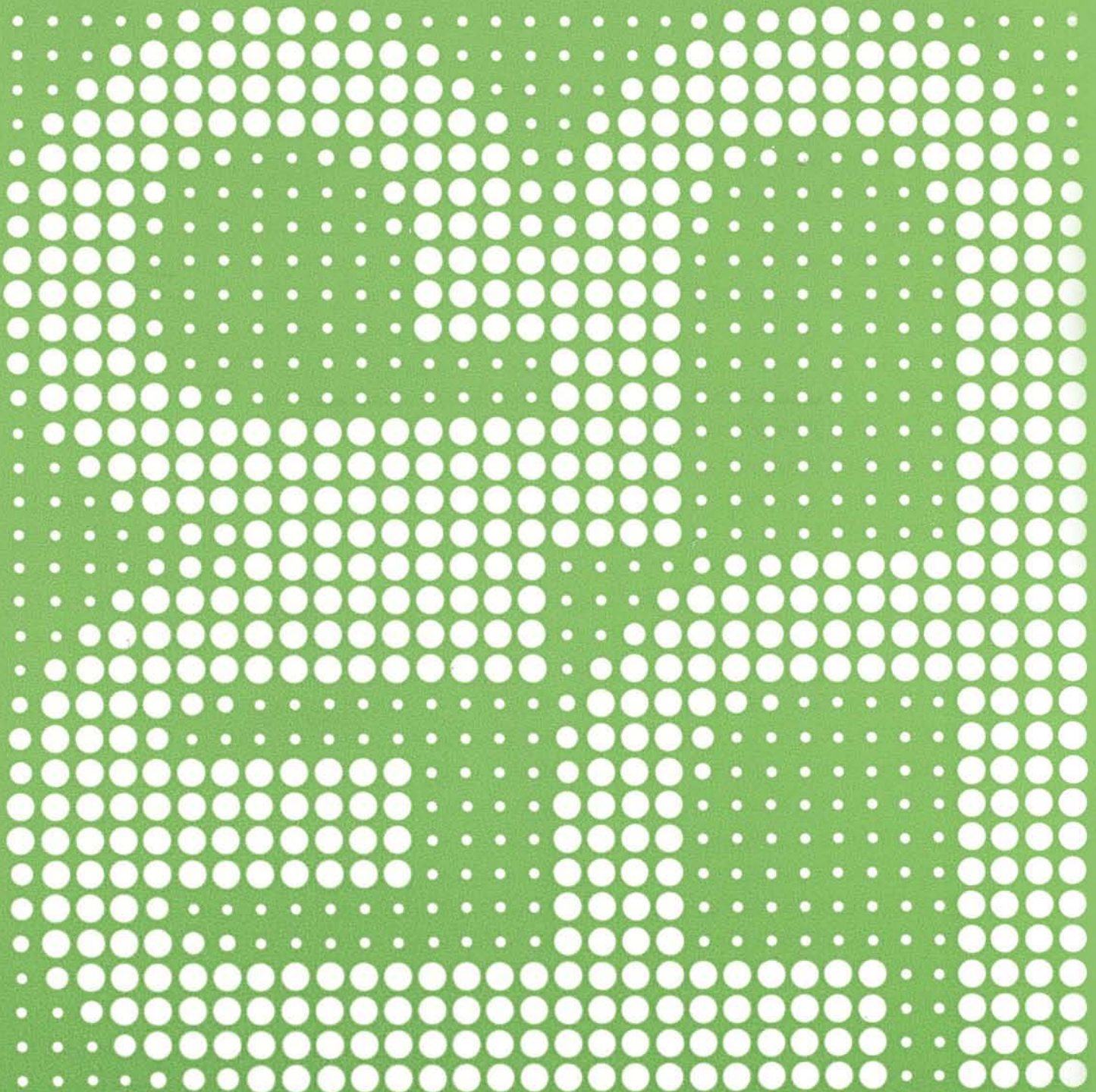


Comisión  
Nacional  
de Energía  
Atómica

Memoria  
anual 1976

República Argentina





# Comisión Nacional de Energía Atómica

## Memoria anual 1976

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA	3
CENTRALES NUCLEARES	5
COMBUSTIBLES NUCLEARES	7
ELEMENTOS COMBUSTIBLES	9
APLICACIONES DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES	13
INVESTIGACION Y DESARROLLO	17
PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD	25
ADMINISTRACION Y FINANZAS	27



# COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

*La Comisión Nacional de Energía Atómica fue creada en 1950, constituyéndose en el organismo oficial encargado de promover y realizar estudios y aplicaciones científicas e industriales de la energía nuclear y de fiscalizar dichas aplicaciones. A partir de 1952 se inició un esfuerzo orgánico mediante la creación de laboratorios nucleares de física, radioquímica, química analítica, química del uranio, electrónica, biología y medicina, radiación cósmica, separación de isótopos, metalurgia y otros. Se comenzó también la prospección sistemática de minerales uraníferos, a estudiar la tecnología de su tratamiento y a emplear radioisótopos en aplicaciones médicas y, ocasionalmente, industriales.*

*En 1953 se dictó el primer curso teórico de reactores nucleares, y en 1955 se creó un instituto de formación e investigación en física, ubicado en la Provincia de Río Negro, que fue el germen del actual Centro Atómico Bariloche. La orientación general era formar personal lo más rápidamente posible, dictando cursos, proveyendo oportunidades de trabajo a científicos y técnicos interesados en el tema y otorgando becas de especialización en el extranjero.*

*La evolución de la CNEA fue acelerándose cada vez más durante esa década. Ello se debió tanto a la mayor experiencia adquirida cuanto a la posibilidad, bien aprovechada, de un mayor contacto con los países más avanzados, y que se consolidó a partir de 1957 con la creación del Organismo Internacional de Energía Atómica.*

*Las nuevas condiciones de contorno permitieron construir en el país, sobre la base de planos norteamericanos, el primer reactor experimental argentino, el RA-1, que funciona desde 1958 en el Centro Atómico Constituyentes. Los desarrollos posteriores propios en reactores de investigación condujeron a la erección de un reactor experimental de irradiación y producción diseñado en el país, el RA-3, en el Centro Atómico Ezeiza, con el cual se consolidó el ya importante desarrollo de las aplicaciones de radioisótopos y radiaciones.*

*Otro año decisivo para la evolución de la CNEA fue 1965, en el cual el Gobierno Nacional le encargó la realización de un estudio de factibilidad que analizase la posibilidad de instalar una central nucleoelectrónica en el país. Este hecho constituyó un reconocimiento del grado de madurez alcanzado por la Institución, que le permitió encarar un nuevo salto cualitativo de enorme significación, pero también un serio desafío para ella.*

*El estudio se realizó totalmente en la CNEA y demostró que la instalación de la central en la zona litoral del país era "técnicamente factible, económicamente conveniente y financieramente viable". La Central (Central Nuclear en Atucha) funciona desde 1974 y con ella se inició un programa de instalación de centrales nucleares cuyas etapas inmediatas son la Central Nuclear en Embalse, ya en construcción, y la Central Nuclear en Atucha II que se encuentra en estudio.*

*Paralelamente a estos desarrollos específicos en el área de los reactores nucleares, la CNEA ha ido incrementando continuamente su actividad en el desarrollo y producción de los insumos necesarios para las centrales (concentrados de uranio, elementos combustibles, agua pesada, aleaciones especiales, etc.), en la prospección y explotación de recursos uraníferos, en la producción y utilización de radioisótopos y radiaciones, en el manejo de los desechos radiactivos, en el control de la seguridad nuclear y en los aspectos de la investigación básica y aplicada necesarios para la concreción de sus objetivos y para mantenerse alerta respecto de nuevas aplicaciones. Todo ello se realiza sobre la premisa fundamental de consolidar y mantener una estructura científico-tecnológica con capacidad propia de realización que tienda a lograr, en asociación con empresas nacionales y bajo el control de la CNEA, el autoabastecimiento en materia nuclear.*

*En el año 1976 se inició un proceso de reestructuración de la Institución. La presidencia del Organismo fue asumida por el Capitán de Navío Dr. Carlos CASTRO MADERO. Se crearon cuatro direcciones: Investigación y Desarrollo, Operaciones, Proyectos, Logística y una Secretaría General a nivel de Gerencia, efectuándose un reordenamiento general de las actividades.*

*La organización detallada basada en Gerencias y Departamentos dependientes de las Direcciones citadas se encuentra en estudio.*

*La reactivación de numerosos proyectos de importancia básica fue la nota sobresaliente de este periodo. El más importante de ellos lo constituye la construcción de la Central Nuclear en Embalse, obra que se hallaba demorada y que merced a una renegociación del contrato experimentó un decidido avance en el segundo semestre del año.*

# Centrales Nucleares

## Central Nuclear en Atucha

El año 1976 fue el segundo completo de operación a plena potencia de la Central Nuclear en Atucha y durante el mismo se entregó a la red de consumo 2.400 millones de kWh, que corresponden a un factor de carga del 87,23 %.

La energía generada superó en 1,04 % el valor fijado con la Secretaría de Estado de Energía. Desde la primera sincronización a la red, hasta la finalización de 1976 se aportaron 6.125 millones de kWh.

Las erogaciones de capital, operación y mantenimiento representaron el 98,01 del total presupuestado. Dado que se generó 1,04 % en exceso de energía respecto a lo fijado, resultó un ahorro del 3,00 % en el costo de la generación.

Las tareas de inspección y mantenimiento requeridas según los programas respectivos y las indicaciones del Manual de Operaciones fueron llevadas a cabo por los sectores de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico y Regulación y Control de la Central. La revisión general de la Central, programada para enero de 1977 se adelantó al 15/12/76 al producirse la rotura del transformador principal por la caída de un rayo.

El consumo promedio durante 1976 resultó de 1,21 elementos combustibles por día de plena potencia con quemado promedio de extracción de 5.930 MWd/T.

Las pérdidas de agua pesada totalizaron 1.442 kg, equivalentes al 72 % del máximo garantizado por la firma proveedora. La concentración promedio del agua pesada resultó 99,87 % molar.

Los parámetros físico-químicos de los circuitos primario y secundario fueron mantenidos dentro de los límites especificados, salvo la aparición esporádica de valores excesivos de O<sub>2</sub>, que fueron posteriormente normalizados.

En lo referente a Seguridad y Radioprotección se midieron las dosis personales, las emisiones al río y por chimenea, demostrándose que en ningún caso se superaron los límites de radioprotección autorizados para las dosis personales y emisiones al medio ambiente.

