

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Comisión
Nacional
de Energía
Atómica

Memoria
anual 1977

República Argentina



Comisión Nacional de Energía Atómica

Memoria Anual 1977

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA	3
PROGRAMA ENERGETICO	5
RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES	11
TECNOLOGIA NUCLEAR	15
INVESTIGACION	21
PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD	25
INFRAESTRUCTURA Y ASPECTOS GENERALES	29

Comisión Nacional de Energía Atómica

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), creada en el año 1950, es el organismo oficial encargado de promover y realizar estudios y aplicaciones científicas e industriales de la energía nuclear y de fiscalizar dichas aplicaciones en todo el ámbito del país. Sus actividades se desarrollan en la Sede Central, en los Centros Atómicos de Constituyentes, Ezeiza y Bariloche, en las distintas Delegaciones Regionales y Complejos Minero-fabriles del interior, en las Centrales Nucleares en Atucha y Embalse, y en otras instalaciones menores.

Una serie de realizaciones van jalando etapas en la evolución de la Institución, tendiente a asegurar la máxima autonomía nacional en materia nuclear. Se observa así un primer período de formación y capacitación, durante el cual se va obteniendo una valiosa experiencia en las principales líneas de investigación y desarrollo de la especialidad, en un proceso que culmina con la puesta en criticidad, en enero de 1958, del RA-1 —primer reactor nuclear en operación en Latinoamérica— construido, al igual que sus elementos combustibles, totalmente en el país.

Le sucede luego un período de consolidación y de transición hacia las grandes realizaciones con proyección nacional, durante el cual se intensifica el desarrollo de las diversas tecnologías nucleares y sus aplicaciones, y se manifiesta el firme propósito de incorporar las centrales nucleares al parque de generación eléctrica comercial del país, que se traduce en el "Estudio de Preinversión de una Central Nuclear para la Zona del Gran Buenos Aires-Litoral".

Concretado ese objetivo con la entrada en servicio de la Central Nuclear en Atucha en marzo de 1974, y dotada ya de una infraestructura científica y técnica con la madurez necesaria para respaldar sus proyectos, la CNEA consolida su programa de instalación de centrales nucleoelectricas cuyas etapas inmediatas son la Central Nuclear Embalse, actualmente en construcción, y la Central Nuclear Atucha II que se encuentra en estudio.

Paralelamente se refuerzan las actividades tendientes a la producción de los insumos especiales para las centrales, al manejo del ciclo de combustibles y al control de la seguridad nuclear, a la vez que se acentúa la incentivación de la ingeniería y la industria nacionales a fin de posibilitar su máxima participación en apoyo de dicho programa.

Finalmente, durante el año 1977, la capacidad de realización de la CNEA trasciende al ámbito internacional, al suscribirse con el Gobierno Peruano el contrato por el cual la Institución asume la responsabilidad del diseño y la construcción, instalación y puesta en marcha de un centro de investigaciones nucleares para el Perú.

Esta Memoria abarca el período fiscal comprendido entre el 1° de enero y el 31 de diciembre de 1977. En ella se ha procurado brindar una reseña objetiva de las actividades desarrolladas por la CNEA durante ese período, las que fueron agrupadas siguiendo en lo posible los lineamientos de sus principales programas.

Programa Energético

Centrales Nucleares

CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

Después de dos años y medio de exitoso funcionamiento de la Central Nuclear en Atucha, se había decidido realizar una revisión general y la introducción de modificaciones destinadas a aumentar en un 8 % su potencia. Programada para los primeros días de enero de 1977, la parada de la Central se adelantó a los últimos días de diciembre de 1976 debido a los daños producidos en el transformador principal por la caída de un rayo. Este evento obligó a extender el período de inactividad a 16 semanas, en lugar de las 11 previstas originalmente. Durante dicho lapso se realizaron entre otros, los siguientes trabajos:

- Reparación del transformador principal;
- Sustitución de algunos tubos del condensador;
- Inspección y mantenimiento de la turbina principal;
- Inspección, reparación y modificaciones en el alternador y la excitatriz;
- Cambio y calibración de la máquina de carga de elementos combustibles;
- Inspección del generador de vapor;
- Inspección de las bombas principales del circuito primario y de una bomba del circuito moderador;
- Modificación del interruptor de salida del generador;
- Inspección de soldaduras del sistema primario;
- Reemplazo de la instrumentación interna del núcleo;
- Inspección y reparación de la turbina hidráulica;
- Inspección y reparación de las bombas del sistema de refrigeración por agua de río.

Finalizadas la reparación del transformador y la recorrida general, e introducidas las modificaciones necesarias para incrementar la potencia nominal de diseño, la Central se reintegró al servicio a fines del mes de abril.

Luego de efectuadas las pruebas correspondientes, el día 6 de mayo la Central alcanzó la nueva potencia nominal de 367 MWe. El incremento de potencia significó 27 MWe adicionales, que se obtuvieron con una inversión de US\$ 1 500 000. Aún agregando a esa inversión el valor de la energía no generada durante el tiempo requerido para efectuar las modificaciones, el costo de las mismas llegaría a un total del orden de los US\$ 10 000 000, cifra que debe compararse con el costo actual de instalación de esa potencia de generación nucleoelectrónica, que puede estimarse en US\$ 27 000 000.

La generación neta de energía durante el año 1977 fue de 1 537 028 MWh. Tomando el tiempo de generación a partir de la primera sincronización a la red en 1977, resulta un factor de carga de 80,9 % respecto de la potencia de diseño.

El consumo promedio fue de 1,47 elementos combustibles por día de plena potencia. El quemado promedio de extracción fue 5 290 MWd/t, que representa el 94 % del valor calculado para la situación de núcleo en equilibrio con la distribución correspondiente a la potencia incrementada.

Las pérdidas de agua pesada totalizaron 2,66 toneladas, valor superior al de años anteriores pero del orden del garantizador, para el primer año de servicio de la Central (2,6 toneladas). Las pérdidas principales fueron debidas a derrames durante los trabajos de revisión, fugas en una soldadura y en una fisura en el circuito del moderador, derrames durante la reparación de los sellos de una bomba principal y fugas por falta de estanqueidad de un cierre de canal de refrigeración.

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_2 , que fueron inmediatamente normalizados.

La radiación recibida por el personal muestra un incremento en los valores de dosis colectivas e individuales respecto de años anteriores, pero sin superar los límites radiosanitarios establecidos. Este aumento se atribuye a las tareas realizadas durante la revisión general, reparación de cañerías en el circuito moderador, de la máquina de carga y de una bomba principal de refrigeración. Con motivo de la reparación de la cañería del moderador fue necesario incluir dentro del régimen de exposición especial planificada a cuatro agentes, ninguno de los cuales recibió en esa circunstancia más de 1 500 mrem ni superó el valor anual de 5 500 mrem.

Los valores de emisión de actividad al río y al aire se mantuvieron dentro de los límites de licencia.

CENTRAL NUCLEAR EMBALSE

Con la entrada en vigencia, en febrero de 1977, de la renegociación contractual con la firma proveedora —el consorcio AECL-ITALIMPIANTI—, a partir del mes de marzo el proyecto recuperó el ritmo de avance normal con el consiguiente cumplimiento de las etapas programadas. A fines del ejercicio la obra civil había alcanzado un 60 % de su realización.

Durante el último trimestre llegaron a la obra los principales componentes pesados de la parte nuclear, entre ellos la calandria, de 8,33 m de longitud por 8,53 m de diámetro, con un peso de 240 t y los generadores de vapor, de 19,50 m de longitud por 4,16 m de diámetro y un peso de 206 t cada uno.

Debido a las grandes dimensiones de estos componentes, el transporte terrestre de los mismos a través de 700 km desde el

puerto de San Nicolás significó un complejo operativo e impuso problemas de ingeniería que fueron resueltos satisfactoriamente en el país. Para ello fue preciso recurrir a soluciones originales, tales como el uso de dos carretes hidráulicos, uno de 180 ruedas (15 ejes de 12 ruedas c/u) y otro de 128 ruedas, y de un sobrepunte modular transportable que permite salvar luces de hasta 48 m, todos ellos diseñados y contruidos por la industria nacional. Fue también necesario realizar trabajos complementarios tales como la tala de árboles, el corte y reconexión de líneas eléctricas, telefónicas y telegráficas, la construcción de desvíos carreteros y de mejoras viales, el desmontaje temporario de puentes ferroviarios, etcétera.

Por otra parte, la CNEA acordó asistir a la firma proveedora AECL en las tareas de montaje electromecánico necesarias para permitir el avance de la obra civil. Actuando con el personal de la CNEA, se realizaron trabajos de prefabricación y montaje de tuberías en el edificio de servicios del reactor, así como tareas de prefabricación y montaje del recinto de la calandria y la posterior alineación y acondicionamiento de dicho componente. Se inició además la instalación de los generadores de vapor, con la participación de empresas locales de ingeniería.

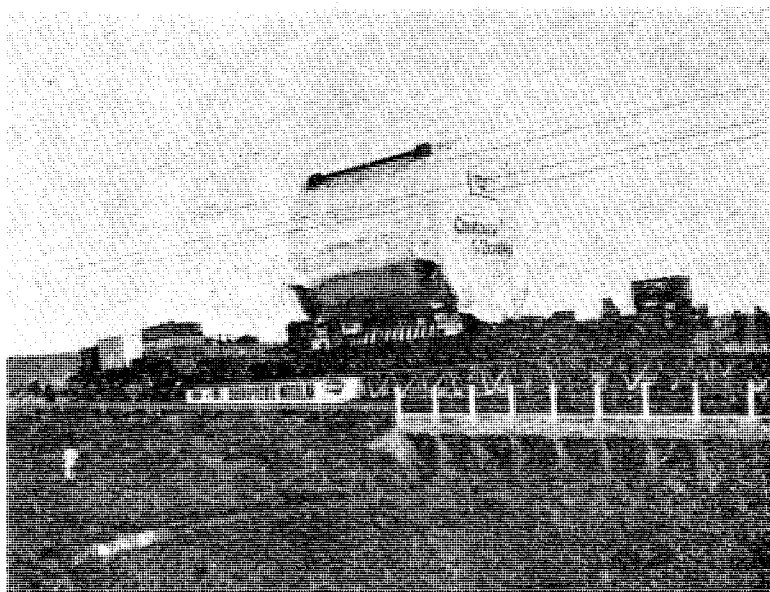
Se encuentran en avanzado estado de realización las obras relativas a la toma de agua, que incluyen una cañería de aproximadamente 800 m de longitud en el lecho del lago, y se ejecutó el 12 % de las obras del barrio de viviendas para el personal de la Central, próximo al emplazamiento de la misma.

Paralelamente, sobre la base de personal con experiencia adquirida en la Central Nuclear en Atucha, se integraron los cuadros profesionales para el plantel de operación de la Central y se inició su adiestramiento en Canadá y en Italia, en tanto que en Atucha continuó la capacitación del personal que cubrirá los restantes niveles de dicho plantel.

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA II

Dentro de las previsiones del Plan de Equipamiento Eléctrico Nacional se ha contemplado la instalación de una central nuclear con una potencia comprendida entre 540 y 640 MWe, a ser ubicada en terrenos adyacentes al emplazamiento de la Central Nuclear en Atucha, y que debería suministrar energía al sistema eléctrico a partir del año 1987. Esta tercera central nuclear argentina, denominada Atucha II, estará equipada con un reactor alimentado con uranio natural y

Figura 1
Transporte de la Calandria
Utilización del Puente Transportable



moderado por agua pesada, para el que se evaluarán tanto el concepto de tubos de presión adoptado para la Central Nuclear Embalse, como el de recipiente de presión empleado en la Central Nuclear en Atucha.

Una vez obtenida la autorización del Poder Ejecutivo Nacional, durante el presente ejercicio se iniciaron las tratativas preliminares con firmas potencialmente proveedoras, tendientes a la concreción del proyecto. De esta manera, se firmó un contrato con la firma alemana KWU para la realización conjunta del estudio de factibilidad de una central del tipo de la existente en Atucha para una potencia en el orden de 350 a 600 MWe, y se mantuvieron contactos con la empresa canadiense AECL relativos a un reactor tipo CANDU, similar al de la Central Nuclear Embalse. Asimismo se establecieron contactos con eventuales proveedores de la parte convencional.

Cabe señalar que para este proyecto es propósito de la CNEA abandonar el esquema de contratación "llave en mano" para asumir su realización con responsabilidad propia, y con una importante participación de la ingeniería y la industria nacional.

