de medición de moléculas marcadas con tritio y C-14. Se mantiene el asesoramiento en radiofarmacia, en alrededor de treinta (30) instituciones en el país y en el extranjero.

### Control de calidad de productos radiactivos

Todos los productos obtenidos en la Planta de Producción, así como también los juegos de reactivos elaborados y otros productos especiales, incluyendo los generadores de In-113m y de Tc-99m, fueron controlados de acuerdo a las reglamentaciones internacionales y locales vigentes. En este sentido se ha efectuado el control sobre 790 partidas y 7 000 pedidos. Se han preparado además diversas fuentes y soluciones radiactivas calibradas y sin calibrar, de acuerdo a pedidos de usuarios.

### Comercialización de materiales radiactivos

Como en años anteriores se ha cumplido con el abastecimiento de materiales radiactivos y servicios anexos, procediéndose a la importación de aquellos productos cuya demanda no podía ser cubierta con fabricación propia.

Como se puede apreciar en el Gráfico Nº 2, el consumo de materiales radiactivos se ha incrementado en un 21 % respecto al año anterior, llegándose a un total de 2 900 Ci.

Se efectuaron 15 000 envíos de material radiactivo a usuarios. La recaudación por la venta de estos productos ha alcanzado un valor equivalente a US\$ 5 000 000.

### Proyecto y obras

Se finalizó la obra destinada a complementar el sistema de captación, recirculación y filtrado de productos gaseosos radiactivos de las celdas químicas de alta actividad que se destinarán a la producción de Mo-99 a partir de productos de

fisión. Ello ha permitido iniciar el diseño y montaje de distintos equipos y dispositivos faltantes para completar el sistema del proceso en el interior de las celdas.

## APLICACIONES DE LOS RADIOISOTOPOS Y LAS RADIACIONES

### APLICACIONES BIOMEDICAS

Se han realizado diversos estudios relacionados con la bioquímica nuclear, las aplicaciones agropecuarias y la biomedicina. Entre los desarrollos efectuados cabe mencionar el cumplimiento de un plan de detección precoz del hipotiroidismo congénito, el desarrollo de estudios sobre fertilizantes y dinámica de suelos y tratamientos radiantes a pacientes portadores de patología tumoral.

Se continuaron realizando diversos trabajos de interés en el campo biomédico, que comprenden: el estudio de alteraciones biomédicas en tumores tiroideos; la aplicación de técnicas de radiorreceptores para la determinación de hormonas tiroideas; el estudio del metabolismo pancreático, y la determinación de adenocina monofosfato cíclica en tejidos tiroideos bovinos.

En el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas José de San Martín fueron habilitados cinco nuevos laboratorios de investigación y desarrollo, de acuerdo con los trabajos de remodelación iniciados en el ejercicio anterior, con el objeto de integrar geográficamente las instalaciones de este centro. Prosiguió el desarrollo de distintas técnicas modernas, utilizando las cámaras gamma instaladas, dando como resultado la terminación de diversos trabajos que han sido

MASA DE MERCURIO ANUALMENTE CONTROLADA  
CON TRAZADORES RADIOACTIVOS

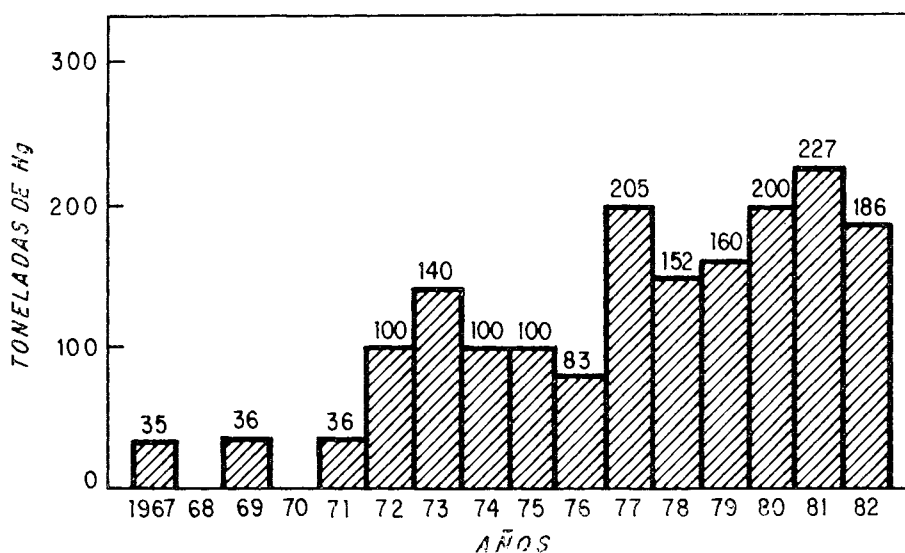


GRAFICO 3

presentados a congresos nacionales e internacionales. Así también, ha continuado el programa de formación de recursos humanos, a través del dictado de cursos para técnicos y especialistas en medicina nuclear y el entrenamiento de profesionales médicos provenientes de diferentes zonas del país y del exterior.

Se ha participado en las reuniones del Consejo Federal de Salud (COFESA) realizadas en Córdoba, Catamarca y Viedma para colaborar con el Ministerio de Salud Pública y Medio Ambiente en una acción conjunta para planificar las actividades de la medicina nuclear y la radioterapia. En la provincia del Chaco se ha colaborado para iniciar las actividades del Centro de Aplicaciones Biológicas Nucleares de esa provincia, a través de la participación en el Consejo Provincial de Aplicación de Radioisótopos.

En lo referente a las aplicaciones agropecuarias de los radioisótopos, se ha continuado con los estudios sobre fertilizantes nitrogenados y fosfatados en diferentes suelos del país. En colaboración con el INTA se está realizando una investigación, mediante trazadores radiactivos, sobre los efectos de la erosión eólica en ciertas zonas aisladas de suelos patagónicos, ubicadas en Río Mayo (Chubut).

Otros estudios se han llevado a cabo con el objeto de determinar la optimización del ciclo de reproducción en bovinos, utilizando las técnicas de radioinmunoanálisis.

### Aplicaciones tecnológicas

Se realizaron, como en otros años, balances de mercurio mediante el método de trazadores radiactivos en celdas electrolíticas destinadas a la producción de cloro y soda cáustica, en diversas fábricas del país. Se han efectuado determinaciones en un total de 175 celdas, equivalentes a una masa de 186 toneladas de mercurio. En el gráfico N° 3 se puede apreciar la continuidad y sostenida demanda de este tipo de servicios, controlándose por este método prácticamente la totalidad de las existencias de mercurio en procesos industriales.

Se continuaron también las tareas relacionadas con la prestación de servicios especializados sobre regímenes hidráulicos y parámetros hidrológicos afectados al circuito de operación de centrales nucleares, tales como la determinación de velocidades, temperatura y profundidad del canal de toma de agua de la CNA I.

### RADIOESTERILIZACION DE PRODUCTOS MEDICOS

PLANTA DE IRRADIACION C.A.E.

FUENTE 410 000 Ci Co 60

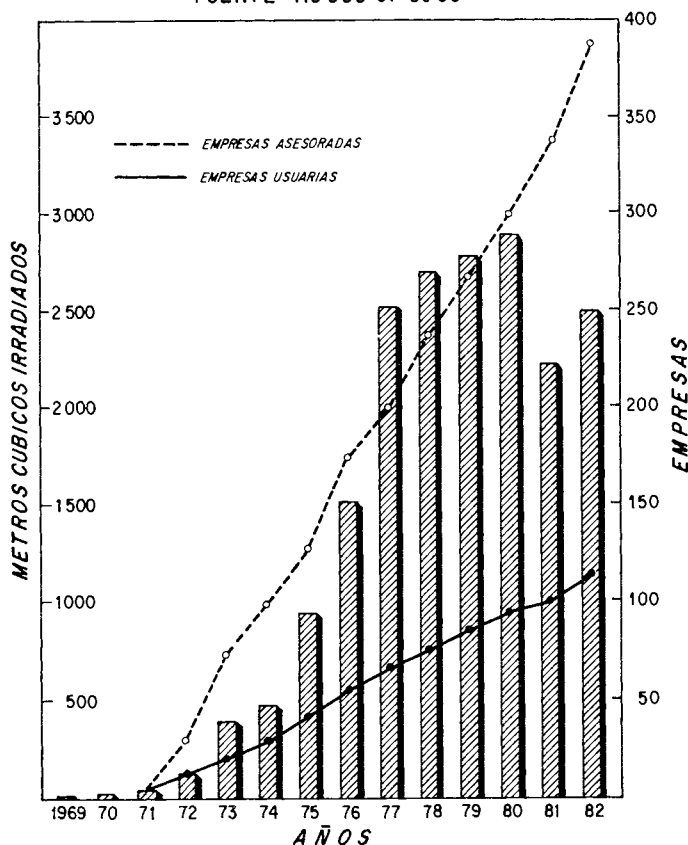


GRAFICO 4

En los laboratorios de análisis por activación se realizaron varias centenas de determinaciones analíticas, a fin de cumplimentar necesidades provenientes de otras instituciones o de esta Comisión Nacional. Así también se han realizado diversos estudios para la determinación de uranio y torio y estudios de equilibrio radiactivo en diversos minerales provenientes de yacimientos uraníferos del país.

Los desarrollos realizados en el campo de las aplicaciones de los radioisótopos a la tecnología comprendieron el prediseño de un sistema electrónico para la automatización parcial del sistema de fraccionamiento de muestras radiactivas de mercurio, la identificación de residuos radiactivos de la Planta de Producción de Radioisótopos y la determinación de secciones eficaces de reacciones nucleares sobre diversos blancos utilizados para la producción de radionucleidos.

El Laboratorio de Metrología Radioisotópica completó varios trabajos, entre ellos una ronda de verificación de activímetros (calibradores de actividad) en servicios de medicina nuclear, un desarrollo sobre «fantomas» de contraste variable para determinar la resolución de cámaras gamma y un estudio sobre la extensión de la técnica de calibración primaria de actividad absoluta por coincidencia gamma.

#### **Aplicación de las radiaciones**

Los servicios de la Planta de Irradiación alcanzaron un volumen aproximado de 2 500 m<sup>3</sup> de material radioesterilizado para uso biomédico, gráfico Nº 4.

Se han incorporado nuevas firmas al registro de usuarios y se han asesorado a varias empresas. Sobre los productos radioesterilizados se han efectuado 1 165 estudios de control de calidad biológica, 300 ensayos físico-químicos y 93 diagramas de difracción de rayos X, sobre polímeros irradiados.

Se ha realizado también un servicio de carga de fuentes radiactivas en un equipo de cobalto-terapia craneal y un servicio para determinar la calidad de grandes contenedores (6 toneladas) de fuentes de radiación.

En el campo de las aplicaciones de la radiación continuaron los estudios que comprenden: la aplicación de técnicas de conservación de alimentos, los efectos de la radiación sobre diversos plásticos de uso comercial y la investigación de un microorganismo resistente a la radiación.

#### **Dosimetría**

Continuaron los servicios de calibración de dosímetros para radioterapia e instrumentos de radioprotección. En este sentido se efectuaron encuestas de intercomparación de equipos de telegammaterapia y aceleradores lineales.

El Centro Regional de Referencia participó, además, de otra encuesta de intercomparación entre laboratorios de patrones secundarios en la red del Organismo Mundial de la Salud y el Organismo Internacional de Energía Atómica.

En el Laboratorio de Metrología del «Centro Regional de Referencia» se efectuaron 350 determinaciones dosimétricas para equipos de radioterapia y dosímetros de radioprotección.

# PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR

En su carácter de autoridad nacional competente en materia nuclear, la CNEA continuó ejerciendo las funciones relativas al licenciamiento y elaboración de normas de su competencia y complementariamente prosiguió con los programas de protección radiológica y seguridad nuclear, dirigidos a proteger a las personas y al medio ambiente contra los riesgos debidos a las actividades realizadas en el país. Las tareas, sustentadas por las investigaciones y desarrollos correspondientes, abarcan las áreas que se enumeran a continuación, junto con la descripción de la labor cumplida en cada una de ellas durante el año 1982.

## **Radioprotección**

Para el monitoreo rutinario en los alrededores de la CNA I, del CAE y del CAC, se analizaron alrededor de 800 muestras, efectuándose unas 3 000 determinaciones del contenido de distintos radionucleidos, principalmente H-3, Sr-90, Cs-137, Co-60, Ru-106, Te-123m y Te-127. En los muestreos realizados en las zonas de influencia de los complejos minero-fabriles de Sierra Pintada, Malargüe y Los Gigantes se tomaron alrededor de 600 muestras de agua y sedimentos para determinar el contenido de uranio natural y Ra-226. Para evaluar la contaminación ambiental debida al fallout proveniente de explosiones nucleares atmosféricas se analizaron 300 muestras, determinándose el contenido en Sr-90 y Cs-137. Los datos obtenidos permitieron realizar las evaluaciones radiosanitarias correspondientes y determinar las dosis equivalentes efectivas comprometidas en los grupos de población más expuestos a la contaminación ambiental. Al mismo tiempo se prestaron servicios de gestión de residuos radiactivos, que incluyeron la eliminación de 345 m<sup>3</sup> de líquidos de actividad intermedia, 250 fuentes y 150 tambores de 200 litros con residuos sólidos de baja actividad provenientes de la CNA I. Además, se procesaron 300 m<sup>3</sup> de residuos sólidos de baja actividad.

Se estudiaron las consecuencias radiológicas de accidentes nucleares hipotéticos de gran magnitud, con el fin de precisar los objetivos

de los planes para hacer frente a situaciones de emergencia. Para evaluar las eventuales consecuencias en función de la actividad liberada y de las condiciones meteorológicas, se elaboraron programas usables en microcomputadoras portátiles. También se prestó asesoramiento para la elaboración de planes de emergencia para el Laboratorio de Procesos Radioquímicos (LPR) y la CNE.

Dentro de las evaluaciones radiosanitarias se preparó un informe radiosanitario que cubre los últimos cinco años, en el cual se analizan las condiciones de trabajo en áreas controladas y supervisadas de la CNEA. Asimismo, se completó el ingreso a computadora de todos los registros dosimétricos del personal de la CNEA correspondientes al período 1967-1982. También se evaluó la dosis colectiva producida por cada operación de mantenimiento del circuito primario de la CNA I, desde su puesta en marcha hasta el presente. Además, se determinó la fracción de la dosis colectiva comprometida correspondiente a la CNA I atribuible a la capacitación de personal para futuras centrales nucleares. Se iniciaron estudios para evaluar el impacto radiológico debido al uso de radioisótopos y radiaciones con fines médicos y se realizó un análisis estadístico de la distribución de dosis en cada etapa del ciclo de combustible.

Por otro lado se ha continuado el desarrollo de equipos y sistemas de ingeniería directamente relacionados con la radioprotección. Entre éstos cabe destacar: a) el sistema de lectura y procesamiento automático de información dosimétrica de film-monitores, se complementó con un sistema de lectura y procesamiento automático de detectores por termoluminiscencia (TLD); b) se completó un sistema múltiple para conteo de bajas actividades de emisores alfa usando microprocesador y se realizaron modificaciones en sistemas de anticoincidencia de espectrómetros, para mejorar su límite de detección. Por otro lado, continuó la implementación de sistemas de instrumentación en base a modernas técnicas de lógica programable, prestándose particular énfasis a aquellos sistemas que requieren el control simultáneo de varios parámetros y la realización de cálculos numéricos en el procesa-

miento de la información. Durante este período se completaron el desarrollo y la construcción de un dispositivo para espectrometría de aerosoles en el rango submicrónico. Paralelamente se han realizado tareas de asesoramiento en lo referente al diseño optimizado de sistemas de radioprotección para la Planta de Producción de Radioisótopos de CAE, para el reactor RA-6 y para sectores de la CNEA, tales como L.P.R., Complejo Fabril Córdoba, Conuar, entre otros.

En el ámbito privado, se prestó asesoramiento y efectuaron cálculos de blindaje para instalaciones de telegammaterapia, aceleradores de partículas y fuentes de braquiterapia.