En el Centro de Capacitación anexo a la Central se continuó el dictado de cursos sobre "Funcionamiento y Operación de Centrales Nucleares para Ingenieros" y de "Iniciación a Centrales Nucleares" para técnicos. Además del personal de la CNEA asistieron a los mismos becarios de la República de Chile e ingenieros y técnicos de empresas argentinas productoras de electricidad o relacionadas con la construcción de centrales nucleares.

Las transacciones económicas originadas por la prestación de energía eléctrica de la Central quedaron reguladas por una serie de resoluciones de la Secretaría de Energía en relación a los integrantes del Despacho Unificado de Carga. Se dispuso que la CNEA operara como servicio de base y se fijaron valores de costos de generación que cubren los de la Central.

## Central Nuclear en Embalse

Al finalizar 1976, mediante la reactivación de la construcción de la Central experimentada en el segundo semestre del año, se llegó a un porcentaje de ejecución de las obras civiles del 34 %. Cabe destacar la labor desarrollada y la experiencia acumulada por el personal profesional, técnico y de apoyo de CNEA durante el hormigonado continuo de la pared perimetral del Edificio del Reactor.

De acuerdo con la política fijada por CNEA de promover el desarrollo e incorporación de nuevas tecnologías en la industria nacional, se continuó colocando órdenes de compra para la fabricación de componentes electromecánicos en el país: Plataforma de los mecanismos de reactividad; Vigas del puente de la máquina de recambio de combustible;

Bombas del circuito de moderador y de refrigeración de parada con sus respectivos motores; Generador Diesel de emergencia; Puentes grúas para el Edificio de Turbina (380 t) y para el Edificio del Reactor; Precalentadores del ciclo térmico y condensador principal; Amplificadores para los detectores dentro del núcleo.

Las Delegaciones en Canadá e Italia participaron en el control y seguimiento de la construcción de los grandes componentes: generadores de vapor, calandria, presurizador, turbina y generador respectivamente.

Se realizó el anteproyecto del barrio de viviendas para el personal de la Central.

En el Centro de Capacitación vecino a la Central Nuclear en Atucha se inició el entrenamiento general previsto por contrato para el futuro personal de operación.

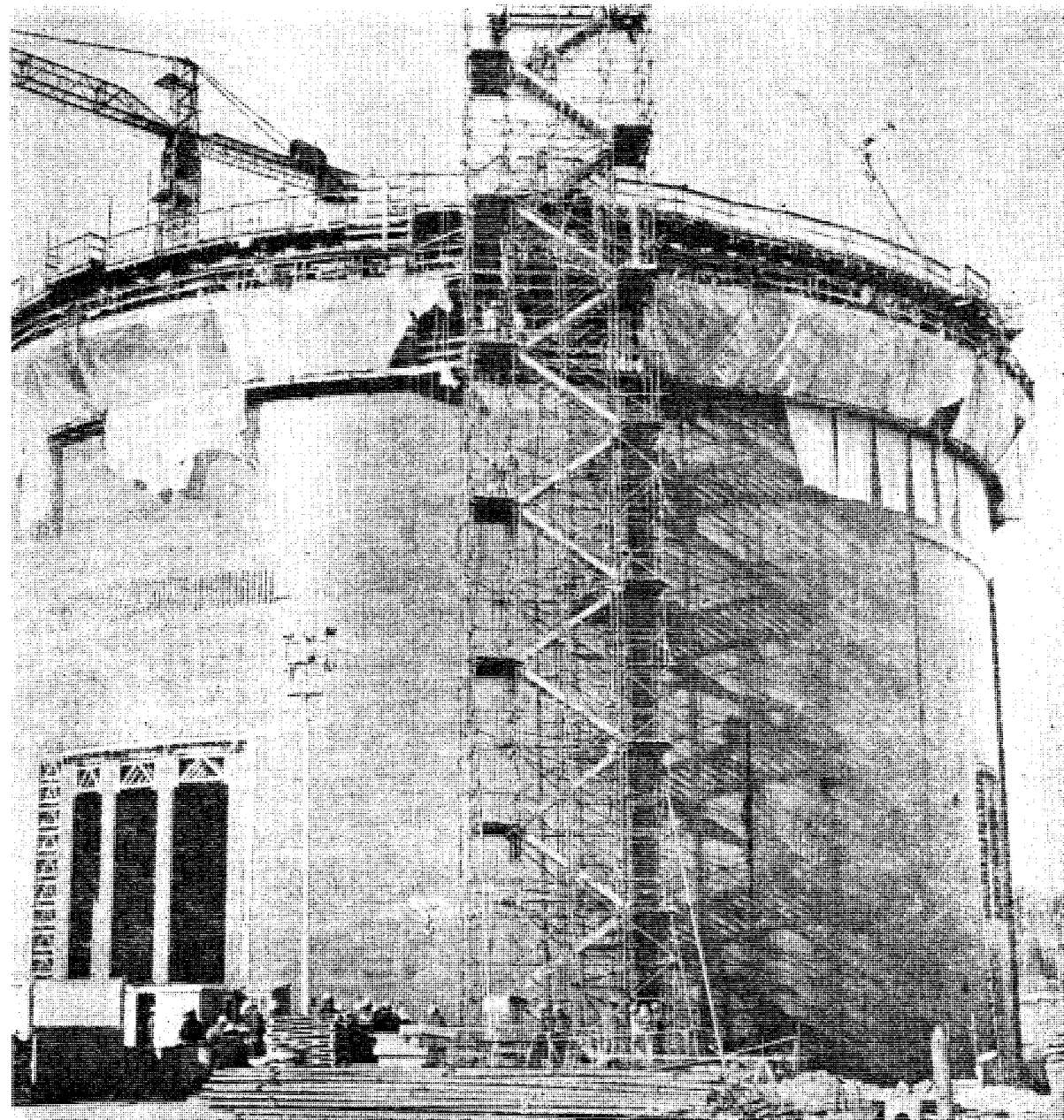
## Proyecto Centro Atómico Perú

Durante el mes de marzo de 1976 una comisión técnica de la CNEA inició las tratativas con el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) a fin de lograr una primera definición de las necesidades de dicho Instituto referentes a la instalación del Centro de Investigaciones del Perú.

La información recibida permitió que la CNEA presentara el 9 de julio una oferta para el diseño, construcción y puesta en marcha de un reactor de 10 MW, de una planta de producción de radioisótopos y de los laboratorios auxiliares.

En los meses subsiguientes el IPEN fue precisando sus requerimientos y se inició la elaboración de una oferta ampliada.

Central Nuclear en Embalse  
Hormigonado continuo de la estructura  
del edificio del reactor



# Combustibles Nucleares

## Exploración de Reservas de Uranio

### ESTUDIOS GEOLOGICOS

Se realizaron nueve perfiles geológicos en diversos sectores de interés del país con reconocimiento geológico-radimétrico. En Sierra Pintada se ejecutó un relevamiento topográfico de 280 ha.

En diversas regiones de interés uranífero se efectuaron 11.500 ha de reconocimiento geológico además de 540 ha de relevamientos geológicos. Las principales zonas estudiadas se encuentran ubicadas en las provincias de Mendoza, la Rioja, San Juan, Catamarca, Neuquén y San Luis. Como apoyo a trabajos de prospección y exploración, se realizaron 3.500 km<sup>2</sup> de relevamientos fotogeológicos en escala 1 : 20.000 y 1 : 50.000.

Por cuenta de terceros se realizó la restitución planialtimétrica de 342.800 ha en el área de influencia del yacimiento Los Adobes. En cuatro operativos principales se realizaron con equipos propios, 6.937 m de sondeos y mediante la contratación de terceros 5.773 m más, lo que hace un total de 12.731 m de sondeos de evaluación.

En trabajos realizados en el yacimiento Carrizal y La Estela se ejecutaron 323 m de laboreo minero.

### PROSPECCION

En prospección aérea regular se cubrieron 15.118 km<sup>2</sup>.

Se efectuaron además 9.780 km<sup>2</sup> de reconocimiento aéreo, surgiendo de esta tarea once nuevas anomalías. Las principales áreas estudiadas se encuentran en las provincias de La Rioja, Catamarca y Neuquén.

Los trabajos de prospección geoquímica se realizaron principalmente en la cuenca del Río Diamante, Sierra de San Luis y Cerro Overo. Se concretaron un total de 2.340 km<sup>2</sup> de pros-

pección estratégica, más 10 km<sup>2</sup> de prospección detallada en Sierra Pintada. Como resultado de este tipo de prospección se determinó un sector de interés en Sierra Pintada, encontrándose los otros sectores en etapa de elaboración de datos analíticos.

Se totalizaron 1.575 km<sup>2</sup> de prospección detallada a la vez que se efectuaron 4.018 km<sup>2</sup> de prospección autoportada. Las zonas estudiadas se encuentran en Catamarca, Salta y Neuquén. Se efectuaron trabajos de emanometría sobre 23.760 m de perfiles en el ámbito de Sierra Pintada, que ejecutados en una malla de 50 x 10 m significan la cobertura de 170 ha cubriéndose simultáneamente dicha superficie con los trabajos de radimetría correspondientes. Resultaron dos sectores anómalos de interés exploratorio.

## Explotación y Preconcentración de Uranio

Los centros de producción minera son los yacimientos Don Otto en Salta (Complejo Minero Fabril Tonco) y los del Complejo Minero San Rafael en Mendoza. La explotación de los yacimientos Huemul (Mendoza) y Los Adobes (Chubut) quedó completada. La preconcentración de los minerales se realiza en los complejos fabriles de Tonco (Salta), Malargüe (Mendoza) y Pichiñan (Chubut).

### COMPLEJO MINERO FABRIL-TONCO (SALTA)

Se extrajeron en el ejercicio 37.657 t de mineral con un contenido fino de 36.760 kg, o sea una ley media de 0,98 ‰ de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> lo que implica un incremento de 69 % sobre lo programado.

El total de concentrados producido en el año fue de 24.358 kg de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> que significó un 35 % sobre lo programado. Para tratar lixiviados de menor ley, se instalaron 4 nuevas columnas de resinas.

*COMPLEJO MINERO SAN RAFAEL  
(MENDOZA)*

La producción del año ejecutada por una empresa contratista alcanzó las 39.913 t con un contenido fino de 57.170 kg o sea una ley promedio de 1,45 ‰ de  $U_3O_8$ .