ESTUDIOS ENERGETICOS Y DE FACTIBILIDAD

Durante el ejercicio se realizaron diversos estudios relacionados con el programa energético de la Institución, entre los que cabe destacar un estudio prospectivo de desarrollo nuclear hasta el año 2000, la elaboración del Plan Nuclear 1977-1980 y estudios de posibles emplazamientos para futuras centrales nucleares en las zonas de Cuyo, centro-sur de la provincia de Buenos Aires, y Paraná Medio en las provincias de Santa Fe, Entre Ríos y Corrientes.

La CNEA tuvo también una activa participación en los estudios para la planificación del equipamiento eléctrico nacional para los periodos 1977-1985 y 1985-1995 realizados por la Secretaría de Energía, así como en la actualización de los estudios sobre el mercado eléctrico nacional.

Asimismo la Institución participó en las actividades de los Subcomités de Construcción de Sistemas Eléctricos y Planificación Electroenergética del Comité Argentino de la Comisión de Integración Eléctrica Regional (CACIER).

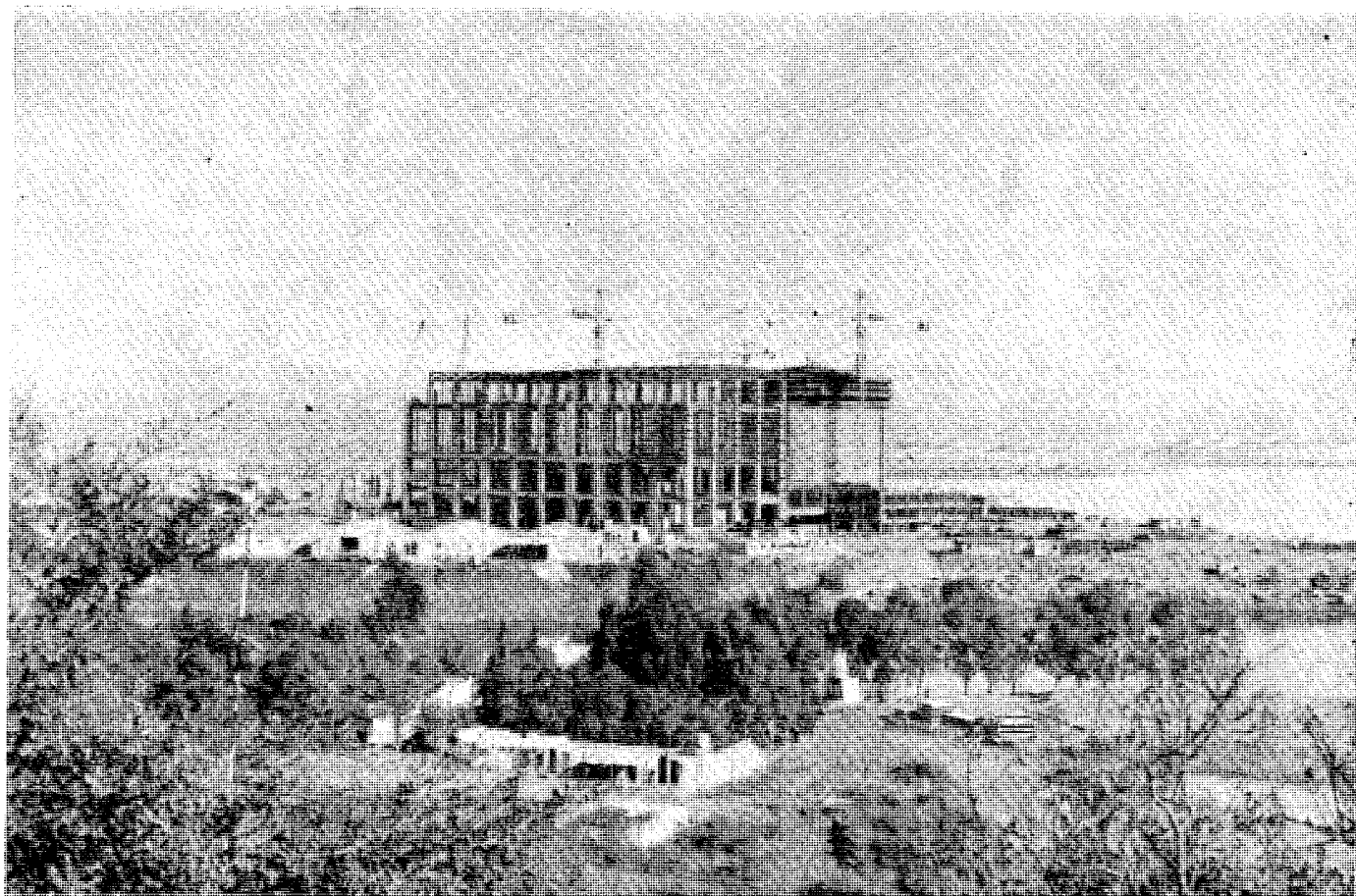


Figura 2
Central Nuclear Embalse

Exploración y Producción de Uranio y de Elementos Combustibles

DESARROLLO DE RESERVAS DE URANIO

Con el objeto de determinar el potencial de los recursos uraníferos del país la CNEA viene desarrollando un amplio programa que incluye los estudios geológicos tendientes a delimitar las áreas de posible interés uranífero, la prospección del mineral en dichas áreas, a fin de localizar yacimientos de interés económico y la evaluación del potencial uranífero de los mismos.

Se resumen a continuación los principales trabajos realizados en las distintas ramas de la especialidad.

ESTUDIOS GEOLOGICOS

Se efectuó el reconocimiento geológico de 1 366 km² en las zonas Laguna del Diamante (1 000 km²); Arroyo Lagañoso-Marayes (162 km²) y Sierra de Famatina (204 km²), orientado a los estudios de geología del uranio, punto de partida para la planificación de la prospección sistemática.

Con idéntico fin se levantaron 116 km de perfiles topográfico-geológicos en la cuenca mesozoica del Neuquén y 33 perfiles geológicos distribuidos entre Sierra Pintada (Mendoza), Sierra Grande (Córdoba) y Guandacol y Los Colorados (La Rioja).

Para apoyo de los estudios de geología del uranio se efectuó el relevamiento geológico de 152 km² en Sierra Pintada (Mendoza); 5 ha en Guandacol (La Rioja) y 67 ha en la zona de La Alumbra (Catamarca).

Los estudios se complementaron con la interpretación fotogeológica de 2 190 km² en las áreas de Los Adobes (Chubut), Carrizal y Chepical (San Juan), Sierra Pintada (Mendoza) y Los Chihuidos (Neuquén), y con la sinopsis geológica a partir de imágenes obtenidas desde satélites que cubren una superficie de 159 200 km².

PROSPECCION

Mediante técnicas geoquímicas se efectuó la prospección estratégica de 1 200 km² distribuidos en las provincias de Mendoza, San

Juan y San Luis, lográndose resultados positivos traducidos en la localización de dos sectores con mineralización a la vista, que serán objeto de estudios complementarios.

Usando la misma técnica pero con sistemática detallada se prospectaron 2 896 km² en las provincias de Catamarca, Mendoza, San Juan, Córdoba y San Luis, localizándose nuevas áreas anómalas y comprobándose diversos modelos metalogénicos.

Por medio de gammametria desde vehículo automotor se prospectó un área de 2 000 km² en la zona Cacheuta-Uspallata (Mendoza), lo que permitió la localización de 13 anomalías sobre las que se harán trabajos de detalle. Igualmente se batió una superficie de 860 km² en las Sierras Grandes (Córdoba) con resultados positivos.

La actividad geoquímica se completó mediante el análisis para determinación de uranio, de 3 465 muestras provenientes del Plan Patagonia-Comahue.

Para la investigación detallada de anomalías y/o indicios uraníferos conocidos se realizaron relevamientos emanométricos en el Yacimiento Chepical (San Juan), en la manifestación Los Colorados (La Rioja) y en los indicios Peña Negra y Quebrada El Caño de la provincia de Catamarca.

Mediante emanometría no convencional (uso de película alfa-sensible) se investigó un sector de la cuenca mesozoica del Neuquén y del área de influencia del Yacimiento Los Adobes (Chubut), empleándose en total 2 000 cápsulas detectoras.

Como apoyo a la investigación geológica y al grupo perforaciones, el sector geofísica efectuó 94 000 m de sondeos eléctricos verticales en Sierra Pintada (Mendoza), Yacimiento Rodolfo (Córdoba) y en Valle del Arroyo Perdido (Pichiñán Oriental, Chubut), tendiendo a determinar profundidades de las discontinuidades litológicas y los paleorrelieves.

Se contrató la prospección aerorradimétrica de 100 000 km² en las provincias de Chubut y Santa Cruz, previéndose su ejecución durante el próximo ejercicio.

EVALUACION

- a) Perforaciones: Con miras a certificar reservas y diseño de laboreo minero se efectuaron 13 000 m de perforaciones con equipos propios y 12 000 m por licitación, en Sierra Pintada; Yacimiento Carrizal; Yacimiento Chepical; Cerro Cóndor y Distrito Pichiñán.
- b) Laboreo: Se efectuaron diversas labores mineras que significaron la remoción de 1 000 m³ de roca.

RECURSOS URANIFEROS

Como resultado de la labor descripta y de la reevaluación de los recursos existentes, a fines de 1977 el total de recursos uraníferos del país alcanzaba a 40 097 t U_3O_8 , de los cuales 28 297 t corresponden a la categoría de recursos razonablemente asegura-

dos y 11 800 t a la de recursos adicionales estimados.

En la tabla siguiente se indica la distribución de los recursos uraníferos según las categorías técnicas y en función de los costos de obtención del concentrado, expresados en toneladas de U_3O_8 y de U, respectivamente.

RECURSOS URANIFEROS ARGENTINOS

AL 31-XII-77

CATEGORIAS	TONELADAS U_3O_8				TONELADAS U			
	COSTOS US\$/lb U_3O_8				COSTOS US\$/kg U			
	< 30	30 - 50	> 50	SUBTOT.	< 80	80 - 130	> 130	SUBTOT.
RECURSOS RAZONABLEMENTE ASEGURADOS	23 897	3 500	900	28 297	20 312	2 975	765	24 052
RECURSOS ADICIONALES ESTIMADOS	4 000	6 050	1 750	11 800	3 400	5 143	1 487	10 030
SUBTOTAL S/COSTOS	27 897	9 550	2 650	40 097	23 712	8 118	2 252	34 082
TOTAL ACUMULADO	27 897	37 447	40 097		23 712	31 830	34 082	

EXPLOTACION MINERA Y PRODUCCION DE CONCENTRADOS

Durante el ejercicio se prosiguió con las actividades de explotación minera y producción de concentrados, las que se desarrollaron fundamentalmente en los complejos minero-fabriles de Tonco (Salta), San Rafael y Malargüe (Mendoza) y Pichiñán (Chubut), en los cuales el mineral extraído es procesado hasta obtener un concentrado (yellow cake) con un contenido de aproximadamente 75 a 80 % de U_3O_8 . Estas tareas se complementan con la del Complejo Fabril Córdoba en el cual los concentrados provenientes de los demás complejos minero-fabriles reciben el tratamiento necesario para la preparación de los lotes de concentrado que finalmente se despachan con destino a las plantas de fabricación de elementos combustibles. A continuación se resume la labor realizada en cada complejo, la que se tradujo en una producción total de concentrado comercial ("yellow cake") de 115 534 kg de U_3O_8 .

COMPLEJO MINERO-FABRIL TONCO

Se continuó la explotación de la mina "Don Otto" extrayéndose 56 624 t de mineral, que fue procesado por el sistema de lixiviación en pilas con recuperación mediante resinas

de intercambio iónico con una nueva instalación de columnas y mejoras de equipos conexos, habiéndose obtenido 30 057 kg de U_3O_8 al estado de "yellow cake".

COMPLEJO MINERO SAN RAFAEL

La producción del año alcanzó las 71 124 t de mineral del sector Tigre III, que fue remitido para su procesamiento a Planta Malargüe. Se inició la explotación del cuerpo aflorante en el sector Tigre I.

Asimismo se prosiguieron los estudios referentes al Proyecto Sierra Pintada para poner en producción dicho yacimiento con un complejo minero-fabril.

COMPLEJO FABRIL MALARGÜE

Durante el ejercicio se encaró la ampliación de la capacidad de producción de este complejo mediante el agregado a la planta convencional de instalaciones para el tratamiento por lixiviación en pilas. Se efectuaron estudios de ampliación y de adaptación de la planta convencional al nuevo tipo de minerales a tratar, por haberse agotado las reservas del Yacimiento Huemul. Este año se comenzó a procesar el mineral procedente del Complejo Minero San Rafael, habiéndose producido 48 943 kg de U_3O_8 al estado de "yellow cake".

COMPLEJO FABRIL PICHINÁN

En el mes de agosto se completó la instalación de la planta de recuperación por resinas de intercambio iónico, se comenzó el tratamiento del mineral acopiado en pilas durante el ejercicio anterior, procedente del Yacimiento "Los Adobes", alcanzándose una producción de 34 802 kg de U_3O_8 al estado de "yellow cake".

