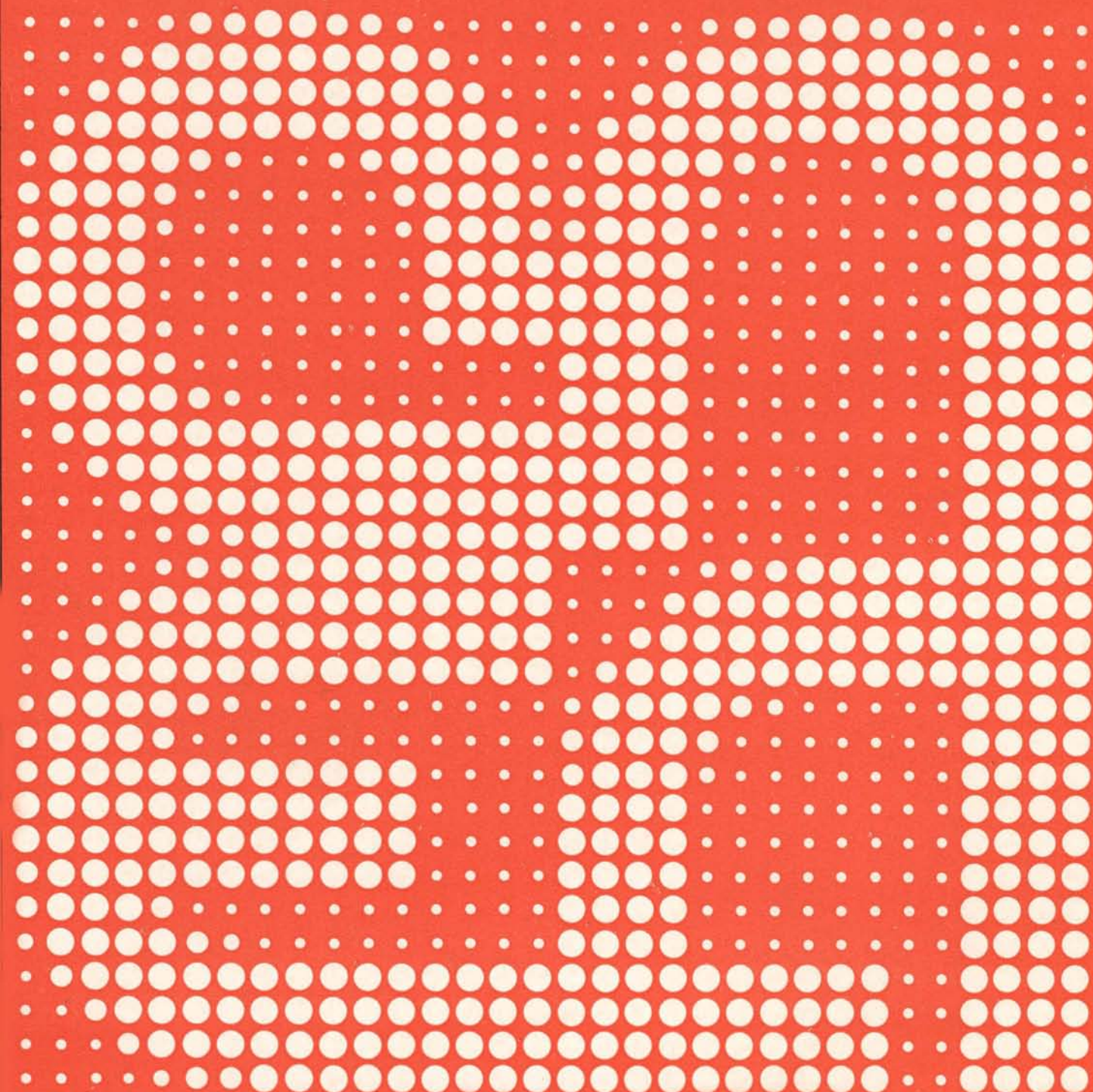


NO SE PRESTA

Comisión
Nacional
de Energía
Atómica

Memoria
anual 1981

República Argentina



Comisión Nacional de Energía Atómica

Memoria anual 1981

CENTRALES NUCLEARES	5
SUMINISTRO A CENTRALES NUCLEARES	11
RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES	17
INVESTIGACION Y DESARROLLO	23
PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR	41
INFRAESTRUCTURA Y ASPECTOS GENERALES	45

SIGLAS USADAS EN ESTA MEMORIA

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

SEDE CENTRAL

Avda. Libertador 8250
1429 Buenos Aires
Argentina

PROLOGO

El año 1981, además de representar un nuevo y significativo avance en la ejecución del Plan Nuclear Argentino, se distinguió por la finalización satisfactoria para el país de las negociaciones con el Organismo Internacional de Energía Atómica sobre los acuerdos de salvaguardia a aplicarse a la Central Nuclear Atucha II y a la Planta Industrial de Agua Pesada, sin ningún condicionamiento adicional respecto de la política sostenida por la República Argentina en este tema. Este hecho cierra, en cierto sentido, un proceso que se inició con las adjudicaciones efectuadas para la construcción de las mencionadas instalaciones y que se desarrolló en un ambiente marcado por la fuerte presión ejercida para que nuestro país resignara su clara y responsable política de independencia en este campo, orientada exclusivamente a los usos pacíficos de la energía nuclear.

Este año tuvo como característica saliente la de requerir un esfuerzo adicional como consecuencia de las medidas económico-financieras adoptadas por el Gobierno Nacional para materializar su firme decisión de reducir el gasto público. Ese esfuerzo apuntó a la optimización de los recursos presupuestarios asignados a la Institución, a través de una revaluación de las prioridades de los distintos proyectos, a fin que las postergaciones de las inversiones resultantes no afectaran la coherencia y la continuidad del Plan Nuclear. Ello no obstante, al hacer el recuento de lo realizado durante el año, cabe la satisfacción de comprobar que se ha logrado alcanzar, y en algunos casos superar, las metas fijadas para el presente año.

CENTRALES NUCLEARES

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I (CNA I)

En el transcurso de 1981 la CNA I, de 335 MWe de potencia neta, permaneció sincronizada a la red del Sistema Interconectado Nacional 8 124 horas, lo que equivale a un factor de operación del 92,7 %. Su producción durante dicho período, de 2 648 millones de kWh, equivalentes a un factor de carga del 90,2 %, superó en un 19,4 % el valor comprometido con la Secretaría de Estado de Energía y representó el 8 % del total generado en centrales de servicio público en el país, a la vez que llevó al 80,5 % el factor de carga acumulado desde el comienzo de la operación comercial de la CNA I hasta el 31 de diciembre de 1981.

Durante el año ingresaron al reactor 444 elementos combustibles nuevos y 12 semiquemados, mereciéndose destacar que 175 de los primeros pertenecen a la serie denominada «Inicio de Operación XD», totalmente producida por la CNEA. Durante el mismo período se efectuaron 1 102 movimientos de elementos combustibles en el reactor. El quemado medio de extracción fue de 5 680 MWd/t.

Las pérdidas de agua pesada totalizaron 1 698 kg, confirmando la tendencia decreciente observada desde el año 1978, en tanto que la concentración de tritio en el refrigerante aumentó un 11 %, alcanzando una actividad de 11,1 Curie por litro.

Problemas operacionales en las columnas de regradación de agua pesada determinaron una disminución de la cantidad procesada por estas columnas. Las 565 t de agua pesada procesadas no alcanzaron a compensar los ingresos normales de agua liviana, registrándose un descenso de la concentración molar de 99,78 % a 99,71 %.

La actividad liberada por tritio a la atmósfera representó el 18 % del límite anual de descarga autorizado para dicho medio, mientras que la eliminada por aguas residuales alcanzó al 37 % del límite correspondiente. La actividad gamma total, eliminada por aguas residuales, fue del 44 % del valor autorizado.

Durante el año, la Central tuvo ocho salidas significativas de servicio, de las cuales cuatro fueron intempestivas. De ellas, una se debió a

un error de operación durante el cambio de un filtro mecánico; otra, a un rechazo de carga y dos a fallas de la instalación (rotura del vástago de una válvula del circuito de agua de alimentación y falla del sello de alta presión de la bomba de refrigeración Nº 2). Las otras cuatro salidas de servicio fueron programadas con el Despacho Unificado de Carga. En la primera de ellas se repararon válvulas del circuito de agua de alimentación a los generadores de vapor que descargaban vapor dentro de la esfera de contención. En las dos siguientes se detuvo manualmente el reactor para reparar pérdidas de agua pesada en las válvulas de seguridad del presurizador, una con escape hacia el tanque de alivio y otra hacia el recinto. La última salida se debió a la imposibilidad de efectuar el cierre de un canal de refrigeración por la presencia de un cuerpo extraño que obstruía el ingreso de elementos combustibles al mismo.

Además del cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo se efectuaron diversas reparaciones, entre ellas el cambio de una válvula en el circuito de control de volumen (lluvia auxiliar del presurizador), el cambio de sellos de una bomba principal de refrigeración (por primera vez sin supervisión de la firma proveedora), y el reemplazo de la máquina de recambio de elementos combustibles. Corresponde también mencionar la instalación de la línea subterránea en 132 kV para el transformador de arranque, por su interferencia con la Central Nuclear Atucha II.

Los costos fijos de operación de la Central durante el año ascendieron a 122 887 millones de pesos, mientras que el consumo de combustible representó 128 562 millones de pesos. La facturación por venta de energía eléctrica ascendió a la suma de 313 620 millones de pesos, lo cual arroja un precio promedio de 118 pesos por kWh. La rentabilidad, que debió ser el 8 % del capital no amortizado, sólo alcanzó al 4,2 % del mismo, pese a que la producción superó en casi un 20 % a la comprometida.

Al finalizar el año, el total de elementos combustibles irradiados depositados en las piletas de decaimiento de la primera casa de piletas ascendía a 2 805, restando aún 435 posiciones disponibles. En el mes de octubre se habilitaron las instalaciones de la segunda casa de piletas, con una capacidad de 6 912 posiciones.