Esta producción que implicó la remoción de 175.280 t de estéril, fue un 35 % superior a lo programado.

Del total de mineral producido se transportaron al Complejo Fabril Malargüe 18.000 t.

En el ámbito del complejo se realizaron 5.376 m de sondeos. De dicho total, 4.172 m fueron realizados con equipos CNEA y 1.204 m mediante contratación con terceros.

*COMPLEJO FABRIL PICHIAN (CHUBUT)*

Se realizó el total de la explotación del yacimiento Los Adobes. La producción, trasladada a la planta Los Adobes, fue de 90.198 t de mineral, con una ley media de 1,52 ‰ y un contenido de 137.100 kg de  $U_3O_8$ .

En Los Adobes se finalizó la construcción

de 20.000 m<sup>2</sup> de planchada impermeable para su ensilado y tratamiento oportuno.

*COMPLEJO FABRIL MALARGÜE  
(MENDOZA)*

Previo al cese de actividades en el yacimiento Huemul, fueron explotadas y transportadas a fábrica 9.000 t de mineral, con una ley promedio de 1,00 % equivalente a 9.000 kg de fino.

Se produjeron en el año 20.191 kg de  $U_3O_8$ . La producción de ácido sulfúrico destinado a la fábrica fue de 2.640 t.

*COMPLEJO FABRIL CORDOBA*

En la planta de refinación de uranio se produjeron 1.285 kg de  $U_3O_8$ . Se obtuvieron en diversos ensayos 2,2 t de AUTC para la conversión de  $U_3O_8$  y  $UO_2$ . El montaje de la planta de la línea uranil tricarbonato de amonio (AUTC) quedó finalizado. En cuanto al laboratorio analítico, se realizaron 10.574 determinaciones.

# Elementos Combustibles

Varios proyectos y desarrollos están directamente vinculados con la fabricación de los elementos combustibles para reactores nucleares que van, de la obtención de esponja de circonio para la fabricación de los tubos en que se alojan las pastillas de óxido de uranio, hasta el ensayo de elementos combustibles fabricados en el país.

## *PLANTA PILOTO ESPONJA DE CIRCONIO*

Se completó un 10 % de la construcción de la planta piloto destinada a producir esponja de circonio a partir del mineral. Está situada en el C.A.B. y su capacidad está calculada en 1 t/año.

A nivel de laboratorio se obtuvo circonio en un reactor tipo Kroll. Se estudió un método para la separación circonio-hafnio y se evaluaron métodos de control de la relación hafnio-circonio.

## *PLANTA DE FABRICACION DE TUBOS DE CIRCONIO*

El proyecto de transformación de la esponja de circonio en tubos se inició con la etapa de estudio del método de fabricación a nivel

de ingeniería básica y selección del equipamiento.

El proyecto de ingeniería civil de la planta se encuentra realizado en un 50 % y se efectuaron las adquisiciones de equipos para los sectores de fundición, deformación y control de calidad.

Se pusieron en operación equipos para las pruebas de laboratorio que consistieron en fusión de lingotes a partir de esponja, y laminado de chapas y barras.

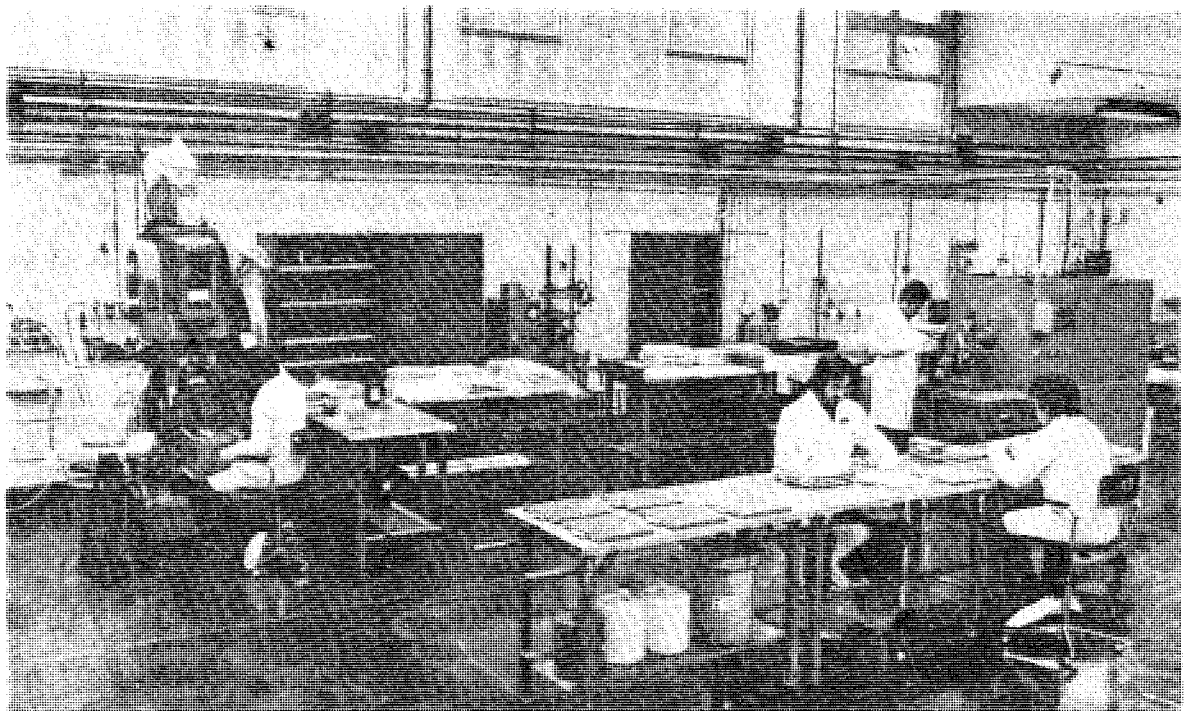
## *PLANTA PILOTO DE FABRICACION DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES*

El programa de fabricación de "Elementos combustibles Atucha demostración" se inició con la manufactura de 2 elementos.

La prueba de estos elementos en un reactor nuclear será realizada en Alemania, para lo cual se firmó el respectivo contrato con la firma Reaktor Brennelement Union de ese país.

La producción de elementos combustibles para los reactores de investigación y producción de radioisótopos RA-2 y RA-3 continuó en forma rutinaria de acuerdo a lo programado.

Planta de Núcleos Cerámicos



### LABORATORIO DE ENSAYOS DE COMBUSTIBLES Y MATERIALES IRRADIADOS

El proyecto del laboratorio de ensayos de combustibles y materiales irradiados, destinado a ensayo y control de los elementos combustibles irradiados se inició a mediados de 1976 quedando definidos los planos del edificio.

### FABRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

La fabricación en escala industrial de elementos combustibles se llevará a cabo en la Fábrica de Elementos Combustibles, a erigirse en el C.A.E. Durante el ejercicio se completó el proyecto y el pliego de licitaciones para la obra civil.

### FACILIDAD ALFA

El desarrollo de la tecnología destinada al uso de plutonio como a la fabricación de combustible se realiza en la Facilidad Alfa.

Se completaron las instalaciones para la primera etapa de operación de la Facilidad Alfa. Se redactó la documentación para su licenciamiento y se operaron las instalaciones y la línea de cajas de guantes. Se pusieron a punto las técnicas de mezclado mecánico, prensado, presinterizado y sinterizado.

Se trabajó con las técnicas para el control de proceso, microcoulombimetría, polarografía, termogravimetría, combustión, pirohidrólisis, espectrofotometría y medición de área específica.

Se elaboró un proyecto a 10 años para desarrollar esta tecnología. Se inició la construcción del laboratorio frío para Pu en el Centro Atómico Bariloche, sobre la base del proyecto elaborado.

### REPROCESAMIENTO DE COMBUSTIBLES IRRADIADOS

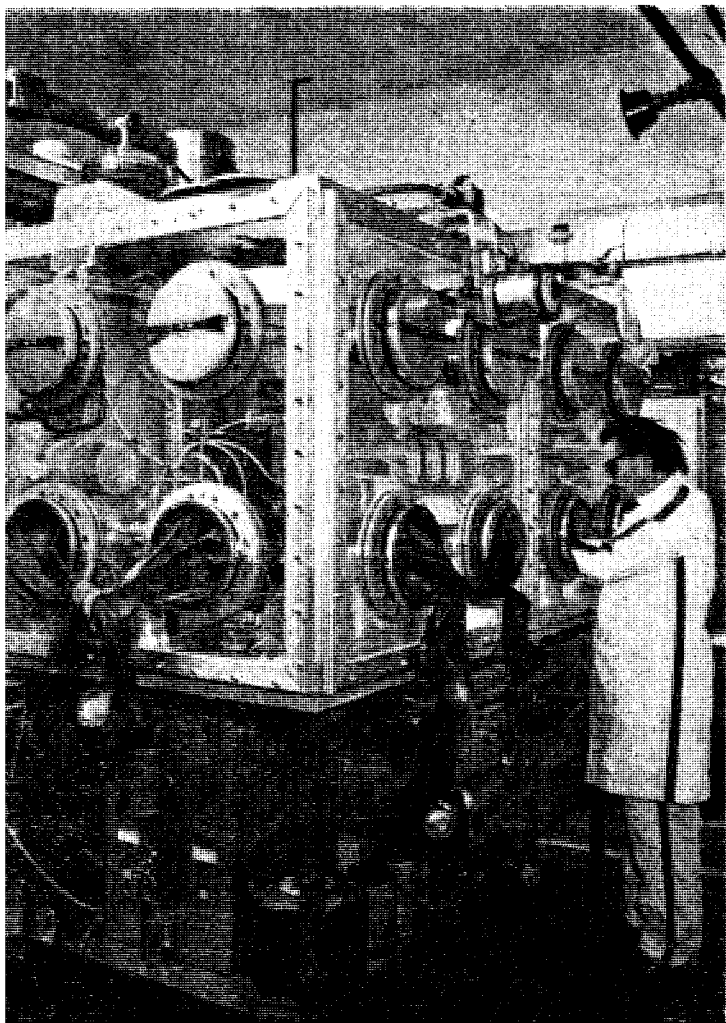
Continuando con el desarrollo de la tecnología básica, destinada a lograr la concreción de una facilidad que a nivel de Planta Experimental permita el estudio de la recuperación del material fisiónable de combustible irradiados, el esfuerzo se concentró en los siguientes aspectos:

- a) Desarrollo de equipos, componentes y sistemas vinculados a la planta piloto;
- b) Ingeniería básica del proceso;
- c) Estudio de sistemas químicos vinculados al proceso y principalmente en su aspecto químico-analítico;
- d) Adquisición de materiales, equipos y sistemas de la planta;
- e) Tareas de apoyo, especialmente aquellas destinadas a optimizar la gestión técnico-administrativa del sector.