COMPLEJO FABRIL CORDOBA

El establecimiento de Córdoba tiene por objetivo la refinación de uranio, o sea su purificación —en grado nuclear— y su conversión a UO_2 . Actualmente se encuentra en etapa de producción experimental la purificación por el proceso AUTC (uranil-tricarbonato de amonio). En el ejercicio se obtuvieron 22 266 kg de U_3O_8 bajo la forma de AUC (uranil-carbonato de amonio) con la pureza química exigida. Se continuó con la implementación de nuevas instalaciones y estudios de procesos de purificación. Al margen de lo anterior, se produjeron en el Complejo 1 732 kg de U_3O_8 en forma de concentrado de UO_3 .

FABRICACION DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

La amplia labor de desarrollo tecnológico que viene realizando la CNEA en temas directamente vinculados con la fabricación de elementos combustibles para reactores nucleares —de la que se da cuenta en otro capítulo de la presente Memoria— le permitió encarar la futura producción en escala indus-

trial de los elementos combustibles para alimentar a las centrales nucleares argentinas.

A continuación se reseña el estado de avance de las instalaciones que habrán de concretar esta nueva etapa del accionar de la Institución, tendiente a alcanzar la máxima autonomía del país en todos los aspectos del ciclo de combustibles nucleares.

FABRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES NUCLEARES (FECN)

Durante el presente ejercicio se efectuó el llamado a licitación, evaluación de ofertas y adjudicación de la obra civil de la FECN, dándose también comienzo a la etapa de construcción en los terrenos reservados a tal efecto en el Centro Atómico Ezeiza. Asimismo se llevaron a cabo reuniones preparatorias para elaborar el esquema operativo de la Fábrica, y se iniciaron las tareas de desarrollo para la soldadura de segmentos y patines a las vainas de zircaloy para elementos combustibles CANDU.

FABRICA DE ALEACIONES ESPECIALES (FAE)

En lo referente a esta Fábrica, destinada a la producción de los tubos y demás implementos de zircaloy que serán utilizados en la FECN, se completó el 20 % de lo previsto de la obra, consistente en las estructuras premoldeadas, el 100 % de la ingeniería básica y el 70 % de la ingeniería de detalle de los edificios destinados a los procesos de fundición y deformación que integran la planta industrial.

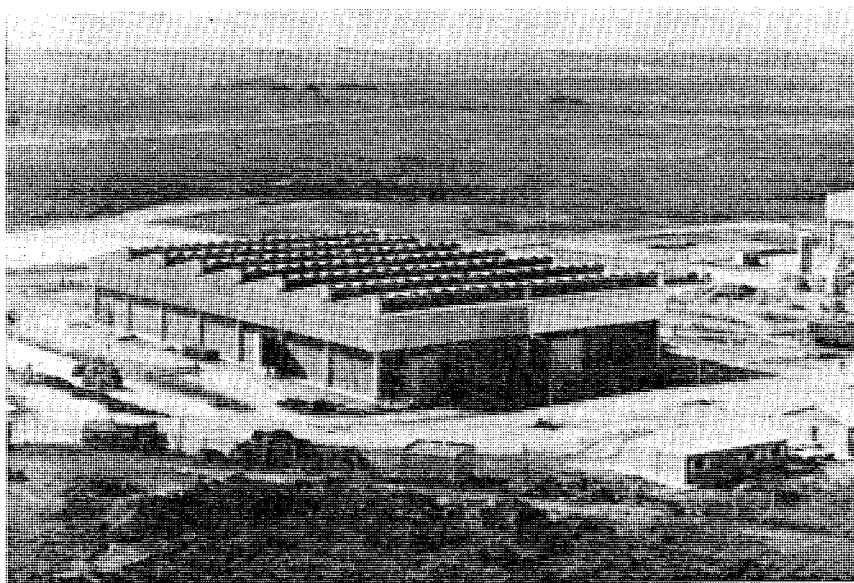


Figura 3
Fábrica de aleaciones especiales
en construcción en el CAE

Radioisótopos y Radiaciones

PRODUCCION DE MATERIALES RADIATIVOS

En las plantas y laboratorios del Centro Atómico Ezeiza dependientes del Programa de Radioisótopos y Radiaciones, se alcanzó durante el ejercicio una producción de 426 Ci de materiales radiactivos, excluyendo las fuentes selladas de radiación. Esta producción, que superó en un 42 % a la del año 1976, permitió satisfacer alrededor del 90 % de la demanda nacional y regional de dichos materiales para los distintos usos médicos, industriales y agropecuarios. La demanda total resultó a su vez incrementada en un 16 % con respecto al ejercicio anterior.

Los radioisótopos de mayor consumo fueron el Mo/Tc-99m, ya sea como Tc-99m libre, o en forma de generadores de Tc-99m a partir de Mo-99 por extracción, y el I-131. Durante el ejercicio se fabricaron 208 generadores de Mo/Tc-99m, cantidad que superó en un 33 % a la fabricada en el ejercicio anterior. Asimismo se fabricaron 115 generadores de Sn/In-113m, lo que representó un incremento del 43 % con respecto al año 1976.

En el campo de los radiofármacos, la producción de juegos de reactivos para marcar con In-113m y Tc-99m totalizó 30 250 dosis, equivalentes a 6 000 juegos de reactivos, con lo que se superó la producción del ejercicio anterior en un 55 %.

La producción rutinaria de hormonas marcadas se mantuvo en el nivel del ejercicio anterior, habiéndose iniciado la producción de antisueros y de juegos de reactivos para radioinmunoanálisis.

Finalmente también se prepararon patrones radiactivos para diversos laboratorios.

Durante este ejercicio se dio término a la construcción y equipamiento de una planta piloto para la fabricación de fuentes selladas de Co-60 de alta actividad, en la que se pueden procesar hasta 40 000 Ci de Co-60 por partida. Esta planta, única en su tipo en Latinoamérica, consta de una celda caliente operable por control remoto, una piletta para

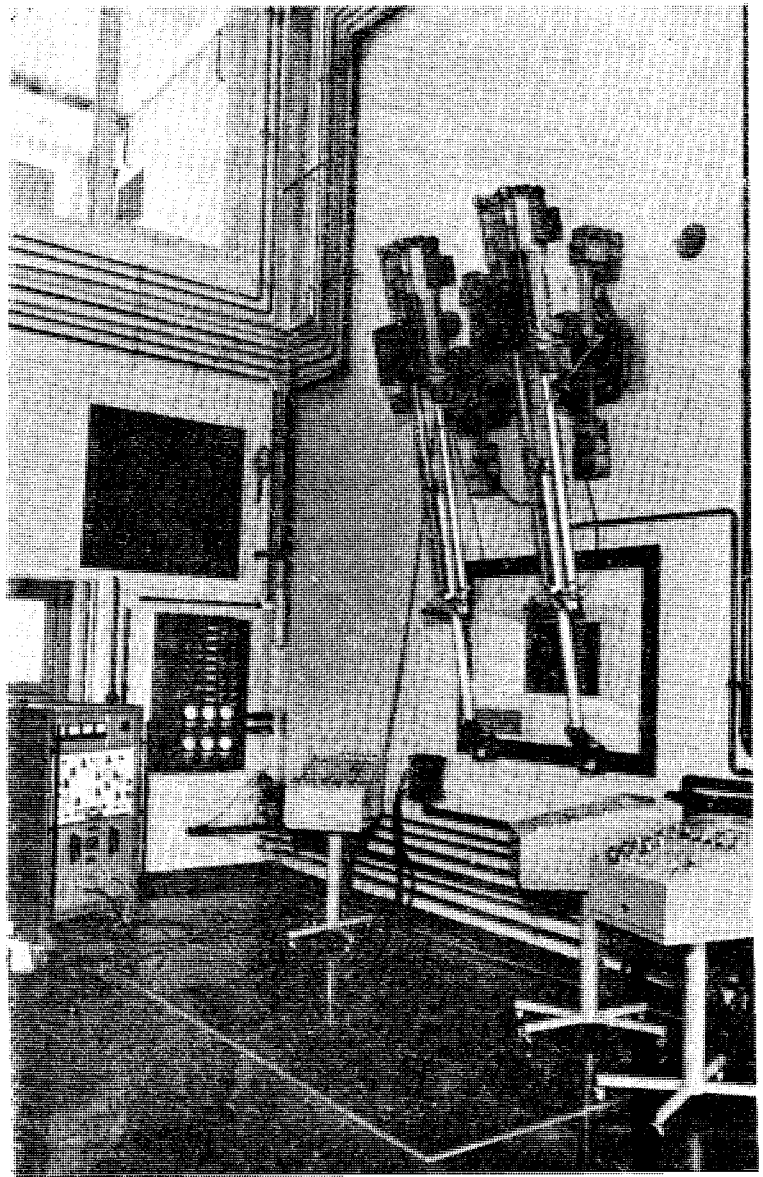
transferencia de fuentes, una soldadora automática de vainas, y otras facilidades.

La capacidad operativa de la Planta de Producción se vio ampliada con la construcción de dos nuevas celdas para producción de Cr-51, Au-198 y fosfato crómico coloidal.

Se finalizó el proyecto y el desarrollo de ingeniería de la obra Celdas Químicas de Alta Actividad, iniciando su construcción ha-

Figura 4

Planta Piloto para la fabricación de fuentes selladas de Co-60 de alta actividad



cia fines del ejercicio. Esta instalación está destinada a la elaboración de Mo-99, I-131 y otros radionucleídos a partir de productos de fisión.

El control de calidad de la producción durante el presente ejercicio implicó 847 controles nucleares, 890 controles químicos, 931 controles biológicos, y un total de 8 632 controles de partidas de expedición.

DESARROLLO EN EL CAMPO DE LAS MOLECULAS MARCADAS

Durante el presente ejercicio, el Grupo de Moléculas Marcadas realizó, entre otros trabajos, estudios para la obtención de moléculas marcadas con los isótopos C-11, C-13 y C-14 y continuó con la prestación del servicio de medición de tritio y carbono 14.

Asimismo prosiguió brindando asesoramiento a diversos centros sobre el uso de radiofármacos en medicina nuclear, y contribuyendo a la difusión de dichos usos en distintas universidades nacionales y países extranjeros.

Por otra parte, dicho sector tramitó y obtuvo una patente de invención para un equipo de extracción de Tc-99m.

APLICACIONES DE RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

FUENTES INTENSAS DE RADIACION

La labor desarrollada en esta área durante el ejercicio se dirigió fundamentalmente a afianzar el uso del método de radioesterilización, intensificando los servicios, promoviendo la participación de la industria privada e incorporando nuevos productos farmacológicos y químicos.

La Planta de Irradiación existente en el Centro Atómico Ezeiza funcionó en operación continua mediante turnos rotativos, alcanzando un factor de utilización del 90 %. En ella fueron radioesterilizadas 58 000 cajas normalizadas de productos biomédicos y farmacéuticos (2 900 m³), lo cual implica un incremento del 87 % con respecto al ejercicio anterior, y se irradiaron 4,5 toneladas de papa para evaluar la factibilidad de una planta de procesamiento industrial para la conservación de dicho producto. Mediante el aporte de 350 000 Ci de nuevas fuentes de Co-60, la actividad disponible en la Planta fue incrementada a fines del ejercicio a unos 700 000 Ci. De la actividad incorporada, 250 000 Ci fueron aportados por empresas privadas a fin de satisfacer sus requerimientos de servicios.

Para los productos procesados se efectuaron 839 controles de calidad microbiológica y 203 controles de esterilidad, así como controles de calidad química para 24 drogas diferentes.

Se otorgaron 28 nuevos licenciamientos de productos biomédicos y drogas, y se prestó asesoramiento a 28 nuevas empresas interesadas en irradiar productos.

Como resultado de la acción promocional desarrollada, dos firmas de plaza solicitaron asesoramiento para iniciar anteproyectos y estudios de preinversión para la construcción de sendas plantas de irradiación industrial.

En el Centro Regional de Referencia para Dosimetría se puso a punto el instrumental de termoluminiscencia destinado a efectuar servicios de intercomparación de mediciones dosimétricas utilizando la vía postal para el traslado de los elementos necesarios.

Se determinaron 61 puntos de calibración para equipos de medición.

Se efectuó un estudio de normalización internacional de dosímetros personales a ser utilizado por Canadá, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, México y Perú, además de Argentina.

Conforme a lo decidido en el Panel de Expertos para Normalización de Altas Dosis organizado por el OIEA, este Centro Regional, conjuntamente con organismos de Alemania, Canadá, Dinamarca, Estados Unidos de América, Holanda, Hungría, India e Inglaterra, participa de la primera intercomparación de dosímetros para altas dosis que se efectúa a nivel mundial.