Como datos adicionales indicativos de la eficiencia operativa que caracteriza a esta Central, cabe destacar que el día 20 de febrero se completó un período de 215 días, de conexión ininterrumpida a la red, como así también que durante los 12 meses comprendidos entre agosto de 1980 y agosto de 1981, la CNA I generó 2 782 millones de kWh, equivalentes a un factor de carga del 94,8 %, alcanzando durante dicho período un factor de operación del 97,2 %, con sólo 10 días y 4 horas fuera de servicio.

CENTRAL NUCLEAR EMBALSE (CNE)

El avance alcanzado en la ejecución de esta segunda Central, de 600 MWe de potencia, permite prever la puesta a crítico del reactor para fines de 1982 y la entrada en operación comercial de la Central para abril de 1983.

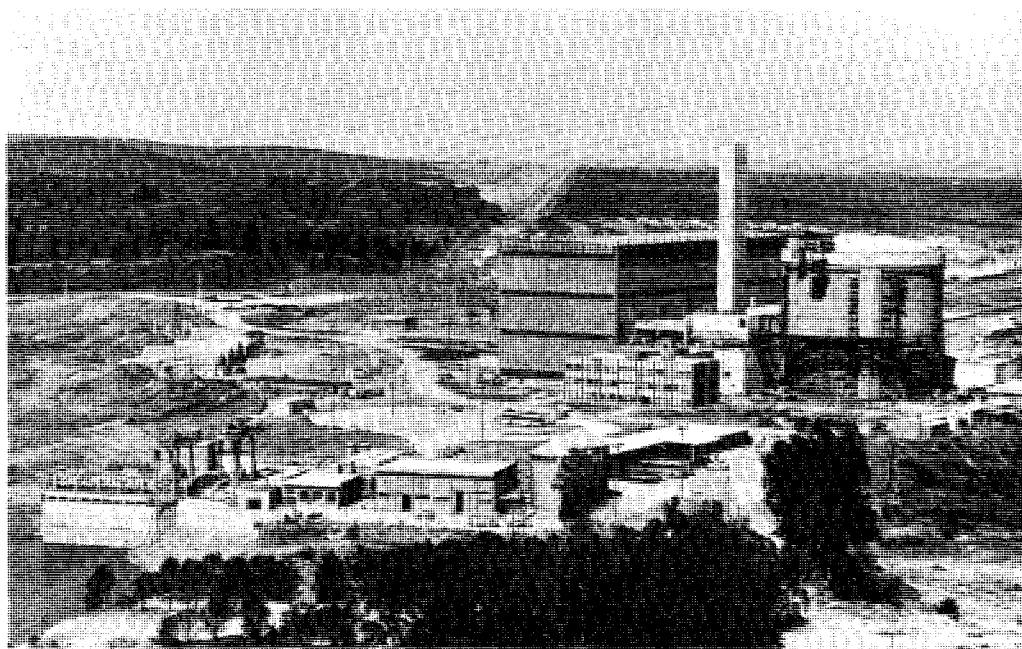
En lo referente a la obra civil se alcanzó un avance del 99,7 % en el área nuclear y del 99,9 % en el área convencional, hallándose en vías de terminación, el recubrimiento exterior del edificio de turbina, el terraplén del canal de descarga, el cercado perimetral y la parquización del emplazamiento de la CNE. Los porcentajes citados no incluyen la ejecución de adicionales que responden fundamentalmente a recientes cambios de ingeniería efectuados por la empresa AECL, contratista principal del proyecto, en base a la experiencia registrada en centrales de igual diseño y potencia en Canadá. Entre dichos adicionales cabe señalar como la tarea de mayor relevancia comenzada durante el año, la construcción del edificio para el sistema de enfriamiento

de emergencia del núcleo del reactor, actualmente completada en un 80 %.

En cuanto al montaje de las instalaciones electromecánicas, en el área nuclear se registró un avance global del 98 % (excluidos los adicionales), habiéndose finalizado la reparación de los generadores de vapor e instalado las máquinas de recambio de combustible en su posición definitiva. Cabe destacar que CNEA, en su rol de Subcontratista Principal de Montaje llevó a cabo en forma directa, entre otras tareas, el montaje de la instrumentación y control de los sistemas del área nuclear, con un avance del 97 %, así como la instalación de los servicios de la plataforma de los mecanismos de reactividad del reactor, con un avance del 99 %, y el montaje del sistema de manejo de combustible, con un avance del 93 %.

En el área convencional las tareas de montaje electromecánico se cumplieron dentro de los plazos previstos, alcanzándose prácticamente el 100 % de ejecución de las instalaciones correspondientes. Entre ellas cabe destacar la finalización de los montajes del turbogruppo, casa de bombas y planta de tratamiento de agua durante el primer semestre, y del ciclo térmico, sistema de agua de circulación y procesos, calderas auxiliares y generadores Diesel de emergencia durante el segundo semestre.

Respecto a las instalaciones eléctricas del área convencional se registró un avance global del 92 %, destacándose la finalización y puesta en servicio de la playa de maniobras de 132 kV y playa de transformadores de arranque. Fueron particularmente significativos los avances en



Vista aérea de la Central Nuclear Embalse

la instalación de la instrumentación y control del área, logrando pasar del 30 % en que se encontraba a fines del año anterior a aproximadamente el 90 % a fines de 1981.

A su vez, el grupo de puesta en marcha de la Central, integrado por la empresa AECL y por personal de operación de CNEA, fue incrementando paulatinamente sus actividades a lo largo del año.

En su rol de Subcontratista Principal del Montaje del área nuclear, CNEA transfirió al grupo de puesta en marcha un total de 20 sistemas y subsistemas, entre ellos los de aire de servicios, aire de respiración e instrumentación, gas anular, vapor auxiliar y condensado, computadoras, ventilación de la sala de control, etc., la mayoría de los cuales se encuentran en servicio o disponibles.

Una tarea de gran envergadura realizada durante el año con activa participación de la CNEA, como así también del INTI y de la Armada Argentina, fue la prueba de presión y determinación de la tasa de fugas del edificio del reactor, para verificar el cumplimiento de las especificaciones de diseño. Otra prueba fue la inspección por métodos no destructivos de algunos tubos de presión del reactor, con el fin de establecer la base de comparación para el seguimiento del efecto «creep».

En lo referente a ensayos y puesta en marcha del área convencional merece destacarse que desde el mes de mayo se fueron concretando las actividades tendientes a llevar a velocidad de régimen (1500 rpm) al turbogruppo con vapor suministrado por las calderas auxiliares, ha-

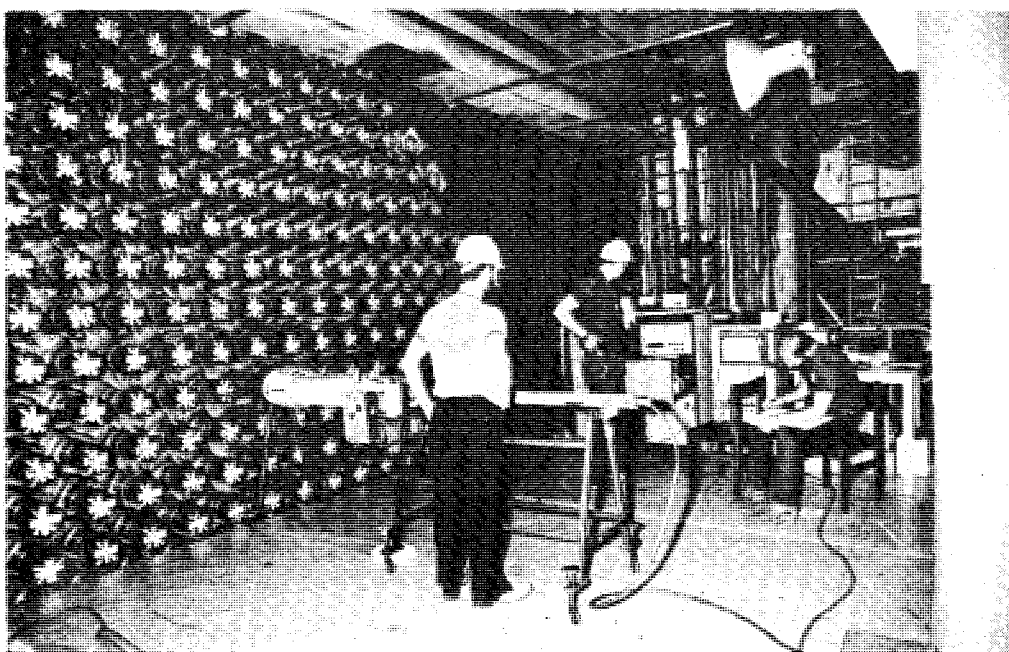
biéndose alcanzado en el mes de diciembre una velocidad próxima a la nominal y efectuado a continuación los ensayos mecánicos y eléctricos correspondientes, previéndose efectuar en enero de 1982 los ensayos de sincronización a través de la red de 132 kV. También se efectuaron los ensayos y/o puesta en servicio, de la planta de tratamiento de agua, del sistema de agua de circulación del refrigerante del condensador, de tres calderas auxiliares, del sistema de aire comprimido de servicio y del generador Diesel de emergencia Nº 1.

También se avanzó, de acuerdo a los cronogramas, en la preparación de la documentación para el licenciamiento de la CNE y del personal de puesta en marcha y operación de la Central.

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA II (CNA II)

Continúan avanzando satisfactoriamente los trabajos para la construcción de esta tercera central nuclear argentina que se proyecta poner en operación comercial en el año 1987 con una potencia de 682 MWe netos.