### AGUA PESADA

Desde sus inicios (1974) el proyecto Agua Pesada tuvo dos metas perfectamente definidas:

- a) Instalar una planta industrial que permita satisfacer los requerimientos inmediatos de la demanda.
- b) Desarrollar una capacidad tecnológica propia que permita responder íntegramente a las necesidades futuras.



Facilidad Alfa  
Caja de guantes

Dentro de la primera se efectuó el "Estudio de Factibilidad de Planta Industrial de Agua Pesada", 1975, se seleccionó la localidad de Arroyito, Provincia de Neuquén, como el sitio más adecuado para una planta de 400 t/a de capacidad, que utilice el sistema de intercambio isotópico  $\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$  como método de producción.

En relación a la segunda meta, las actividades se orientaron para crear la suficiente capacidad técnica interna en tareas de físico-química, química analítica e ingeniería, que

permitan la adquisición de esta tecnología al país. Fundamentalmente las tareas concu- rrieron a la concreción del Proyecto Planta Piloto. De este Proyecto se efectuó la defi- nición de la capacidad de la Planta y la confección del diagrama de flujo.

Mediante un convenio con el Consejo Na- cional de Investigaciones Científicas y Técni- cas y la Universidad Nacional del Litoral se encararon numerosos estudios básicos ten- dientes a definir los procesos a realizarse en la planta modelo.



# Aplicaciones de Radioisótopos y Radiaciones

## Producción de Materiales Radiactivos

La producción de materiales radiactivos se realizó en la Planta de Producción de Radioisótopos, laboratorios de Radiofármacos, laboratorios de Control de Calidad e instalaciones del Centro Atómico Ezeiza.

Durante el ejercicio, la producción (excluyendo las fuentes intensas selladas de radiación) alcanzó un valor de 300 Ci, lo que ha permitido cubrir la mayor parte de la demanda de radioisótopos, observándose un incremento de un 15 % respecto a la producción del año 1975.

Cabe destacar la elaboración de generadores de Tc-99 y de In-113 m, que ha alcanzado un valor de 236 unidades y que ha permitido disminuir sustancialmente la importación de tales dispositivos por parte de los usuarios del país.

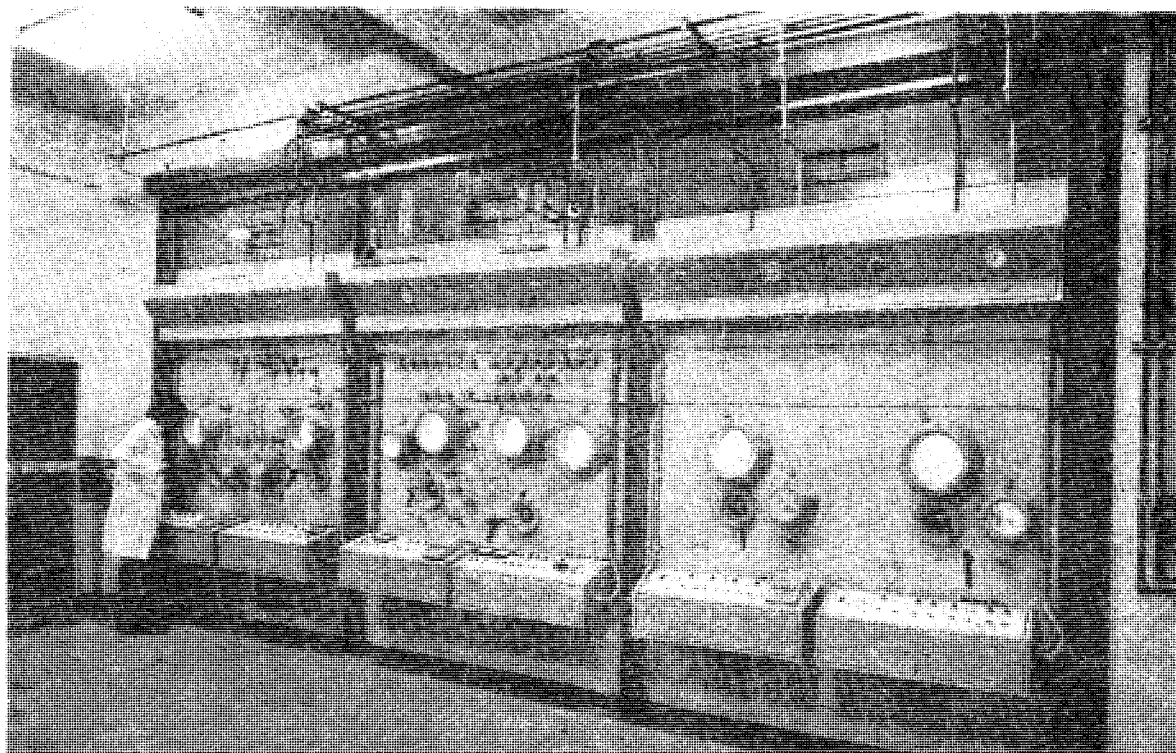
Se ha iniciado también el montaje de dos equipos de extracción de Tc-99 m, mediante

solventes, con lo cual se espera poner en práctica el suministro de equipos compactos de esta clase y reemplazar los generadores de alta actividad de este radionucleído, hasta tanto entren en operación las celdas químicas que permitan la obtención de Mo-99 de alta actividad específica.

En el caso de los radiofármacos, la producción y puesta en venta de juegos de reactivos para marcar con In-113 m y Tc-99 m ha sido del orden de las 17.000 dosis, lo cual significa un incremento del 64 % respecto del ejercicio anterior.

La producción de hormonas marcadas con I-125, puede ofrecer excelentes perspectivas en lo referente a su mercado potencialmente interesante. Se han preparado nueve tipos de hormonas marcadas, totalizando 122 envíos, donde se incluyen 35 correspondientes a fraccionamiento de I-125. El grupo que lleva a cabo estos trabajos desarrolla también tareas muy especializadas tales como caracterización de antisueros, técnicas de radioinmunoensayos y asesoramientos a los usuarios.

Planta de Producción de Radioisótopos



Complementando las tareas de producción de radioisótopos y preparados radiactivos, se ha llevado a cabo el control de calidad de los productos obtenidos. En este caso la tarea consiste en control de tipo nuclear, químico biológico, sobre envíos realizados. Aquí, consecuentemente con el aumento de la producción, se ha registrado también un aumento en el número de partidas o productos analizados que llega a ser del orden el 80 % para los controles químicos y biológicos, y del 1,5 % para los controles nucleares. Al mismo tiempo, se han desarrollado métodos de control de calidad con vistas a optimizar las técnicas de análisis.

La producción de materiales radiactivos y compuestos marcados ha satisfecho las necesidades de los usuarios de los principales productos, especialmente I-131, Tc-99m, Hg-197, Au-198, generadores de In-113 m y de Tc-99 m, y juegos de reactivos para la marcación de fármacos. Dicha producción ha permitido también cubrir los pedidos de radioisótopos de países vecinos como Uruguay, Paraguay, Bolivia y Chile.

Se han llevado a cabo tareas de ingeniería para la producción de materiales radiactivos, como la construcción de equipos de producción de diversos radioisótopos y radiofármacos y se construyó, instaló y puso en operación un nuevo recinto estanco y blindado para la producción de fuentes selladas de Co-60 con capacidad de 40.000 Ci por "batch". El estado de esta obra ha alcanzado el 80 % del total y se estimula su terminación hacia fines del año 1977.

#### *MEDICINA NUCLEAR*

Las tareas desarrolladas en este campo se han realizado principalmente en el Centro de Medicina Nuclear del Hospital Escuela José de San Martín y en el Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto "Angel Roffo" y han tenido además una vasta proyección en el medio médico del país por su importancia y beneficio relacionado con la salud de la población.

Entre las tareas que se han realizado merecen destacarse el montaje de un equipo para obtención de Tc-99 m a partir de soluciones de Mo-99; la aplicación de isótopos de corto período de desintegración en centellografía ósea; los estudios oncológicos y muchos otros trabajos que constituyen un real aporte a la clínica médica del país.

Paralelo a estas actividades se mantiene un sistema de convenios y subsidios con ins-

tituciones y centros médicos y biológicos del país, con el objetivo de promover las aplicaciones de los radioisótopos y sus beneficios en esta importante área. Con este propósito, se firmaron sendos convenios con las provincias de Salta y Mendoza.

#### *APLICACIONES TECNOLOGICAS*

Las aplicaciones tecnológicas de los radioisótopos han contribuido a la solución de algunos problemas de ingeniería y han prestado a la industria servicios que facilitan la operación de plantas e instalaciones. Entre los trabajos desarrollados merece citarse el estudio del movimiento de sedimentos de fondo del Río Paraná efectuado en la zona del Km 1.205 frente al Puerto de Corrientes. Este estudio combinado por primera vez con técnicas batimétricas permitirá una vez finalizado, calcular la masa de sedimentos de fondo transportado a través de una sección transversal del lecho del río en la zona bajo estudio. Para efectuar este trabajo fue necesario preparar un sedimento artificial, marcado con Ss-46, en el orden de 1 ci de actividad e inyectarlo sobre el fondo del río. Posteriormente se ejecutaron 4 campañas de medición "in situ", mediante embarcaciones especiales equipadas para este fin. Se espera que las campañas finalicen en marzo de 1977 y procesar los resultados obtenidos a mediados de ese año.

Otra de las técnicas radioisotópicas que aportan un neto beneficio a la industria ha sido la determinación de la masa de mercurio en celdas electrolíticas utilizadas para la producción de cloro e hidróxido de sodio. Utilizando trazadores radiactivos se puede efectuar el balance de mercurio de una planta de esta naturaleza sin necesidad de paralizar la producción. Durante el ejercicio se ha realizado este servicio a tres firmas del país totalizándose el balance de 170 toneladas de mercurio.

Se ha iniciado con el INCYTH un estudio conjunto para la medición de caudales de ríos de la Provincia de Córdoba utilizando generadores de In-113 m.

Los servicios de análisis por activación han tenido una evolución favorable, de importancia para el desarrollo tecnológico y la resolución de los problemas encarados.