APLICACIONES TECNOLOGICAS

En el campo de las aplicaciones tecnológicas de los radioisótopos, la CNEA continuó prestando servicios mediante los cuales contribuye a solucionar problemas de la ingeniería y de la industria en general. Simultáneamente prosiguió desarrollando nuevas técnicas y equipos, y promoviendo su empleo en los casos en que estas son insustituibles o en que pueden reemplazar con ventaja a las técnicas convencionales.

Entre los trabajos realizados durante el presente ejercicio merece destacarse el balance de 280 toneladas de mercurio en 289 celdas electrolíticas para cinco empresas argentinas y una del exterior, utilizando Hg-197 como trazador mediante una técnica puesta a punto por la CNEA en el año 1967, y que sigue demostrando una aptitud relevante.

En el mes de junio se completaron en campaña los estudios del desplazamiento de sedimentos del fondo del río Paraná a la altura de las provincias de Corrientes y Cha-

co, que se habían iniciado en ejercicios anteriores, hallándose en preparación la publicación definitiva de este trabajo, en el que se emplearon técnicas batimétricas conjuntamente con técnicas nucleares mediante trazadores radiactivos.

Asimismo se finalizó la determinación de parámetros hídricos utilizando trazadores y generadores isotópicos en un estudio conjunto con el INCYTH (Instituto Nacional de Ciencias y Tecnología Hídrica) que tuvo por finalidad calcular la capacidad de dispersión de residuos industriales en el río Paraná a la altura del puerto de Campana, provincia de Buenos Aires.

A solicitud de la empresa Y.P.F. se iniciaron en Colonia Catriel, Río Negro, estudios para la determinación de tiempo de residencia y ubicación de canalizaciones preferenciales en la recuperación secundaria de petróleo por muestreo de cuatro pozos, utilizando tritio, Cr-51 (EDTA) y I-131 como trazadores radiactivos.

También mediante I-131 se efectuaron determinaciones de pérdidas en cañerías subterráneas de calefacción de una construcción privada en el área del Gran Buenos Aires, con las que, a la vez que se detectó la pérdida, se obtuvo el replanteo del trazado de las cañerías, del que no existían planos confiables.

Entre los equipos desarrollados cabe consignar un gamma-scanner para medición de densidad ósea para uso en el Hospital de Clínicas "José de San Martín", un medidor de densidad y/o nivel para el proyecto de la Planta Piloto de Agua Pesada, y un escalímetro automático portátil para acoplar a sondas de medición de densidad de suelos.

En el campo del análisis por activación se continuó prestando los servicios rutinarios de la especialidad. Se efectuaron así determinaciones de tierras raras en fluoritas y análisis de Co, Zn, Sb y Ni en Teluro, de Hf en muestras de ZrO₂, de Ra en mineral de uranio, y de U y Th en diversos minerales.

APLICACIONES BIOMEDICAS

La actividad en este campo se desarrolló en el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de Clínicas "José de San Martín" y en el Centro Oncológico de Medicina Nuclear del Instituto de Oncología "Angel H. Roffo", que funcionan mediante convenios entre la CNEA y la Universidad de Buenos Aires, así como también en diversos centros hospitalarios del país a los que se presta colabora-

ción y se suministra material radiactivo sin cargo, sobre la base de un sistema de convenios.

Entre los trabajos realizados durante el ejercicio merecen destacarse la finalización de la instalación de un equipo para la extracción de Tc-99m a partir de Mo-99 y la introducción de nuevos compuestos marcados para diagnóstico y estudio de numerosas enfermedades; el desarrollo y puesta a punto de técnicas "in vitro"; estudios centellográficos y metabólicos y la evaluación inmunológica de pacientes.

Durante el ejercicio se realizaron en total 69 317 determinaciones o tratamientos sobre 18 426 pacientes.

APLICACIONES AGROPECUARIAS

Con el objeto de difundir los beneficios derivados del uso de los radioisótopos y las radiaciones en las ciencias y tecnologías agropecuarias, la CNEA realiza estudios y desarrolla técnicas específicas, a la vez que presta servicios en una actividad que frecuentemente se cumple en colaboración con organismos tales como el INTA y diversas universidades del país e instituciones del exterior.

Entre los trabajos realizados durante el ejercicio en materia de aplicaciones agrícolas cabe señalar:

Ensayo a campo de fertilización de soja mediante superfosfato P-32, con y sin aplicación de herbicidas;

Estudio en invernáculo y a campo del desarrollo y fisiología de las raíces del sorgo con P-32;

Estudio de la dinámica del fósforo y de carencias nutricionales en algunas series de suelos de la "pampa deprimida" con técnicas radioisotópicas.

En materia de aplicaciones ganaderas se realizaron, entre otros trabajos:

Determinación radioinmunológica de hormonas sexuales en especies de interés de producción pecuaria;

Estudio de las características de la folículo-logénesis del ovario bovino mediante técnicas morfológicas y autorradiográficas;

Ensayos sobre diagnóstico de deficiencias minerales en bovinos y ovinos mediante trazadores radiactivos, y

Estudios de inmunidad celular en brucelosis, utilizando técnicas radioisotópicas en animales de laboratorio.

Tecnología Nuclear

TECNOLOGIA DE REACTORES

REACTORES NUCLEARES

El reacondicionamiento del reactor RA-3, quedó completado con las mejoras que se introdujeron en sus condiciones de diseño, especialmente en lo referido a tratamiento de agua, refrigeración, seguridad, quemado de combustible e instrumentación convencional. Dichos trabajos incluyeron, entre otros, el cambio de un intercambiador de calor y la desincrustación de otro; la reparación de las dos torres de enfriamiento existentes y la erección de una nueva y la construcción de una pileta para el agua de las tres torres; la instalación de un sistema de ablandamiento de agua para el circuito secundario, la reparación del depósito de agua desmineralizada, y el reemplazo del sistema manual de desmineralización continua por otro automático. El reactor volvió a operar con su capacidad de diseño a partir del mes de mayo.

Por otra parte se realizó el anteproyecto para la construcción del reactor RA-6 de enseñanza e investigación, tipo piscina, de 500 kW de potencia, que será instalado en el Centro Atómico Bariloche.

En colaboración con la empresa NIRA (Nucleare Italiana Reattori Avanzatti de Italia), se hizo un estudio de factibilidad, tiempos y costos de un reactor de potencia intermedia tipo CIRENE.

Se completó el anexo técnico de las especificaciones para el Proyecto Perú, incluido en el contrato firmado con ese país, y se continuó con la ingeniería básica y particularmente con el diseño del núcleo del reactor RP-10 utilizando uranio enriquecido al 20 %.

Entre otras tareas de apoyo, se dio el requerido para el funcionamiento del reactor experimental RA-4 que opera en la Universidad de Rosario.

INSTRUMENTACION

En el campo de la instrumentación de reactores nucleares se están realizando importantes modificaciones en la instrumentación de los reactores RA-1, RA-2 y RA-3.

Continuando el desarrollo de detectores de radiaciones se produjeron 30 prototipos de detectores de Si-Li, se construyeron 15 prototipos de contadores de fisión y otros 15 de cámaras de ionización, y se construyó un prototipo demostrativo portátil para prospección de uranio por detección de radón utilizando detectores de barrera de superficie. Asimismo se firmó un contrato con la empresa INVAP S.E., para la instalación de una planta piloto de detectores y para la construcción de 50 dispositivos para control de reactores, que se realizará con el apoyo técnico de la CNEA. Además se dedicó un considerable esfuerzo a la instrumentación para el reactor RP-0 para el Proyecto Perú.

Por último se prestó asesoramiento y apoyo a distintos proyectos de la Institución, incluyendo el suministro y el mantenimiento de instrumental.

QUIMICA DE REACTORES

Con relación a los problemas químicos que se originan en el diseño y operación de las centrales nucleares, la CNEA prosiguió la labor de investigación y desarrollo iniciada el año anterior, la que se cumplió en los distintos campos de la especialidad, a saber:

En el campo de la físico-química del moderador y del refrigerante se trabajó en sistemas de alta presión y temperatura a escala de laboratorio, dispositivos de purificación de agua, equilibrio y conductividad de electrolitos, y pinturas tipo epoxy.

En temas de química bajo radiación, se realizaron estudios para determinar el rendimiento de producción de agua oxigenada y otros productos por acción de campos de radiación mixtos sobre el agua pesada y liviana. Además se estudiaron por dosimetría

química los campos de irradiación en las piletas de decaimiento de la Central Nuclear en Atucha.

En el aspecto del control químico se efectuaron estudios de termodinámica de óxidos de hierro-agua a alta temperatura, adsorción de Co-60 sobre partículas de óxidos, aditivos del circuito primario y secundario de la Central Nuclear en Atucha, y mediciones de solubilidad de magnetita y de transporte de actividad.

Asimismo se prestaron diversos servicios, entre los que se destacan los brindados a la Central Nuclear en Atucha en lo referente al control químico del circuito primario y de los sistemas de limpieza y de tratamiento de residuos radiactivos; al reactor RA-3 sobre el control de los sistemas de tratamiento de aguas; al proyecto Circuito Experimental de Alta Presión mediante el diseño de los correspondientes circuitos de química de reactores, y al proyecto Centro Atómico Perú para el cual se diseñaron los laboratorios de química de reactores y de control del tratamiento de aguas.

TECNOLOGIA DE COMBUSTIBLES Y MATERIALES

MATERIALES

Se realizaron numerosos trabajos dentro de una amplia gama de temas metalúrgicos tales como daño por radiación, fenómenos de difusión en metales, corrosión, solidificación y fundición, análisis de gases y computación, tratamientos termomecánicos, metalografía y técnicas especiales, así como diversos estudios teóricos, todo lo cual se tradujo en la prestación de servicios y asesoramientos dentro y fuera de la Institución, y en 80 publicaciones técnicas.

Asimismo se desarrollaron actividades de apoyo para la Central Nuclear en Atucha y para diversos proyectos tales como el de tecnología de elementos combustibles CANDU, el de ingeniería de elementos combustibles tipo Atucha, el de la Planta Piloto de Fabricación de Aleaciones Especiales, etc.

COMBUSTIBLES NUCLEARES

Se prosiguió trabajando en el desarrollo de los distintos aspectos tecnológicos involucrados en la fabricación de elementos combustibles, tanto para las centrales nucleoelectricas como para los reactores de investigación que posee la CNEA.

Entre otras tareas realizadas durante el ejercicio, se completó y se obtuvo el licenciamiento de la planta de UF₆ para la reducción de uranio enriquecido; se iniciaron estudios y contactos para el desarrollo de la

tecnología de elementos combustibles de bajo enriquecimiento y alto contenido de uranio para futuras cargas del reactor RA-3; se prepararon especificaciones para la propuesta de elementos combustibles y planta de elementos combustibles a ser suministrados al Perú; se finalizó la instalación de la planta de núcleos cerámicos; se instaló un laboratorio para el estudio del comportamiento de pastillas de UO₂; se realizaron ensayos de recepción de elementos combustibles para la Central Nuclear en Atucha, y exámenes de postirradiación de prototipos.

La labor se manifestó también a través de una serie de proyectos que se describen a continuación.

TECNOLOGIA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES CANDU

Ante la interrupción de las negociaciones referentes a un contrato de provisión de tecnología y equipos para la fabricación de elementos combustibles CANDU para la Central Nuclear Embalse, la CNEA inició las tareas de desarrollo necesarias para la obtención de dicha tecnología.

Se elaboraron especificaciones básicas de materiales para elementos combustibles CANDU. Este material se usará para puesta a punto de procesos de fabricación de los elementos combustibles. Se inició el estudio de especificaciones de polvo de UO₂ de origen nacional para la fabricación de pastillas para esos elementos combustibles.

INGENIERIA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES ATUCHA

Se completó el programa definitivo del proyecto con la evaluación de las posibilidades y perspectivas de las distintas alternativas de optimización de los elementos combustibles de la Central Nuclear en Atucha, que se realizó conjuntamente con especialistas de la firma KWU de Alemania.

Se terminó el montaje del edificio para el circuito de baja presión (CBP), se contrató su instalación y se construyó más del 90 % del canal de ensayos.

Se especificó el programa de ensayos del prototipo de 37 barras combustibles; se finalizó la instalación del laboratorio de óxidos y se iniciaron estudios de metalografía cuantitativa; fueron instalados laboratorios de ensayos de materiales efectuándose en ellos diversos ensayos de corrosión, creep, tracción, etc.

Se completaron códigos de cálculo y se realizaron cálculos para el diseño y la fabricación de un prototipo de elemento combustible de paredes delgadas, iniciándose las gestiones para su irradiación en el reactor MZFR de Karlsruhe, Alemania.