El monitoreo personal de la dosis recibida por los trabajadores, tanto por irradiación externa como por contaminación interna, se efectuó mediante film-monitores y dosímetros termoluminiscentes, análisis de excretas, mediciones externas localizadas y mediciones en el contador de cuerpo entero. Durante el año se procesaron 11 000 dosímetros de emulsión fotográfica, 26 000 dosímetros termoluminiscentes y aproximadamente 5 800 muestras biológicas de distintos tipos. En las muestras biológicas se efectuaron 12 500 análisis de uranio natural y uranio enriquecido, P-12, etc.; paralelamente se realizaron 1 200 determinaciones de emisores gamma por medición del cuerpo entero del personal rutinariamente controlado y 2 100 mediciones de I-131 en tiroides del personal afectado a la producción de radioisótopos. Adicionalmente, se procesaron 26 000 film-dosímetros y 450 placas nucleares provenientes de instituciones y usuarios particulares y 1 600 dosímetros T.L.D. usados para el monitoreo ambiental de los alrededores de instalaciones nucleares (CNA, CAB, CAE, CNE). También se trabajó en la modernización de métodos y técnicas, tendiéndose a la sistematización y la automatización de procesamiento; por ejemplo, se modernizó el sistema de dosímetros T.L.D. y el de dosimetría, incorporando el método de determinación de trazas. Se completó la calibración del sistema de detectores Phoswich para la medición de la carga pulmonar de Pu-239 y Am-241 y se estudió la detección de emisores alfa por centelleo gaseoso para estimar en forma rápida la concentración de emisores alfa en soplido nasal.

Se efectuaron tareas de desarrollo para mejorar las estimaciones de dosis en eventuales sobreexposiciones accidentales por irradiación externa y continuó el estudio del tratamiento de contaminaciones radiactivas sistemáticas. A tal fin continuó la calibración de un dosímetro biológico por análisis cromosómico para campos mixtos de radiación. En experimentos con animales y usando aerosoles de Ce-144 por vía inhalatoria, se comprobó la eficacia de un método de descontaminación con dos dosis de DTPA-Ca: una, suministrada inmediatamente después de la incorporación, y la otra al cabo

de 72 horas. También se colaboró con la Dirección Nacional de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud Pública y Medio Ambiente en la asistencia de varios casos de sobreexposición accidental con rayos X. Paralelamente se han realizado gestiones y está próximo a firmarse un convenio, para la creación de un sistema de atención médica hospitalaria, con el Ministerio de Salud Pública y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, para la atención de accidentados radiológicos.

## **EVALUACION DE SEGURIDAD NUCLEAR**

Se efectuaron diversas evaluaciones relacionadas con la seguridad nuclear, dando énfasis al análisis de los informes de seguridad de los grandes proyectos del Plan Nuclear. Se dedicó un gran esfuerzo a las evaluaciones correspondientes a la Central Nuclear Embalse y en especial: a) a la revisión completa del informe de seguridad, proponiéndose requerimientos respecto a información considerada incompleta o faltante; b) al análisis de la capacidad de los sistemas de parada y de la indisponibilidad del sector sísmicamente calificado del sistema de alimentación eléctrica esencial; c) a la validación de análisis de indisponibilidad de los sistemas de extinción del reactor y a un estudio de los parámetros de disparo previstos para la actuación de los sistemas de seguridad; d) a obtener resultados sobre la evolución de parámetros termohidráulicos del reactor en caso de accidentes con pérdida de refrigerante y, e) en cooperación con la Superintendencia de Bomberos de la Policía Federal Argentina, se efectuó un estudio sobre el riesgo para la seguridad de eventos externos imputables al hombre. Asimismo se continuaron estudios ecológicos en la zona de emplazamiento del reactor, en especial en el lago, en la cuenca y en la zona aledaña, con la colaboración de las Universidades Nacionales de Córdoba y de Río Cuarto y del Instituto de Limnología de La Plata.

Continuó el seguimiento de la operación de la CNA I, en aspectos relacionados con la seguridad. En particular, se evaluó y calculó la seguridad del sistema de parada de emergencia y la indisponibilidad a la demanda del mismo. Además, se validaron estudios producidos por la central sobre fallas en la cañería de inyección del sistema y en la refrigeración del núcleo en caso de indisponibilidad de la casa de bombas.

Continuaron las evaluaciones referidas al proyecto Atucha II y, en particular: a) las respuestas producidas por la entidad responsable sobre pedidos de información, recomendaciones y requerimientos sobre varios capítulos del Informe Preliminar de Seguridad; b)

efectuándose nuevos análisis y pedidos de información adicionales sobre el capítulo 4, «Reactor» y, c) se evaluó el informe sobre confiabilidad de las redes eléctricas externas a la central.

Por otra parte, se analizaron y formularon comentarios sobre el Informe Final de Seguridad del Reactor RA-6 y de algunas partes del Informe Preliminar del Laboratorio de Procesos Radioquímicos del CAE. También prosiguió la actualización de información sobre los emplazamientos de instalaciones nucleares, en particular con la aplicación de nuevas metodologías para la evaluación del riesgo de tornados, llevando a cabo la operación de instalaciones micrometeorológicas y con la actualización de la información sobre la población local.

En lo que respecta a seguridad por criticidad, efectuóse el análisis del estudio de almacenamiento de elementos combustibles del RA-3 y RA-6 y la necesidad de uso de detectores y alarmas para el proyecto LPR. Asimismo, prosiguen los estudios sobre códigos de cálculo.

#### **ELIMINACION DE RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD**

Continuaron los estudios de factibilidad para la construcción de un repositorio para residuos radiactivos de alta actividad, analizándose problemas de disipación térmica en una formación granítica y se trabajó en corrosión de materiales previstos como barreras en el repositorio. También se efectuaron algunos ensayos en frío sobre la inclusión de mezclas de óxidos en vidrios de borosilicato.

A través de un convenio con la Universidad Nacional de San Juan también se llevaron a cabo estudios en la zona de Gastre, Provincia del Chubut. Estos incluyeron tareas de comprobación de los estudios preliminares referidos al intrusivo. También se efectuaron diversos estudios del intrusivo y de su área de influencia. Entre ellos, se analizaron los recursos mineros potenciales de la zona.

Además, finalizó la fotointerpretación geológica regional y se efectuó un estudio geológico y petrográfico de la Sierra del Medio, con un análisis de la geomorfología y la neotectónica y se terminaron los estudios geofísicos necesarios. Adicionalmente, se realizaron 10 perforaciones de profundidad intermedia, llegándose a una profundidad máxima de 300 metros, para evaluar las características del sitio.

#### **INSPECCION, FISCALIZACION Y CONTROL**

En cumplimiento de lo establecido por el Decreto Nº 842/58, se continuó con la fiscalización de los usuarios externos de material ra-

diactivo y de radiaciones ionizantes, alrededor de 3 000, distribuidos en todo el país. También se continuó con la inspección periódica de las instalaciones nucleares con que cuenta el país.

Se realizaron también inspecciones rutinarias en instalaciones nucleares y radiactivas autorizadas, llevándose a cabo unas 300 inspecciones a diversas instalaciones de la CNEA y 760 inspecciones a usuarios externos de material radiactivo, de las cuales 606 fueron rutinarias, 95 de habilitación, 12 de supervisión de trasvases de fuentes radiactivas en unidades de telecobaltoterapia o gammagrafía, 40 de asesoramiento técnico y 7 de intervención en situaciones anormales.

Además, se dio cumplimiento a los compromisos asumidos respecto al control de material fisio-nable especial, realizando 59 inspecciones en áreas de la CNEA. Paralelamente, se mantuvieron actualizados los inventarios, registros operacionales, balances contables e informes operativos correspondientes y se participó en las inspecciones que el Organismo Internacional de Energía Atómica efectuó en las instalaciones del país que se encuentran bajo salvaguardias. Se continuó con los estudios de reglamentación y de prácticas operativas para ser aplicados en áreas bajo salvaguardias.

Se mantuvo actualizado el registro de licencias y autorizaciones específicas de acuerdo a la Resolución Nº 1 054/76, y prácticamente se completó la mecanización de los archivos de todos los usuarios externos de material radiactivo y de los centros externos, mediante un programa por computadora.

#### **LICENCIAMIENTO Y NORMAS**

El Consejo Asesor para el Licenciamiento de Instalaciones Nucleares (CALIN) continuó desarrollando su actividad normativa tendiente a fijar criterios nacionales en materia de protección radiológica y seguridad nuclear. Se elaboraron las normas : «Limitación de efluentes radiactivos de Instalaciones Radiactivas Relevantes» y «Autorizaciones Específicas del personal de Instalaciones Relevantes».

También se determinaron los requerimientos para el otorgamiento de las licencias definitivas de operación de la CNA I, el reactor RA-3 y el Laboratorio Alfa. Además se emitió la primera licencia provisoria de operación para el reactor RA-6 y se prorrogó la licencia del Laboratorio de Uranio Enriquecido. Además se mantuvieron numerosos contactos con los responsables de la CNE y la CNA II para efectuar requerimientos, recomendaciones o pedidos de información vinculados con los procesos de licenciamiento y construcción de esas instalaciones.

Por último, durante el año que acaba de finalizar, se otorgaron 50 licencias y 54 autorizacio-

nes específicas para el personal de diversas instalaciones licenciadas.

A su vez, el Comité Asesor de Aplicaciones de Radioisótopos (CAAR), continuó asesorando en temas específicos relacionados con la producción, la comercialización, el uso, la tenencia y la aplicación de material radiactivo, radiaciones ionizantes y subproductos de instalaciones nucleares, de acuerdo a la legislación vigente. Como consecuencia de ello se otorgaron 664 nuevos

permisos para el uso de radioisótopos y radiaciones. También el CAAR continuó prestando asesoramiento sobre la interpretación del «Reglamento para el uso de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes», sobre modificaciones o proyectos de modificaciones de normas, reglamentos, recomendaciones y códigos de práctica, para el otorgamiento de permisos y sobre la eventual aplicación de sanciones, en caso de infracción al Reglamento.

# INVESTIGACION Y DESARROLLO

## FISICA

### PROYECTO TANDAR

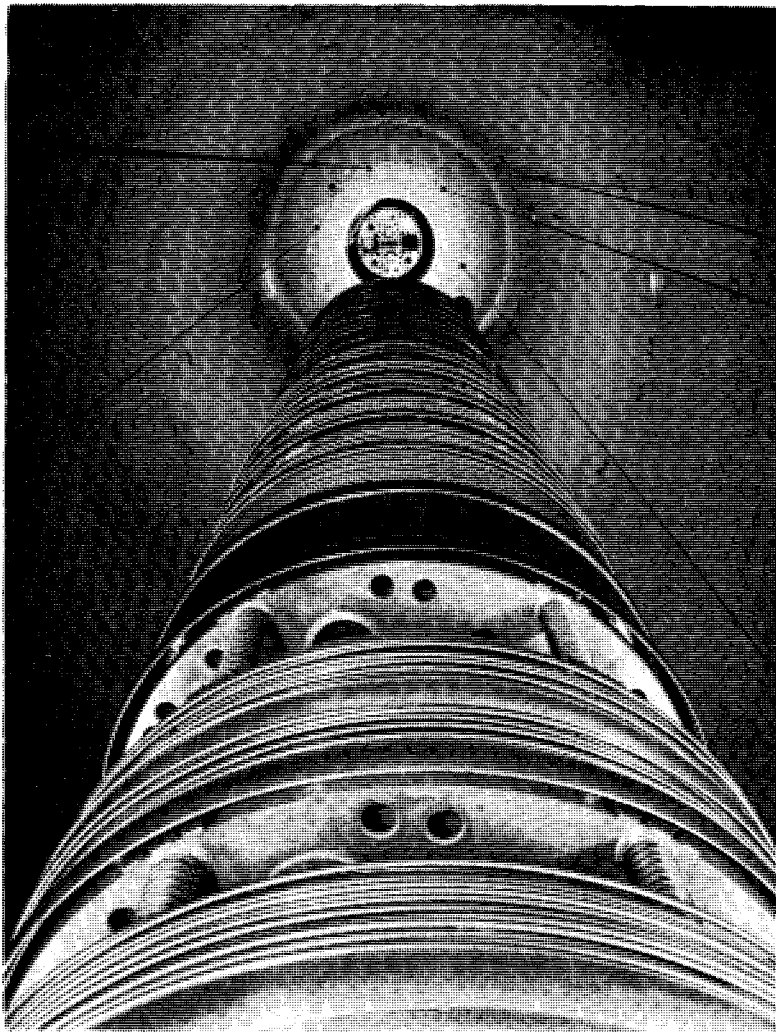
El proyecto de mayor envergadura que ha encarado el país en el campo de la física nuclear lo constituye el proyecto Tandar. La entrada en funcionamiento de este acelerador electrostático de iones de 20 MV está proyectada para el año 1984.

La obra civil y electromecánica pudieron ser completadas, salvo detalles de terminación; en

cambio, las tareas de montaje realizadas bajo la supervisión del proveedor extranjero tuvieron que ser demoradas por razones presupuestarias.

Se intensificaron los esfuerzos tendientes al equipamiento de las líneas experimentales planeadas. En muchos casos se replantearon los proyectos originales a fin de hacer factible la participación de industrias locales en la producción de los elementos requeridos a fin de reducir a un mínimo los equipos importados.

Avanzó en forma sostenida la puesta a punto del sistema de control del acelerador, el desarro-



Vista de la columna aceleradora  
(Montaje dentro del tanque de presión).

llo de «software» para el sistema de adquisición de datos y los desarrollos electrónicos para las interfases entre las estaciones de toma de datos y el sistema de adquisición.

### FISICA NUCLEAR EXPERIMENTAL

Durante el año se vio incrementada la participación del personal de la División Física Nuclear Experimental en las tareas vinculadas al Proyecto TANDAR, lo cual no impidió que las actividades de investigación básica experimental se mantuvieran a un ritmo sostenido.

En el laboratorio del sincrociclotrón se finalizaron los trabajos referentes al  $^{75,79}\text{Kr}$ ,  $^{94}\text{Te}$ ,  $^{98}\text{Rh}$ ,  $^{98}\text{Pd}$  y  $^{72}\text{Br}$ , dando lugar en todos los casos a publicaciones en revistas internacionales de la especialidad. Se realiza en la actualidad el estudio de las reacciones  $^{187}\text{Re}(\alpha,3n)$   $^{188}\text{Ir}$  y  $^{187}\text{Re}(\alpha,5n)$   $^{186}\text{Ir}$  y se ha medido una nueva vida media en el orden de los pico segundos existentes en el núcleo  $^{75}\text{Kr}$ . Continuó el estudio de las reacciones de pre-equilibrio extendiéndolo a las mediciones efectuadas con protones polarizados. Sobre este tema se completó una tesis doctoral.

Continuaron asimismo los trabajos sobre estados de alto momento angular en colaboración con el Brookhaven National Laboratory, EE.UU., estructurándose el  $^{100}\text{Rh}$  y su isómero de 4,5 min. La colaboración con el Instituto Laue-Langevin de Grenoble, Francia, permitió obtener resultados sobre el experimento referente a estados de 2 fonones octupolares del  $^{208}\text{Pb}$ .

En el Laboratorio del Proyecto IALE (estudio de isótopos alejados de la línea de estabilidad) se ha efectuado el estudio experimental de los núcleos de masas 133 Sn y Sb mediante la obtención de sus espectros de energía y de coincidencias gamma-gamma.