Es de destacar el asesoramiento brindado en el campo de las aplicaciones tecnológicas de la República Oriental del Uruguay y a Chile.

## APLICACIONES AGROPECUARIAS

Dentro de las aplicaciones agrícolas los estudios se concentraron en:

Ensayos de fertilización con escorias básicas provenientes de Fabricaciones Militares, que se realizaron mediante el radioisótopo P-32 que se incluyó en el fertilizante.

Estudio de la fijación del fósforo en condiciones de campo.

Estudio del sistema radicular del maíz, empleando los isótopos P-32 y Rb-86.

Las investigaciones se realizaron en colaboración con las estaciones experimentales del INTA en San Pedro y en Rafaela y la facultad de Agronomía de la UBA.

Los trabajos sobre producción animal, que también se realizaron en colaboración con el INTA, versaron sobre actividad ovárica del bovino. Se utilizaron métodos de radioinmunoensayo para hormonas esterodeas con la finalidad de utilizarlos en el diagnóstico de gestación y control de inseminación artificial. El crecimiento folicular ovárico fue estudiado mediante compuestos marcados con tritio.

Se inició otra línea de investigaciones destinada a establecer una correlación entre distintos componentes de la res porcina, para lo cual se efectuaron determinaciones de agua corporal total mediante volumetría por dilución con agua tritiada. Determinaciones análogas se realizaron en bovinos. Utilizando trazadores radiactivos de cobre, se efectuaron ensayos preliminares para diagnosticar deficiencias de ese elemento en bovinos.

El grupo de sanidad animal realizó estudios para la determinación de la potencia inmunológica de vacunas antibrucélicas utilizando metodologías nucleares.

## FUENTES INTENSAS DE RADIACION

Esta actividad se ha llevado a cabo principalmente en el CAE, donde se cuenta con una Planta de Irradiación con capacidad de 1 MCi para Co-60, operando actualmente con una actividad cercana a los 300.000 Ci. Se cuenta, además, con laboratorios, el Centro de Referencia para Dosimetría, un irradiador móvil con fuente de 12.000 Ci de Co-60 y otras ins-

talaciones adecuadas para el movimiento de contenedores blindados, transferencias de fuentes, celdas calientes, etc.

Entre las tareas desarrolladas durante el ejercicio merecen destacarse los servicios de irradiación para esterilización de productos médicos; dichos servicios significaron la irradiación de 31.000 cajas de material (1.540 m<sup>3</sup>) conteniendo 34 productos distintos. El número de usuarios que utilizan el servicio de radioesterilización es del orden de 60 empresas.

El material tratado fue sometido a controles bacteriológicos establecidos por la reglamentación vigente, alcanzándose la realización de más de 1.000 análisis de 34 elementos para controles de calidad de servicios rutinarios, y se realizaron estudios de cepas aisladas para la determinación de resistencia a la radiación.

La promoción del uso de las radiaciones estuvo volcada en particular a desarrollar las técnicas de esterilización de fármacos y productos medicinales y estudios sobre la preservación de alimentos por radiación. Se efectuaron estudios detallados, en colaboración con fabricantes, sobre 17 productos diferentes, obteniéndose resultados promisorios con heparina, pancreatina y gammaglobulina.

En el Centro Regional de Referencia para Dosimetría se han efectuado numerosos servicios a instituciones nacionales y a Centros de Bolivia, Perú y Uruguay. Las actividades relacionadas con la dosimetría en radioterapia, se realizó en centros hospitalarios del país, especialmente en el Hospital de Oncología, con el cual se mantiene un acuerdo de colaboración.

Entre otras tareas cabe destacar la acción desarrollada en el campo de la promoción de uso de las radiaciones en el área industrial, teniendo en cuenta la importancia de la tecnología de la radiación en nuestro país, el interés mostrado por los usuarios y el incremento de servicios.

En este sentido se estima que la acción realizada cumple con el objetivo de estimular y promover la instalación de plantas de irradiación por parte de la industria privada con el aporte de la experiencia tecnológica adquirida en el país.



# Investigación y Desarrollo

## Física

A principios de 1976 se creó el Departamento de Física integrado por diferentes grupos de investigación que hasta esa fecha desarrollaban sus actividades en forma independiente.

### *FISICA NUCLEAR*

El programa experimental se desarrolló alrededor de los dos equipos principales existentes: El Sincrociclotrón en el que se continuó el trabajo sobre reacciones producidas por partículas  $\alpha$  y la instalación IALE, destinada a realizar mediciones espectroscópicas de productos de fisión separados isotópicamente. Estos estudios se complementan mediante experiencias de correlaciones angulares.

El grupo de física nuclear teórica realizó estudios de teoría nuclear de campos, modelos colectivos, modelos microscópicos y canales acoplados.

### *ACELERADOR ELECTROSTATICO*

Desde hace más de 10 años los grupos de física nuclear han planteado la necesidad de contar con un nuevo acelerador de partículas en reemplazo del Sincrociclotrón de 28 MeV (millones de electron-volts) para deuterones y 56 MeV para partículas alfa, que se encuentra en operación desde 1954, en la Sede Central de la CNEA. Dicho acelerador significó en su momento la apertura de nuevos rumbos en física experimental en el país, contribuyendo a la formación de un grupo de investigadores experimentales y teóricos de excelente nivel. Al mismo tiempo se fue consolidando un conjunto de ingenieros y técnicos capaces de mantener en funcionamiento y de mejorar las posibilidades operativas de una máquina cuyas similares han sido dadas de baja en la mayor parte de los laboratorios del exterior. Tal grupo constituye un seguro res-

paldo para la operación y mantenimiento de una nueva máquina.

El estudio de factibilidad para la instalación de un nuevo acelerador, terminado de actualizar en junio de 1976, fue favorablemente acogido por las actuales autoridades y el Departamento recibió la aprobación del proyecto y la autorización para comenzar cuanto antes las tareas de concreción del mismo. Para ello, se organizó una comisión ejecutiva encargada de coordinar el proyecto.

El estudio de factibilidad mencionado determinaba la conveniencia de contar con un acelerador electrostático de dos etapas con no menos de 16 MV (millones de voltios) en la terminal. Además estaría dotado de fuentes de iones y equipos periféricos capaces de asegurar la mayor versatilidad posible en tal tipo de acelerador. Finalmente se decidió por un acelerador de 20 MV, capaz de acelerar protones hasta una energía de 40 MeV e iones de masa intermedia, como oxígeno y yodo hasta una energía de 180 MeV y 360 MeV, respectivamente. Su excelente resolución de energía (menor de 1 keV) y la posibilidad de variar esta en forma continua y rápida, hace de esta máquina una herramienta ideal tanto para estudios específicos de física nuclear, como para estudios de problemas en temas de astrofísica, física del sólido, física atómica, metalurgia, medicina nuclear y otros. Para la eficiente utilización de este acelerador, se provee dotarlo con fuentes de iones de distinto tipo, sistemas de transporte de haz adecuados para permitir alcanzar altas intensidades del haz acelerado y seis líneas de salida para el montaje simultáneo de diferentes experimentos.

Ya se ha llamado a las empresas constructoras de aceleradores para la presentación de ofertas. Se estima que su operación se iniciará en 1981.

### *FISICA DEL SOLIDO*

La División Física del Sólido se integra con los laboratorios de Microscopía Electrónica, Cristalografía y Espectroscopía Infrarroja y

Raman (originados entre 1955 y 1958), los de Estudios de Propiedades Físicas y Espectroscopía Mössbauer (creados en 1969) y finalmente el grupo teórico (incorporado en 1974). Aunque los distintos grupos utilizan técnicas muy diversas y poseen líneas de trabajo independientes, los temas de investigación de todos ellos giran alrededor del estudio de materiales cristalinos no metálicos, su estructura cristalina y molecular y la relación entre éstas y sus propiedades físicas. Además de las tareas específicas de investigación, la División presta servicios y realiza tareas de apoyo a otros grupos de trabajo, tanto dentro de la CNEA como a otras instituciones o empresas del país.

El listado de alguno de los servicios prestados da una idea del tipo de actividad desarrollada.

Espectroscopía Mössbauer de cuatro muestras de lateritas de la provincia de Misiones.

Análisis por espectroscopía Mössbauer de nueve muestras de magnetitas argentinas.

Análisis térmico diferencial de 15 muestras de fluorociconato de potasio.

Análisis térmico diferencial de 10 muestras de uranato de amonio.

Identificación de 20 muestras de fluorociconatos con técnicas de difracción de rayos X.

Estudio por microscopía electrónica de forma y tamaño de los residuos de agua del reactor de Atucha.

Análisis por espectroscopía infrarroja y Raman de más de 200 muestras provenientes de diversos laboratorios del país.

Estudios de muestras de escorias del convertidor de SOMISA usando técnicas de espectroscopía Mössbauer.

Análisis térmico diferencial de muestras de cloritas de Zapla.

Identificación de muestras de óxido de hierro con técnicas de difracción de rayos X. Identificación de óxidos de hierro depositados en columnas de destilación mediante técnicas de difracción de rayos X.

Estudio de muestras de AsBi mediante espectroscopía electrónica.

#### *APOYO TECNICO*

El grupo técnico que atiende las necesidades de los laboratorios de física está integrado por 4 secciones: 1) Operación y Mantenimiento de Aceleradores. 2) Electromecáni-

ca. 3) Electrónica. 4) Detectores. La Sección de Operación y Mantenimiento de Aceleradores se ocupa de operar el Síncrociclotrón y el Proyecto IALE. Además realiza las tareas necesarias para mantener dichos equipos en condiciones normales de operación y funcionamiento. Los equipos y dispositivos electromecánicos necesarios para la realización de investigaciones en el campo de física nuclear experimental son realizados por la Sección Electromecánica. La Sección Detectores desarrolla y fabrica detectores de germanio-litio y de silicio, a fin de poder contar con detectores de radiación de alta resolución tan imprescindibles para la realización de experiencias en el campo de la física nuclear. Además se encarga de la reparación de detectores similares importados que se encuentran en la CNEA. En la Sección Electrónica se efectúa el desarrollo y mantenimiento de los equipos electrónicos de detección y control para física nuclear. También se desarrollan preamplificadores de bajo ruido para los detectores.

## Biología

### *BIOMATEMATICA*

El Grupo de Biomatemática realiza investigaciones propias y conjuntas con la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires relativas a biología relacional, teoría de compartimentos, bioestadísticas, simulación analógica y procesos estadísticos.