En el transcurso del año, la empresa mixta ENACE S. A., que tiene a su cargo las funciones de arquitecto industrial del proyecto, concretó la firma de numerosos contratos con empresas argentinas por suministros y servicios para la CNA II, entre otros los relativos a la ingeniería de detalle de la obra civil, la ejecución de la obra gruesa, la esfera de contención, la esclusa



Inspección en los canales de combustible del reactor de la CNE

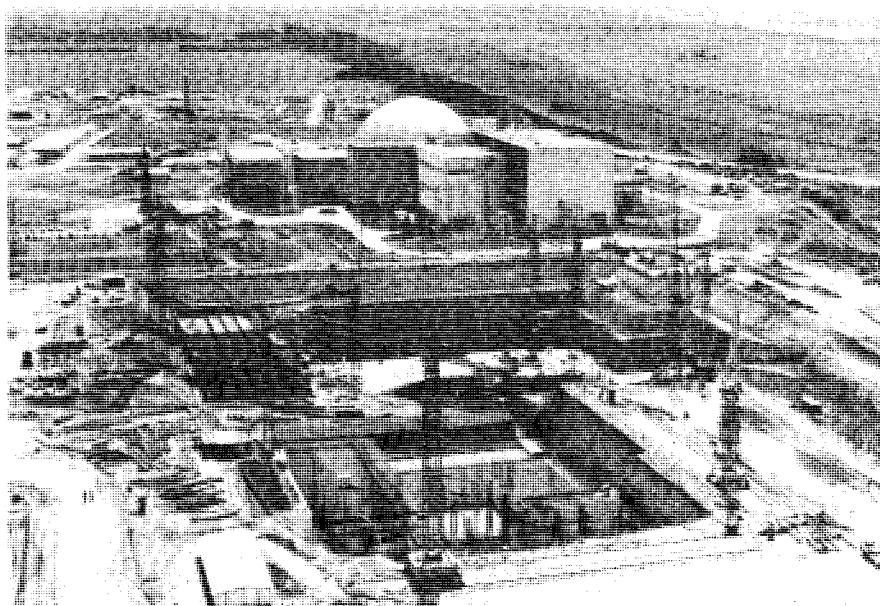
de personal, recipientes de acero, bombas, válvulas, intercambiadores de calor, etc.

En el mes de febrero comenzaron las tareas de excavación, que implicaron un movimiento de suelos de más de 350 000 m³, concluidas las cuales se completaron las capas aislantes de los edificios del reactor, auxiliares y piletas. También se iniciaron las plateas de fundación correspondientes, así como las de los edificios de maniobras y turbinas. La primera colada de hormigón fue realizada en la base del edificio del reactor en el mes de julio con la presencia del Presidente de la Nación.

Al finalizar el año, el estado de avance re-

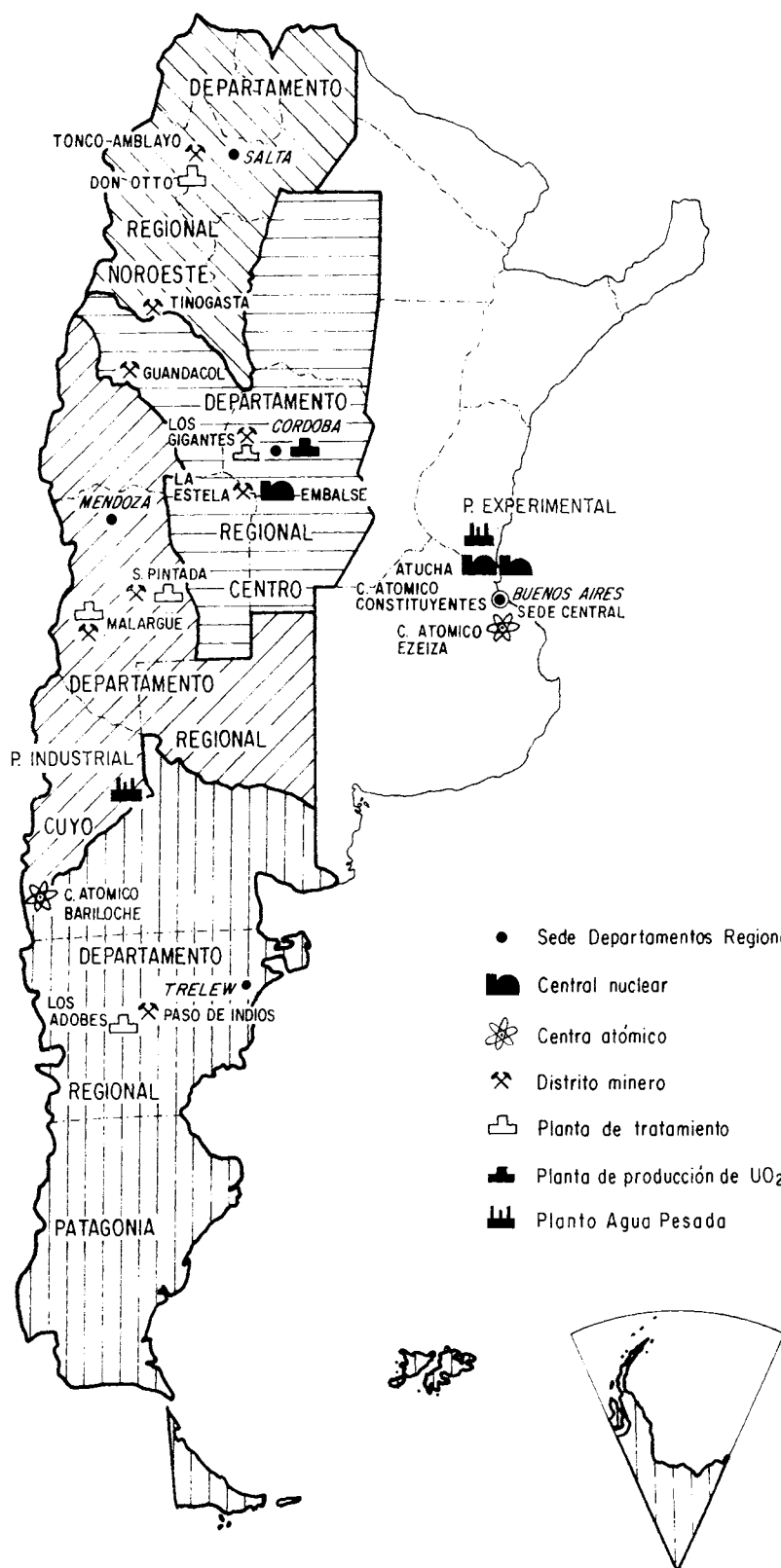
gistrado en los rubros más importantes era el siguiente:

Obrador (oficinas, barracas para el personal, iluminación, cerco perimetral, caminos, plantas de hormigón, redes de agua potable y de incendio, etc.)	80,0 %
Obra gruesa	11,0 %
Ingeniería civil de detalle	42,0 %
Suministros electromecánicos nacionales	7,5 %
Suministros electromecánicos importados	13,7 %
Servicios nacionales	7,0 %
Servicios importados	33,0 %



Vista de la obra civil de la CNA II, observándose al fondo la CNA I

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ACTIVIDADES



SUMINISTROS A CENTRALES NUCLEARES

EXPLORACION Y PRODUCCION DE URANIO

DESARROLLO DE RESERVAS

Las principales actividades geológicas desarrolladas por la CNEA durante el año 1981 dentro de su programa de actualización permanente del potencial uranífero argentino, que se reseñan a continuación, dieron por resultado el incremento de las reservas en 650 t de U_3O_8 dentro de la categoría de «Recursos Razonablemente Asegurados».

PROSPECCION

Fotogeología

Prosiguiendo con los trabajos de apoyo en las áreas donde se desarrollan tareas de prospección, se ha realizado la fotointerpretación geológica correspondiente a 1 210 km², de los cuales 1 010 km² pertenecen al área de Sierra Pintada (Mendoza) a escala 1 : 20 000 y 200 km² al área La Punilla (Salta) a escala 1: 50 000.

Geología

Se realizaron 55,2 km de perfiles geológicos, correspondiendo 35,3 km al Dpto. Regional Cuyo, 4,9 km al Dpto. Regional Noroeste y 15 km al Dpto. Regional Centro.

En el área de Sierra Pintada (Mendoza) se efectuaron 1 150 km² de relevamiento topográfico-geológico y 610 km² de prospección sistemática geológica-radimétrica.

Radimetría

Se efectuó el llamado a licitación de un programa de Prospección Radimétrica Aérea de 50 000 km² en las provincias de Córdoba, San Luis y Santiago del Estero. El contrato se formalizó en el mes de octubre y la empresa adjudicataria iniciará los trabajos en el mes de enero de 1982.

Estudios especiales

Como apoyo a los grupos de trabajo de prospección y exploración se realizaron: 414 diagramas de rayos X, 312 separaciones de minerales, 434 moliendas de muestras, 272 cortes delgados, 31 informes sobre análisis mineralógicos y petrográficos, 2 906 determinaciones analíticas de minerales de U, Fe, Th, Ca, Na, K, Mg, Cu, Pb, Zn, Co y Ni, 2 274 análisis químicos de minerales de U, Mn, P, Al, Fe, Si y Ti y 2 556 análisis de uranio sobre muestras de aguas, aluviones y rocas.

EXPLORACION - EVALUACION

Perforaciones

Con equipos propios se ejecutaron 3 040 m de sondeos en el Distrito Tonco-Amblayo (Salta), del Departamento Regional Noroeste, realizándose el correspondiente perfilaje y control geológico.

Mediante contrato se realizaron 59 980 m de sondeos en San Rafael (Mendoza), con el consiguiente control geológico y perfilaje por parte de personal de la CNEA.

En total, durante el corriente ejercicio se realizaron 63 020 m de sondeos, 62 006 m de perfilaje y 62 986 m de control geológico.

Reservas uraníferas

Como resultado de la labor descripta se obtuvo un incremento de las reservas en 650 t de U_3O_8 , llevando así el total de los «Recursos Razonablemente Asegurados» recuperables a menos de 30 US\$/lb U_3O_8 a 30 050 t.

En la tabla siguiente se observa el estado de los recursos uraníferos totales del país a fines del ejercicio, clasificados según categoría y costo de recuperación y expresados en toneladas de U_3O_8 y de uranio, respectivamente.