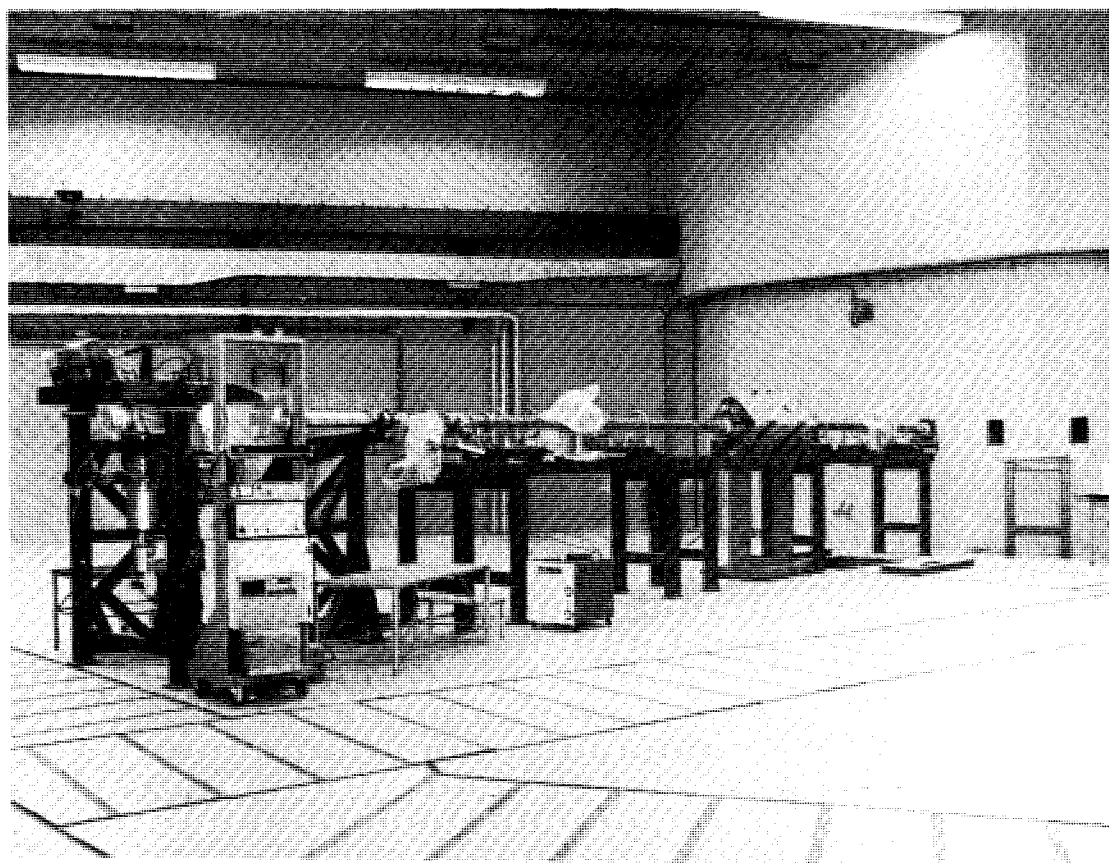
En diciembre comenzó el desarme del Acelerador Cockcroft-Walton utilizado en dicho proyecto como fuente de neutrones para estudios nucleares con que contará la CNEA. Al mismo tiempo se preparó el traslado del separador electromagnético de isótopos de dicho laboratorio para ser instalado en el Proyecto Tandar. Cabe recordar que el Cockcroft-Walton fue el primer acelerador de partículas de la Institución y había cumplido 28 años de existencia.

### FISICA DE NEUTRONES Y REACTORES

Con relación al tema espectros térmicos en sistemas fuertemente heterogéneos finalizaron los estudios en la geometría barra Zr-IV inmersa en  $\text{D}_2\text{O}$ , y se publicaron sus resultados. Continuó el estudio del sistema Zr-IV inmerso en  $\text{H}_2\text{O}$ , realizándose distintos cálculos uni y bidimensionales. Finalizó el procesamiento de datos experimentales del  $\text{Zr-IV} + \text{H}_2\text{O} + \text{U}_2\text{O}$ . Se completó un modelo de termalización en  $\text{D}_2\text{O}$  en el esquema de dinámica pesada.

En el esquema de probabilidades de colisión se desarrolló un método generalizado de tratamiento de efectos de albedo multigrupo así como también un método perturbativo para el cálculo de flujos de respuesta. Ambos resultados serán

Vista parcial del área experimental del Tandar. Se observa una de las salidas del haz que es guiado por imanes montados a lo largo del tubo hasta la cámara de reacción.



publicados. Se obtuvieron correcciones al coeficiente de difusión debido a efectos de absorción fuerte, trabajando en un esquema microscópico (random-walk).

Quedó completado el montaje del nuevo espectrómetro de neutrones, destinado a experimentos de dispersión utilizando técnicas de tiempo de vuelo. Se terminó el estudio sobre la forma de picos de Bragg, en experimentos de dispersión sobre sólidos policristalinos cuando se emplean técnicas de tiempo de vuelo. Se iniciaron estudios teóricos para determinar la contribución al espectro de la componente coherente inelástica. Finalizó el estudio experimental de la sección eficaz de dispersión del vanadio. Se iniciaron cálculos teóricos tendientes a la formulación de un modelo analítico simplificado para representar la dispersión de neutrones en gases moleculares.

## FISICA NUCLEAR TEORICA

La teoría cuántica de rotaciones, en el límite de bajos momentos angulares, ha sido aplicada a la descripción del  $^{24}\text{Mg}$  y a la interacción de apareamiento en muchas capas. Se continuaron asimismo los desarrollos teóricos para el caso de altos momentos angulares.

El espectro del  $^{168}\text{Er}$  y de otros isótopos de las tierras raras fue analizado con un modelo de cuartetos de dos neutrones y dos protones que interactúan por medio de un hamiltoniano fenomenológico como el utilizado en un modelo de bosones en interacción. Se estudió el efecto de «clustering» analizando energías de ligadura experimentales para definir modos elementales de excitación que contengan más de un par de nucleones. La evidencia indica que cuartetos de nucleones semejantes a una partícula  $\alpha$  son modos estables en toda la tabla periódica.

Se estudiaron los efectos del principio de Pauli en reacciones entre núcleos compuestos en un espacio de fases clásico, se continuó con el análisis de la influencia de procesos en una y dos etapas en la región de pre-equilibrio particulizado en el caso de reacciones (p, d) sobre Fe y Sn y se desarrolló el formalismo para el análisis de la reacción ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{14}\text{O}$ ), estudiando en detalle las distintas aproximaciones utilizadas.

## COLISIONES ATOMICAS

En el CAB se realizan las experiencias de emisión de electrones al continuo usando haces de  $\text{H}^+$  y  $\text{H}^0$  con blancos de He, efectuándose mediciones de la distribución en energía y ángulo de emisión y comparándose con teorías existentes. Se estudiaron efectos moleculares en la captura de electrones al continuo usando iones moleculares de  $\text{H}_2^+$  incidentes sobre láminas de carbono, y analizando los espectros de electrones producidos por los fragmentos ( $\text{H}^+$ ) de disocia-

ción. Se midieron distribuciones angulares de iones atómicos y moleculares de hidrógeno luego de atravesar láminas delgadas sólidas y se obtuvieron espectros de energía de iones de hidrógeno y de helio en función del ángulo de desviación. Se estudió la dependencia del poder de frenamiento con el ángulo y se desarrolló un formalismo teórico para deducir la dependencia de la pérdida de energía con el parámetro de impacto. Se realizó el estudio de la emisión de electrones Auger de metales livianos bajo impacto iónico y electrónico y la influencia de la adsorción de oxígeno, así también el rol de las colisiones elásticas e inelásticas en la reflexión y emisión de electrones. Se midieron espectros en ángulo y energía para la autoionización del neón en superficies de Mg, Al y Si y se realizó una simulación por computadora para analizar los resultados. Se estudió la emisión Auger del Be al ser bombardeado por iones pesados. La correlación entre la emisión de iones secundarios y el contenido de oxígeno y tipo de enlace químico del material fue analizado. Se efectuaron modificaciones en el acelerador Kevatrón a fin de mejorar su eficiencia y tensión máxima de trabajo. Se efectuaron estudios teóricos de la pérdida electrónica simple y doble de iones  $\text{H}^+$  en blancos gaseosos y se completó el cálculo de frenamiento de iones canalizados en monocristales. Se realiza un estudio de factores de traslación en colisiones a bajas energías para los sistemas  $\text{H}^+ + \text{H}$  y  $\text{H}^+ + \text{H}^-$ . Se completó un estudio de la transferencia de electrones al continuo para el caso de iones moleculares  $\text{H}_2^+$ , un trabajo sobre frenamiento de iones en plasmas diluidos con formalismos clásicos y cuánticos, y se continuó el estudio de plasmas densos en condiciones de degeneración parcial. Continuaron las tareas sobre utilización pasiva de la energía solar y mediciones de radiación solar incidente en Bariloche.

## BAJAS TEMPERATURAS

Se continuaron en el CAB los trabajos de investigación en la línea de sistemas metálicos amorfos  $\text{La}_{70}\text{Cu}_{30}\text{Zr}_{70}\text{Cu}_{30}$  resultados sobre la influencia del tratamiento térmico por debajo de la temperatura de cristalización, en la conductividad térmica, resistividad eléctrica, longitud de penetración y campos críticos de estos materiales. Se reinició la línea de estudios de transferencia de calor en la interfase entre dos materiales (Resistencia Kapitza), demostrándose experimentalmente que el flujo de calor a través de la superconductividad de superficie no modifica el parámetro de orden de la superconductividad. Los estudios para determinar el parámetro de red con Rayos X en compuestos pseudo ternarios  $(\text{Ce}_{1-x}\text{La}_x)\text{Ni}_2$  y  $(\text{Ce}_{1-x}\text{La}_x)\text{Ni}_5$  con Rayos X fueron continuados. Se midió el calor específico del sistema  $(\text{Ce}_{1-x}\text{La}_x)\text{Ni}_2$  para distintos valores de x. Se encontró consistencia

entre los resultados en función de la variación de concentración. El magnetómetro de Faraday que se construye en colaboración con la División Resonancia Magnética ha sido montado y probado a temperatura ambiente. La sección Criogenios del CAB instaló y puso en marcha un nuevo liquefactor de Helio 4 y prestó asesoramiento técnico a los laboratorios de Bajas Temperaturas de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNBA y del INTI.

### RESONANCIA MAGNETICA

Los grupos experimentales y teóricos vinculados al campo de las resonancias magnéticas realizaron investigaciones sobre diversos temas que se citan brevemente: aleaciones magnéticas tipo vidrio de spin en colaboración con la Universidad de California, USA; anisotropía magnética en aleaciones Ag Mn (TR) para determinar el efecto de impurezas magnéticas de tierras raras; susceptibilidad magnética de complejos metal-aminoácidos mediante mediciones de susceptibilidad magnética en complejos de Cu-DMA (en colaboración con el IVIC, Venezuela) y efectos de deformación de cristales conteniendo impurezas de tierras raras, habiéndose medido dicho efecto mediante espectroscopia epr en el caso Yb trivalente en fluoritas.

Con relación a la construcción del magnetómetro de Faraday a operar en el rango de 0,5 a 300 K, se realizaron calibraciones de campo magnético y gradiente mediante técnicas de MNR y se efectuaron mediciones preliminares en KNiF<sub>3</sub> en el rango 200 - 300 K.

### FISICA DEL ESTADO SOLIDO EXPERIMENTAL

Se prosiguieron los trabajos de investigación, tanto teóricos como experimentales relativos a temas de física de estado sólido con énfasis en el mejor conocimiento de las relaciones de las propiedades físicas y la estructura de los sólidos cristalinos. Se cumplieron además tareas de colaboración y servicios con otras instituciones (CITEFA, Facultad de Ciencias de La Plata, Facultad de Ciencias de la Universidad de Córdoba, CEMIC).

El grupo de síntesis de materiales obtuvo los primeros resultados de crecimiento de cristales de uranilo y diversos cationes alcalinos y alcalino-térreos utilizando el método de crecimiento en gel, habiéndose terminado la caracterización de los cristales de uranilo e hidrógeno. Comenzaron los ensayos, utilizando el mismo método, de crecimiento de cristales orgánicos que contienen uranio. Se sintetizaron, utilizando métodos convencionales de fusión y solución de diversos compuestos de plomo y de hierro.

Utilizando los cristales crecidos en gel y ya caracterizados por microscopía electrónica de

barrido, se iniciaron los estudios de modificación de propiedades físicas por irradiación con partículas alfa y el estudio de las dos transiciones de fase previamente observadas utilizando técnicas de difracción de rayos X a distintas temperaturas. Dentro de este mismo campo, el grupo de propiedades físicas ha puesto a punto las técnicas de medición de constante dieléctrica y conductividad, a distintas temperaturas en monocristales, habiéndose comprobado la presencia de anomalías en el comportamiento de los cristales de arseniato de uranilo e hidrógeno crecidos por el método de gel, y el carácter semiconductor del vanadato de plomo cuyas transiciones de fase ferroicas están siendo estudiadas actualmente por diferentes grupos de la División.

El grupo de microscopía electrónica ha puesto en evidencia la existencia de dominios ferroeléctricos en el arseniato de uranilo e hidrógeno a baja temperatura.

El grupo de espectroscopía Mossbauer finalizó una parte de sus estudios de corrosión en materiales refractarios, habiéndose enviado para su publicación los resultados obtenidos, estando en vías de finalización otra parte de este trabajo. Se inició el estudio de fluoruros de hierro y amonio y de las transiciones de fase observadas.

El grupo de espectroscopía vibracional ha iniciado los trabajos correspondientes para la obtención de espectros Raman de sistemas de gases nobles impurificados con metales y con otros gases nobles, así como el desarrollo de un método teórico para el estudio de tales sistemas desordenados. Se obtuvieron espectros Raman polarizados de BR<sub>2</sub>, iniciándose los cálculos de estructuras y propiedades vibracionales correspondientes. Asimismo se determinaron potenciales de interacción anisotrópica átomo-átomo en el cristal CS<sub>2</sub>.

En cuanto a la actividad de los grupos teóricos se realizó el estudio de la densidad de estados vibracionales en los sistemas Xe<sub>1-x</sub>Cs<sub>x</sub> y Xe<sub>1-x</sub>Kr<sub>x</sub> para x menor o igual a 0,05; en colaboración con el Dr. L. Blum de la Universidad de Puerto Rico, se analizó la equivalencia de las ecuaciones integrales de la teoría estadística de líquidos en el problema de la interfase electrodo-electrolito, comenzándose a desarrollar el correspondiente programa de cálculo. Se continuó con el estudio de la interacción de iones halógenos con las superficies (100) y (111) de la plata y de las transiciones orden-desorden en redes de multipolos puntuales; se trabajó en el desarrollo de un modelo con dos interacciones magnéticas: una de dos cuerpos y una de cuatro cuerpos, semejante al modelo de Ashkin-Teller. En esta primera etapa se estudiaron los aspectos más globales (calor específico, magnetización, etc.) así como la aparición de dominios y paredes.

## FISICA DEL ESTADO SOLIDO TEORICA

Se desarrolló un modelo de intercambio doble que permite interpretar las propiedades magnéticas de ferritas y su conexión con las de transporte. El modelo periódico de fluctuaciones de valencia fue extendido a las fases paramagnéticas de  $\text{SeTm}$ . Se encontró una explicación basada en un mecanismo de Jahn-Teller cooperativo, para la existencia de brechas de energía en  $\text{SmS}$ . Mediante el uso de desigualdades matemáticas se logró demostrar la imposibilidad de ordenamiento magnético en redes de Kondo y de Anderson en una y dos dimensiones. Usando la teoría de Gennes-Alexander de superconductores inhomogéneos se han estudiado diversas estructuras periódicas perfectas y con defectos. Se estudia la conexión de algunas de estas estructuras con la teoría de solitones. Entre otros desarrollos realizados se puede mencionar: un método para simulación numérica de sistemas fermiónicos; cálculos de grupo de renormalización para sistemas con fermiones, aplicación de técnicas de grupo de renormalización, desarrollo de acoplamiento fuerte y de Monte Carlo para el modelo de Liouville; estrecho de vórtices del modelo  $Z(N)$  en 2 dimensiones; estudio de la relación entre la ecuación de Langevin y la teoría de campos y aplicación de métodos variacionales a modelos de «spín» y de «gauge» sobre el retículo. Finalmente se han especificado las relaciones entre las condiciones de medida y de teorema de Singer.

## QUIMICA

### QUIMICA DE REACTORES

Continuaron los trabajos de investigación en el área de química de reactores y química del agua.

En el estudio de las interfases óxido-agua, se determinaron las cargas superficiales de goetita y magnetita en presencia de distintas sustancias que presentan adsorción específica, analizándose la termodinámica del proceso de adsorción. Se continuó con la síntesis de ferritas de níquel monodispersas y en el avance del conocimiento del mecanismo de disolución de óxidos de hierro en presencia de distintos agentes complejantes, lo que ha dado lugar al desarrollo y patentamiento de un nuevo método de descontaminación química de metales estructurales (DQR-Z-102) que ofrece ventajas respecto a los utilizados hasta ahora. También avanzó el uso de métodos electroquímicos para descontaminar componentes.