PLANTA PILOTO FABRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES NUCLEARES-ATUCHA

Se finalizó la fabricación del lote XB de la serie de elementos combustibles Atucha de demostración.

Quedó completada la experiencia a nivel de planta piloto en la etapa de fabricación de pastillas combustibles y la experiencia operativa de la etapa de fabricación de barras combustibles Atucha, así como la experiencia operativa a nivel industrial de la etapa de montaje de dichos elementos combustibles. Además se estructuró la organización operativa para el aseguramiento de la calidad de los mismos.

Se establecieron mecanismos de interacción con la industria privada para la fabricación de piezas estructurales que dieron positivos resultados técnicos.

PLANTA PILOTO DE ESPONJA DE CIRCONIO

En el Centro Atómico Bariloche se completaron las instalaciones de ataque al mineral de circonio, de purificación, precipitación, cloruración, reducción y destilación de la Planta Piloto de Esponja de Circonio. Con ello la Planta quedó lista para comenzar su operación, con una capacidad de producción de 1 t/año de circonio de calidad nuclear.

Esta planta permitirá obtener los datos de procesos y de operación necesarios para elaborar el proyecto de una futura planta industrial que habrá de suministrar este material a la Fábrica de Aleaciones Especiales que se está construyendo en el Centro Atómico Ezeiza.

PLANTA PILOTO DE FABRICACION DE ALEACIONES ESPECIALES

Se continuó con la recepción e instalación, en el edificio existente en el Centro Atómico Ezeiza, de diversos equipos y maquinarias que integrarán la planta de tubos de zircaloy, entre ellos el horno prototipo de recocido, la máquina enderezadora de tubos y una máquina universal de ensayos mecánicos.

En otras tareas, se evaluó el proceso de fabricación de barras para tapones de elementos combustibles; se completó la preparación de pliegos y especificaciones técnicas de las experiencias de extensión de barras y tubos a contratar con la industria; se puso en operación el equipamiento para la obtención de lingotes de Zircaloy-4 de 100 mm de diámetro y se fundieron lingotes según normas ASTM. Asimismo, se completó la infraestructura auxiliar para la operación de la laminadora HPTR-8-15 con la cual se lami-

naron tubos de Zircaloy-4 dimensionadas para los elementos combustibles destinados a la Central Nuclear en Atucha.

TECNOLOGIA DEL PLUTONIO

La CNEA ha estado desarrollando la tecnología de combustibles a base de uranio-plutonio. A ese efecto ha instalado un conjunto de laboratorios que integran la Facilidad Alfa. En el curso del año se obtuvo primero la licencia para operar con un total de hasta 5 g de Pu dentro de las instalaciones, luego esa cifra se extendió a 200 g. La experiencia adquirida ya permite asegurar que ese límite podrá ser aumentado.

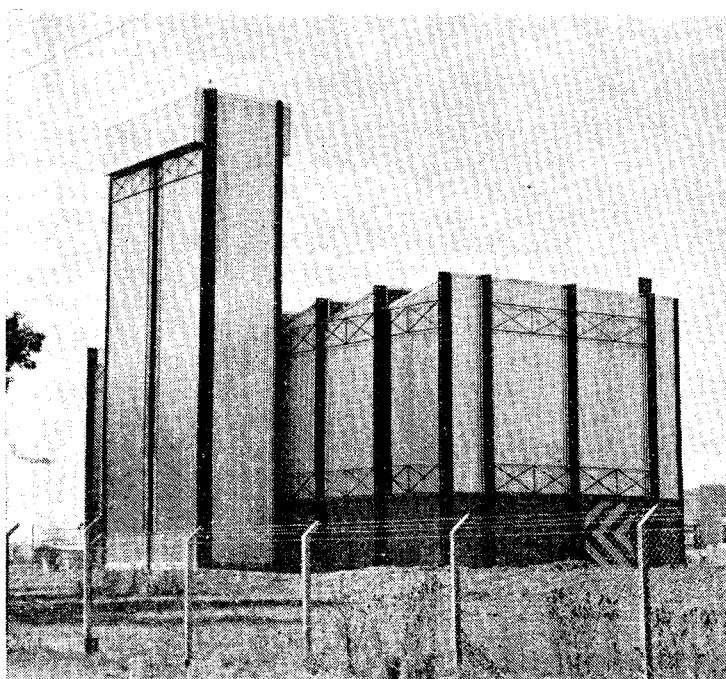
Se pusieron a punto métodos de mezclado mecánico de polvos, técnicas de disolución y preparación de muestras de control, métodos de análisis electroquímicos para dosaje de U y Pu, y de control físico de polvos. Se terminó el diseño de una cámara de carga de vainas, habiéndose iniciado su fabricación y se diseñó un programador para la soldadura de barras combustibles. Se prepararon soluciones patrones para Pu y U, y se desarrolló una norma para el control de microhomogeneidad, prensado de pastillas, presinterizado y sinterizado.

En el Centro Atómico Bariloche se terminó la obra civil del Laboratorio Frío para Oxidos Mixtos de Plutonio y se están completando las instalaciones correspondientes.

CIRCUITO EXPERIMENTAL DE ALTA PRESION

Continuando los trabajos para la instalación, en el Centro Atómico Ezeiza, del Circuito Experimental de Alta Presión destinado al ensayo del comportamiento de elementos

Figura 5
Edificio para el Circuito Experimental de Alta Presión



combustibles en las condiciones de presión y temperatura del reactor, se licitó la construcción del edificio, en tanto que se está terminando la ingeniería de detalle de las oficinas y laboratorios. Se completaron las especificaciones para las cañerías y accesorios de acero inoxidable, el diseño del sistema principal, y el anteproyecto electromecánico, y se acordaron los lineamientos para el diseño del canal de ensayos.

LABORATORIO DE ENSAYO DE COMBUSTIBLES Y MATERIALES IRRADIADOS

El proyecto del Laboratorio de Ensayo de Combustibles y Materiales Irradiados se encuentra en una etapa avanzada. Se finalizó el diseño de las celdas calientes, se trabajó en la elaboración de los pliegos para licitación de la obra civil y servicios auxiliares, se especificaron las ventanas de protección radiológica, se inició la compra de los telemanipuladores y se contrató la construcción en el país de los equipos y máquinas de ensayos de postirradiación.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Los grupos de Servicio de Asistencia Técnica a la Industria, de Ensayos No Destructivos y de Soldadura se fusionaron para integrar el Departamento de Ensayos No Destructivos. El nuevo Departamento atendió a unas 120 consultas de asistencia técnica, tanto de otros sectores de la CNEA tales como las centrales nucleares en Atucha y Embalse, el Centro Atómico Ezeiza, etc., así como de otras instituciones oficiales y privadas y de la industria nacional.

Entre las empresas que durante el año solicitaron trabajos se pueden citar: Astarsa, Aluar, Cometarsa, Atanor, Evangelista Contreras, Siam Electromecánica, Federal S.A., Aceros Styria, Metcom S.A., Segba, Argentechnia, Gases Industriales, Mitsui S.A., Base Comandante Espora, Fitzner Hnos., Vasa, Techint, Desaci, Metalúrgica Tandil, Gas del Estado, etc.

PROCESOS QUIMICOS

A través de la Gerencia de Procesos Químicos, la CNEA lleva a cabo los estudios básicos y el desarrollo de los métodos de obtención, separación y purificación de los materiales que se utilizan como suministros para centrales nucleares, así como su control analítico. En particular, durante el ejercicio 1977 la labor se concentró en la solución de problemas vinculados con el uranio, el circonio y el agua pesada. A continuación se mencionan algunos de los trabajos realizados.

En relación con el uranio se efectuaron estudios sobre preconcentración radimétrica, aplicación de técnicas de separación por flotación, y comparación de líneas de lixiviación ácida y alcalina, todos ellos referidos a minerales del Yacimiento Sierra Pintada; estudios sobre diseño y operación de columnas de intercambio iónico continuo en lecho fluidizado y de columnas pulsadas para procesos de extracción líquido-líquido en contracorriente, y estudios sobre reextracción de uranio con sulfato de amonio a partir de solventes aminados. También se realizó el desarrollo del método "DP" de lixiviación ácida en pulpas de alta densidad con remoción lenta y se completó el montaje de un reactor de acero inoxidable tipo "pachuca", de diseño propio, para lixiviación de menas uraníferas en escala piloto. Además se hizo el proyecto de una planta piloto y laboratorios anexos para metalurgia extractiva del uranio para el Centro Atómico Perú. En cuanto al estudio del tratamiento de combustibles irradiados, se prosiguió con las tareas tendientes a concretar la instalación, en el Centro Atómico Ezeiza, de una facilidad experimental a escala laboratorio con ese fin.

Con respecto al agua pesada se continuó la recopilación y clasificación de la información técnica sobre el tema, y se realizaron estudios de constantes físico-químicas, factor de distribución de deuterio, solubilidad y humedad del sistema D_2O -agua, y de las causas físico-químicas de la formación de espuma en las torres de intercambio isotópico, a la vez que se avanzó en el estudio de determinación de impurezas en H_2S gaseoso y se iniciaron trabajos sobre obtención y purificación de ese producto. Además se inició la construcción de un equipo destinado a experiencias de formación de fases mixtas y espuma en el sistema H_2S -agua.

En lo referente al circonio y sus aleaciones, se hicieron estudios sobre concentración de circonio en arenas ferrotitaníferas portadoras, lográndose concentrados de alta ley; se estudiaron y optimizaron las etapas de ataque del mineral, su lixiviado y separación de circonio-hafnio por cristalización fraccionada; se estudió la obtención de óxido hidratado de circonio con bajas impurezas y se colaboró en el diseño, selección de materiales y primeros ensayos de los reactores de cloruración, reducción y destilación. Asimismo se comenzaron los estudios relacionados con el tratamiento químico de los tubos de Zircaloy-4 durante el proceso de su fabricación. Se iniciaron también estudios de separación de circonio y hafnio por extracción por solventes.

Por otra parte, en química analítica se prosiguió con la investigación de técnicas avanzadas de análisis de minerales, metales y

soluciones de procesos. Así, por ejemplo, se sintetizó un nuevo reactivo de alta absortividad molar para la determinación espectrofotométrica de uranio; se desarrollaron métodos de análisis para el control del proceso de obtención de esponja de circonio y se rehabilitó el laboratorio de espectrometría de masas. Finalmente, se continuó la prestación del servicio de análisis en apoyo a los estudios y desarrollos de los distintos sectores de la CNEA y también a otras instituciones.

PRODUCCION DE AGUA PESADA

Se continuaron las tareas tendientes a concretar la instalación de la Planta Modelo Experimental de Agua Pesada (PME) que, con una capacidad de producción del orden de hasta 3 toneladas por año, está destinada a adquirir los conocimientos necesarios en esa tecnología de producción por el método de intercambio isotópico $\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$ y a adiestrar personal para la operación de grandes plantas. La planta experimental será instalada en terrenos lindantes con la Central Nuclear en Atucha, a cuyo efecto ya se han realizado las gestiones para la compra de los mismos.

Dentro del marco del convenio suscripto con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y la Universidad Nacional del Litoral, el INTEC (Instituto de Desarrollos Tecnológicos para la Industria Química) completó en un 90 % la ingeniería básica de la PME, y se confeccionaron los pliegos generales para el llamado a licitación de la ingeniería de detalle, construcción, montaje, asistencia a la puesta en marcha de la planta y la dirección de la obra.

Paralelamente, fueron adjudicadas las obras para la instalación de un laboratorio en el Centro Atómico Ezeiza destinado a estudios fisicoquímicos, y se ejecutó un 60 % de las mismas.

Por otra parte, con respecto a la futura Planta Industrial de Agua Pesada a ser instalada en Arroyito (Neuquén), sobre la base de estudios realizados conjuntamente con el Departamento de Factibilidad de Centrales Nucleares y teniendo en cuenta la reformulación del Plan Nuclear, se estableció en 250 t/año la capacidad de esa Planta, a la vez que se efectuaron los estudios técnico-económicos necesarios para gestionar la conformidad del proyecto ante los ministerios de Economía y Planeamiento.