RECURSOS URANIFEROS ARGENTINOS AL 31-XII-81

Categoría según el costo del concentrado	Expresados en US\$/1 b U ₃ O ₈				Expresados en US\$/kg U			
	< 30	30-50	> 50	Subtotal s/categ. (t U ₃ O ₈)	< 80	80-130	> 130	Subtotal s/categ. (t U)
RECURSOS RAZONABLEMENTE ASEGURADOS *	39 050	6 200	3 100	39 350	25 543	5 270	2 635	33 448
RECURSOS ADICIONALES ESTIMADOS *	4 500	11 250	8 500	24 250	3 825	9 563	7 225	20 613
Subtotal s/costo	34 550	17 450	11 600	— —	29 368	14 833	9 860	— —
TOTAL	63 600				54 061			

* Categorías establecidas por el OIEA.

EXPLOTACION MINERA Y PRODUCCION DE CONCENTRADOS DE URANIO

Prosiguiendo con esta actividad, cuyos orígenes en el país se remontan al año 1953, durante el presente ejercicio se extrajo un total de 289 055 t de mineral uranífero en yacimientos del Distrito Sierra Pintada, de San Rafael (Mendoza), en tanto que la producción conjunta de las diversas plantas de concentración de la CNEA ascendió a 144,8 t de U_3O_8 en forma de concentrado comercial «yellow cake», cantidad que superó en un 11 % al total programado para 1981.

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

Complejo Minero-Fabril San Rafael (Mendoza)

Este Complejo tuvo a su cargo el total de la producción minera del año, que, como ya se dijo, ascendió a 289 055 t, provenientes de la explotación de los yacimientos «Tigre I» (26 512 t), «Tigre III» (193 697 t) y «Los Gauchos» (68 846 t).

A su vez, la planta de concentración existente en este Complejo produjo 73,7 t de U_3O_8 en forma de concentrado comercial.

Complejo Fabril Malargüe (Mendoza)

Se procesaron 62 000 t de mineral procedente del Complejo Minero-Fabril San Rafael, obteniéndose 63,3 t de U_3O_8 como concentrado comercial.

La Planta de Acido Sulfúrico produjo 7 872 t de este reactivo, parte del cual fue consumido en este Complejo y parte despachado al de San Rafael.

Cabe señalar, además, que a requerimiento del Proyecto Sierra Pintada, se realizó una serie de ensayos de procesamiento de mineral del yacimiento «Tigre I» con el objeto de obtener conclusiones aplicables al tratamiento de dicho mineral en el futuro Complejo Minero-Fabril Sierra Pintada.

Complejo Minero-Fabril Tonco (Salta)

Su actividad se limitó al tratamiento de «colas» de ejercicios anteriores, habiendo recuperado 6,8 t de U_3O_8 en forma de «yellow cake».

Complejo Minero-Fabril Pichiñán (Chubut)

En razón del agotamiento de las reservas económicas de mineral, la actividad de este Complejo se limitó a recuperaciones secundarias de «colas», habiendo producido 1 015 kg de U_3O_8 como concentrado comercial.



Planta de tratamiento de minerales de Malargüe, Mendoza

Proyecto «Los Gigantes» (Córdoba)

Este proyecto para la prospección, exploración, explotación minera y producción de 100 t de U_3O_8 por año, bajo contrato con una empresa privada, continúa en ejecución en el yacimiento de Schlagintweit, de propiedad de la CNEA, ubicado en el Distrito «Los Gigantes», provincia de Córdoba.

Durante este ejercicio se completó la etapa de exploración obligatoria, la que implicó un total de 30 000 m de perforaciones y en base a un programa adicional se perforaron otros 17 043 m, totalizándose así 47 043 m de perforaciones hasta fines de 1981.

Por otra parte, razones de índole financiera motivaron el retraso de las actividades correspondientes a la fase de explotación minera y construcción del complejo minero-fabril, si bien a fines del ejercicio se verificó una reactivación, lo que permite prever la entrada de producción para mediados de 1982.

Proyecto «La Estela» (San Luis)

Al igual que en caso anterior, problemas financieros de la empresa contratista para la construcción y operación de este complejo motivaron una disminución del ritmo de los trabajos. En virtud de ello, durante el corriente ejercicio se ejecutó aproximadamente un 20 % de la obra, estimándose que el complejo minero-fabril podrá iniciar su producción en 1982.

Proyecto Sierra Pintada (Mendoza)

Debido al incumplimiento por parte del consorcio «Minero Sierra Pintada S.A.», de acciones fundamentales del contrato para la puesta en marcha del proyectado complejo minero-fabril, habiéndose agotado toda posibilidad de solución y vencidos los plazos estipulados sin que se iniciaran las tareas correspondientes, con fecha 6 de abril de 1981 la CNEA rescindió el contrato que había sido suscripto con dicho consorcio en el mes de mayo de 1980.

Con posterioridad a la rescisión y a fin de asegurar el abastecimiento de los concentrados requeridos por el Plan Nuclear Argentino, la CNEA resolvió la realización de un nuevo llamado a concurso de ofertas, sobre la base de los pliegos y especificaciones del anterior, los que fueron convenientemente actualizados. A diferencia con el anterior, el nuevo llamado a concurso de ofertas, que tendrá lugar durante el próximo año, establece un esquema de fijación de precios vinculado a los costos internos —es decir, sin relación con el complejo mercado internacional del uranio— así como el compromiso por parte de la CNEA de adquirir un cupo anual de concentrados equivalentes a 470 t de U_3O_8 .

Asimismo, y a fin de posibilitar la explotación parcial del yacimiento «Tigre I», se complementaron las obras para el desvío del arroyo «El Tigre» mediante la construcción de un piedraplén que cierra el cauce del arroyo aguas arriba del yacimiento, y de las obras complementarias de endicamiento y defensa.



Planta de Purificación por T. B. P. en el Complejo Fabrill Córdoba

PURIFICACION DE CONCENTRADOS Y PRODUCCION DE UO_2

En el Complejo Fabril Córdoba finalizaron las obras civiles de la planta de conversión a dióxido de uranio adquirida a la firma Reaktor-Brennelement Union de la República Federal de Alemania y se completó el montaje de los equipos correspondientes, es decir, de los sectores de evaporación y concentración de soluciones de nitrato de uranilo, precipitación de uranilcarbonato de amonio (AUC), filtración y lavado de los cristales, horno de lecho fluido para conversión del AUC a UO_2 , homogeneizadores por lotes de la producción, y equipos de automatización y control de la operación. Se alcanzó, además, un avance del 75 % en la construcción de las obras de infraestructura y complementarias de servicios de la planta, incluyendo el equipamiento de los laboratorios de control de calidad, química y física. Asimismo se completó gran parte del montaje de la etapa de disolución de concentrados y se finalizó la adecuación de la etapa de purificación de uranio por extracción con tributilfosfato (TBP).

En lo referente al desarrollo de una tecnología nacional para la purificación de concentrados y ulterior obtención de UO_2 por la línea del uraniltricarbonato de amonio (AUTC), se completaron exitosamente todos los ensayos y pruebas experimentales, estando en trámite la patente que habrá de amparar el método.

FABRICACION DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

En terrenos del Centro Atómico Ezeiza se levanta el complejo industrial integrado por la Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares (FECN) y la Fábrica de Aleaciones Especiales (FAE).

FABRICA DE ALEACIONES ESPECIALES

En la Planta de Tubos —Sector Tratamientos Químicos— se realizó el montaje de portones que, con el sistema de cortinas de aire, aísla a este Sector de los de Laminación y de Tratamientos Térmicos y Superficiales. Para este último se terminó la ingeniería de detalle del Sistema de Alimentación de Ácidos y Tratamiento de Ácidos Agotados.

Se recibieron equipos destinados a los laboratorios de Mecánica, Corrosión, Química y Metalografía. En especial se preparó el local para el espectrómetro de emisión comprendiendo un sistema de acondicionamiento de aire a temperatura constante y sistemas de transferencia de gases.

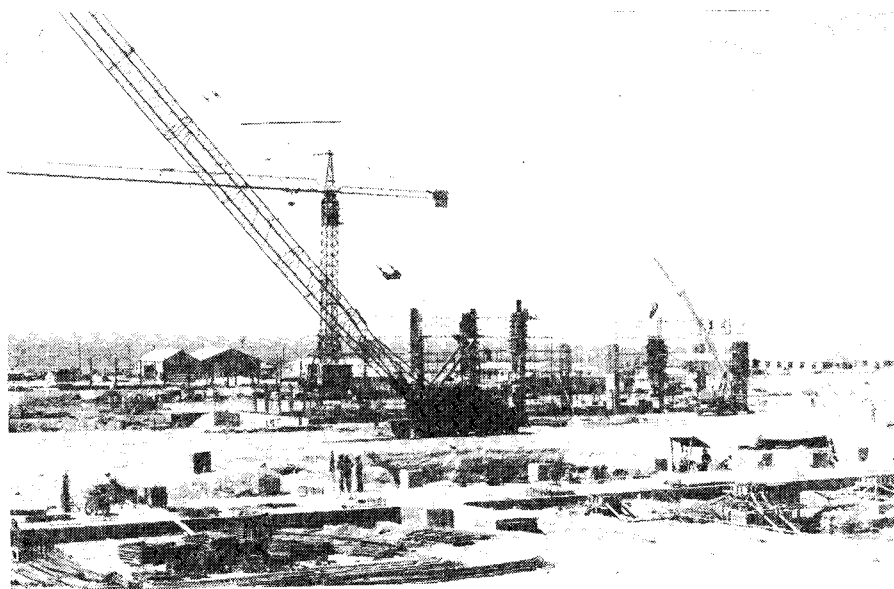
Fue completado el montaje de las primeras laminadoras previstas HPTR 8-15, y en el mes de setiembre llegó a la Planta de Tubos la primera partida de Trex oportunamente adquirida.

Por otra parte, se finalizaron las obras de ingeniería del Sector Ensayos No Destructivos, se completó el montaje de un Sistema para Calentamiento de Agua por Energía Solar en la Planta de Deformación y se construyeron depósitos para materias primas y material pesado, realizándose además el mantenimiento preventivo de las instalaciones y servicios de la Planta de Tubos.