Continuó el estudio de complejos metálicos de  $\text{Fe (II)}$  con donores nitrogenados, de interés para el control químico de centrales nucleares. Se inició el estudio de la reacción de hidracina con oxígeno catalizada por iones metálicos.

Prosiguió el programa de estudio de transformaciones hidrotérmicas de óxido de hierro. Finalizó la primera etapa de un estudio de las características morfológicas, estructurales y químicas de los productos de corrosión del circuito secundario de la CNA I.

Comenzó el estudio termodinámico del sistema nitrógeno-agua con una celda de volumen constante. Los estudios fisicoquímicos de soluciones acuosas a altas temperaturas han continuado, como también el desarrollo de celdas para determinar la conductividad de electrolitos alcalinos a altas temperaturas. Estas son de zircaloy modificado, empleándose un método de pulso para determinar la resistencia electrolítica. Inicióse la aplicación de métodos de cálculo de propiedades termodinámicas en un amplio rango de temperatura para soluciones de electrolitos, de interés para el ciclo vapor-agua, así como el estudio electroquímico de la disolución de hierro y de níquel en medio alcalino. Se ha completado el estudio de la descomposición hidrotérmica de resinas de intercambio iónico y comenzado el estudio de equilibrios de intercambio aniónico para la química de los circuitos primarios de reactores presurizados.

En el tema de filtración en caliente progresó el estudio tanto de la técnica por lecho profundo de grafito cuanto en la magnética. Se evaluó el efecto del tamaño de partícula sobre la eficiencia de retención para ambos tipos de filtración y, en particular para la magnética, la eficiencia de retención por filtros magnéticos de los sólidos provenientes de las purgas de los generadores de vapor de la CNA I.

Continuó el estudio de la radiólisis de ligandos orgánicos utilizados en procesos de descontaminación y comenzó el estudio comparativo de la radiólisis de soluciones de nitratos de sodio, calcio y gadolinio.

## RADIOQUIMICA

### DETERMINACIONES EXPERIMENTALES

Continuaron las tareas de obtención de datos radioquímicos y de química nuclear (secciones eficaces, funciones de excitación, rendimiento de blancos gruesos y relaciones de formación de isómeros), los que están destinados a favorecer un mejor conocimiento de los mecanismos de las reacciones nucleares, mediante la verificación o no de las teorías y modelos tendientes a su interpretación, así como a proveer información imprescindible para la industria nuclear.

En el período considerado, se investigaron reacciones inducidas por partículas alfa de hasta 55 MeV, aceleradas en el sincrociclotrón, sobre blancos de niobio, cobre, paladio, hafnio, plomo, vanadio y oro.

Se estudiaron las relaciones isoméricas para los pares  $^{52m}\text{Mn}/^{52g}\text{Mn}$ ,  $^{111m}\text{In}/^{111g}\text{In}$  y  $^{112m}\text{In}/^{112g}\text{In}$ .

Las funciones de excitación y las relaciones isométricas fueron comparadas con valores calculados mediante modelos teóricos, a fin de obtener parámetros de interés.

Además continuaron las tareas de compilación sistematizada de los datos obtenidos para las reacciones ( $\alpha$ , xn) y comenzaron las relativas a las reacciones ( $\alpha$ ,  $\alpha$ xn), en un intento para establecer características comunes y diferenciales de las mismas.

## DESARROLLO DE PROCESOS RADIOQUIMICOS

Continúan los trabajos tendientes al desarrollo de un método para detección en vuelo de fragmentos de fisión, a fin de obtener parámetros de la formación de isómeros de fisión y su aplicación al estudio de la barrera de potencial de fisión de los núcleos.

Se han obtenido los primeros resultados experimentales en el estudio de la cinética de intercambio isotópico entre algunos elementos y sus complejos con el ácido nitrilotriacético (NTA).

## APLICACIONES RADIOQUIMICAS

En esta área concluyeron los trabajos de determinación experimental de prolina e hidroxiprolina en harinas.

Continuó el desarrollo de una teoría que explique el comportamiento experimental de los detectores de estado sólido por trazas en la fluximetría de partículas cargadas.

También prosiguieron las tareas de desarrollo de un método para espectrometría y fluximetría de neutrones mediante multidetectores de umbral.

## BIOLOGIA

El Departamento de Radiobiología tiene por función realizar investigaciones sobre el daño biológico inducido por exposición de sujetos experimentales a radiaciones y compuestos derivados de uranio.

Al tradicional empleo de rayos X como fuente de irradiación, se incorporó luego el uso de radiaciones no ionizantes (ultravioleta) y posteriormente se iniciaron experiencias con el empleo de derivados de uranio. La expectativa se encuentra centrada en la perspectiva de investigar efectos biológicos de partículas aceleradas.

Esta perspectiva se incrementa con el avance de la construcción del TANDAR, con el que se espera disponer de la llamada «línea biológica». Para este propósito se creó en el departamento el grupo de trabajo de Irradiación y Dosimetría, que realiza un interesante desarrollo experimental con el sincrociclotrón al extraer haces

de partículas alfa y deuterones al aire y emplearlos en la irradiación de animales y bacterias. Merecen ser destacados los trabajos realizados por dicho grupo en la dosimetría mediante el empleo de detectores sólidos para trazas nucleares por activación de folias.

Los sujetos experimentales que se emplean en el departamento cubren un amplio rango de complejidad biológica, ya que van desde organismos unicelulares (bacterias) hasta mamíferos de laboratorio. La patología de la radiación, sus efectos genéticos, la inducción de tumores y su control, las modificaciones bioquímicas, curvas de supervivencia, alteraciones en la división celular, etcétera, son de sumo interés para los investigadores. No puede dejar de mencionarse la colaboración con investigadores de otras instituciones con respecto a trabajos realizados sobre tumores humanos, mal de Chagas y enfermedad por virus Junín.

A continuación se describe la labor realizada en las distintas especialidades que integran esta disciplina.

## EFFECTOS SOMATICOS

La División Efectos Somáticos continuó investigando los efectos oncogénicos de las radiaciones ionizantes y su interacción con la oncogénesis viral. La radiocarcinogénesis es considerada como el efecto somático tardío más importante de las radiaciones ionizantes en el ser humano.

Con el objeto de verificar la normalidad del desarrollo de las líneas celulares empleadas para investigar la transformación neoplásica in vitro se empleó la cepa de ratones N:NIH, atómica, portadora del mutante Nu. Se demostró mediante el empleo de ratones atómicos inmunodeprimidos y estudios cromosómicos que varias líneas celulares de mamíferos que se desarrollan normalmente in vitro producen tumores cuando son inoculadas en estos animales. Igual comportamiento se observó en una línea de amnios humana (Wish). Los resultados son más significativos cuando la inoculación se efectúa en animales totalmente irradiados a 500 rad.

Se obtuvo la purificación, por gradiente de sacarosa, de virus con mayor actividad oncogénica luego del pasaje por animales totalmente irradiados y la extracción de sus ácidos nucleicos. Ello permitirá el estudio preciso comparativo del virus original y activado.

Prosiguieron las investigaciones sobre una proteína dializable, codificada por células portadoras de virus oncogénicos, que en experiencias previas demostraron su propiedad oncogénica. Se desarrolló una técnica para el empleo de sacos de diálisis in vivo que permite investigar sus propiedades en el animal. Se perfeccionaron las técnicas para su aislamiento por electroforesis en gel de acrilamida y actual-

mente es objeto de estudio su comportamiento bioquímico extracelular y los posibles mecanismos de acción intracelular.

## RADIOMICROBIOLOGIA

En esta división se investigan efectos de las lesiones radioinducidas por acción de radiaciones en microorganismos. La división celular en estos organismos está determinada por la formación de septas, tabiques divisorios que al completarse permiten la duplicación celular. Este proceso se realiza mediante la actividad de complejos enzimáticos, habiéndose estudiado en laboratorio la acción de algunas de dichas enzimas, las que fueron caracterizadas por metodología bioquímica.

Continuaron los trabajos sobre el efecto fotoprotector, a la irradiación ultravioleta, de bacterias tratadas con iones uranilo y, por último, se ajustan detalles de las técnicas con las que se estudiaron algunos aspectos del RBE (efecto biológico relativo) al irradiar comparativamente bacterias con rayos X y partículas pesadas (deuterones y rayos alfa).

## PATOLOGIA

Se estudiaron los efectos tóxicos, así como la absorción y traslocación de dióxido de uranio cuando se lo administra en forma subcutánea. Se obtuvieron curvas de letalidad en ratas Wistar jóvenes intoxicadas con dosis crecientes de dióxido de uranio y mediante microscopía electrónica se han demostrado las vías de entrada, translocación y depósito del dióxido de uranio. Por otra parte se comprobó mediante el microanálisis con rayos X característicos la presencia de trazas de uranio en diente y hueso de animales intoxicados con uranio. Actualmente se está evaluando ese depósito con técnicas de activación de neutrones.

Se realizaron irradiaciones in vivo con partículas alfa y deuterones del ciclotrón, lo que ha permitido, mediante un modelo biológico adecuado, la localización exacta del pico de Bragg y la evaluación de la respuesta en función del LET (transferencia lineal de energía) de la partícula.

Los efectos de las radiaciones ionizantes sobre el lecho vascular fueron analizados evaluando la respuesta de varios parámetros. Luego de irradiaciones con rayos X se encontraron alteraciones morfológicas importantes. También la permeabilidad vascular se vio alterada, siendo sus cambios proporcionales a la dosis aplicada.

El desarrollo de técnicas inmunohistoquímicas permitió la marcación de elementos vasculares en tumores y pseudotumores humanos.

El laboratorio de Biología Celular continuó sus líneas de investigación, que se orientan al

estudio de las modificaciones de la proliferación y diferenciación celular producida por factores ambientales. En este periodo se ha logrado determinar en cultivos de células del epitelio vaginal de roedores el papel de la hormona progesterona como estimulador de la proliferación e inhibidor de la diferenciación terminal.

En el mismo modelo se han estudiado electroforéticamente los polipéptidos constitutivos de los filamentos intermedios (queratinas) y se han observado sus modificaciones en distintas condiciones fisiológicas. Estas proteínas son productos de diferenciación y sus cambios están ligados a modificaciones en los programas celulares de la diferenciación. Otra proteína asociada a la diferenciación de los epitelios malpighianos es la involucrina, precursora de las envolturas córneas de la célula epitelial diferenciada. En 1982 se logró obtener un anticuerpo contra esa proteína, que está siendo usado como marcador de la diferenciación en estudios experimentales y en patología diagnóstica.

Por último, se completaron los estudios sobre el efecto del promotor de la carcinogénesis tetra-decanoil-forbol-acetato (TPA) sobre la cinética celular de los epitelios malpighianos. En estos estudios se determinó que el TPA produce un aumento de la proliferación celular, no por movilización de células de reserva al compartimiento de células proliferativas, sino acortando el ciclo celular a expensas de la fase G<sub>1</sub>. También se observó un efecto tóxico del TPA que produce una disminución de la velocidad de la síntesis del ácido desoxirribonucleico.

## GENETICA

En los laboratorios de genética se realiza el estudio cualitativo y cuantitativo de efectos heredables inducidos por radiaciones ionizantes y compuestos radiomiméticos en *Drosophila melanogaster*, el que se encara desde dos puntos de vista complementarios: la sensibilidad intrínseca de las células germinales durante los distintos estadios de su desarrollo y el efecto de agentes modificadores de la cantidad de daño recuperado.

Se estudió la inducción de mutaciones letales recesivas ligadas al sexo, por dos agentes radiomiméticos: dietil sulfato (DES) y etil metano sulfonato (EMS), en células post-meióticas masculinas. Con el propósito de establecer comparaciones con las curvas obtenidas con rayos X, la sensibilidad de los diferentes estadios celulares se estudió mediante la técnica de crías sucesivas. Los resultados muestran que la frecuencia de letales inducidos por EMS en esperma maduro y móvil es menor que aquella observada en espermátidas tardías y tempranas, estadios éstos que muestran sensibilidad semejante. De los tratamientos con DES surge que el esperma maduro y las espermátidas

tardías presentan una sensibilidad semejante y mayor que la de las espermátidas tempranas. Las curvas de letalidad obtenidas con ambos radiomiméticos difieren de la observada con rayos X, donde el espermá maduro es más sensible que las espermátidas tardías, y las espermátidas tempranas presentan el mayor pico de sensibilidad.

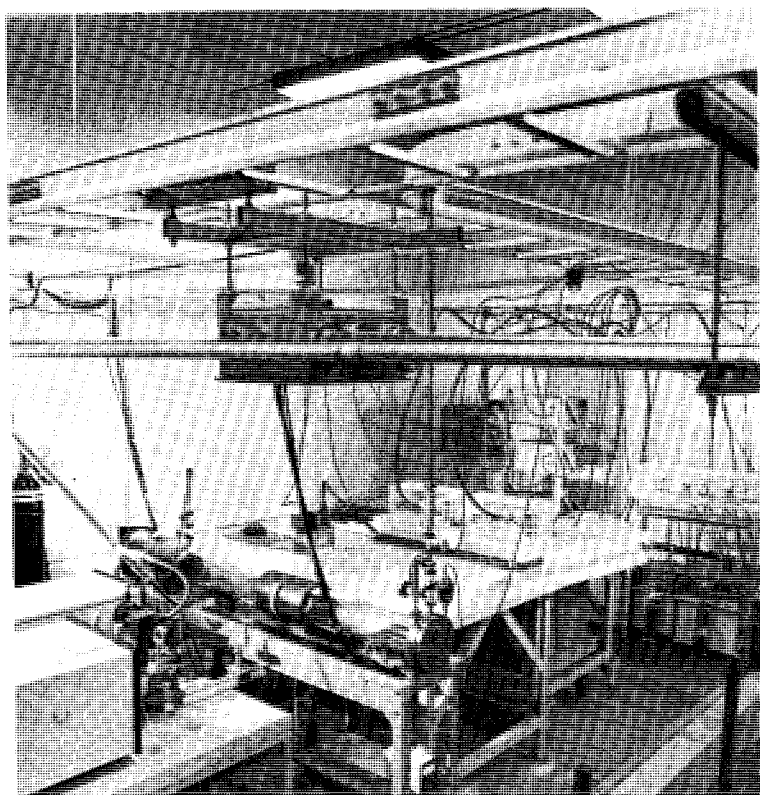
## GENETICA MOLECULAR

El trabajo en curso investiga la acción de ciertas mutaciones de la envoltura celular sobre la respuesta de *Salmonella typhimurium*, a la radiación ultravioleta (UV).

En etapas previas se demostró que la mutación *envB6*, que modifica la forma celular, acrecienta la resistencia a UV porque aumenta la reparación mediada por el sistema de escisión de dímeros y también la reparación dependiente del gen *recA*.

Se han obtenido evidencias que indican que el efecto de la mutación *envB6* se ejerce solamente sobre el ácido desoxirribonucleico (ADN) bacteriano, ya que el ADN de bacteriófagos irradiados con UV, tanto aquellos multiplicados en cepas normales como en portadoras de la mutación *envB6*, es reparado con igual eficiencia por ambos tipos de bacteria. Tampoco se observa efecto de *envB6* en la producción de mutaciones por acción del agente mutagénico metilnitroso guanidina (NG). Tanto en células con reparación normal como en aquellas con mutaciones que inactivan el sistema de escisión de dímeros, la frecuencia de mutaciones inducidas por NG en cepas *envB6* o normales es similar, y también lo es la letalidad producida por dicho agente.

Sistema «Tetha Pinch» del Laboratorio de Fusión Nuclear, Centro Atómico Constituyentes.



Se construyeron cepas normales y *envB6* con alteraciones en el proceso de escisión y en la rama *recBC* de la reparación posreplicativa. El comportamiento de esas cepas indica que la mutación *envB6* aumenta la actividad reparadora controlada por los genes *recBC*; por el contrario, *envB6* no parece modificar la acción del sistema inducible propenso a error.