En el curso de 1976 se efectuaron estudios relativos a modelación matemática para la determinación del caudal coronario por radiocardiografía (con el Departamento de Medicina Nuclear Aplicada); registro de la contractilidad miocárdica mediante el empleo de sensores piezoeléctricos (con el Instituto de Investigaciones Médicas del Hospital Tornú, U.B.A.); evaluación de diferentes parámetros de la función ventricular (con el Servicio de Hemodinámica del Hospital Militar Central); desarrollo de modelos matemáticos y simulación analógica de la variación del número de pejerreyes en el embalse del Río Tercero como consecuencia del emplazamiento de la Central Nuclear; sistematización, cálculo computacional y ajuste de curvas en ensayos de radioligandos y por último se hicieron investigaciones sobre estabilidad medioambiental mediante el empleo de Teoría de Categorías, las implicancias de sistemas biológicos sobre aquellos y transferencias entre ambos.

## Radiobiología

Desde su origen el Departamento de Radiobiología ha tenido como tema central el estudio de los efectos de la radiación en diferentes niveles biológicos.

El laboratorio de microbiología hace un análisis del efecto de las radiaciones sobre microorganismos e incluye, además de la radiación gamma, el efecto ultravioleta. En una etapa de mayor complejidad biológica, se utilizan cepas de *Drosophila melanogaster*, para estudiarlas en su aspecto genético en función de las radiaciones y radiométricos. En el Laboratorio de Cultivo de Tejidos se efectúan experiencias sobre la respuesta de células a diferentes condiciones de irradiación. Mediante técnicas especiales los tejidos de mamíferos se analizan a nivel ultraestructural e histoquímico.

Complementan estos aspectos radiobiológicos, investigaciones efectuadas en animales portadores de tumores normales e irradiados, para analizar el comportamiento de tumores de origen viral.

El Departamento de Radiobiología ha incorporado en este período dos unidades nuevas: un laboratorio de bioquímica, que efectúa estudios de tiroides y un laboratorio de radioinmunología.

Dentro del apoyo necesario para efectuar investigación biológica se destaca el proyecto del bioterio libre de gérmenes patógenos (LGP). Actualmente están en las etapas finales de construcción las instalaciones básicas de dicho bioterio, que funcionará en Ezeiza y será la primera unidad del país que pueda proporcionar este tipo de animales, que no sólo son muy importantes para radiobiología, sino que también se usan en numerosos campos de la biología experimental.

Las investigaciones desarrolladas por los distintos grupos versaron sobre los temas que a continuación se desarrollan:

### BIOQUIMICA

Se estudió el efecto de drogas antitiroideas (PTU, propiltiouracilo) sobre metabolismo del  $^{131}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$  y sobre el desarrollo neuromuscular en ratas.

Además se estudiaron técnicas radioinmunoanalíticas para determinar niveles de renina y compuestos digitálicos y se desarrollaron técnicas de separación de membranas plasmáticas y de núcleos (tejido hepático y tiroideo) a fin de determinar interacción entre hormonas, metabolitos y nucleótidos con receptores celulares.

## PATOLOGIA

En este área:

Se determinaron alteraciones metabólicas provocadas por la irradiación en los tejidos, empleando métodos histoquímicos y autorradiográficos.

Se completó el estudio de las modificaciones de la succinato deshidrogenasa (G1-6-ph-DH) en las epidermis irradiada en relación a la edad de los animales y la zona de lesión, y se establecieron patrones enzimáticos no conocidos en los epitelios malpighianos que puedan aportar datos sobre la biología epitelial normal como paso previo al estudio de sus alteraciones provocadas por la radiación.

Se realizaron estudios microespectrofotométricos del contenido de DNA en lesiones humanas.

Además se realizaron estudios cuantitativos aplicando métodos de citología-estereológica que permitieron caracterizar en forma objetiva la arquitectura de la epidermis normal e irradiada de la rata.

## MICROBIOLOGIA

En trabajos con fagos se demostró que hay transducción conjunta de la mutación envoltura celular bac con un grupo de genes de los cuales se determinó el orden en que se encuentran y se obtuvieron por transducción pares de cepas isogénicas, se identificó además una mutación de termosensibilidad en la cepa DA138. Finalmente se analizaron en *Salmonella* y *Typhimurium* DA82 algunas funciones enzimáticas ligadas a membranas. Se pusieron a punto técnicas de aislamiento de membrana celular y separación de la capa externa e interna.

## GENETICA

Se continuaron las investigaciones sobre distintos tipos de daño genético inducido por rayos X en *Drosophila melanogaster* y sus posibles modificaciones por medio de agentes físicos (baja temperatura) y químicos (hidroxitolueno butilado, cloranfénicos).

También se estudió el efecto de un compuesto radiomimético: dietil sulfato.

## EFFECTOS SOMATICOS (ONCOLOGIA)

Se demostró que un virus pasajero de una línea celular utilizada en la elaboración de vacunas antiaftosas manifiesta sus propiedades

infectantes y oncogénicas luego de su pasaje por animales totalmente irradiados. Las células portadoras del virus originan en el hamster un sarcoma indiferenciado del cual se obtuvo una línea celular de cultivos "in-vitro".

Se obtuvo también una leucemia radioinducida en ratones C57/B1 que se mantiene en forma permanente. Considerando que el agente fundamental es un virus oncogénico endógeno se desarrollaron las técnicas de cultivo "in-vitro" para investigar los mecanismos de transformación.

## Química y Físicoquímica

### ESTUDIOS BASICOS Y SERVICIOS ANALITICOS

Las actividades en los distintos Departamentos dedicados a estudios químicos se desarrollan a lo largo de líneas de investigación y desarrollo relacionadas con los programas energéticos de la Institución.

El mayor énfasis se puso en estudios destinados a apoyar los proyectos de obtención de agua pasada y esponja de circonio. Cabe mencionar alguno de los trabajos realizados:

Reacción del circón con fluorsilicato de potasio para la obtención de hexafluorcirconato de potasio impuro.

Dehafniado de circonio por cristalización fraccionada de las hexafluorsales de potasio y método de evaluación del proceso separativo.

Método radimétrico de control de la relación hafnio a circonio.

Instalación y ensayo de un equipo bitérmico de intercambio isotópico.

Ensayo de catalizadores para intercambio metano/agua en fase vapor y líquida.

Evaluación teórica de factores de separación y rendimiento isotópico.

Estudio de parámetros fisicoquímicos relacionados con el diseño de una planta piloto de agua pesada.

Tratamiento de soluciones acuosas diluidas de ácido sulfhídrico con oxidantes.

Evaluación y normalización de métodos analíticos a aplicar al control del agua de alimentación de una planta piloto de agua pesada.

Estudio de la determinación de pequeñas cantidades de silicio por un método espectrofotométrico. Su aplicación a lixiviados uraníferos, soluciones de reprocesamiento, metales y aleaciones.

Estudio de la determinación de microaleantes en aleaciones ferrosas por fluorescencia de rayos X.

Los sectores de química analítica, además de proveer regularmente los servicios que le fueron requeridos prosiguieron la tarea de poner a punto procedimientos para el control analítico de materiales de interés nuclear.

### DESARROLLO DE PROCESOS

Este grupo está dedicado al desarrollo de procesos de separación de uranio. Los temas estudiados fueron los siguientes:

Columnas de resinas de intercambio iónico de lecho disperso a contracorriente.

Método "DP" de lixiviación para minerales de uranio con alto contenido de arcillas.

Retroextracción de uranio con sulfato de amonio, a partir de solventes aminados cargados.

Obtención de  $UO_2$  sintetizable vía diuranato de amonio (ADU) y uranil tricarbonato de amonio (AUTC).

Estudios de procesamiento de hidrometalúrgico de los minerales del Distrito Minero "Sierra Pintada" (Mendoza).

Comparación de costos de recuperación de uranio a partir de líquidos de lixiviación del complejo minero fabril "Los Adobes".

### QUIMICA DE REACTORES

El Departamento Química de Reactores fue creado en junio de 1976. Su objetivo es resolver problemas químicos que se originan en la operación de centrales nucleares. Se elaboraron planes de trabajo apropiados a los problemas existentes en la Central Nuclear de Atucha.

En otra línea de trabajo, el campo de la química bajo radiación, se prosiguieron los estudios referentes al sistema hormigón polímetro, obteniéndose resultados muy alentadores en lo que se refiere al mejoramiento de las propiedades mecánicas y de resistencia a la corrosión del material. Se avanzó también en el estudio de factibilidad técnico-económico del mejoramiento de maderas por impregnación con manómeros y polimerización posterior por irradiación.

### EFEECTO DE LAS RADIACIONES

Los objetivos del grupo de investigación sobre efectos de radiaciones son, el estudio de procesos químicos, físico-químicos y físicos que proceden en tiempos de  $10^{-8}$  a  $10^{12}$  segundos, como es la cinética de radiacio-

nes, estudios de radicales libres y rotaciones moleculares. Se puso a punto un método —basado sobre el de fotoelectrón único— para medir las componentes polarizada y paralela de la emisión fluorescente y destinado a la determinación de rotaciones moleculares en medios líquidos. El método fue aplicado a la 9-aminoacridina en solución de propilenglicol.

#### RADIOQUIMICA

Este grupo realiza investigaciones básicas en radioquímica. Se ha orientado a estudios experimentales relativos a activación por partículas cargadas.

Los trabajos realizados incluyen la determinación experimental de las funciones de excitación y las relaciones de secciones eficaces para el par isomérico de  $^{106}\text{Ag}$  en la reacción  $^{107}\text{Ag}(\text{d}, \text{t})$ , y la obtención de secciones eficaces neutrónicas para el isótopo curio-244.

## Tecnología Nuclear

#### REACTORES NUCLEARES

El Departamento Reactores Nucleares, además de encargarse del mantenimiento y operación de los reactores de producción de isótopos y de investigación existentes, realiza estudios y proyectos referentes a nuevas instalaciones o modificación de las existentes.

Entre las actividades realizadas mencionamos: la elaboración de modelos y simulación de desempeño de sistemas de centrales nucleares, el estudio comparativo de un reactor de potencia intermedia y cálculos y evaluaciones relativas al proyecto de un reactor de 10 MW para el Perú. En particular el sector de cálculo efectuó desarrollo de programas de cómputo (código TRISIC) para evaluación de quemado en reactores de centrales nucleares, cálculos predictivos neutrónicos y termohidráulicos relativos al núcleo de arranque de la Central Nuclear en Embalse, cálculos de blindaje para radiaciones, etc.