Finalmente cabe destacar que se realizó la primera operación industrial de recocido de tubos de Zircaloy en el Sector Tratamientos Térmicos de dicha Planta.

Se firmó con la República Federativa de Brasil un contrato para la provisión de tubos a la empresa NUCLEBRAS, que cubre un lapso de 8 años a partir de 1983, con un total de 160 000 metros de vainas de Zircaloy-4 para la Central ANGRA-I.

Vista parcial de las obras civiles de la PIAP. En el plano posterior se observan las bases y columnas de la sala de compresores.



FABRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES NUCLEARES

El día 31 de mayo tuvo lugar la recepción final de la obra civil, instalaciones auxiliares e infraestructura de esta fábrica, con excepción de los pisos de los sectores UO_2 y Berilio, cuya recepción se produjo en el mes de octubre.

Paralelamente, se montaron máquinas de producción e instalaciones complementarias y se llevó a cabo la recepción y depósito de materiales críticos (Zircaloy, aceros inoxidables especiales y polvo de dióxido de uranio).

Las tratativas para formar la sociedad que operará la FECN culminaron con la firma del Decreto Nº 1719/81, por el cual se autorizó a la CNEA a constituir una Sociedad Anónima, CONUAR S. A. (Combustibles Nucleares Argentinos), integrada por CNEA y empresas privadas, habiéndose ya formalizado los actos legales correspondientes.

CONUAR entrará en producción en los primeros meses de 1982 para abastecer —inicialmente— la demanda de combustible de la Central Nuclear Atucha I.

PRODUCCION DE AGUA PESADA

PLANTA INDUSTRIAL DE AGUA PESADA

La Planta Industrial de Agua Pesada, que se construye en la localidad de Arroyito, a orillas del río Limay y a unos 50 km de la ciudad de Neuquén por la ruta nacional 237, tendrá una producción de 250 t/año de capacidad.

La misma ha sido contratada a la firma SULZER BROTHERS LTD., de Suiza, y que utilizará el método de intercambio isotópico agua-

amoníaco-hidrógeno. Con el avance del 38,6 % en la obra registrado durante este año, al finalizar el mismo se completó un 53 % de la ejecución, estando prevista la entrada en operación para el año 1984.

En relación con los suministros importados, durante el presente ejercicio se inició el programa de auditoría de calidad en las fábricas de los proveedores y se dio comienzo al transporte marítimo, habiéndose embarcado 4 722 t, de las cuales al 31 de diciembre habían llegado al país 3 472 t. A su vez, el consorcio adjudicatario del contrato de transporte en la Argentina inició el acarreo de dichos suministros desde el puerto de Buenos Aires hasta Arroyito, donde el día 18 de noviembre se produjo el arribo parcial del primer cargamento, integrado por una torre de intercambio isotópico con sus accesorios.

Por otra parte, se avanzó un 29 % en la construcción de la obra civil, se licitó el contrato de montaje de la planta y se seleccionó parte del personal superior de operación, que será capacitado en Alemania, Italia y Suiza.

Asimismo, con la recepción de las primeras treinta viviendas se finalizó la primera etapa de las obras del barrio que se construye en la localidad de Plottier para el personal de la planta, y se realizó un 48 % de la segunda etapa, que incluye otras 34 casas y 54 departamentos. Asimismo, se habilitó la ampliación del sistema de comunicaciones por radioenlace entre Neuquén, Plottier y Arroyito, fue adjudicada la construcción de las líneas de transmisión de energía eléctrica desde El Chocón a Arroyito y desde ésta hasta la planta, y se licitaron la construcción de la subestación transformadora del Barrio Plottier y del gasoducto para la alimentación de la planta.



Grupo de viviendas, Barrio Plottier,
para el personal de la Planta

RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

El objetivo de este Programa, que constituyó una de las primeras actividades emprendidas por la CNEA, es el de promover el desarrollo de las aplicaciones de los radioisótopos y radiaciones ionizantes, de manera que posibilite una creciente transferencia de la tecnología desarrollada hacia los sectores de la salud y la producción, tanto en el ámbito nacional como así también en el área regional latinoamericana. Este propósito es complementado mediante el abastecimiento de productos radioactivos y fuentes de radiación.

Si bien la CNEA inició la producción de los primeros radioisótopos con carácter comercial en 1958, a partir de 1971 ha encarado la preparación de productos radiactivos con carácter sistemático, para lo cual cuenta con un reactor de 5 MW (RA-3) y una planta de producción equipada con celdas calientes, totalmente proyectada y construida en el país.

Para la fabricación de fuentes selladas se han diseñado y construido con tecnología nacional instalaciones específicas, las que han sido proyectadas para operar hasta 50 000 Ci de Co-60 y están destinadas a la producción de fuentes para radioterapia y para aplicaciones industriales, utilizando material que se proyecta activar en la Central Nuclear Embalse.

El desarrollo de las aplicaciones de las radiaciones se efectúa en el Centro Atómico de Ezeiza, donde desde 1970 la CNEA posee laboratorios, una Planta de Irradiación Semi-Industrial que opera con una fuente de 410 000 Ci de Co-60, un irradiador móvil y un Centro Regional de Referencia para Dosimetría de fuentes de radiación.

El Programa cuenta también con un grupo de ingeniería de instalaciones para la producción y manipulación de materiales radiactivos. El grado de capacidad alcanzado se ha manifestado en el diseño, la construcción, la puesta en operación y el mantenimiento de recintos para manipulación de material radiactivo, campanas radioquímicas de ventilación compensada, campanas con flujo laminar, cajas de guantes, recin-

tos blindados para procesar radionucleídos emisores alfa, beta y gamma, sistemas de ventilación controlada, celdas para el manipuleo y producción de fuentes selladas de alta actividad y blindajes para todo tipo de radiación. En este proceso tiene gran participación la industria local a través de la transferencia de tecnología realizada por la CNEA y destinada a incentivar a los empresarios en la construcción y fabricación de componentes tales como blindajes de plomo y concreto, pinzas para manipular material radiactivo, válvulas y cajas de guantes y en la construcción de instalaciones especializadas de diseño propio.

La experiencia acumulada y la coordinación multidisciplinaria alcanzada por este sector le han permitido encarar una amplia transferencia tecnológica en el ámbito nacional y regional, en la que se destaca el diseño y la construcción de la Planta de Producción de Radioisótopos del Centro Atómico del Perú.

La acción desarrollada durante el presente año ha estado encaminada a facilitar el empleo en todo el territorio nacional de la capacidad adquirida respecto al uso de radioisótopos y radiaciones, procurando mantener el esfuerzo realizado en años anteriores. En ese encuadre se colaboró con las autoridades de algunas provincias mediante la formación de recursos humanos, el asesoramiento técnico especializado, la cesión de equipos, la organización de reuniones técnicas y la cooperación activa en la realización de trabajos especializados. Estas actividades se desarrollaron en las provincias de Chaco, Chubut, La Rioja, Salta, Santa Fe, Corrientes, Mendoza y Neuquén. Al igual que en años anteriores se han otorgado subsidios para la realización de estudios que, por sus características, puedan originar nuevas aplicaciones de radioisótopos y radiaciones en diversas disciplinas o áreas del quehacer nacional. En esta oportunidad se favoreció a veintiséis programas de trabajo de otras instituciones.

Asimismo se ha intensificado la coordinación de la acción de los distintos grupos de la Dirección de Radioisótopos y Radiaciones, lográndose

una integración de equipos en programas tales como la fabricación y el control de calidad de fuentes selladas de irradiación elaboradas por la Dirección, cursos de entrenamiento para los sectores productivos de la misma, y la convalidación clínica de los nuevos productos desarrollados.

PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE RADIOISOTOPOS

PLANTA DE PRODUCCION

Continuó la producción de radioisótopos primarios alcanzándose una actividad total de 604 Ci a pie de Planta, en un número total de 6 700 envíos despachados. Durante el ejercicio se inició la puesta en el mercado del generador de Tc-99 m de alta actividad denominado Gentec; su producción ha alcanzado a 142 unidades. Respecto al generador de Tc-99 m de 300 mCi que se fabrica en forma rutinaria en la Planta de Producción, se han enviado a los usuarios unas 470 unidades, lo cual representa un incremento del 60 % con relación al año anterior.

Asimismo se han recibido 20 000 Ci de Co-60 en forma de «pellets», con los cuales se ha iniciado la fabricación de fuentes selladas para uso en irradiadores de gammaterapia.

Se han estudiado y fabricado varios prototipos de fuentes selladas inactivas, con el objeto de adecuarlas a los distintos equipos de irradiación existentes en el país. Dichos prototipos fueron sometidos a diversos ensayos de control de calidad de acuerdo a normas utilizadas internacionalmente en la preparación de esta clase de fuentes. Sobre la base del desarrollo realizado, al final del ejercicio fue terminada la fabricación de la primera de estas fuentes radiactivas, con una actividad de 1 300 Ci de Co-60.

RADIOFARMACOS Y PRODUCTOS ESPECIALES

La producción de juegos de reactivos para la marcación de compuestos con In-113 y Tc-99 m, alcanzó a 28 434 dosis, equivalentes a 4 616 juegos o «kits».

Se ha continuado con la marcación de hormonas con I-125, encontrándose en la etapa de la convalidación clínica los «kits» de tiroxina y de la hormona de crecimiento H.G.H.

Sobre el desarrollo de nuevos radiofármacos cabe mencionar los estudios realizados relativos a la marcación del coloide de albúmina con Tc-99 m para centellografía hepatoesplénica, y al reemplazo del cloruro de estaño en la formula-

ción de un compuesto para visualización ósea (etidronato-Sn) para ser marcado con Tc-99 m, con buena estabilidad en solución.

Finalmente, en relación con el Proyecto Tandar se ha diseñado un laboratorio radioquímico para ensayos de productos radiactivos que puedan obtenerse con dicho acelerador de iones.