## BIOTERIO

Este grupo tiene por objetivos desarrollar la tecnología para la producción de animales de experimentación microbiológicamente definidos, y proveer animales de experimentación a los investigadores de la CNEA y de otras instituciones. Durante el año se proveyeron 11 000 ratones, 4 200 ratas y 600 hamsters.

Se continuó con el mantenimiento de colonias primarias SPF de las cepas consanguíneas de ratón Balb/c, C3H/He y CFW y de la cepa exocriada N:NIH portadora de la mutación Nude. A éstas se incorporó durante 1982 la cepa consanguínea Balb/c Bd portadora de la mutación Nude. Esta cepa además de carecer de timo funcional permite la realización de experimentos de inmuno-reconstitución por ser endocriada.

También se amplió la capacidad de producción de animales SPF al habilitarse un nuevo cuarto-barrera adecuado para la crianza de ratones libres de patógenos específicos.

Prosiguió el desarrollo del programa de control de calidad destinado a certificar que los animales producidos responden a las especificaciones requeridas desde el punto de vista microbiológico y genético.

## BIOMATEMATICA

El grupo de Biomatemática continuó con la línea de trabajo impuesta desde sus comienzos, haciendo especial hincapié en aspectos teóricos y aplicados del concepto de energía en sistemas biológicos y ambientales.

Prosiguieren los desarrollos matemáticos sobre estabilidad ambiental, analizando diversos criterios que hacen a su definición. Adicionalmente, se estudió la relación entre los sistemas biológicos ambientales estáticos y la estabilidad ambiental.

## PROSPECTIVAS Y ESTUDIOS ESPECIALES

El departamento Prospectiva y Estudios Especiales realiza una actividad regular de seguimiento y análisis de la evolución energética mundial y nacional y, en función de ella, promueve el estudio de temas de interés futuro para el Plan Nuclear Argentino. Su acción actual se centra en las formas avanzadas de la energía nuclear (fusión nuclear, reactores reproductores e híbridos, ciclo del torio, etc.), en

las técnicas de utilización de fuentes de energía renovables y en otros temas directamente relacionados con los anteriores, entre los que se cuentan las aplicaciones nucleares de los láseres, el almacenamiento de energía y la separación de isótopos de interés nuclear. Varias de estas actividades se realizan por medio de programas conjuntos o contratos establecidos con otras instituciones. A continuación se ofrece una reseña de la labor cumplida durante el año 1982.

## FUSION NUCLEAR

Se inició la operación regular del sistema «Theta Pinch» y se dio comienzo a un programa teórico-experimental dentro del cual se ha encarado, en primer término, el estudio de las características de calentamiento y confinamiento del plasma producido con el objeto de determinar las condiciones de temperatura máxima y mayor reproducibilidad del disparo. Los trabajos se realizaron utilizando un plasma de hidrógeno a una presión de 10 mTorr, estableciéndose, mediante el estudio espectroscópico del grado de ionización de las impurezas presentes, que la temperatura de los electrones es del orden de los 100 eV o superior y la de los iones, estudiada midiendo el ensanchamiento Doppler, del orden de 1 keV. Estas mediciones se completarán con datos obtenidos por medio de sondas magnéticas que ya se han desarrollado en el laboratorio.

La actividad teórica continuó centrada en el estudio de las condiciones de equilibrio y estabilidad de las configuraciones del sistema, realizándose trabajos en el país y también en Estados Unidos, donde se mantienen dos becarios.

Paralelamente, continuaron los estudios y actividades tendientes a establecer un programa significativo en la línea tokamak sobre la base de la asociación de la CNEA con un proyecto extranjero avanzado. Durante el año se preparó una propuesta concreta que está siendo considerada por autoridades superiores de la Institución.

## ENERGIA SOLAR

Como en años anteriores, este tema se desarrolló en coordinación con el programa de energía no convencional de la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología. Durante 1982 se inició el diseño de un prototipo industrial de concentrador cilíndrico-parabólico de aproximadamente 200 m<sup>2</sup> de superficie que se instalará en terrenos adyacentes al Proyecto TANDAR en el CAC. Una empresa local ha fabricado las primeras muestras de espejos cilíndrico-parabólicos y se perfecciona el procedimiento para alcanzar la precisión requerida. Paralelamente, continuaron realizándose ensayos de operación con los prototipos de concentradores fijos a espejos facetados construidos en el laboratorio, para lo cual

se diseñó y montó una nueva instalación térmica de medición de parámetros apta para ser usada en el futuro como banco de ensayo de concentradores. Se construyó una nueva unidad lógica de control para seguimiento del movimiento aparente del sol y se diseñaron dos sistemas, uno óptico y otro electrónico, para medir la distribución de la intensidad de radiación solar en el foco del concentrador.

En otra línea de trabajo, se continuó asesorando a la Empresa Provincial de Energía de Córdoba en relación con la utilización integral de energía solar en el edificio a instalar en la localidad de Villa Carlos Paz. Además se completó, la instalación efectuada el año pasado en la planta de deformación de la Fábrica de Aleaciones Especiales del CAE para proveer parte de las necesidades de agua caliente por medio de energía solar, añadiéndole un sistema de adquisición de datos para el seguimiento cuantitativo de su funcionamiento.

Prosiguieron también los estudios teóricos, ampliándose un programa de simulación desarrollado anteriormente que calcula valores de parámetros de funcionamiento de concentradores cilíndrico-parabólicos en función de la precisión mecánica con que se realizan, el cual es de utilidad como guía de diseño. Continuó la formación de un miembro de la división en teoría de la física del estado sólido orientado a semiconductores, tema de importancia para el estudio de la conversión fotovoltaica. Se mantuvo también una actividad, iniciada anteriormente, de puesta al día de la evaluación del estado de desarrollo a nivel mundial de la tecnología fotovoltaica, habiéndose cubierto ya parte de la información disponible y encontrándose en curso de elaboración el resto.

## ENERGIA EOLICA

Prosiguiendo con el plan de mediciones emprendido, debe destacarse el importante recurso eólico medido en la zona comprendida entre la ciudad de Comodoro Rivadavia y los lagos Musters y Colhue Huapi y especialmente en la extensa meseta de Pampa del Castillo, con vientos que proporcionan una densidad de potencia superior a 900 W/m<sup>2</sup> en el plano del rotor, medidos en tres niveles y hasta alturas de 90 m, mediciones únicas de este tipo en el hemisferio sur, registradas automáticamente y con análisis de datos por computadora.

Estos registros igualan o superan los mayores valores mundiales conocidos y abren una interesante perspectiva para su explotación en el rango de alta potencia, con alcances a niveles regional y nacional. En el plano regional el impacto puede llegar a ser mayor que el limitado solamente a la explotación energética.

Sobre la base de la experiencia adquirida, se desarrollaron nuevos equipos electrónicos de

medición y registro automático de datos, más económicos y con mayores posibilidades de colección y análisis estadístico de información.

Se iniciaron las tareas vinculadas con la evaluación del recurso en la zona del río Limay (Pampa de Alicurá, de Nestares, etc.) de la potencia hidroeléctrica instalada y a instalarse en la región y de las posibilidades de un aprovechamiento múltiple eólico-hidroeléctrico.

## REACTORES DE FISION AVANZADOS

Finalizó el estudio de evaluación sobre el uso del ciclo del torio en el país, cuyos resultados están en vías de publicación. También en Francia está un becario dedicado a capacitarse en la neutrónica de reactores rápidos reproductores.

## OTROS TEMAS

Durante el año se continuaron realizando estudios integrales de la cuestión energética, en particular en relación con una eventual competencia a largo plazo de las fuentes nucleares con las de energías no convencionales aptas para producción distribuida. Prosiguieron también los trabajos sobre láseres de interés nuclear que se efectúan por contrato con CITEFA, realizándose nuevas experiencias sobre aplicación de láseres sintonizables a procedimientos de separación. Efectuóse un primer análisis de sistemas de almacenamiento de energía potencialmente útiles para instalaciones solares y se estudiaron diversos aspectos de las técnicas de enriquecimiento de uranio en el mundo y de la posible incidencia en los programas nucleares nacionales de las patentes sobre el tema solicitadas en nuestro país.

## TECNOLOGIA NUCLEAR

### TECNOLOGIA DE REACTORES NUCLEARES

#### *Diseño y Operación de Reactores*

Los reactores RA-1 y RA-2 existentes en el CAC operaron 600 y 300 horas respectivamente, realizando experiencias relativas a física de reactores y a daño por radiación en materiales de alta y baja temperatura. En cuanto al RA-3 (CAE), destinado primordialmente a la producción de radioisótopos, operó 4.600 horas. Dentro de las mejoras que se introdujeron a las instalaciones de este reactor figuran dos nuevas cisternas de tratamiento de efluentes activos.

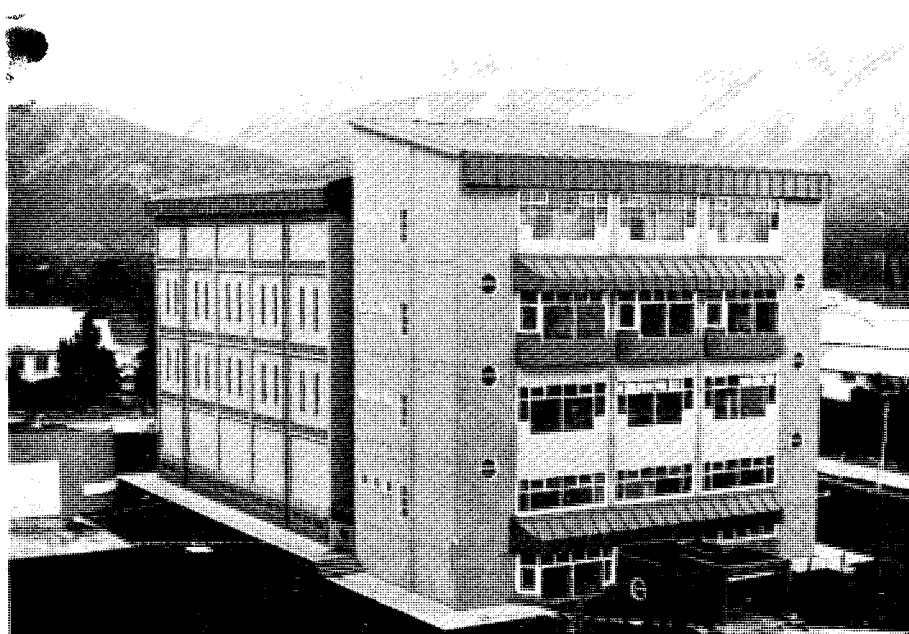
Fue puesto a crítico y llevado a potencia de diseño (500 kW) el reactor RA-6, emplazado en el Centro Atómico Bariloche.

Finalizó el estudio de factibilidad, tiempos y costos de un reactor, de uranio-agua pesada, RA-7, destinado al ensayo de elementos combustibles y a la producción de radioisótopos. El proyecto fue reorientado posteriormente hacia el análisis de un reactor compacto.

### INSTRUMENTACION Y CONTROL

Continuó el desarrollo de métodos, equipos y sistemas electrónicos para el control de procesos, así también el de instrumentos y detectores de radiación destinados al control y seguridad de instalaciones nucleares.

En relación al programa de reactores nucleares, se realizaron trabajos de actualización de la instrumentación de los reactores RA-2 y RA-3;



Reactor Argentino 6 - Centro Atómico Bariloche.

# REACTORES DE INVESTIGACION Y PRODUCCION DE RADIONUCLEIDOS

| <i>Designación</i> | <i>Ubicación</i>                   | <i>Fecha de<br/>Críticidad</i> | <i>Flujo<br/>Neutrónico<br/>Máximo</i> | <i>Potencia<br/>Térmica<br/>Máxima</i> | <i>Combustible</i> | <i>Modificador</i> | <i>Finalidad</i>                   | <i>Constructor</i> | EN OPERACION |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------|
| RA-0               | Universidad Nacional<br>de Córdoba | 20-7-70 *                      | 10 <sup>7</sup>                        | 1 W<br>10 W<br>intervalos<br>cortos    | U-235 (20 %)       | H <sub>2</sub> O   | Facilidad crítica<br>Enseñanza     | CNEA               |              |
| RA-1               | Centro Atómico<br>Constituyentes   | 20-1-58                        | 3x10 <sup>12</sup>                     | 150 kW                                 | U-235 (20 %)       | H <sub>2</sub> O   | Investigación                      | CNEA               |              |
| RA-2               | Centro Atómico<br>Constituyentes   | 19-7-66                        | 10 <sup>8</sup>                        | 10 W<br>30 W<br>intervalos<br>cortos   | U-235 (89,8 %)     | H <sub>2</sub> O   | Facilidad crítica<br>Investigación | CNEA               |              |
| RA-3               | Centro Atómico<br>Ezeiza           | 17-5-67                        | 5x10 <sup>13</sup>                     | 5 MW                                   | U-235 (90 %)       | H <sub>2</sub> O   | Investigación<br>Producción        | CNEA               |              |
| RA-4               | Universidad Nacional<br>de Rosario | 1971                           | 1x10 <sup>6</sup>                      | 0,1 W                                  | U-235 (19,9 %)     | Polietileno        | Enseñanza                          | Siemens<br>A. G.   |              |
| RA-6               | Centro Atómico<br>Bariloche        | 1982                           | 5x10 <sup>12</sup>                     | 500 kW                                 | U-235 (20 %)       | H <sub>2</sub> O   | Enseñanza<br>Investigación         | CNEA               |              |

\* Alcanzó criticidad por primera vez en el Centro Atómico Constituyentes en 1958.

se completó la ingeniería conceptual de la instrumentación y control del RA-7 y se efectuó la puesta en marcha del RA-6.

Con referencia al Centro Atómico Perú, continuó la preparación de la ingeniería de detalle, de compras, de fabricación y de montaje de las instrumentaciones, nuclear, convencional y de protección radiológica del reactor RP-10; se iniciaron las tareas de supervisión de la fabricación y/o suministro de las mismas; se preparó la ingeniería básica de la instrumentación de protección radiológica para la Planta de Producción de Radioisótopos y se continuó con la capacitación de los futuros operadores y encargados del mantenimiento del RP-10.

Prosiguió el apoyo a otros sectores de la CNEA, entre ellos la CNA y la CNE, en tareas de mantenimiento electrónico, de desarrollo y construcción de instrumental.

## **TECNOLOGIA DE COMBUSTIBLES Y MATERIALES**

### **DESARROLLO DE MATERIALES**

Se lograron metas importantes en lo referente a la colaboración prestada a los diversos proyectos (PPFAE, FAE, SUCOEM y AGUA

PESADA). Se destaca en ese sentido que comenzó a operar el laboratorio de autoclaves que presta servicios al FAE y PPFAE.

Entre otras tareas de investigación prosiguieron las mediciones de crecimiento de circonio bajo irradiación en la instalación ad-hoc íntegramente construida por la CNEA en el reactor RA-1.

Continuó el estudio del problema de la corrosión en reactores y en componentes nucleares, en particular bajo tensiones en condensadores de vapor y en aceros inoxidable y aleaciones de tipo Inconel e Incaloy. Así también se estudió la corrosión en aleaciones de Zr a alta temperatura.

En el área de daño por radiación, además de lo ya señalado se avanzó en las mediciones de termofluencia y relajación de tensiones, se hicieron aportes importantes para el esclarecimiento de los mecanismos que controlan el comportamiento mecánico del material de vaina de elementos combustibles (Zircaloy-4) a temperaturas de trabajo.

Realizáronse estudios teóricos sobre el comportamiento de defectos y simulación de comportamiento de elementos combustibles. Se desarrolló un programa para predecir la fusión de la zona central del combustible y se acoplaron modelos propios de comportamiento del Zr bajo irradiación al código BACO de simulación termomecánica de barras combustibles. Se realizó un modelo de comportamiento mecánico del Zircaloy (Zry) bajo irradiación y tensiones basada en propiedades básicas de defectos y teoría de procesos de reacción.

En lo referente a fenómenos de transporte se estableció un código de simulación para la interacción Zry-4-UO<sub>2</sub> a alta temperatura, de extrema importancia en caso de accidentes en reactores nucleares de potencia. Se avanzó en los estudios de difusión en Zr y aleaciones de Zr de interés para la industria nuclear.