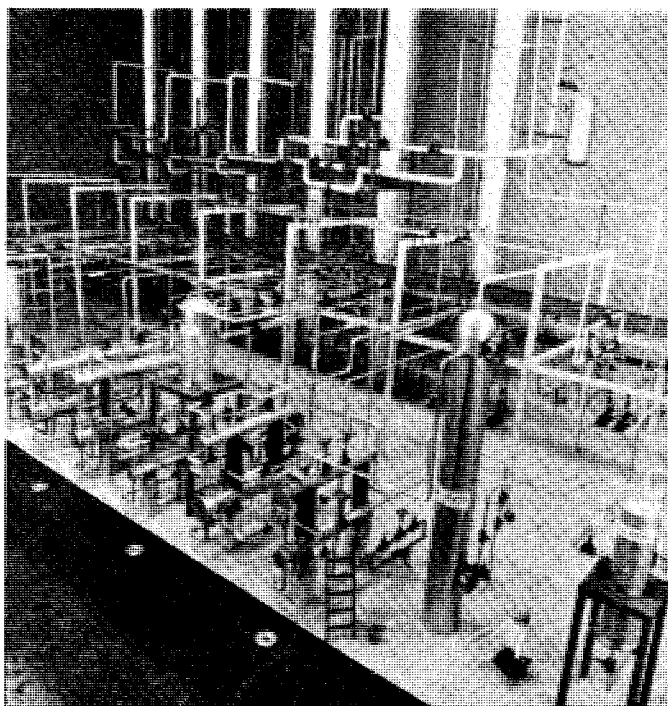


Figura 6
Maqueta de la Planta Modelo Experimental
de Agua Pesada

Investigación

FISICA

FISICA NUCLEAR

En el campo de la investigación teórica se trabajó en los siguientes temas: teoría nuclear de campos, con aplicación del concepto de propagadores renormalizados en la descripción de la zona vecina al número atómico $A=208$; teoría de Hartree-Fock dependiente del tiempo en el modelo de Lipkin; modelos microscópicos aplicados al estudio de los estados D^+ en la zona del Ni ($A=56$) y cálculos según el modelo de Stephens en núcleos con Z y N impar. Asimismo se hizo un estudio de reacciones nucleares de canales acoplados en el espacio de carga, hallándose en redacción las conclusiones del mismo.

En el campo de la investigación experimental continuaron activos los laboratorios del Sincrociclotrón y del Proyecto IALE (estudio de nucleídos alejados de la línea de estabilidad).

Mediante reacciones con partículas α se determinaron niveles, espines y paridades de núcleos impar-impar en la zona de $A=70$, completándose investigaciones relativas al ^{80}Rb , ^{82}Rb , ^{89}Y , ^{68}Ga , ^{66}Ga y ^{198}Tl . Los grupos dedicados a mediciones de correlaciones angulares realizaron investigaciones sobre factores giromagnéticos en ^{70}As , ^{66}Ga y ^{68}Ga en colaboración con la Universidad de Porto Alegre y el Brookhaven National Laboratory. Asimismo se completó un estudio sobre la interacción cuadrupolar hiperfina del ^{73}As en una matriz de Ge.

En el proyecto IALE se completaron estudios relativos a decaimientos de isótopos de Cs y Ba.

El laboratorio de detectores, que provee de detectores de Ge (Li) y Si (Li) completó sus nuevas instalaciones que permitirán mejorar la producción de elementos de medición con alta resolución de radiaciones nucleares.

Merece destacarse que durante el presente ejercicio se concretó la compulsa de ofertas y finalmente la firma del contrato para

la provisión de un Acelerador Electrostático de Iones Pesados de 20 MV. Se trata de una máquina en tandem-vertical del tipo Pelletron, cuya columna de aceleración está contenida en un tanque de 7,62 m de diámetro y 35,05 m de altura, que significará un importante incremento en las posibilidades de investigación en física nuclear a nivel internacional. Actualmente se están elaborando los pliegos para la licitación del conjunto de obras civiles y auxiliares a realizarse en el país para la instalación de este gran aparato.

Las investigaciones en física de neutrones de interés en el cálculo de reactores se realizan en el CAB utilizando las instalaciones del acelerador lineal de electrones que constituye una fuente pulsada de neutrones. Se estudiaron espectros de fugas de neutrones de recipientes de agua liviana y espectros de neutrones moderados en benceno y se midió la sección eficaz total del Zircaloy 4. La evaluación de datos nucleares es otra de las tareas que realiza dicho grupo, habiéndose efectuado la reducción de datos para obtener secciones eficaces totales del zinc y del molibdeno.

COLISIONES ATOMICAS

El desarrollo de la línea de investigación en el campo de las colisiones atómicas, existentes en el CAB, se orientó al estudio de la emisión de electrones secundarios en sólidos bombardeados con iones de baja energía; de la erosión superficial y emisión de átomos —relacionada con la tecnología de reactores de fusión—; energía reflejada y perdida por proyectiles sólidos y distintos procesos de excitación, ionización, cambios de carga, emisión de electrones secundarios y de implantación iónica.

BAJAS TEMPERATURAS

El estudio de las propiedades de los materiales a muy bajas temperaturas se realiza en el CAB. Durante el año de referencia se investigó la transferencia de calor entre plomo y zafiro y entre plomo y helio líquido y se realizaron experimentos para determinar

la contribución de los electrones en estos procesos. Por otra parte se investigaron las propiedades de magnetización superficial en el sistema Pb-Tl y se realizó la interpretación de los resultados obtenidos.

Se realizó el desarrollo y construcción de diversos equipos para las actividades antes mencionadas, entre ellos un calorímetro diferencial y un crióstato para mediciones de magnetización en el rango de 1° K a 40° K con precisión de 10^{-10} Gauss y se mejoraron las instalaciones de producción y almacenamiento de líquidos criogénicos.

FISICA DEL SOLIDO

Prosiguió la labor de investigación experimental y teórica dirigida al estudio de la relación entre la estructura cristalina y las propiedades físicas de sólidos no metálicos. Además de las tareas específicas de investigación, se continuó prestando servicios y realizando tareas de apoyo a otros grupos de trabajo, tanto dentro de la CNEA como fuera de ella.

Entre las tareas de investigación que se desarrollaron durante el ejercicio cabe consignar las realizadas en los siguientes laboratorios: Cristalografía, en el que se estudió la estructura de compuestos no metálicos, en especial de uranio y circonio; Propiedades Físicas, donde se investigó la estructura y modificación de propiedades físicas de materiales ferroeléctricos; Espectroscopía Infrarroja y Raman, en que se realizaron estudios de propiedades dinámicas de cristales moleculares, fuerzas intermoleculares y cálculo de secciones eficaces de difracción inelástica coherente de neutrones; y el de Espectroscopía Mössbauer, que encaró diversos estudios de estructura química.

En el Laboratorio de Resonancias Magnéticas del C.A.B., se efectuaron estudios de estructura electrónica e interacción ión-ligando en cristales diamagnéticos con impurezas diamagnéticas por espectrometría EPR y ENDOR y de transacciones de fase magnética en cristales aisladores con espectrometría EPR y AFMR.

En el C.A.B. se realizan además investigaciones sobre materiales de interés para la CNEA. Se completaron mediciones de fricción interna en Zr en el rango de 4 a 600° K, de Cu irradiado, en monocristales de Cu a 4,2° K y en aleaciones de Cu, Zn y Al, determinándose el ordenamiento atómico de ésta en la fase β en distintas composiciones y se observó la formación de fase ω mediante espectroscopía electrónica. Se estudió la influencia del pretratamiento termomecánico en la estructura y estabilidad de la fase martensítica de esta aleación. Se prosiguió ade-

más con la tarea de crecer monocristales de distintas aleaciones.

Los grupos teóricos efectuaron estudios sobre valencia intermedia en compuestos de tierras raras y en matrices superconductoras. Por otra parte se prosiguió con el estudio del diagrama de fases del óxido de uranio y de la dependencia de la energía libre molar parcial del oxígeno a distintas temperaturas.

RADIOQUIMICA

Siguiendo el programa de estudios experimentales relativos a activación por partículas cargadas se realizaron irradiaciones en el haz externo del Sincrociclotrón con partículas alfa sobre blancos de Zr, Ag, Y y U, y con deuterones sobre blancos de Cd, Zr y Pt a fin de obtener funciones de excitación, relaciones isoméricas, isómeros que fisioan espontáneamente y rendimiento de blancos gruesos.

En el reactor RA-3 se hicieron irradiaciones a fin de estudiar la relación de rendimiento de pares isoméricos de productos de fisión y la eficiencia de detección de fragmentos de fisión por medio de detectores de estado sólido para trazas (Solid State Tracks Recorders). Con relación a estos detectores se estudió el comportamiento de los policarbonatos y las distintas condiciones del baño para el "etching" de los mismos.

Se estudió la posibilidad de utilizar el haz interno del Sincrociclotrón para obtener otras fuentes de irradiación y permitir el desarrollo de técnicas de detección de núcleos de retroceso de productos de reacción con "catchers" metálicos. Por último se trabajó en el desarrollo y utilización de programas de computación para analizar los datos obtenidos.

RADIOBIOLOGIA

La labor de investigación que realiza la CNEA en el ámbito de la radiobiología tiene como objetivo principal aportar conocimientos sobre la magnitud del daño que las radiaciones provocan en los organismos vivos, así como sobre los mecanismos biológicos de reparación de las lesiones radioinducidas. Simultáneamente se cuenta con un servicio de irradiación y dosimetría que durante el ejercicio realizó 220 irradiaciones para distintos laboratorios de la CNEA y de otras instituciones.

Cabe señalar que en el mes de octubre se completó en el Centro Atómico Ezeiza la construcción del bioterio libre de gérmenes patógenos, el que se encuentra ahora en la

etapa de pruebas de funcionamiento con 400 animales de stock.

A continuación se reseñan las actividades que se cumplieron durante el ejercicio 1977 en las distintas especialidades que integran esta disciplina.

GENETICA

Continuando las investigaciones sobre daño genético en *Drosophila melanogaster*, se estableció la capacidad del agente radiomimético dietilsulfato para inducir rupturas cromosómicas, y se inició el estudio de pérdida de cromosomas inducida por dicho agente.

Mediante tratamientos con rayos X con distintas secuencias de exposición a 0°C se estableció que la baja temperatura dificulta la reunión de fragmentos cromosómicos radioinducidos independientemente de la dosis.

EFFECTOS SOMATICOS

Se demostró que un virus endógeno de la línea celular BH_k 21 cl 13 que manifiesta sus propiedades infectantes y oncogénicas luego del pasaje por animales totalmente irradiados, induce la transformación neoplásica de tejidos de diferente origen. Los sarcomas y carcinomas inducidos fueron evidenciados por estudios histológicos.

La investigación del cariotipo de los tumores de origen peritoneal demostró aneuploidias, poliploidias y pulverizaciones cromosómicas.

Se investigó un factor dializable oncogénico mediante la implantación de un tubo de diálisis conteniendo células del tumor inducido por el virus en la cavidad peritoneal del hamster observándose la inducción de una neoplasia. Esta transformación se verificó "in vitro". Por estudios cromatográficos, electroforéticos y determinaciones bioquímicas se demostró que el factor dializable es una proteína de peso molecular 3.10^3 , estable a 37°C y -4°C, que induce la transformación de cultivos primarios de riñón de hamster.

Se investigó la capacidad antigénica de un virus de sarcoma murino inactivado, en el control de la leucemia radioinducida por irradiación total fraccionada del ratón C57/B1.

PATOLOGIA

Continuando con la investigación de los efectos de la radiación local sobre la piel, se prosiguió con la evaluación cuantitativa del daño mediante estereología ultraestructural y se realizaron estudios histoenzimoló-

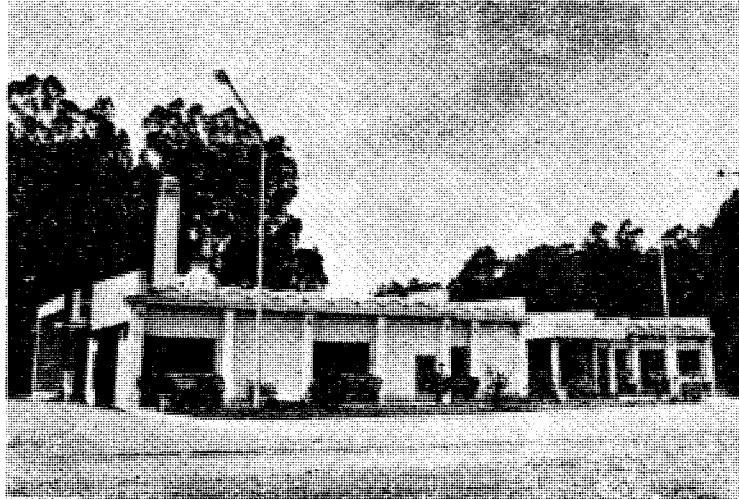


Figura 7
Edificio del Bioterio

gicos de epitelios irradiados. Se analizó el comportamiento de aminoácidos relacionados con la queratinización.

Se continuaron los estudios del contenido de ADN nuclear mediante técnicas microespectrofotométricas analizando los efectos radioinducidos a nivel nuclear en células BHK y en lesiones humanas de tipo neoplásico.