MOLECULAS MARCADAS

En este Laboratorio se continuó con la síntesis de nuevos derivados del ácido iminodiacético, con el fin de utilizarlos en estudios de vesícula y vías biliares. Se preparó el diisopropilfenilcarbamoiletiliminodiacético y el parabutilfenilcarbamoiletiliminodiacético. Ambos ácidos fueron controlados, preparándose luego el radiofármaco marcado con Tecnecio 99 m, habiéndose hecho un estudio comparativo del primero, y el diisopropilfenilcarbamoiletiliminodiacético que también se marcó con Tecnecio 99 m. Se ensayó la síntesis del HEDSP (hidroxietilidendisodiofosfanato) con buenos resultados. Se continuó el asesoramiento en el campo de la radiofarmacia y radioinmunoanálisis en hospitales y universidades. Se completó el estudio del empleo de β radiofármacos para la investigación de afecciones de la piel, utilizando glicolato de sodio ^{14}C . A pedido de los interesados se prepararon diversos compuestos marcados con tritio y Carbono 14. Se finalizó la síntesis del $1,2^{13}\text{C}_2$ ácido oxalacético. También se prosiguió con la marcación del ácido acrílico ^{14}C para su empleo en el estudio de procesos de polimerización.

CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS RADIATIVOS

Como es norma, todos los productos obtenidos en la Planta de Producción de Radioisótopos, como así también los juegos de reactivos elaborados y otros productos especiales incluyendo los generadores de In-113 m y de Tc-99 m, fueron controlados de acuerdo a las reglamentaciones internacionales vigentes. En este sentido se ha efectuado el control sobre 756 partidas y 7 050 pedidos. Se han preparado además 44 fuentes y soluciones radiactivas calibradas para ser usadas como testigos.

COMERCIALIZACION DE MATERIALES RADIATIVOS

Se ha cumplido con el abastecimiento de radioisótopos y servicios anexos, procediéndose a la importación de materiales cuya demanda no podía ser cubierta con producción propia.

Como se puede apreciar en el Gráfico 1, el consumo de materiales radiactivos se ha incrementado en un 131 % respecto del año anterior, llegándose a un total de 2 400 Ci. La recaudación por la venta de estos productos ha alcanzado, en valor equivalente en pesos, la suma de 4 150 000 US\$. Se efectuaron 23 900 envíos de material radiactivo a usuarios, cifra que representa un aumento del 33,5 % respecto del año anterior.

Se ha continuado también con la importación de productos que complementan la producción local, como ha sido el caso de generadores de alta actividad y radioisótopos producidos con ciclotrones, como el Tl-201 y el Ga-67.

PROYECTOS Y OBRAS

Con respecto al proyecto de producción de Mo-99 a partir de productos de fisión, se ha

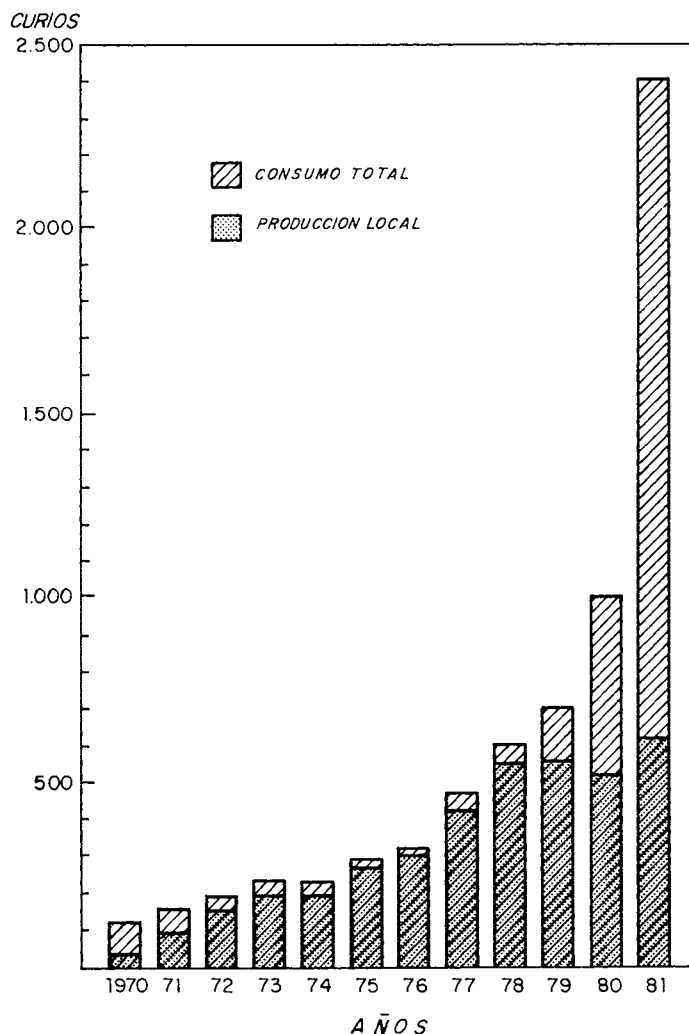
continuado con el desarrollo del proceso químico de separación y el ensayo de materiales a ser utilizados en las celdas. Por otro lado, se ha implementado junto con el Departamento de Combustibles Nucleares la elaboración de la placa de U-Al (U-235), que se irradiará para la obtención de Mo-99 a partir de productos de fisión. Se ha coordinado con el Departamento Ingeniería de Reactores la factibilidad de su irradiación en el RA-3.

Se han efectuado diversos trabajos relacionados con la construcción de las celdas químicas de alta actividad y de celdas para la producción y fraccionamiento de radioisótopos. También han continuado otras tareas complementarias como el montaje y mantenimiento de instalaciones de la Planta de Producción de Radioisótopos.

El grupo de Proyectos continuó con las tareas inherentes al Proyecto Perú en el área de su injerencia.

GRAFICO 1

CONSUMO Y PRODUCCION DE MATERIAL RADIATIVO EN LA REPUBLICA ARGENTINA (EXCLUYENDO FUENTES SELLADAS)



APLICACIONES DE LOS RADIOISOTOPOS Y LAS RADIACIONES

APLICACIONES BIOMEDICAS

Se ha realizado una extensa tarea de aplicación de la metodología del radioinmunoanálisis en diversos campos de las ciencias biológicas. Relacionada con este tema se realizó en la ciudad de Neuquén una reunión referente a la evaluación del «Plan Piloto de detección precoz del hipertiroidismo congénito en el neonato», con asistencia de representantes del Hospital Regional de esa ciudad, del Hospital Materno-Infantil de Mar del Plata y del Hospital Municipal de San Miguel, provincia de Buenos Aires.

Fue instalada y puesta en operación una cámara de centelleo gamma en el Centro de Medicina Nuclear del Instituto A. H. Roffo (Facultad de Medicina-CNEA), equipo éste que permitirá un avance en el desarrollo de metodologías tendientes a mejorar el diagnóstico oncológico.

En el marco de la asistencia técnica que se brinda a diferentes provincias y centros especializados cabe destacar los estudios relacionados con el comportamiento de suelos mediante el empleo de fósforo-32 y nitrógeno-15, para cultivos de algodón, maíz, girasol, soja y trigo. Estos estudios se centralizaron en las provincias de Chaco, Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires.

Asimismo, se progresó en los estudios mediante técnicas de radioinmunoanálisis, de los niveles de hormonas sexuales en el control de actividad ovárica y diagnóstico de preñez en vacunos y equinos.

Las tareas asistenciales realizadas por el Centro de Medicina Nuclear que funciona en el Hospital de Clínicas José de San Martín (CNEA, UBA), comprendieron:

Consultorios externos: fichado de 3 308 pacientes.

Cámaras Gamma: 3 516 estudios.

Captaciones y centellogramas tiroideos - Dosis terapéuticas - Rastreo: 2 003 determinaciones.

Hipertensión arterial: 1 948 estudios.

Radioinmunoanálisis: 4 780 determinaciones.

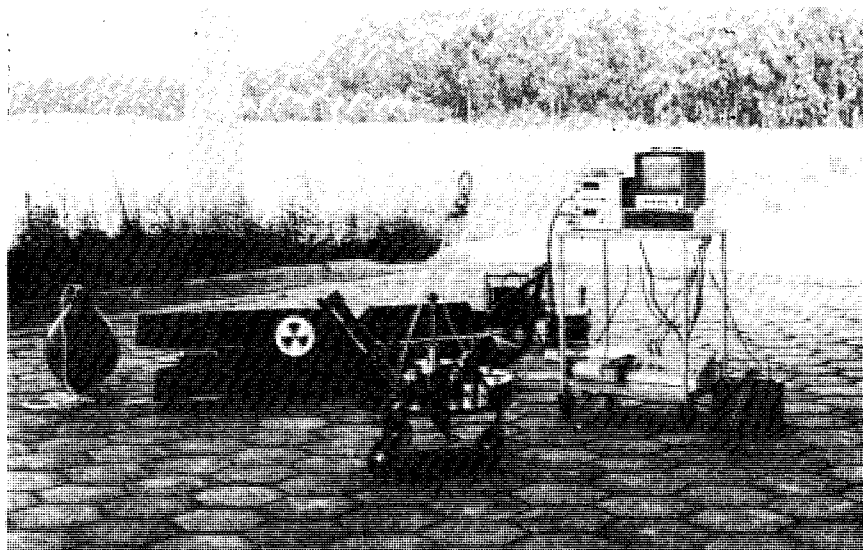
Hematología: 562 estudios.

Los desarrollos y ajustes metodológicos se orientaron fundamentalmente a aspectos de gastroenterología, osteología, hematología, neurología, nefrología, cardiología, neumonología, inmunorradioquímica y radioendocrinología.

APLICACIONES TECNOLOGICAS

Se puso especial énfasis en los estudios hidrológicos mediante técnicas radioisotópicas. Al respecto cabe mencionar, además de la realización de la primera parte de un estudio hidrológico para la Central Nuclear de Atucha II, el comienzo de un estudio de navegación y tráfico por el Paraná de las Palmas, en el que se adelantaron informaciones vinculadas a las represas que se proyecta construir en el río Paraná.