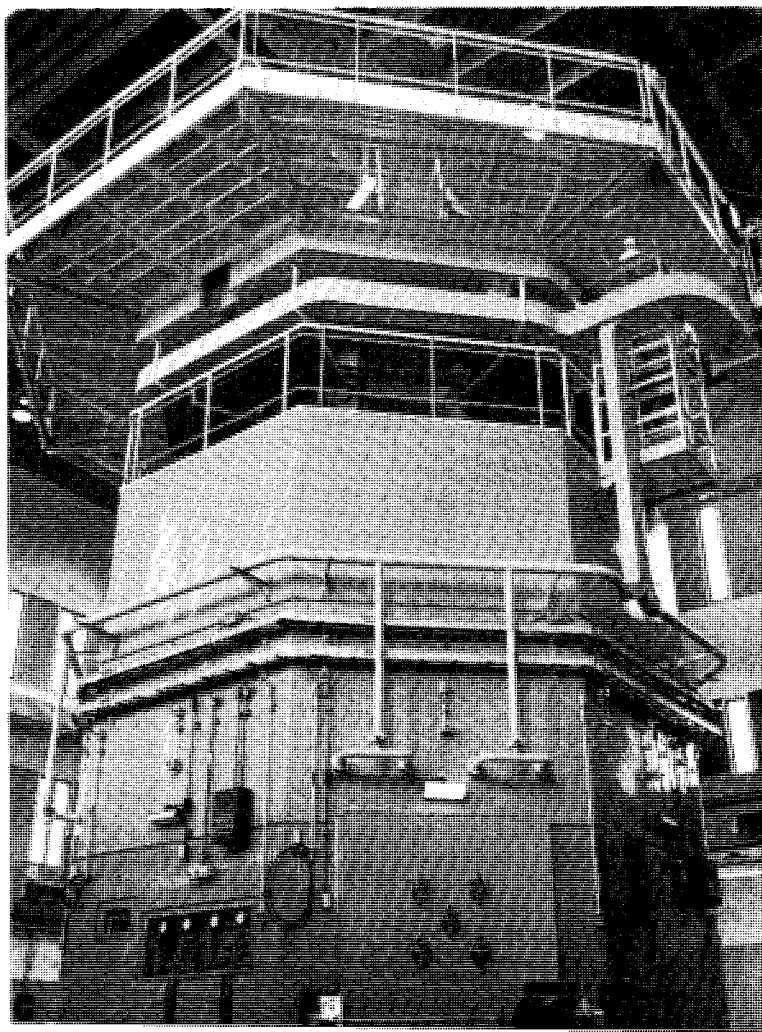
El grupo de análisis de superficies realizó estudios básicos sobre la oxidación de Zr y aleaciones de Zr a temperatura ambiente. Se realizaron los primeros análisis cuantitativos de texturas de tubos de zircaloy en distintas etapas de su fabricación.

Se prestaron servicios especializados de microanálisis, metalografía, microscopía electrónica, Rayos X, química analítica a otras dependencias. El rango de los elementos detectables por el sistema EDAX fue extendido hasta al oxígeno.

### **ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS**

El Instituto de Ensayos No Destructivos (INEND) cumplió una intensa labor científico-técnica en el área de su competencia, acrecentando más su inserción en las actividades industriales del país.

Interior del Reactor RA-6 en Bariloche.



En el campo nuclear, el INEND continuó las tareas de inspección de montaje y de preservación en la isla nuclear y sistema de generación eléctrica de la Central Nuclear Embalse (CNE). Participó en la inspección programada de la Central Nuclear Atucha I asumiendo responsabilidades directas en las tareas efectuadas en el recipiente de presión, sistema primario, condensador de turbina, etc. A tal fin tuvo a su cargo toda la programación y evaluación de las pruebas de ensayos no destructivos requeridas por la citada central.

Durante 1982 continuaron las tareas sobre calificación y certificación de personal de la industria nacional dedicado a ensayos no destructivos que participa en obras nucleares y de alto compromiso tecnológico.

Como es tradicional y dentro del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI) se atendieron numerosas consultas de índole técnico-científico que plantea la industria, abarcando servicios, auditorías, inspecciones, entrenamiento especializado, etcétera.

Una tarea trascendente ha cumplido el INEND como en anteriores años en lo que se refiere a entrenamiento y dictado de cursos de capacitación de técnicos y profesionales en todo el país y en países latinoamericanos. Presentó colaboraciones técnicas en conferencias, seminarios y reuniones nacionales y extranjeras en temas de su competencia.

#### **PLANTA PILOTO FABRICACION DE ALEACIONES ESPECIALES (PPFAE)**

Para el desarrollo de la tecnología de fabricación de tubos de Zircaloy para vainas de elementos combustibles, se planificó cubrir distintas etapas de producción piloto, antes de ser transferida esta tecnología a la Fábrica de Aleaciones Especiales (FAE).

La primera etapa ha sido concluida con éxito al lograr dos importantes partidas de vainas de dimensión Atucha I, a partir de tubos TREX.

La segunda etapa, desarrollo y subsiguiente producción piloto de tubos TREX a partir de esponja de circonio, continúa con buen ritmo de trabajo pudiéndose completarla en el plazo previsto.

Se continúa también trabajando en el desarrollo de los semiterminados de Zircaloy usados en la fabricación de los elementos combustibles (discos, barras, etc.) y se han iniciado tareas para cubrir otro tipo de desarrollos de otras aleaciones de circonio necesarias para el suministro de partes internas de reactores (tubos de calandria, de presión, tubos guías para barras de control, etc.).

En cuanto al desarrollo de la tecnología de fabricación de lingotes de Zircaloy-4, se ha continuado con el ajuste de los procesos que controlan su calidad.

Se concluyó un estudio sobre el reciclado de Zircaloy producido durante el proceso de fabricación. La importancia de este estudio recae en el hecho que se calcula un retorno de aproximadamente 50 %, el que tendrá gran incidencia en los costos de fabricación.

Se realizó la forja y tratamiento térmico, a nivel industrial, de varios lingotes, utilizando por primera vez el equipamiento que posee la empresa Acindar en La Tablada. Este cambio implica también un cambio tecnológico ya que, desde ahora, se trabajará con prensa de forja, resultando este equipo más apropiado por su precisión y reproducibilidad.

Se continuaron los trabajos sobre extrusión, habiéndose luego hecho el laminado en la industria privada (Dálmine Siderca), produciéndose así los primeros tubos TREX de procedencia nacional.

Se finalizó la fabricación de las dos partidas finales de tubo dimensión Atucha programadas para la calificación de la tecnología de TREX a tubo final. Asimismo, ha sido completada la partida final P.P. 10.000 y con esto pueden concluirse las producciones piloto para la calificación de la tecnología de fabricación de vainas tipo Atucha I.

### **ELEMENTOS COMBUSTIBLES NUCLEARES**

#### **DISEÑO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES**

Se emitieron planos de conjunto y componentes de las barras combustibles e instrumentadas destinados a la fabricación en CNEA y CONUAR de los prototipos para ensayos hidrodinámicos en los circuitos de baja presión y de alta presión. Personal técnico de CNEA se encuentra destacado en misión permanente en la empresa KWU, en Erlangen, Alemania, participando de los trabajos de diseño y desarrollo del combustible para la Central Nuclear Atucha II (CNA II).

Fueron realizados los planos de un nuevo elemento combustible de 37 barras para la CNA I. Se elaboraron los documentos básicos que fundamentan esta modificación estructural del elemento combustible (EC) de la CNA I.

Con referencia al elemento combustible con óxido mixto ( $UO_2 + PUO_2$ ) se emitió el informe de masas y volúmenes del EC y de parámetros geométricos y masas de la pastilla combustible, preparándose la documentación técnica destinada a gestionar y obtener la autorización del TÜV (organismo inspector de la República Federal Alemana) para su irradiación en el reactor MZFR en la República Federal de Alemania.

Los estudios y análisis sobre planos y especificaciones relacionados con la ingeniería detallada del EC del RP-10 confeccionada por IN-

TERATOM-NUKEM, se efectuaron y entregaron al IPEN.

Se analizaron desviaciones y/o modificaciones referentes a componentes del EC de la CNE. Se determinaron diámetros de fabricación de pastillas de  $\text{UO}_2$  en relación con lotes de vainas segregadas dimensionalmente y se desarrollaron modelos y cálculos para este fin.

El programa «ESTAD», de computación, fue desarrollado para procesar la información obtenida en las mediciones diametrales de lotes de vainas y calcular los diámetros de pastillas de  $\text{UO}_2$  necesarios para satisfacer los requerimientos de diseño.

Se calcularon las expansiones diametrales del EC, bajo diferentes historias de potencia, del diseño CNEA del EC CANDU-600.

### **MATERIALES COMBUSTIBLES**

Finalizó el montaje de laboratorio de caracterización de materiales combustibles.

Finalizó la puesta a punto del proceso de producción de pastillas de  $\text{UO}_2$  a nivel de planta piloto para EC Embalse, produciéndose pastillas para el reactor de Embalse y 6 barras combustibles a fin de ser irradiadas. Efectuáronse estudios de nuevos procesos de producción de pastillas de  $\text{UO}_2$  para reactores de potencia.

En programa conjunto con el Departamento de Procesos Químicos y el Centro Fabril Córdoba, se estudiaron las variables del proceso a nivel de laboratorio, en la línea nacional de producción de polvo AUTC. Se analizó la viabilidad de optimizar el polvo de  $\text{UO}_2$  (ex AUTC) mediante el proceso de granulación. Se participó en la calificación de la línea de producción de pastillas de la Planta de Elementos Combustibles (CONUAR).

### **MATERIALES ESTRUCTURALES DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES**

Se efectuó la calificación de barras, flejes, semielaborados, grillas, tapones, patines y espaciadores y se evaluó el proceso de soldadura por resistencia y «brazing» de los elementos combustibles del Proyecto SUCOEM («Suministro de combustible Embalse»).

Asimismo se intervino en la calificación de puesta en marcha de la planta de CONUAR y en el análisis de desviaciones de fabricación, y en la calificación de los procesos de fabricación de vainas de Zircaloy elaborados por el Proyecto PP-FAE.

Con la empresa KWU (República Federal Alemana) se participó en la caracterización de los materiales y los desarrollos de técnicas de fabricación de los EC para la CNA II.

### **ENSAYOS DE IRRADIACION**

En colaboración con la CNA I se planificó la

irradiación, ensayo pre y postirradiación y seguimiento durante la misma del lote de 10 EC especiales, fabricados por Reaktor Brennelement Union.

Se programó la irradiación de elementos combustibles Atucha, fabricados con vainas procedentes del Proyecto PP-FAE, a llevarse a cabo en 1983 y la irradiación de EC experimentales sin separador elástico.

Comenzó la programación de irradiación de dos prototipos de EC de 37 barras en la CNA I y el análisis de irradiación de EC Atucha ligeramente enriquecido en U-235.

Prosiguió efectuándose el seguimiento de irradiación en el reactor NRU-Canadá de las 9 barras tipo CANDU fabricadas en el país.

El seguimiento y control de irradiación de los dos módulos de miniplacas de bajo enriquecimiento, se efectuaron en el reactor ORR de Oak Ridge, USA, las que alcanzaron quemados de 87 % y 53 % respectivamente, sin revelar efectos que indiquen fallas incipientes.

Se completó el desarrollo del dispositivo de irradiación Cyrano VA-1, habiéndose elevado el informe de seguridad a las autoridades del RA-3 y CALIN, esperándose su licenciamiento. Se han efectuado ensayos parciales de sistemas auxiliares y el ensayo final «out of pile» del mismo. Se ha planificado la primera irradiación operativa, disponiéndose de la probeta ARSO para efectuar la misma.

### **ENSAYOS POSTIRRADIACION**

Se concluyeron los planos de ingeniería de detalle del sistema de inspección de elementos combustibles del reactor RP-10 destinado al Perú.

Efectuáronse inspecciones visuales post-irradiación de 18 elementos combustibles de la CNA I de la serie XD fabricados por PP-FECN. Con el uso de los programas de computación PUMA, SEGUI y COPIAR se han determinado historias de irradiación y tabulado parámetros característicos de irradiación, a fin de efectuar el análisis global de performance, una vez que finalice su irradiación. Finalizó el estudio sobre el combustible XD-176, determinándose que las razones de su falla fueron debidas a interacción mecánica con un objeto no identificado al ser introducido en un canal. Se han completado los informes de observación visual postirradiación y de irradiación de la serie XC.

Efectuóse el proyecto, construcción, instalación y prueba en seco de un dispositivo que permite la inspección visual, identificación y metrología de los EC tipo CANDU irradiados, para la Central Embalse.

### **TECNOLOGIA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES CANDU**

Como parte del plan de calificación se fabri-

caron elementos combustibles para ensayos hidrodinámicos y se efectuó el ensayo de pérdida de carga con resultados satisfactorios.

Finalizó la calificación de los procesos de «brazing» de patines, espaciadores y grafitado de la cara interna de la vaina en la Fábrica de Elementos Combustibles.

Concluyó la instalación y puesta en marcha del equipo automático de soldadura por resistencia de tapones y el maquinado de extremos de barras combustibles, estando por completarse las áreas de prensado, sinterizado, rectificado y cargas de pastillas de  $UO_2$  y ensamble del elemento combustible y el control final.

Se inició la fabricación de la primera serie de elementos combustibles para suministrar a la Central Nuclear Embalse como parte del plan acordado con la central.

## **DESARROLLO DEL ELEMENTO COMBUSTIBLE PARA LA CNA II**

Está en sus etapas finales el diseño estructural del elemento combustible para la CNA II. La tecnología de fabricación de los separadores aún no ha sido puesta a punto y continúan los desarrollos de fabricación en la empresa KWU. Fueron enviados a la CNEA los componentes para la fabricación de dos EC CNA II para la realización de los ensayos hidrodinámicos.

## **TECNOLOGIA DEL PLUTONIO**

Se mantuvieron y operaron las instalaciones del Proyecto TECNO Pu efectuándose la operación en forma ininterrumpida de las instalaciones de la Facilidad Alfa.

Se construyeron cinco cabezales de monitoreo continuo de Pu en aire y continuó la fabricación de un equipo de soldadura de tapones a vaina tipo Atucha II.

Prosiguió el estudio y desarrollo del proceso Sol-Gel, ensayos con  $UO_2$ , el desarrollo del proceso de coprecipitación y ensayos con  $UO_2$ ,  $PuO_2$  ( $U,Pu$ ) $O_2$ , así como la modificación del plan de monitoreo superficial del Laboratorio Alfa.

Se mantuvieron reuniones técnicas con la Empresa KWU-Erlangen para discutir en detalle las «Especificaciones de diseño, control e inspección para EC-MZFR-CNEA-III ( $U-Pu$ ) $O_2$ » y recibir el aporte de la experiencia de KWU en el trámite de licenciamiento ante el organismo inspector de la República Federal Alemana (TUV), confeccionándose el «Informe sobre la gestión de irradiación de un elemento combustible mixto CNEA en el Reactor MZFR»; y con la Empresa ALKEM GmbH-Hanau para evaluar las posibilidades de efectuar análisis de pastillas de óxidos mixtos, confeccionándose el «Informe sobre la gestión de análisis de pastillas de óxidos mixtos en ALKEM».

## **ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA REACTORES DE INVESTIGACION**

Se desarrollaron con singular éxito los elementos combustibles tipo MTR con uranio enriquecido en U-235 al 20 %. Así, en un programa conjunto de ensayos, de miniplacas, que consiste en la evaluación de las mismas bajo irradiación llevada a cabo en el Reactor de Oak Ridge entre la Empresa NUKEM de la R.F.A. y los laboratorios de A.N.L., O.R.N.L. y la Empresa EG&G de los EE.UU., Argentina ha alcanzado las más altas densidades de contenido de U-235 en cada una de las tres líneas desarrolladas (Óxidos  $U_3C_8-Al$ ; Siliciuros  $U_3Si-Al$  y Aluminuros  $UAl_x-Al$ ). Con la misma tecnología utilizada para la elaboración de miniplacas se han fabricado placas para elementos combustibles standard con el mismo resultado, lo que asegura el próximo suministro al RA-3, RA-6 y RP-0 (reactor experimental instalado por la CNEA en el Perú).