Se continuó con la instalación del Laboratorio de Mecánica, quedando finalizada en un 90 % la etapa de acondicionamiento del edificio y recibiendo el primer grupo de instrumental.

Finalmente se inició la etapa de reacondicionamiento del Reactor RA-3. Se construyó una torre de enfriamiento y se reformó la etapa de tratamiento de agua del circuito secundario.

#### INSTRUMENTACION

El Departamento Instrumentación tiene por misión el desarrollo y construcción de equipos electrónicos destinados a formar cadenas de instrumentación neutrónica de reactores de potencia o de experimentación, con el objetivo final de transferir posteriormente a la industria argentina la tecnología desarrollada.

Entre los prototipos realizados se pueden mencionar los siguientes:

- Preamplificadores con fuente.
- Analizador monocanal.
- Circuitos de comparadores de alarma.
- Escalímetro de tiempo y cuentas preestablecidas en sus versiones master y esclavo.
- Amplificador de corrientes de cámaras con circuito logarítmico, derivador y buffer.
- Impulsímetro.
- Fuente de baja tensión.

Se trabajó en la ingeniería de detalle de la modificación de la instrumentación convencional para el RA-3. También se estudió la documentación de la instalación de un "loop" de alta presión. Se inició el estudio de la documentación para la instalación "on-line" de una computadora en el reactor RA-1.

Se continuó la actividad de preparar la tecnología para la producción de detectores de neutrone (cámaras de ionización compensadas y contadores de fisión). También se continuaron los trabajos referentes a detectores de barrera de superficies y de telururo de cadmio.

#### MATERIALES

El Departamento de Materiales constituye un centro de investigaciones metalúrgicas que sirve de base a las numerosas actividades relativas a la producción y ensayo de elementos combustibles. Las líneas de trabajo cubren temas relativos a aceros, aleaciones, corrosión, daños por radiación, difusión de metales, fatiga, gases en metales, tratamientos térmicos, soldaduras, etc.

Las investigaciones realizadas en los laboratorios del Departamento dieron lugar a 60 publicaciones técnicas y a 20 presentaciones a congresos científicos.

#### S.A.T.I.

El Servicio de Asistencia Técnica a la Industria se organizó en 1961 con el objeto de brindar asesoramiento científico-tecnológico a la industria argentina en problemas de metalurgia de transformación. Durante el año 1976 se atendieron 88 consultas técnicas, 49 de ellas provenientes de la industria.

# Centro Atómico Bariloche

En el Centro Atómico Bariloche se realizan trabajos de Investigación básica y aplicada. En el Centro funciona el Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro", destinado a preparar licenciados en física. Dichas actividades se analizan en el capítulo "Capacitación"

## INVESTIGACION BASICA

Dentro de esta área se continuaron los trabajos en Bajas Temperaturas en los siguientes temas: 1) Transferencia de calor entre metales y dieléctricos. 2) Mediciones de magnetización superficial en aleaciones. 3) Calores específicos diferenciales. 4) Calores específicos de vidrios magnéticos.

En colisiones atómicas se continuó con la investigación básica orientada al conocimiento de los efectos producidos al bombardear sólidos con proyectiles atómicos. Parte de estas investigaciones han estado orientadas a la tecnología de confinamiento de plasmas y daños en la primera pared de reactores de fusión.

En física teórica se estudiaron sistemas de valencia intermedia y se formuló la teoría de las respuestas de los sistemas en experimentos de Resonancia Mössbauer y Espectrometría de Rayos X.

En partículas elementales se ha investigado sobre aspectos de teorías de campos de reggeones y su aplicación a la fenomenología de las interacciones fuertes a alta energía.

En termodinámica se estudió la absorción de gases sólidos.

En metales se trabajó en los temas: 1) Propiedades plásticas y la transformación normal-superconductor en Pb. 2) Termodinámica de soluciones intersticiales. 3) Propiedades fotoconductoras. 4) Cinética de recuperación de resistividad eléctrica.

La División Neutrones y Reactores trabajó en los siguientes temas: 1) Espectros neutrónicos en D<sub>2</sub>O con geometría cilíndrica. 2) Medición de espectros del flujo angular de neutrones cerca de una interfase agua pesada-agua liviana. 3) Medición de sección eficaz total de zinc y molibdeno. 4) Optimización del sistema de cálculo para secciones eficaces totales.

La División Resonancias Magnéticas trabajó en los campos siguientes: 1) Espectrometría REP en cristales aisladores con impurezas paramagnéticas. 2) Resonancias antife-

rromagnéticas en compuestos magnéticamente concentrados. 3) Espectrometría ENDOR y medición de parámetros hiperfinos y superfinos.

## INVESTIGACION APLICADA

Se desarrollaron tareas de investigación aplicada y desarrollo de plantas piloto en áreas de directo interés para la CNEA o por cuenta de terceros.

Por sus características los trabajos han sido interdisciplinarios, promoviéndose la participación en los mismos de personal de varios Departamentos. Se continuó con la construcción de la planta piloto de metalurgia extractiva de zirconio.

Se desarrolló a escala de laboratorio las etapas de ataque del mineral, cloruración, de-hafniado y reducción con magnesio.

Se continuó con los trabajos en curso sobre temas referentes a óxidos mixtos, incluyendo estudios de criticidad en condiciones reales.

Se utilizó la técnica de implantación iónica en la obtención de dispositivos electrónicos y en detectores de interés para la CNEA. Se finalizaron los contratos con SENID (ferritas magnetostrictivas) y con ALUAR (carbonización de breas y oxireactividad de carbones). Se elevaron a ENTel los informes finales sobre la obtención de gránulos para uso en telefonía y carbones para descargadores de sobretensión.

## Prospectivas y Estudios Especiales

### FUSION NUCLEAR

En este campo se completó un estudio panorámico sobre el tema, con énfasis en la utilización de láseres, se avanzó en la preparación de otra investigación sobre los aspectos físicos del confinamiento magnético y se comenzó a organizar un grupo en la CNEA orientado hacia realizaciones experimentales.

El objetivo se diseñar y construir un sistema toroidal que permita adquirir experiencia en los aspectos tecnológicos de este tipo de máquinas y realizar estudios básicos de confinamiento y calentamiento de plasma. En una primera etapa, se construirá un sistema lineal para estudiar técnicas de diagnóstico.

En relación con el tema, se mantuvo un convenio con el Instituto de Investigaciones

Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas para el desarrollo de láseres de interés nuclear, en el cual se llegó a una energía de 10 J en 200 nanosegundos (50 MW) para un oscilador láser TEA de anhídrido carbónico.

## ENERGIAS NO CONVENCIONALES

La actividad en energías no convencionales siguió concentrada en energía solar. Durante el ejercicio se completó la primera parte (generación fototérmica) del estudio en marcha sobre la evaluación del estado de la tecnología de transformación solar-eléctrica y se continuó trabajando en la segunda (generación fotovoltaica). Se inició también el diseño de un prototipo destinado a estudiar la generación de vapor de calidad apropiada para accionar grupos turboeléctricos.

Asimismo, se continuaron estudios experimentales sobre la aplicación de energía solar para calentamiento de agua industrial utilizando estanques plásticos playos. Los trabajos están orientados hacia el empleo de esta técnica en el complejo minero-fabril de Sierra Pintada como sustitutiva de combustibles convencionales. Se ensayaron calefactores de 1 m<sup>2</sup> con los que se obtuvieron 100 litros de agua a 70° C por calefactor y por día. Se ha iniciado la construcción de calefactores de 14 m<sup>2</sup>.

## Capacitación y Apoyo

### DOCUMENTACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

Durante el ejercicio que se reseña la Biblioteca de la Sede Central procedió al inventario de 695 volúmenes y se incorporaron 21.922 microfichas y 1.712 informes. La colección de publicaciones periódicas se vio acrecentada con 34 títulos nuevos.

Con el movimiento registrado el acervo bibliográfico y documental consta de 23.224 volúmenes, 159.062 microfichas, 63.300 informes y 1.652 títulos de revistas. Los lectores registrados totalizaron 21.283, consultándose en la Sala de Lectura 10.635 revistas. En préstamo interbibliotecario se tramitaron 428 pedidos de préstamo por 1.251 publicaciones.

La Argentina actúa como miembro nacional del Sistema Internacional de Información Nuclear (INIS) organizado y puesto en operación por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Durante el curso de 1976 la CNEA, al igual que años anteriores, proveyó regularmente al

INIS de los documentos científicos y tecnológicos sobre energía nuclear que se producen en el país.

El aporte de la CNEA entre Informes, Notas Técnicas, Cursos y diversos trabajos que el personal público en fuentes nacionales y extranjeras totalizó unas 180 contribuciones.

## PROCESAMIENTO DE DATOS

La CNEA posee en su Centro de Bariloche un computador IBM 360/44 y otro en Ezeiza modelo 1130. Esto último satisface esencialmente las necesidades de la Gerencia de Protección Radiológica y Seguridad. Los restantes requerimientos de cálculo de la CNEA tuvieron que ser cubiertas hasta ahora por servicios externos.

El proyecto de instalar en el área de Buenos Aires un centro de cómputos que absorba esas necesidades tuvo su principio de ejecución en este ejercicio, en el cual se formalizó la compra de un equipo IBM 370/158 y se inició la construcción del edificio que albergará el Centro.

## CAPACITACION

El desarrollo de los recursos humanos recibió siempre preferente atención por parte del Organismo.

En el Centro Atómico Bariloche funciona el Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro" Completaron su carrera como licenciados en física 13 alumnos, uno de ellos extranjero, becado por la OEA. Se aprobaron diez tesis doctorales de ex-alumnos, cuatro de ellas sobre la base de trabajos realizados en el Centro Atómico Bariloche.

La actividad fue complementada con el dictado de numerosos seminarios y coloquios a cargo de especialistas argentinos e invitados extranjeros.

La creación de la carrera de ingeniería nuclear fue estudiada estableciéndose los programas y necesidades de infraestructura.

En la Central Nuclear en Atucha se preparan los ingenieros y técnicos que intervendrán en la operación de las futuras centrales nucleares. 20 ingenieros egresaron del 2º curso sobre "Funcionamiento y Operación de Centrales Nucleares". Durante el año se iniciaron dos nuevos cursos a los que se incorporaron 19 y 28 ingenieros respectivamente. En dichos cursos participan becarios de la CNEA, de empresas de servicios eléctricos y de ingeniería vinculados con la instalación de centrales y alumnos extranjeros becados por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Los técnicos son preparados en el Curso sobre "Iniciación a Centrales Nucleares". Este curso se inició en octubre con 25 técnicos.