Dentro del programa de servicios de aplicación de radioisótopos a la ingeniería y la industria, se realizaron, como en años anteriores, los estudios de balance cinético de mercurio mediante la utilización de trazadores radiactivos, para la determinación de la masa de este ele-



Trineo y sistema de medición de sedimentos marcados con trazadores radiactivos, para ser utilizados en lechos de ríos y litoral marítimo

mento en plantas de producción de cloro y soda cáustica. El total de los balances de mercurio alcanzó el orden de las 180 toneladas.

En el sector instrumentación se continuó con el desarrollo y la construcción de equipos especializados, entre los que merecen mención particular los ajustes finales de un turbidímetro nuclear y la construcción de un detector proporcional 4, realizándose además el mantenimiento de diversos equipos electrónicos.

Los laboratorios de Análisis por Activación analizaron 170 muestras de materiales de distintos orígenes, tales como cabellos humanos, muestras de salinas, minerales, etc. Se avanzó en la realización de nuevos desarrollos metodológicos

dentro de esta especialidad, algunos de los cuales fueron completados durante el corriente año.

El grupo de Metrología se abocó, fundamentalmente, a problemas de verificación de equipos de medicina nuclear. Al respecto, cabe señalar que los trabajos realizados en cámara gamma, como también las rondas de controles de calibradores, han despertado el interés de los usuarios, tanto en centros públicos como privados. Parte de esa tarea dio origen a la publicación «Cámara de Centelleo», que se realizó en cooperación con el Centro de Medicina Nuclear del Hospital José de San Martín, destinada a la calibración y control de calidad de tales equipos.

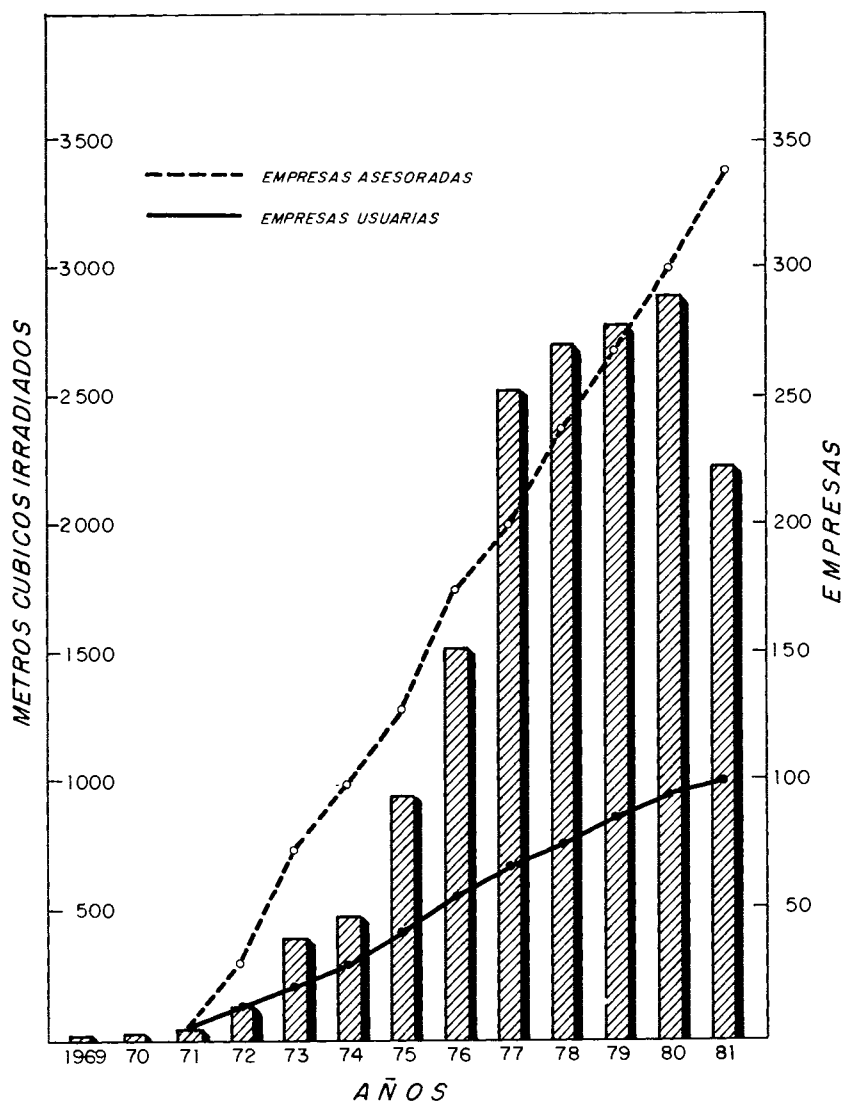
Se han desarrollado, además, diferentes tra-

GRAFICO 2

RADIOESTERILIZACION DE PRODUCTOS MEDICOS

PLANTA DE IRRADIACION C.A.E.

FUENTE 410 000 Ci Co-60



bajos relacionados con la producción de patrones radiactivos, destinados al control de calidad de productos y a la metrología radioisotópica.

Adicionalmente se llevó a cabo una considerable actividad docente mediante el dictado de clases especializadas en diferentes cursos y la formación de becarios.

APLICACION DE LAS RADIACIONES

La demanda de servicios de radioesterilización de productos médicos registró una disminución del orden del 24 % respecto del ejercicio 1980. Este hecho se debió en parte a que una firma usuaria dejó de requerir este servicio por haber obtenido permiso para comercializar su producto sin condición de esterilidad. El volumen radioesterilizado fue de 2 134 m³, según se indica en el Gráfico Nº 2, en el cual se observa la evolución de estos servicios desde el año 1969.

Durante el corriente año se inició un servicio de esterilización de una partida de cinco toneladas de turba uruguaya por irradiación; se incorporaron once nuevas firmas como usuarios de servicios, elevando el registro a un total de 96 usuarios; se brindó asesoramiento a 40 firmas de plaza y se aprobaron 13 nuevos productos para ser procesados por radiación.

Paralelamente, se continuó con el desarrollo y la aplicación de técnicas de conservación de frutas frescas y concentrado de jugo de frutas, por irradiación. Además se encaró el estudio experimental de los efectos de la radiación sobre algunos polímeros de uso comercial, mediante técnicas analíticas y ensayos físicos.

El control de calidad sobre diversos productos tratados por irradiación comprendió la ejecución de 1 517 controles químicos, 211 controles físicos y 1 391 controles biológicos.

Cabe también consignar que se finalizaron las tareas de control físico de calidad y de aproba-

ción de uso de una fuente sellada para tele-gammaterapia construida por la Gerencia de Fabricaciones, y que se inició un programa de asesoramiento al Instituto de Asuntos Nucleares de la República de Colombia sobre el equipamiento y optimización de una instalación de irradiación gamma en dicho Instituto.

DOSIMETRIA

En el laboratorio de Metrología del «Centro Regional de Referencia» se calibraron 324 puntos para dosímetros de radioterapia y equipos y dosímetros de radioprotección.

Se efectuaron calibraciones y controles por ionometría y dosimetría química de seis aceleradores para radioterapia (electrones y fotones).

En el marco de las normas elaboradas por la Secretaría de Estado de Salud Pública y la CNEA, relativas a «Operación de unidades de terapia radiante» se realizaron encuestas de intercomparación con dosímetros por termoluminiscencia para equipos de telegammaterapia (49 controles). Los resultados obtenidos muestran la utilidad de estos trabajos para la correcta calibración de las dosis de radiación de estos equipos.

En carácter de asistencia a centros de terapia radiante del exterior, se realizó una encuesta de intercomparación con dosímetros por termoluminiscencia para equipos de telegammaterapia de cuatro centros de la República de Guatemala y seis de la República del Ecuador.

Además se prosiguió con las tareas de desarrollo, entre las cuales cabe mencionar los primeros ensayos de puesta a punto del dosímetro calorimétrico, para rangos de dosis de alta intensidad, tanto para la medición de «tasa de dosis» como en la de dosis totalizada y el proyecto y montaje de un calibrador de fuentes selladas para telecobaltoterapia.

INVESTIGACION Y DESARROLLO

FISICA

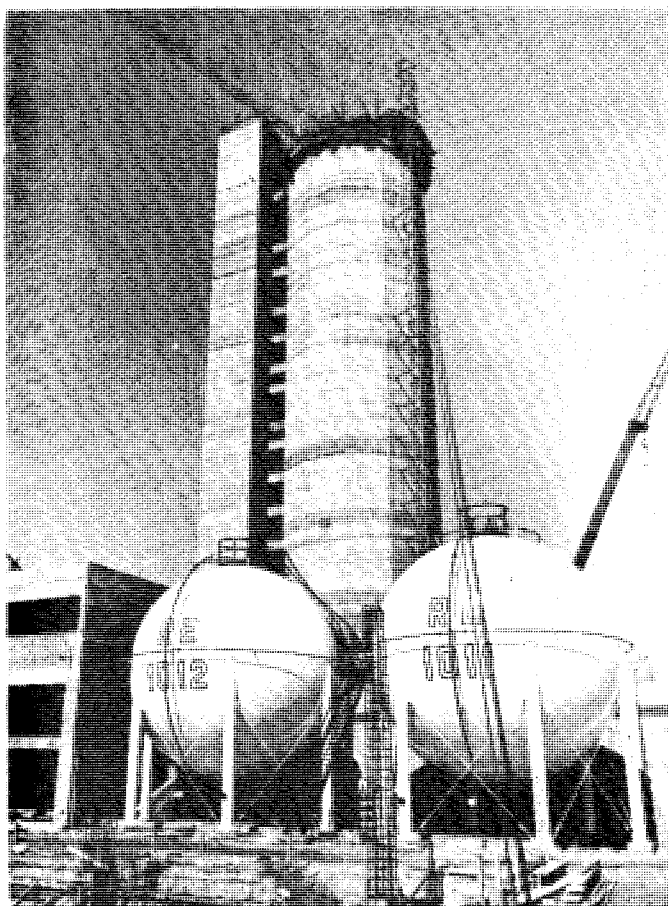
PROYECTO TANDAR

La construcción del acelerador electrostático Tandem de 20 MV prosiguió a un buen ritmo, si bien fue necesario ajustar el cronograma a las restricciones impuestas al presupuesto. A pesar de las dificultades financieras de las empresas locales a cargo de la obra civil y del montaje electromecánico, se logró finalizar el montaje de los recipientes de almacenamiento del gas aislante (SF_6), y se completó en un 80 % el edifi-

cio del acelerador y en un 60 % la provisión y el montaje de la obra electromecánica. En particular se realizó el 50 % del montaje del acelerador.