Continuó el desarrollo de la técnica de transformación de  $UF_6$  a  $U_3O_8$  por vía húmeda, que fue la elegida para dicha transformación.

Referente a la instalación de la planta de conversión, se terminó su ingeniería de detalle y adquirieron los elementos constructivos y equipamiento básico.

La provisión de elementos combustibles al reactor RA3 fue normal, de un elemento combustible por mes.

Finalizó el montaje de equipamiento y la remodelación de la planta de fabricación de elementos combustibles y su puesta en funcionamiento se efectuará en el primer trimestre de 1983.

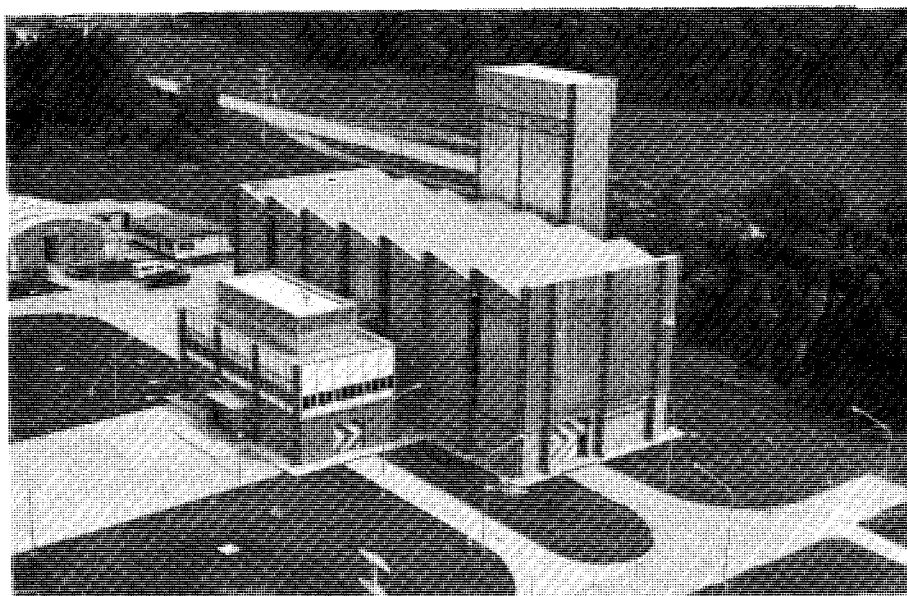
## **LABORATORIOS DE ENSAYOS DE COMBUSTIBLES Y COMPONENTES**

### **CIRCUITO EXPERIMENTAL DE ALTA PRESION Y TEMPERATURA**

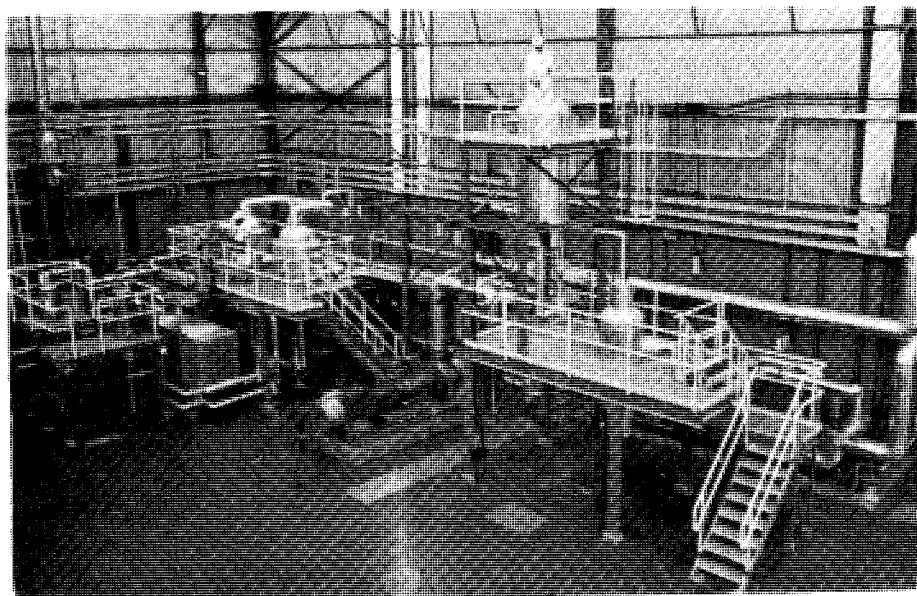
En agosto de 1982 se dio por finalizado e inaugurado el Circuito Experimental de Alta Presión.

Se ha cumplimentado el equipamiento inicialmente previsto en su totalidad, habiéndose recibido todos los componentes donados por el Centro de Investigaciones KFK de la República Federal de Alemania, que incluyen componentes mecánicos, eléctricos y de instrumentación y control, y se confeccionó el manual de operación y el manual de aseguramiento de calidad.

Con referencia al equipamiento para prueba de elementos combustibles tipo Atucha II, se ha previsto adquirir los componentes mecánicos (parte inferior del canal e intercambiador, entre otros), y los equipos de instrumentación y control.



Vista general del edificio del Loop de Alta Presión.



Loop de Alta Presión.

## PROCESOS QUÍMICOS Y RADIOQUÍMICOS

Como en años anteriores, se continuaron realizando los estudios básicos y el desarrollo de los procesos químicos y radioquímicos que incumben a los materiales de interés nuclear, encaminados a alcanzar la autonomía nacional en el ciclo del combustible y en el suministro de las provisiones de naturaleza química para centrales nucleoelectricas, comprendida la gama desde las investigaciones teóricas y ensayos de laboratorio hasta la producción de estudios de ingeniería de proceso, incluido el control analítico de todos esos materiales.

En lo relativo al combustible nuclear, finalizaron las experiencias de laboratorio y planta piloto, completando los estudios básicos para la operación de la planta de purificación nuclear de uranio del Complejo Fabril Córdoba, y continuaban estudios para optimizar las condiciones de operación.

Continuó el estudio de procesos de obtención de productos intermediarios en la obtención de dióxido de uranio de calidad nuclear.

Se prosiguió recuperando  $^{235}\text{U}$  a partir de residuos de fabricación de elementos combustibles del reactor RA-3. Ese material se purificó y parte se reconvirtió en metal, obteniéndose un total de 915 g de producto enriquecido al 90 %, que cubre las necesidades de fabricación de elementos combustibles hasta mediados de 1983.

En el área de la metalurgia extractiva se continuaron desarrollando nuevas técnicas, estudiándose espesadores de nuevo diseño.

Con respecto a los proyectos de aleaciones especiales, continuó el apoyo en aspectos químicos, a la operación de la Planta Piloto de Esponja de Circonio. Se colaboró en el control químico para la Fábrica de Aleaciones Especiales y en el asesoramiento para la correspondiente planta piloto. También prosiguieron las experiencias de laboratorio sobre obtención electrolítica de circonio y de magnesio y se ampliaron estudios y proyectos sobre separación circonio-hafnio, lográndose avances significativos en la línea de extracción con amina.

Sobre agua pesada, se siguió trabajando en el lazo experimental para circulación de sulfuro de hidrógeno destinado al estudio de inestabilidades fluidodinámicas en torres de intercambio isotópico. Se completaron experiencias sobre procesos de protección de aceros en contacto con sulfuro de hidrógeno y temas relacionados como permeabilidad al hidrógeno y pretratamiento de superficies. Comenzaron los trabajos sobre obtención de superficies activas para relleno de columnas de enriquecimiento.

Dentro del área de programas de simulación de procesos de plantas químicas, se completó la guía para el uso de una planta de producción de agua pesada por intercambio bitérmico, y se

comenzaron estudios de simulación por computación de un sistema de condensación correspondiente a la planta de generación de sulfuro de hidrógeno.

Acerca de los desarrollos para el tratamiento de combustibles nucleares irradiados, continuó la construcción de la instalación (obra civil y servicios convencionales) del Proyecto Laboratorio de Procesos Radioquímicos, obteniéndose un avance aproximado al 90 % y el montaje electromecánico un avance global del 50 %. Continuó la capacitación de parte del personal requerido para la operación, y comenzaron algunas de las pruebas preoperacionales de la puesta en marcha.

Se desarrollaron las primeras actividades de la ingeniería básica de la Planta de Almacenamiento de Residuos Líquidos y de Tratamiento de Residuos Sólidos de dicho proyecto.

El sector de química analítica continuó prestando el servicio a distintos sectores de la CNEA, abarcando varios proyectos y las centrales nucleares. Comprende, además de los análisis de materias primas, elementos combustibles, materiales estructurales y agua pesada, las determinaciones de isotopía en compuestos de uranio y de litio y en aguas.

## TECNOLOGIA DEL AGUA PESADA

### *Planta Experimental de Agua Pesada (PEAP)*

La planta actualmente en construcción, que poseerá una capacidad de 2 t de  $\text{D}_2\text{O}$  anuales, alcanzó a fin de año el 68,5 % de ejecución, estando a cargo de la construcción un consorcio.

Con respecto a la provisión y montaje de los equipos para la planta de generación de sulfuro de hidrógeno, se ejecutó un 70 % del contrato con INVAP S.E.

Los sistemas de control de la PEAP alcanzaron una ejecución del 22 %, habiéndose procedido al despacho por parte del proveedor de la instrumentación de la sala de control. Continuó en vigencia el convenio firmado conjuntamente con el CONICET y la Universidad Nacional del Litoral, mediante el cual prosiguieron las prestaciones a CNEA en el desarrollo y análisis de la ingeniería de la planta y otras tareas afines, tales como programación del sistema de control, simulación y puesta en marcha.

Con relación a las tareas de investigación y desarrollo complementarias de este proyecto, el Departamento de Química finalizó con el desarrollo de las técnicas analíticas requeridas para control de procesos, prosiguiendo con los estudios sobre pasivación, evaluación de materiales, difusión de hidrógeno, así como también la construcción del LECS (Lazo Experimental de Circulación de Sulfuro de Hidrógeno).

Prosiguieron los estudios vinculados al daño por hidrógeno en aceros. Se desarrolló un dis-

positivo, basado en el principio del punzón, que permite determinar la variación de las propiedades mecánicas de los materiales por efecto del hidrógeno.

Se completaron trabajos sobre influencia del contenido de ferrito delta en la fragilización por hidrógeno de soldaduras de aceros inoxidable, y sobre localización microestructural de hidrógeno catódico en aceros inoxidables austeníticos por microimpresión.

Se realizó además un estudio del efecto del granallado para pretensionar superficies sometidas al  $H_2S$  húmedo a presión.

#### *PROYECTO MODULO 80*

Durante el año 1982 continuaron las actividades vinculadas al desarrollo de la ingeniería de una planta de producción de agua pesada con una capacidad aproximada de 80 toneladas anuales.

Debido fundamentalmente al desplazamiento de la fecha de puesta en marcha de la PEAP, la cual deberá proveer información experimental indispensable para la elaboración de la ingeniería definitiva del Módulo 80, se ha realizado una reprogramación de las actividades.

Durante el año se ha realizado el 40 % de la Ingeniería Básica, teniéndose en cuenta dentro del diseño y las especificaciones la pauta básica de maximizar la participación de la industria nacional en la provisión de componentes y equipos, tales como torres de enriquecimiento, intercambiadores de calor, recipientes de presión, válvulas, compresores, turbinas, etc.

Se ha completado el desarrollo de programas de simulación para el cálculo preciso de balances de deuterio en las torres de intercambio.

Fueron actualizadas las estimaciones de inversión de la Planta Módulo 80 y se realizó un análisis de sensibilidad de costos de producción.

# INFRAESTRUCTURA Y ASPECTOS GENERALES

## ASUNTOS INTERNACIONALES

Durante el año 1982 se participó en cuatro reuniones de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) celebradas en el Centro Internacional de Viena, en cumplimiento del mandato recibido por el país en oportunidad de la XXIV Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA (Viena - setiembre/1980) al haber resultado electo para ocupar el cargo de Gobernador por un período de dos años (1981-1982), de acuerdo a los términos del artículo VI.A.2 del Estatuto, en representación de la Región América Latina.

Asimismo, se participó en la XXVI Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA, celebrada igualmente en Viena en el mes de setiembre, en la cual Argentina resultó elegida para ocupar el cargo de Gobernador por un período de un año (1983), en los términos del artículo VI.A.1, es decir en su calidad de país más adelantado de América latina en el campo nuclear.

Como en años anteriores se participó activamente en las reuniones de los grupos de expertos convocados por el OIEA sobre diferentes aspectos de la actividad nuclear, particularmente, en las correspondientes al Programa de Seguridad Nuclear y Protección Ambiental (NUSS), al estudio de los problemas relativos al almacenamiento internacional de plutonio (IPS), a la gestión internacional del combustible irradiado (ISFM) y a las del Comité para el Aseguramiento de los Suministros (CAS).

Por segundo año consecutivo se realizó en Buenos Aires con el patrocinio del OIEA, el Curso Interregional de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, el que se extendió a ocho meses de los dos iniciales que duró el primer curso, asistiendo al mismo nueve becarios de siete países latinoamericanos. Además, se continuó brindando asistencia técnica, en especial a los países de América latina, a través del Programa de Cooperación y Asistencia Técnica de dicho organismo internacional, mediante el otorgamiento de becas y la prestación de servicios de expertos.

Patrocinado por la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN) se celebró en Bue-

nos Aires un Seminario sobre Aplicaciones Industriales de los Radioisótopos entre el 8 y el 12 de noviembre, con la participación de representantes de la Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México, Perú, Uruguay y Venezuela. También en relación con las actividades de la CIEN, se participó en el Seminario sobre Aplicación de Radioisótopos y Radiaciones en los Sectores Agrícola y Pecuario, que se celebró en Zulúa —Venezuela— del 15 al 19 de abril.

En el marco del Movimiento de Países No Alineados, se concurrió a la reunión del Grupo de Países Coordinadores en el campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear realizada en La Habana del 10 al 13 de marzo.

En el ámbito de las relaciones bilaterales, se continuó incrementando la significativa cooperación existente con los países del área regional. Merecen especial mención los nuevos acuerdos con dos países. El 16 de diciembre, se firmó con la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Oriental del Uruguay, un Plan de Acción que cubre el bienio 1983/84 y la iniciación —simultáneamente— del estudio conjunto de factibilidad de un Centro Nuclear en dicho país, en cumplimiento del protocolo vigente al respecto. Con el Instituto para Asuntos Nucleares de Colombia se firmó en Bogotá, el 14 de octubre, una carta intención en relación con la negociación de un contrato para la construcción de un reactor de investigación, de una planta de producción de radioisótopos y de una planta de tratamiento de minerales radiactivos.

Siempre en relación con el área regional, se reunió en Buenos Aires del 19 al 23 de abril, el Comité Coordinador establecido en virtud del Protocolo Nº 1 (formación de recursos humanos) vigente con la Comisión Nacional de Energía Nuclear de la República Federativa del Brasil, estableciéndose las bases para el futuro accionar en este campo. Prosiguió asimismo el cumplimiento en forma normal de los contratos suscriptos con NUCLEBRAS S.A., en el marco del protocolo de cooperación industrial vigente. Se concretaron, además, acciones de cooperación de diversa magnitud con los organismos competentes de Costa Rica, Guatemala, Paraguay y Perú.

También en el ámbito bilateral pero fuera del área regional, cabe destacar la firma en Viena, de un convenio de cooperación en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear con la República Federativa de Yugoslavia, y la negociación de un nuevo plan de acción con el Kernforschungszentrum de Karlsruhe —República Federal de Alemania— para el bienio 1983/84. Se continuó activamente la implementación del plan de acción vigente con dicho centro como también se cumplieron algunas acciones relativas al Acuerdo de Transferencia de Tecnología con Canadá.

Merece finalmente mención la iniciación de contactos exploratorios con las autoridades nucleares de Guatemala para la firma de un convenio de cooperación y con la India para establecer un plan de acción plurianual dentro del marco del convenio de cooperación vigente.