Se analizó la magnitud del efecto por radiación producido por emisores beta en condiciones similares a las usadas en tratamientos clínicos, y se trabajó en la puesta a punto de técnicas cuantitativas de peso seco en microscopía electrónica y técnicas de criofractura.

MICROBIOLOGIA

Se estudió el efecto de varias mutaciones de envoltura celular sobre la respuesta a la radiación ultravioleta (UV). Se obtuvieron resultados que indican que la mutación *divC* no altera la respuesta a UV, en tanto que la mutación *envB* produce efectos opuestos según se halle presente en *Escherichia coli* (aumento de resistencia), o *Salmonella typhimurium* (aumento de sensibilidad).

BIOQUIMICA NUCLEAR

Se realizaron estudios para aislar receptores a hormonas tiroideas, mediante fraccionamiento subcelular de tiroide bovina y de hígado de ratas (normales y tiroidectomizadas), e incubación posterior con $^{125}\text{I-T}_3$ y $^{125}\text{I-T}_4$.

Se estudió la correlación del nivel de digoxina circulante, determinado por radioinmunoanálisis con estudios clínicos cardiológicos en pacientes con diferentes grados de insuficiencia cardíaca.

Se continuó con los estudios sobre el efecto de la irradiación X sobre la biosíntesis de ácidos nucleicos, tanto en cortes de tejidos como en núcleos aislados en tiroides bovina.

Se continuaron los estudios sobre mecanismo de acción hormonal de diferentes compuestos yodados, a través de la biosíntesis de ácidos nucleicos incubando precursores marcados, bajo la influencia de distintos factores (prostaglandina, neurotransmisores, etc.).

RADIOINMUNOLOGIA

Continuando las experiencias sobre inmunidad de trasplantes se determinó el número de células timo-dependientes en reacción antilogeneica así como en el bazo de ratón C3H joven y senescente.

Se determinó una dosis alta de rayos gamma (Co-60) que anula el efecto tóxico del veneno de *Bothrops alternata* manteniendo intactas sus propiedades antigénicas.

Se iniciaron experiencias sobre cultivos de linfocitos humanos y de ratón, y se prosiguió con la producción de inmunoseros para inmuno y radioinmunoanálisis.

BIOMATEMATICA

La labor del grupo de biomatemática, dirigida a la interpretación de procesos biológicos mediante técnicas matemáticas se cumplió a través de investigaciones propias y también conjuntas con otros grupos de investigación dentro y fuera de la CNEA.

Entre los principales trabajos realizados cabe citar el estudio de las transferencias de cero materia-cero energía entre sistemas biológicos y ambientales; criterios de estabilidad ambiental; modelo matemático y simulación analógica electrónica y digital de poblaciones de peces en un lago, afectadas por el emplazamiento de una central nuclear; cálculos y programas de computación para ensayos de radioligandos; análisis estadísticos de datos de investigación, etc.

PROSPECTIVA Y ESTUDIOS ESPECIALES

FUSION NUCLEAR

Durante el presente ejercicio se inició un programa experimental tendiente a la formación de un grupo de profesionales capacitados en el tema y de una adecuada infraestructura de facilidades experimentales e instrumental, a fin de dotar a la CNEA de una capacidad de decisión propia que le permita orientar las actividades de investigación y desarrollo que se realicen en el futuro en

el país, relacionadas con este potencial recurso energético.

Este programa está centrado en sistemas de confinamiento magnético y se ha propuesto como metas para una primera etapa la construcción de un theta pinch lineal rápido de baja energía que permitirá la producción de plasmas termonucleares, y a continuación la construcción de una facilidad toroidal pequeña de mediana energía para estudios de calentamiento y confinamiento de plasmas en sistemas toroidales.

Durante el ejercicio se completó el diseño del theta pinch y se obtuvo información técnica y cotizaciones para el armado de la máquina, se establecieron vínculos con numerosos laboratorios del exterior, y se continuó el control programático de las actividades del Laboratorio de Física del Plasma de la Universidad de Buenos Aires.

En relación con el convenio con el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas para el desarrollo de láseres de interés nuclear, se incrementó la potencia obtenida para osciladores TEA de CO₂ a 5 J/40 n seg (125 MW). Este tipo de láser es de potencial interés para el desarrollo de reactores de fusión nuclear con el concepto inercial.

ENERGIA SOLAR

Se finalizó el análisis del estado de la tecnología de la transformación de la energía solar en electricidad por conversión fototérmica y fotovoltaica.

En un trabajo orientado al empleo de la energía solar como sustituto de los combustibles convencionales para el calentamiento de agua a escala industrial, se terminaron los estudios experimentales sobre la técnica que utiliza estanques plásticos playos, y se construyó un primer prototipo de calentador solar de 15 m². Sobre la base de los ensayos realizados con éste se construyeron otros tres prototipos, de 30 m² cada uno, así como las instalaciones necesarias para su montaje en terrenos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en Migueletes, Pcia. de Buenos Aires.

Se trabajó en el desarrollo de concentradores fijos a espejo facetado con elementos curvos destinados a la generación de vapor a 400-500° C, de calidad adecuada para accionar grupos turboeléctricos y se diseñó un prototipo de laboratorio.

Se firmó un convenio con la Universidad Nacional de Salta para el estudio de pozas solares para la captación de calor.

Protección Radiológica y Seguridad

A través del Programa de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, la CNEA ejerce el control de las actividades nucleares, incluido el uso de material radiactivo, que se llevan a cabo en el ámbito nacional, asegurando la implementación de un adecuado sistema de protección radiológica para las personas ocupacionalmente expuestas y el público en general, comprobando la seguridad nuclear de las instalaciones, y fiscalizando el uso de material radiactivo y nuclear. A continuación se resume la labor desarrollada por la Institución durante el ejercicio, en cumplimiento de dichos objetivos.

ELABORACION DE NORMAS

Se prosiguió con la elaboración de diversos documentos reguladores, entre los que se destaca la actualización de las normas de protección radiológica siguiendo las nuevas recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP). Respecto a este documento se señala que la CNEA está participando en la elaboración de una norma internacional que cuenta con el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica, la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud.

CONTROL DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO

Se cumplió con el control de las dosis recibidas por el personal. A dicho fin, en el aspecto del monitoreo de la contaminación interna se efectuaron más de 3 000 mediciones de excretas, y más de 600 mediciones radioantropométricas en el contador de cuerpo entero, así como numerosos controles no rutinarios. Asimismo se pusieron a punto técnicas especiales para la detección y evaluación de Pu en casos de accidente.

En el servicio de dosimetría de la irradiación externa se midieron alrededor de 18 000 film-monitores y 13 000 dosímetros por termoluminiscencia. Cabe destacar que durante el ejercicio se duplicó el número de usuarios externos, el que actualmente asciende a más de mil centros, entre los que se cuentan varios del exterior. Asimismo se efectuaron intercalibraciones con dosímetros por termoluminiscencia para bajas dosis en un programa internacional con el Laboratorio de Oak Ridge, EE. UU., y se pusieron a punto técnicas de radiofotoluminiscencia para accidentes, y dosímetros de trazas nucleares para irradiación neutrónica con energía de 2 a 10 MeV.

Cabe destacar además que, luego de una larga interrupción, ha vuelto a publicarse el Informe Radiosanitario, que describe y evalúa las dosis de radiación recibidas por el personal ocupacionalmente expuesto.

MONITORAJE DEL MEDIO AMBIENTE

En materia de control ambiental se continuó el monitoreo de la precipitación radiactiva ("fall-out") proveniente de explosiones nucleares. En particular se operaron estaciones de muestreo en Buenos Aires, Formosa y Malargüe, habiéndose colectado alrededor de 1 200 muestras de aerosoles, leche, tejidos humanos, depósitos de material radiactivo en suelo, etc., y realizado alrededor de un millar de análisis radioquímicos.

Continuando con las evaluaciones preoperacionales de zonas de influencia de instalaciones nucleares, se concluyó gran parte de la evaluación del área de Embalse, Córdoba. Asimismo se completó la determinación de una serie de parámetros de transferencia, particularmente entre agua contaminada y vegetales irrigados.

Durante el ejercicio se completó el Estudio Radiosanitario Preoperacional para el área de Lima, Perú, donde se está construyendo el

reactor RP-0 que provee la CNEA a las autoridades peruanas, y se planificaron y elevaron para su aprobación las evaluaciones pre-operacionales para la zona de Huarangal, cercana a Lima, donde se erigirá el Centro Nuclear de Investigación del Perú, en el que habrá de funcionar el reactor RP-10.

Se prosiguió efectuando el monitoreo operacional de las instalaciones nucleares en funcionamiento, principalmente la Central Nuclear en Atucha, los yacimientos de uranio y los Centros Atómicos de Ezeiza y Constituyentes. Se muestrearon regularmente los sedimentos del arroyo Aguirre y del río Paraná y la fauna ictícola de este último, habiéndose efectuado también muestreos de leche, aire, pasto, etc., en estaciones fijas y móviles.

En el área de Atucha se tomaron 1 325 muestras y se realizaron 1 250 análisis, y en la de Ezeiza se colectaron 720 muestras y se hicieron 1 320 análisis.

Siempre en el campo del monitoreo ambiental, prosiguió la colaboración con la Dirección Nacional del Antártico dentro del Plan Nucleantar efectuándose 25 análisis radioquímicos sobre 15 muestras recogidas. Asimismo se continuó con el intercambio de información con el Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR) y se presentó al país en las reuniones periódicas de dicho Comité.

La CNEA viene también realizando importantes esfuerzos en el área del monitoreo ambiental de la polución no radiactiva. En particular, se continuó colaborando con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) en un estudio ecológico para el lago del Embalse del Río III, Córdoba, y se completó un estudio sobre los efectos térmicos sobre el pejerrey que tiene su habitat en ese lago.

MEDICINA RADIOSANITARIA

En el campo de la medicina radiosanitaria se efectuaron intervenciones médicas primarias y dosimetría biológica, en particular en el caso de irradiación accidental que se produjo en la destilería YPF en La Plata durante la realización de tareas de gammagrafía industrial. Asimismo se practicó el control rutinario de la vigilancia médica radiosanitaria obligatoria de acuerdo a la reglamentación vigente.

Se llevó a cabo un estudio radioepidemiológico del personal ocupacionalmente expuesto en los yacimientos de uranio, que se inició durante el ejercicio y ya cubrió al 50 % de los mineros.

Se desarrollaron nuevas técnicas para el análisis de casos accidentales, entre las que cabe destacar una técnica que permite evaluar la evolución del daño por radiación aplicando un método pletismográfico, y el desarrollo de un modelo matemático que posibilita redactar el protocolo para evaluar un indicador biológico de bajas dosis a partir de la variación de la actividad enzimática.

INGENIERIA DE RADIOPROTECCION

El esfuerzo tecnológico en este tema se concentró especialmente en el desarrollo de instrumentación radiosanitaria. Así, en un proyecto que cuenta con el apoyo del CONICET, se construyó el prototipo de un sistema automático de adquisición digital de datos micrometeorológicos para estimación de la capacidad de dispersión del medio ambiente, el que se halla en período de pruebas y ensayos. También se han realizado una serie de equipos para mediciones radiológicas, entre los que cabe mencionar un espectrómetro gamma anticómp-ton de bajo fondo y un contador beta de muy bajo fondo.

GESTION Y ELIMINACION DE RESIDUOS RADIATIVOS

Los servicios de gestión y eliminación de residuos radiactivos producidos en las distintas instalaciones nucleares del país fueron prestados normalmente.

Un importante progreso se obtuvo en la adecuación del sistema a los requerimientos futuros con la finalización de la construcción de la planta de almacenamiento de residuos radiactivos líquidos de alta actividad y la instalación de la planta de tratamiento de residuos sólidos de baja actividad. También se comenzaron los estudios para evaluar el impacto radiológico de la eliminación final de residuos radiactivos de alta actividad y conteniendo actínidos. Este estudio incluye también los residuos de colas de las plantas de concentración de mineral de uranio y los residuos de otras etapas del ciclo de combustible.

FISCALIZACION

En cumplimiento de lo establecido por el Decreto N° 842/58 se realizaron 230 inspecciones a usuarios externos de material radiactivo, de las cuales 122 correspondieron a centros ubicados en la Capital Federal y el Gran Buenos Aires, y 108 a centros del interior del país.

Además se supervisaron 12 trasvases de fuentes de equipos de teleterapia, se calibraron 18 de dichos equipos, se efectuaron 26 cálculos de blindajes para aceleradores, fuentes de radiación y equipos de uso médico y destinados a depósitos de material radiactivo. Se intervino en las situaciones de emergencia ocurridas durante el uso de materiales radiactivos en diversos centros, y se supervisó el transporte internacional por vía aérea de los embarques de "yellow cake" (U_3O_8) y de elementos combustibles para la Central Nuclear en Atucha.