Esta capacitación fue completada con entrenamiento en planta, cursillos auxiliares, cursos de idioma y asistencia a cursos internacionales.

Dentro del área de aplicaciones de radioisótopos se dictaron en el Centro Atómico Ezeiza dos Cursos de Metodología y Aplicación de los Radioisótopos, orientados prin-

cialmente para profesionales con la participación de 17 alumnos profesionales, incluyendo entre ellos a dos becarios extranjeros.

La labor de capacitación se manifestó además en los numerosos cursos, seminarios, supervisión de trabajos de tesis, etc., realizados en el ámbito de la Dirección de Investigaciones.

Esta actividad fue particularmente intensa en el Departamento Materiales, en el que se dictaron 16 cursos y se dirigieron 14 trabajos de tesis vinculados a temas metalúrgicos.

# Protección Radiológica y Seguridad

## Control Radiológico

El cumplimiento de los límites de dosis, de acuerdo a lo fijado en las "Normas básicas de seguridad radiológica y nuclear, para los trabajadores profesionalmente expuestos y los miembros individuales del público" constituye una de las funciones básicas de la CNEA.

Durante 1976 se efectuó el control radiológico de todas las áreas controladas de la CNEA, evaluando los riesgos de irradiación externa y de contaminación interna del personal que realiza tareas con radioisótopos y radiaciones ionizantes. Se realizaron con tal propósito determinaciones de los niveles de exposición, contaminación del aire y superficies, condiciones humanas en el Contador de todo el Cuerpo y a través de excretas. Las distintas operaciones y prácticas autorizadas se controlaron mediante "Oficiales de Seguridad" destacados en las áreas respectivas.

Se realizaron 247 inspecciones a usuarios externos de material radiactivo, en cumplimiento de lo dispuesto por el Decreto 842/58, 134 de las cuales correspondieron a centros ubicados en la Capital Federal y Gran Buenos Aires, y 113 a centros ubicados en el interior del país. Se otorgaron 926 permisos individuales y de entidades, para el uso de radioisótopos.

### *CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE*

Se continuó el monitoreo ambiental en los alrededores de la Central Nuclear en Atucha y en la zona de influencia del Centro Atómico Ezeiza. Durante las operaciones de muestreo se realizaron mediciones de actividad en aguas, alimentos, aire y pasto, obteniendo los valores indicativos de la exposición externa y de las dosis debidas a contaminación interna, según los caminos críticos que se consideran. Se continuó operando la estación meteorológica en la Central Nuclear en Embalse y se efectuaron los análisis de los registros y partes semanales a partir de los informes

recibidos. Entre los estudios relativos al control del medio ambiente se pueden citar en particular los siguientes:

Ensayos de resistencia térmica del peje-rey.

Gestión de convenio con CONICET para estudio limnológico integral del lago del Embalse Río III (Córdoba).

Realización de estudios sobre distribución de población, hábitos dietéticos, producción agrícola ganadera, consumo de agua en los alrededores de la Central Nuclear en Embalse-Córdoba.

Operación de las estaciones de muestreo del "fallout" en Buenos Aires, Formosa y Malargüe.

Muestreo en Buenos Aires de aerosoles en aire, leche, alimentos y exposición externa.

Estimación de dosis en la población.

Monitoraje en la zona de influencia del Centro Atómico Ezeiza. Muestreo de aguas y sedimentos del Arroyo Aguirre, napa freática, leche, aerosoles en aire, pasto, material depositado y exposición externa.

Determinación de Po-210 en alimentos consumidos en las zonas mineras de Salta y Malargüe.

Análisis para Obras Sanitarias de la Nación de aguas del Río Uruguay.

Determinación de elementos estables en aire y "fallout".

Proceso de muestras antárticas de acuerdo al Plan Núcleo-Antar.

Luego de ser reparada, se puso operativa la planta de residuos líquidos de baja actividad, quedando de tal modo solucionados los inconvenientes de eliminación de residuos de la Planta de Producción de Radioisótopos del CAE. Además, se habilitó la cañería que comunica dicha planta con la zona de trincheras a tierra para evacuar los residuos radiactivos de actividad intermedia.

Se continuó la construcción de la Planta de Almacenamiento de Residuos Líquidos de Alta Actividad estando prevista su terminación en 1977.

## SALVAGUARDIAS

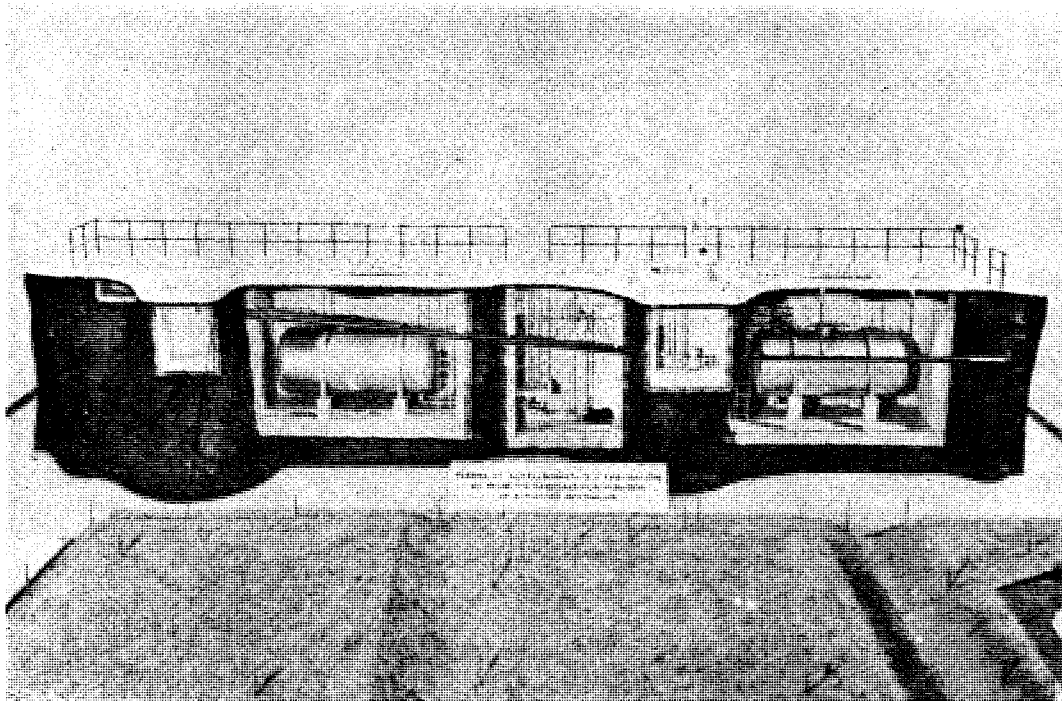
En cumplimiento de los acuerdos internacionales firmados por el país sobre aplicaciones de salvaguardias a material fisionable especial e instalaciones nucleares, se efectuaron los inventarios y balances correspondientes, se redactaron y remitieron informes periódicos al Organismo Internacional de Energía Atómica, y se recibieron las inspecciones que envió el Organismo.

## COMITE ASESOR DE LICENCIAMIENTO DE CENTRALES NUCLEARES (CALIN)

Al Presidente de la CNEA le compete autorizar la operación de toda instalación nuclear existente en el país. Esta delicada función la realiza mediante el asesoramiento del CALIN, comité recientemente constituido.

Las primeras tareas del CALIN estuvieron dirigidas a preparar su organización y reglamentación interna, abocándose seguidamente al estudio de la documentación que se requerirá para el licenciamiento de una instalación nuclear en cada una de sus etapas.

El primer estudio de licenciamiento que se inició es el de la Central Nuclear en Atucha para operar en plena potencia.



Maqueta de la Planta de Almacenamiento y Evaluación de Residuos Radiactivos de Actividad Intermedia.

## Administración y Finanzas

El presupuesto de la CNEA se distribuye en 5 programas. En la tabla se dan las erogaciones realizadas en cada uno de estos programas en los distintos rubros. La mayor inversión corresponde a la Central Nuclear en Em-

balse. El rubro construcciones en el programa suministro de energía registra un gasto de \$ 21.906.706.603.

La financiación (en pesos) del presupuesto del ejercicio 1976 es el siguiente:

<i>Recursos específicos:</i>	13.569.139.000
Ingresos	
Corrientes	3.167.103.000
Ingresos	
Capital Ext.	
Uso del	
crédito	10.402.036.000
<i>Contribución Adm. Nacional:</i>	23.236.115.243
Aporte	
Tesoro	21.136.115.243
Cuentas	
Especiales	
(FONGOE)	2.100.000.000
<b>Total CNEA</b>	<b><u>36.805.254.243</u></b>

Las erogaciones producidas en el transcurso del año son las detalladas en el cuadro siguiente, siendo la inversión de \$ 34.215.928.284, y el saldo de \$ 2.589.275.959.

La División Suministros realizó 418 licitaciones por un monto estimado de \$ 1.863.000.000,

sin contar los compromisos en moneda extranjera.

En materia de personal se registraron 472 altas y 338 bajas. Al finalizar el año la CNEA contaba con una dotación de 4.000 personas, de las cuales 1.900 eran profesionales y técnicos.

# EROGACIONES

## COMPOSICION POR PROGRAMA (en miles de pesos)

	I Suministro de energía	II Aplicación de radiaciones	III Investigaciones Nucleares	IV Protección Radiológica	V Servicios Generales	TOTAL
Personal	832.793	162.057	562.067	111.277	571.742	2.239.938
Bienes y Servicios no personales	1.993.106	104.569	174.376	17.740	355.671	2.645.464
Intereses de la deuda	1.881.175				4.223	1.885.398
Becas					30.120	30.120
Bienes de capital	546.700	74.909	692.873	44.512	99.466	1.458.460
Construcciones	21.906.706	369.036	990.986	91.110	364.786	23.722.626
Amortización de la deuda	2.201.551				4.952	2.206.503
Erogaciones figurativas						27.469
<b>TOTAL</b>	<b>29.362.031</b>	<b>710.570</b>	<b>2.420.300</b>	<b>264.639</b>	<b>1.430.960</b>	<b>34.215.978</b>