### **PROYECTO CENTRO ATOMICO PERU**

El progreso logrado en la ejecución del proyecto Centro Atómico Perú ha sido considerable tanto en lo que hace a la construcción de elementos electromecánicos como en lo referente a las obras civiles.

El trabajo realizado durante el año en el reactor RP-10 ha permitido completar la construcción en algunos de los componentes más importantes del mismo: el tanque principal, las bombas del secundario y las torres de enfriamiento, entre otros. Un sostenido avance ha experimentado la fabricación de los sistemas de tratamiento de aguas y fuentes activos y la de los sistemas de instrumentación convencional y nuclear. Se ha efectuado el transporte a Perú de parte de los componentes fabricados, entre ellos el tanque principal del reactor.

Finalizó la construcción de los recintos estancos y blindados para la planta de producción de radioisótopos y se efectuó su premontaje en la Argentina. Posteriormente los recintos fueron trasladados a Huarangal (Lima) y a principios del próximo año se comenzará su montaje definitivo. También continuó la construcción y se despachó parcialmente al Perú el sistema de ventilación de la planta mencionada.

Con la supervisión y el asesoramiento de la CNEA en lo referente a los edificios no convencionales del centro, continuó la construcción de las obras civiles contratadas por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), esperándose realizar el comienzo del montaje en los primeros meses del próximo año.

### **INFORMACION TECNICA**

Continuaron prestándose normalmente los servicios habituales de biblioteca, así como también los de procesamiento y distribución de la información.

En la Biblioteca Central se ha registrado durante el año el siguiente incremento del acervo

bibliográfico: libros inventariados: 990; nuevos títulos de revistas: 34; microfichas: 9.644, e informes: 1.639. En consecuencia, al término del ejercicio los totales ascendían a: 31.147; 1.939; 256.047 y 73.900, respectivamente, habiéndose confeccionado y distribuido las listas bibliográficas semanales de todo el material ingresado.

Dentro del plan de automatización de la biblioteca, se completó la etapa de ingreso a la computadora de las publicaciones periódicas con el estado de la colección, emitiéndose, entre otros listados, uno ordenado alfabéticamente por cada una de las palabras significativas del título «KWIC»: palabra clave en el contexto, para referencia.

Se prosiguió con el procesamiento de la bibliografía científica y técnica para ser ingresada en el Sistema Internacional de Información Nuclear (INIS) y, recíprocamente, se procesó la información mensual suministrada por el INIS, habiéndose brindado los correspondientes servicios de difusión selectiva de la información y búsquedas retrospectivas.

Se diseñaron bases de datos documentales accesibles por computadora para diversos sectores de la CNEA: una de carácter bibliográfico para la Geia. de Protección Radiológica y Seguridad; otras dos destinadas a la documentación técnica del Proyecto Agua Pesada y del Proyecto Perú, respectivamente.

La CNEA ha editado en este período 21 Notas Técnicas, 42 Apuntes de Curso y 5 Documentos Internos.

En la Gerencia de Desarrollo el Servicio de Análisis de Información ha realizado revisiones bibliográficas retrospectivas sobre tecnología de materiales y componentes de centrales nucleares. Fueron solicitadas 35 revisiones por personal de CNEA y por la industria, asesorándose a diversos grupos de CNEA y a la industria en tareas específicas de un Servicio de Análisis de Información (SAI).

En el sector patentes se han analizado y tramitado las solicitudes de patentes de interés nuclear enviadas por la Dirección Nacional de la Propiedad Industrial. Se han recopilado y clasificado las patentes extranjeras y toda otra información tecnológica afín a las mismas, de acuerdo con las actividades de CNEA. Ingresaron y se tramitaron 150 solicitudes de patentes.

### **PROCESAMIENTO DE DATOS**

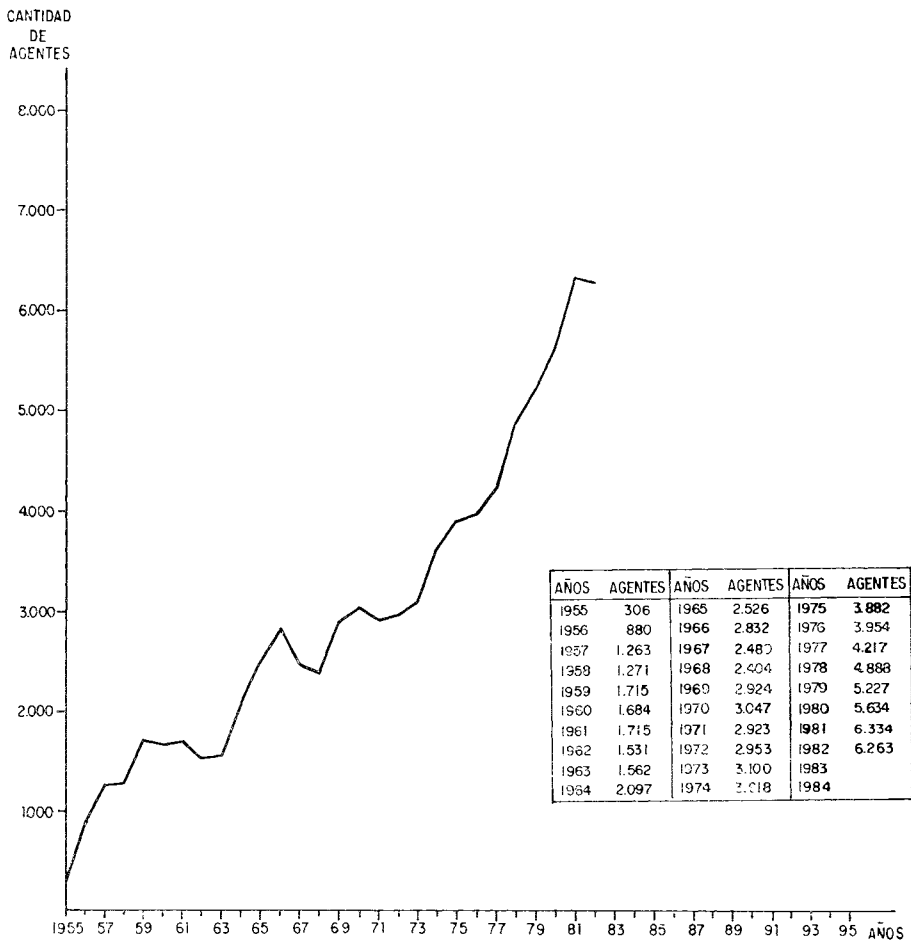
El procesamiento de datos científico-técnicos y administrativos de la CNEA se realiza en diversas unidades de cómputos, estando sin embargo concentrada la actividad principal en el Centro de Cálculo Científico situado en el Centro Atómico Constituyentes, en el que funciona desde hace varios años una computadora IBM 370/158 a la que se conecta una red de 60 terminales. El Centro realiza también los desarrollos de los sistemas administrativos de la CNEA.

En el curso del año se iniciaron estudios para realizar una ampliación de la capacidad de procesamiento, dado que la actual ha quedado ampliamente superada por los requerimientos existentes.

### RECURSOS HUMANOS

Se aprecia en el gráfico la evolución en los últimos años de la cantidad de personal de la CNEA. Al 31 de diciembre de 1982 la Institución contaba con 6 263 agentes.

RECURSOS HUMANOS TOTALES DE CNEA



## **CAPACITACION**

El Instituto Balseiro continuó con la formación de profesionales en física, orientados a investigaciones básicas y aplicadas, y de ingenieros nucleares destinados a cubrir las necesidades del personal especializado requerido por el Plan Nuclear Argentino. En junio de 1982 se graduó la segunda promoción de ingenieros nucleares y en diciembre del mismo año egresó la vigésima quinta promoción de licenciados en física, siendo respectivamente 17 y 10 los egresados.

Se dictaron cursos especializados en Metodología de Radioisótopos orientados al Radioinmunoanálisis y a la Medicina Veterinaria; Computación para Biólogos; Radioisótopos en Oncología - Técnicas «In vivo» e «In vitro»; Fundamentos y Aplicaciones de Radiorreceptores en Medicina; Dosimetría en Radioterapia y Física de la Radioterapia.

Por convenio con diversas universidades se volvieron a dictar los usuales cursos anuales de Ingeniería Nuclear, Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, Metodología y Aplicación de Radioisótopos, de Especialistas en Medicina Nuclear, etc. Se organizó por primera vez el dictado de cursos posgrado de Soldadura y de Control Total de la Calidad, así como el primer curso y seminario para directivos de empresas sobre Garantía de Calidad para la Seguridad en Centrales Nucleares.

Las direcciones correspondientes continuaron con la capacitación del personal para los proyectos de la Planta Experimental y la Planta Industrial de Agua Pesada y organizaron cursos de reciclaje para el personal de la Central Nuclear Atucha I y cursos de preparación para el licenciamiento del personal previsto para la operación de la Central Nuclear Embalse.

Prosiguiendo con el programa de formación gerencial se planificó para 1983 y 1984 la capacitación en Organización y Dirección Empresarial, de profesionales de los diferentes sectores de la CNEA.

Se iniciaron acciones de intercambio con la República Federativa del Brasil para perfeccionamiento y entrenamiento de profesionales, tanto en dependencias de CNEA como en los centros relacionados con actividades nucleares de aquel país.

En el marco del Plan de Acción con la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Oriental del Uruguay y con el Instituto de Asuntos Nucleares de la República de Colombia, se intercambiaron expertos y se recibieron becarios. También se continuó prestando asistencia técnica y capacitación específica a otras instituciones del continente.

Prosiguió la capacitación de profesionales y técnicos peruanos, acorde con los términos contractuales establecidos con el Instituto Peruano de Energía Nuclear para el Centro Nuclear de Investigación del Perú.

Se están elaborando nuevos planes de capacitación y entrenamiento vinculados a proyectos que esta Comisión prepara para distintos países latinoamericanos.

## **GESTION ECONOMICO-FINANCIERA**

La distribución del presupuesto de la CNEA para el año 1982, por programa, por fuente de financiación y por inciso se detalla en el Cuadro I y la distribución de las erogaciones por inciso y por programa en el Cuadro II.

**CUADRO I**  
(en miles de pesos)

|                                                          |                      |          |
|----------------------------------------------------------|----------------------|----------|
| Presupuesto total año 1982: \$ 33 000 143 000            | <b>IMPORTE</b><br>\$ | <b>%</b> |
| <i>Por Programa:</i>                                     |                      |          |
| I. Instalaciones de Centrales Nucleares                  | 7 113 146 397        | 21,55    |
| II. Radioisótopos y Radiaciones                          | 148 991 679          | 0,45     |
| III. Investigaciones Nucleares                           | 1 802 650 532        | 5,46     |
| IV. Protección Radiológica y Seguridad Nuclear           | 69 095 638           | 0,21     |
| V. Dirección Capacitación y Apoyo                        | 1 365 180 132        | 4,14     |
| VI. Suministros a Centrales Nucleares                    | 4 872 642 622        | 14,77    |
| <i>Erogaciones no Programadas:</i>                       |                      |          |
| Contribución a Organismos Descentralizados               | 5 000 000            | 0,02     |
| Amortización de Otras Deudas                             | 2 736 568 344        | 8,29     |
| Amortización del Ajuste de Otras Deudas                  | 14 417 261 656       | 43,69    |
| Adelantos a Proveedores y Contratistas                   | 469 606 000          | 1,42     |
| <i>Por Financiación:</i>                                 |                      |          |
| Recursos Corrientes no Tributarios                       | 964 767 000          | 2,92     |
| Recursos de Capital                                      | 50 200 000           | 0,15     |
| Uso del Crédito Instituciones Financieras                | 21 935 578 000       | 66,47    |
| Uso del Crédito Instituciones Financieras M. E.          | 2 145 345 000        | 6,50     |
| Proveedores y Contratistas                               | —                    | —        |
| Proveedores y Contratistas M. E.                         | 33 119 000           | 0,10     |
| Por Remanente de Ejercicios Anteriores                   | —                    | —        |
| Por Adelantos Otorgados a Proveedores y Contratistas     | —                    | —        |
| En Ejercicio Anterior                                    | 155 282 000          | 0,47     |
| Por Contribuciones de la Administración Nacional         | 7 715 852 000        | 23,39    |
| <i>Por Inciso:</i>                                       |                      |          |
| 11. Personal                                             | 597 236 000          | 1,81     |
| 12. Bienes y Servicios No Personales                     | 1 520 825 266        | 4,61     |
| 21. Intereses de la Deuda                                | 478 162 000          | 1,45     |
| 31. Transferencias para Financiar Erogaciones Corrientes | 15 763 000           | 0,05     |
| 41. Bienes de Capital                                    | 131 473 209          | 0,40     |
| 42. Construcciones                                       | 12 628 243 325       | 38,27    |
| 51. Bienes Preexistentes                                 | 4 200                | 0,00     |
| 71. Erogaciones Figurativas                              | 5 000 000            | 0,02     |
| 81. Amortización de Deudas                               | 17 153 830 000       | 51,97    |
| 91. Adelantos a Proveedores y Contratistas               | 469 606 000          | 1,42     |

## CUADRO II

## Erogaciones

(en miles de pesos)

|                                                            | I<br>Suministro<br>de energía | II<br>Aplicación<br>de radiaciones | III<br>Investigaciones<br>nucleares | IV<br>Protección<br>radiológica | V<br>Capacitación<br>y apoyo   | VI<br>Suministros<br>a centrales<br>nucleares | Total                            |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| Personal                                                   | Crédito<br>comprometido       | 68 243 000<br>67 377 525           | 144 088 000<br>143 810 712          | 22 215 000<br>21 935 098        | 151 741 000<br>151 196 826     | 172 833 000<br>172 134 808                    | 597 236 000<br>594 348 369       |
| Bienes y servicios<br>no personales                        | Crédito<br>comprometido       | 338 723 842<br>337 098 127         | 58 713 472<br>48 929 546            | 8 533 000<br>6 033 770          | 810 695 952<br>763 425 296     | 204 217 000<br>199 916 314                    | 1 520 825 266<br>1 432 716 152   |
| Intereses de la<br>deuda                                   | Crédito<br>comprometido       | 179 821 555<br>163 214 558         | 2 566 966<br>2 383 776              | 2 638<br>2 225                  | 292 788 540<br>282 255 984     | 2 804 622<br>2 741 041                        | 478 162 000<br>451 042 557       |
| Transferencias para<br>financiar erogaciones<br>corrientes | Crédito<br>comprometido       |                                    |                                     |                                 | 15 763 000<br>15 385 005       |                                               | 15 763 000<br>15 385 005         |
| Bienes de capital                                          | Crédito<br>comprometido       | 11 548 000<br>9 634 593            | 20 853 569<br>14 456 810            | 3 780 000<br>828 167            | 85 939 640<br>79 622 006       | 2 511 000<br>1 749 509                        | 131 473 209<br>107 935 548       |
| Construcciones                                             | Crédito<br>comprometido       | 6 494 810 000<br>6 430 403 910     | 1 576 428 525<br>1 555 566 909      | 34 564 800<br>31 140 142        | 8 252 000<br>7 300 951         | 4 490 273 000<br>4 475 791 366                | 12 628 243 325<br>12 523 495 518 |
| Bienes preexistentes                                       | Crédito<br>comprometido       |                                    |                                     | 200                             |                                | 4 000<br>3 678                                | 4 000<br>3 678                   |
| Contribuciones para<br>financiar erogaciones<br>corrientes | Crédito<br>comprometido       |                                    |                                     |                                 |                                |                                               | 5 000 000<br>5 000 000           |
| Amortización de<br>otras deudas                            | Crédito<br>comprometido       |                                    |                                     |                                 |                                |                                               | 17 153 830 000<br>16 667 645 730 |
| Adelantos a proveedores<br>y contratistas                  | Crédito<br>comprometido       |                                    |                                     |                                 |                                |                                               | 469 606 000<br>428 028 381       |
|                                                            | Crédito<br>comprometido       | 7 113 146 397<br>7 097 728 713     | 1 802 650 532<br>1 765 147 753      | 68 095 638<br>59 939 402        | 1 365 180 132<br>1 299 485 088 | 4 872 642 622<br>4 852 336 716                | 33 000 143 000<br>32 225 600 938 |