LICENCIAMIENTO

Durante el ejercicio se elaboró y completó el Reglamento para Licencias y Autorizaciones del Personal de Instalaciones Nucleares, y se inició el análisis del Informe Preliminar de Seguridad de la Central Nuclear Embalse.

El Consejo Asesor para el Licenciamiento de Instalaciones Nucleares (CALIN), con el apoyo de su grupo de trabajo, estudió la documentación de diversas instalaciones nucleares y recomendó el otorgamiento de diversas autorizaciones provisorias de operación. La documentación analizada correspondió a la Central Nuclear en Atucha con su potencia elevada al 108 % de la de diseño, el reactor RA-3, el laboratorio de preparación de combustibles de óxidos mixtos y la planta de conversión de hexafluoruro de uranio.

Por su parte, el Consejo Asesor en la Aplicación de Radioisótopos produjo asesoramiento en temas de interpretación del "Reglamento para el uso de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes" e infracciones al mismo, y sobre producción, comercialización y uso de materiales radiactivos y radiaciones ionizantes en los distintos aspectos de la medicina, la investigación y la industria, de acuerdo a la legislación vigente. Asimismo, y de acuerdo a lo establecido por los Decretos N° 842/58 y N° 6320/68 analizó las solicitudes de permisos para el uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes presentadas durante el ejercicio, y recomendó en consecuencia el otorgamiento de 361 nuevos permisos.

SALVAGUARDIAS

En cumplimiento de los acuerdos internacionales firmados por el país sobre aplicación de salvaguardias a material fisionable especial e instalaciones nucleares, se realizó la gestión del Depósito de Material Fisionable Especial, se efectuaron los balances de material, se mantuvieron actualizados los inventarios del material existente en las áreas bajo salvaguardias, y se prestó asistencia a cinco inspecciones del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Infraestructura y Aspectos Generales

ASUNTOS INTERNACIONALES

En la XX Reunión Ordinaria de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) nuestro país resultó electo miembro de la Junta de Gobernadores. Con tal motivo participó en las reuniones de febrero, junio y septiembre de dicha Junta, así como en la XXI Reunión Ordinaria de la Conferencia General del Organismo celebrada en Viena.

La Argentina brindó asistencia técnica al OIEA en forma de becas y servicios de expertos, especialmente en el área latinoamericana.

El país estuvo también presente en la X Reunión de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear, en Lima entre el 11 y el 17 de julio. En su curso se procedió a ofrecer amplio apoyo material a dicho Organismo para el ejercicio 1978. Se participó en las reuniones de su Comité Técnico Asesor, para el que resultó electo el país en oportunidad de la X Reunión, siendo designado presidente del mismo el integrante argentino. Asimismo, se intervino en la reunión celebrada en Caracas por el Comité Jurídico Especial.

Nuestro país tiene concluidos acuerdos bilaterales de colaboración en el campo nuclear con diversos países. Dentro de ese marco se acordó el plan de acción 1977/78 con Alemania, el de 1977 con Bolivia y el de 1977 con Uruguay, que se desarrollaron en forma normal.

En abril se firmó con la República de Chile el "Acuerdo de cooperación en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear", conjuntamente con tres acuerdos complementarios sobre proyectos específicos.

En virtud de otros acuerdos se otorgaron becas al Paraguay, se recibieron expertos de Francia y se enviaron becarios a dicho país.

La cooperación con el Perú se analiza en los párrafos siguientes.

Se continuó implementando el Protocolo entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y el Instituto Peruano de Energía Nu-

clear acordado para el período agosto de 1976/setiembre de 1977.

PROYECTO CENTRO ATOMICO PERU

La cooperación nuclear entre la Argentina y el Perú alcanzó durante el ejercicio un nivel sin precedentes, al haberse firmado el 19 de mayo un convenio por el cual la CNEA suministrará al Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) un reactor de potencia cero (RP-0), y el 5 de noviembre el contrato para la ejecución del diseño y la construcción, instalación y puesta en marcha del Centro Nuclear de Investigaciones del Perú (CNIP). Los instrumentos firmados incluyen además un vasto programa de capacitación del personal peruano que utilizará las respectivas instalaciones así como también una amplia transferencia de tecnología de la especialidad.

El RP-0, que será instalado en la sede del IPEN en Lima y entregado en marzo de 1978, es un conjunto crítico con núcleo de uranio enriquecido al 20 % moderado con agua desmineralizada y provisto de un reflector de grafito, que será destinado a tareas de experimentación y capacitación. Al finalizar el ejercicio, CNEA había realizado el diseño y la ingeniería básica y de detalle del reactor, así como la ingeniería básica del edificio en el que será alojado, en tanto que la construcción y adquisición de componentes del reactor se encontraba avanzada en un 85 %. Por su parte el IPEN se hizo cargo de la ingeniería de detalle y la construcción de la obra civil, habiendo alcanzado un grado de avance que, se estima, permitirá cumplir el plazo de entrega previsto.

El Centro Nuclear de Investigaciones del Perú (CNIP) será emplazado en un predio de 125 hectáreas situado en la zona de Huarangal, sobre la margen derecha del río Chillón, y a unos 28 km al N.E. de Lima. El volumen de suministros que proveerá la CNEA incluye un reactor de 10 MW con sus laboratorios auxiliares, una planta de producción de radioisótopos, un centro nacional de protección radiológica y seguridad, un edificio de

servicios generales, y las obras de infraestructura correspondientes, habiéndose comenzado ya la confección del manual de garantía de calidad del proyecto.

El reactor, denominado RP-10 y que constituirá el elemento fundamental del CNIP, será del tipo piscina, alimentado con uranio enriquecido al 20 % y tendrá un flujo máximo de $40 \times 10^{14} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{seg}^{-1}$.

PROCESAMIENTO DE DATOS

La CNEA dio un paso decisivo en su capacidad de procesamiento de datos. Dichas tareas se venían haciendo en distintos servicios externos de cómputos y en menor grado en su procesador IBM 360/44 y 1 130 situados en el CAB y en el CAE. El proyecto del Centro de Cómputos de la CNEA tuvo inicio concreto con la construcción del edificio comenzada a fines del año anterior y terminada en los últimos meses del presente ejercicio. El equipo, un computador IBM 370/158 de 1 megabyte de memoria principal, fue instalado en los últimos meses del año y de inmediato inició su operación. Es una de las computadoras de mayor tamaño del país. Opera con un sistema de tiempo compartido que permite a los usuarios disponer de las facilidades de cómputo desde una terminal y realizar la programación y el procesamiento en forma interactiva. La carga inicial de la máquina la constituyeron los programas científicos que se procesaban en servicios externos. La puesta en máquina de estos procesos quedará completada en los primeros meses de 1978, año en que deberá finalizarse la instalación del edificio y en el que comenzará el desarrollo de los programas administrativos.

DOCUMENTACION TECNICA

Los servicios de la Biblioteca Central se desarrollaron normalmente, habiéndose registrado un decidido aumento de la actividad como lo demuestran las estadísticas de concurrencia de lectores y de ingreso de material bibliográfico. La Biblioteca Central adquiere y procesa las publicaciones que se destinan a sus propios depósitos o a las distintas biblioteca sectoriales.

En el ejercicio se inventariaron 1 270 libros, 44 nuevos títulos de revistas, 22 670 microfichas y 1 792 informes, ascendiendo los totales de estos materiales a: 24 494; 1 696; 181 732 y 65 092 respectivamente.

En el campo de la documentación científica se iniciaron gestiones con el Centro Argentino de Información Científica y Técnica

para organizar conjuntamente un sistema de búsqueda bibliográfica por computadora utilizando las actualizaciones de la base de datos del Chemical Abstracts. Se estima que el sistema podrá estar operando en el primer semestre de 1978.

CAPACITACION

En el Instituto Balseiro que funciona en el Centro Atómico Bariloche prosiguió el dictado de los cursos de Licenciatura en Física y se iniciaron los correspondientes a la nueva carrera de Ingeniería Nuclear, que se dicta por primera vez a partir del presente ejercicio.

El 1º de agosto ingresaron al ciclo básico de 3 cuatrimestres común a ambas carreras 31 alumnos, todos ellos becados por la CNEA, dos de los cuales son extranjeros.

Por otra parte, durante el ejercicio egresaron 15 nuevos licenciados en física, uno de ellos extranjero, y fueron aprobadas ocho tesis doctorales.

En el Centro de Capacitación de Atucha se continuó con el dictado de cursos para técnicos y profesionales, tendientes a prever la formación del personal necesario para las etapas de proyecto, construcción y operación de las futuras centrales nucleares. Los cursos versaron sobre "Introducción a la Central Nuclear Embalse - Reactor CANDU", "Iniciación a Centrales Nucleares" y "Funcionamiento y Operación de Centrales Nucleares", a los que asistieron un total de 169 participantes.

En el Centro Atómico Ezeiza se dictaron dos cursos de Metodología y Aplicación de Radioisótopos, un Curso Básico de Radioisótopos para personal técnico y un Curso de Protección Radiológica. Además en el Hospital Municipal de Oncología se dictaron dos cursos de Dosimetría en Radioterapia.

A través del Programa de Apoyo Científico y Tecnológico se dictaron, el II Curso de Entrenamiento Avanzado en Metalurgia, con la colaboración del Programa Multinacional de Metalurgia (OEA-CNEA) y el III Seminario a nivel de Post-Doctorado en temas de corrosión, en ambos casos con participación de profesionales argentinos y extranjeros.

La labor de capacitación se manifestó además en el dictado de dos cursos sobre energía nuclear para alumnos del Instituto del Servicio Exterior de la Nación, dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, la capacitación de personal del Instituto Peruano de Energía Nuclear, seminarios, ciclo de conferencias, etc., y la participación en numerosos cursos dictados fuera del ámbito de la Institución.

ADMINISTRACION

En los cuadros siguientes se consigna la distribución del presupuesto de la CNEA por programa, por financiación y por inciso (Cuadro I), así como la distribución de las erogaciones por inciso y por programa (Cuadro II).

En materia de personal se registraron 732 altas y 469 bajas, con lo cual al finalizar el ejercicio la CNEA contaba con una dotación de 4 217 personas, de las cuales 2 407 eran profesionales y técnicos.

CUADRO I

<i>Presupuesto total año 1977: \$ 91 251 228 553.</i>		
	<i>Importe</i> <i>\$</i>	<i>%</i>
<i>Por Programa:</i>		
I. Instalaciones de Centrales Nucleares	62 865 508 746	68,89
II. Radioisótopos y Radiaciones	1 260 850 411	1,38
III. Investigaciones Nucleares	5 818 635 825	6,38
IV. Protección Radiológica y Seguridad Nuclear	739 780 262	0,82
V. Servicios Generales	4 968 343 805	5,44
VI. Suministros a Centrales Nucleares	15 423 122 504	16,90
Erogaciones figurativas (U.N. Cuyo y CONICET)	174 987 000	0,19
<i>Por Financiación:</i>		
Contribución del Gobierno Nacional	41 709 628 553	45,71
Recursos Específicos	42 541 600 000	46,62
Fondo Nacional de Grandes Obras Eléctricas	7 000 000 000	7,67
<i>Por Inciso:</i>		
11. Personal	8 037 430 553	8,81
12. Bienes y Servicios no Personales	11 454 176 000	12,54
21. Intereses de la deuda	3 966 336 000	4,35
31. Transferencias al sector privado (becas)	121 000 000	0,13
51. Bienes de Capital	2 560 950 000	2,81
52. Construcciones	60 066 218 000	65,83
71. Amortización de la deuda	4 870 131 000	5,34
91. Erogaciones figurativas	174 987 000	0,19

CUADRO II

EROGACIONES 1977

	I Suministro de energía	II Aplicación de radiaciones	III Investigaciones nucleares	IV Protección radiológica	V Capacitación y apoyo	VI Suministros a centrales nucleares	TOTAL
PERSONAL	1 448 308	450 398	1 924 193	302 107	1 494 814	1 845 929	7 465 749
BIENES Y SERVICIOS NO PERSONALES	8 628 994	256 106	370 883	42 901	1 077 780	768 038	11 144 702
INTERESES DE LA DEUDA	3 960 480				5 856		3 966 336
BECAS					121 000		121 000
BIENES DE CAPITAL	337 681	84 906	782 027	97 411	322 115	626 473	2 250 613
CONSTRUCCIONES	42 700 420	325 613	2 391 851	121 867	1 577 712	11 769 490	58 886 953
AMORTIZACIONES DE LA DEUDA	4 856 280				13 851		4 870 131
FIGURATIVAS	61 932 163	1 117 023	5 468 954	564 286	4 613 128	15 009 930	88 880 471