El desarrollo y la construcción de equipos a utilizar en las distintas líneas experimentales previstas han requerido un creciente esfuerzo. También se realizaron progresos significativos en el desarrollo del sistema de control de la máquina y en los destinados a la adquisición de datos experimentales.

La capacitación de los investigadores destinados al proyecto continuó con plena intensidad.



Proyecto Tandar. Se observan los trabajos de hormigonado del tanque de agua que corona la torre principal. En primer plano las esferas de almacenamiento de SF_6 .

Se completó el entrenamiento local de la última camada de los físicos experimentales que formarán el grupo inicial de investigación, al tiempo que la primera estuvo completando su trabajo de doctorado en el exterior.

FISICA NUCLEAR EXPERIMENTAL

Las investigaciones experimentales se realizaron en los laboratorios del Sincrociclotrón y del Proyecto IALE.

El Sincrociclotrón funcionó muy satisfactoriamente permitiendo completar el estudio del ^{79}Kr y del ^{190}Rh . Estos trabajos se realizaron en colaboración con el CONICET y el Laboratorio Nacional de Brookhaven, EE.UU. Además se inició el estudio de otros isótopos de Rh y Pd. Asimismo, ha sido realizado un estudio sistemático teórico-experimental de los isótopos 186 , 188 , ^{190}Tl . Se encontró un efecto previsto teóricamente referente al cruce de niveles en uno de estos isótopos. Se observó el decaimiento gamma de alta energía proveniente del núcleo compuesto y se estudiaron estados de alto spin en ^{171}Er . Fue extendido el estudio de estructura nuclear mediante el método de procesos de pasos múltiples (multi-step processes) en las zonas del Pb y del Sn. En particular se inició la aplicación de estos métodos al análisis de experimentos realizados con el Sincrociclotrón referentes a núcleos de ^{86}Y y ^{97}Rh . Se iniciaron mediciones del núcleo ^{86}Y .

El programado cierre temporario de las facilidades del Proyecto IALE (estudio espectroscópico de nucleidos alejados de la línea de estabilidad) con motivo de su traslado a las nuevas instalaciones del Proyecto TANDAR, fue postergado para permitir la continuación de las mediciones sobre los núcleos ^{129}Sb y ^{129}Te . En este último se encontró un nuevo isómero.

FISICA DE NEUTRONES Y REACTORES

En el Centro Atómico Bariloche (CAB) se midió, empleando el método de tiempo de vuelo, el espectro térmico diferencial en función de energía, posición y ángulo en una barra del Zircaloy IV inmersa en H_2O y D_2O . Se realizaron mediciones de espectros diferenciales en una geometría del tipo de la del reactor de la CNA I.

Se calculó y midió la sección eficaz diferencial de neutrones en vanadio y se finalizó el estudio de los procedimientos de análisis de datos de difracción de neutrones en muestras policristalinas cuando se emplean técnicas de tiempo de vuelo.

FISICA NUCLEAR TEORICA

La teoría cuántica de rotaciones fue aplicada a estados de alto momento angular en el caso de

modelos solubles, habiéndose iniciado el estudio de otros estados excitados.

Los núcleos esféricos y deformados fueron estudiados utilizando un condensado de bosones como estado fundamental, comparándose estos cálculos con el Modelo de Bosones en Interacción.

La resonancia gigante M1 en la zona del ^{208}Pb fue analizada microscópicamente, desarrollándose un método para el cálculo de su ancho.

En el estudio de reacciones en la zona de pre-equilibrio se analizó la influencia relativa de mecanismos en uno y dos pasos en los procesos (p, d) sobre Fe, Sn y Bi.

Finalmente cabe mencionar que se obtuvo una fundamentación microscópica del Modelo de Bosones en Interacción (IBM).

En el campo de las partículas elementales, se estudió en el CAB el límite continuo de sistemas con simetría Z_N . Se determinó el diagrama de fases del modelo de Potts de q estados. Se aplicaron técnicas variacionales a sistemas Z_N , Potts y sistemas de "gauge" con campos de materia. Se investigaron teorías de campos a temperatura finita y la influencia de monopolos en el desconfinamiento de quarks. Se desarrollaron técnicas de grupo de renormalización para sistemas con excitaciones topológicas, utilizando la matriz de transferencia. Se desarrolló una técnica para estudiar transiciones commensurable-incommensurable. Se estudiaron numéricamente las ecuaciones de campo de teorías Z_N .

FISICA ATOMICA

Las investigaciones experimentales y teóricas sobre colisiones atómicas se efectúan en el CAB.

Se realizaron estudios teóricos de procesos de neutralización en colisiones atómicas a bajas energías, y de ionización y captura a estados del continuo del proyectil. Se calculó en forma clásica y cuántica el frenamiento de partículas y antipartículas en sólidos. Se calculó analíticamente el rendimiento de transmisión de moléculas de hidrógeno al atravesar láminas delgadas, y se efectuaron modificaciones en el equipo experimental para medir tales efectos. Se estudió, experimental y teóricamente, la excitación de electrones 2p del aluminio, y la emisión de electrones por procesos Auger debido al bombardeo iónico. Se observó la autoionización del Neón en colisiones con superficies de aluminio y se estudió el ensanchamiento de líneas espectrales. Se midieron espectros de transferencia de electrones al continuo de protones luego de atravesar láminas de carbono, y se estudió la forma y las asimetrías de los espectros. Se introdujeron modificaciones experimentales que permitan mediciones con blancos gaseosos y sólidos. Se completaron mejoras en el deflector de iones para el acelerador Van de Graaff.

FISICA DE ESTADO CONDENSADO

BAJAS TEMPERATURAS

Las investigaciones a bajas temperaturas se realizan en el CAB. Se estudió la evolución de los sistemas metálicos desordenados $\text{La}_{70}\text{Cu}_{30}$, $\text{Zr}_{70}\text{Cu}_{30}$, cuando son tratados térmicamente por debajo de la temperatura de cristalización. Se investigaron las variaciones de las propiedades superconductoras relacionándolas con la posibilidad que el sistema se torne inhomogéneo a escala microscópica. El programa se ha desarrollado en tal forma que resulta imprescindible vincular las propiedades de nucleación y crecimiento con sistemas superconductores no homogéneos.

En colaboración con la División Resonancias Magnéticas se estudiaron las características magnéticas de la aleación $\text{Th}_{1-x}\text{Gd}_x$ mediante la medición de la magnetización de campos bajos, en el rango de temperaturas entre 1,5 K y 12 K.

Con relación a impurezas paramagnéticas en superconductores se midió el calor específico de las aleaciones de ThPr y ThTb, determinándose el estado magnético de las impurezas (Pr y Tb) en la matriz de Th.

En lo referente al tema de valencias intermedias, se analizó la influencia del entorno químico en la variación de la valencia del Ce, encontrándose que la energía electrostática permite comparar diferentes aleaciones y compuestos en función de su capacidad de tomar o ceder un electrón al elemento de valencia inestable.

RESONANCIAS MAGNETICAS

Utilizando las técnicas de resonancias magnéticas, en el CAB se realizan estudios experimentales y teóricos sobre los siguientes temas:

- Vidrios de spin: Preparación de muestras de AgMn y estudio del efecto de agregado de impurezas de Pd y Gd mediante espectroscopia ESR y susceptibilidad magnética.
- Impurezas de tierras raras en fluoritas: Distorsión de la red cristalina alrededor de impurezas, determinación de la distancia impureza-ligando y efectos covalentes.
- Antiferromagnetismo de KNiF: Cálculo de la forma de línea de Resonancia AFM con el modelo de Landau y Lifschitz para obtener el ancho de línea intrínseco y su relación con el ancho medido a todas las temperaturas y su dependencia con la frecuencia.

En las investigaciones teóricas cabe mencionar finalmente el cálculo de la contribución al término de estructura hiperfina atómica producida por los apartamientos de forma esférica del núcleo.

En materia de instrumentación se han montado y puesto en operación el electroimán y la balanza del magnetómetro de Faraday. Se ha completado la construcción de líneas de bombeo y recuperación de helio y el crióstato para operación hasta 0,3 K.

FISICA DEL ESTADO SOLIDO EXPERIMENTAL

Los grupos experimentales continuaron con el estudio de transiciones de fase ferroelásticas, tanto puras como acopladas, realizándose en cada caso una comparación entre la estructura de dominios y la orientación de las paredes observadas experimentalmente con las teorías existentes, habiéndose obtenido un excelente acuerdo. Con este fin se estudiaron las distorsiones de la red por difracción de rayos X; se calcularon los tensores de deformación espontánea que caracterizan los distintos estados de deformación y se determinó la especie Aizu de la transición.

También por difracción de rayos X se continuó con el estudio de materiales de interés biológico, terminándose un trabajo de investigación realizado en colaboración con el Instituto Nacional de Rehabilitación del Lisiado referente a materiales presentes en patologías reumatológicas. Se resolvió además la estructura cristalina del ácido tienílico y se encaró el estudio del formiato de cobre y estroncio octahidratado y varias de sus soluciones sólidas.

Se completó la implementación de una nueva técnica de crecimiento cristalino en gel. Este método aplicado en diferentes materiales permitió obtener cristales de hábito diferente al de los obtenidos en solución, pudiéndose con estos nuevos cristales realizar las observaciones necesarias para corroborar las predicciones teóricas sobre orientación de paredes de dominios ferroelásticos.

Dentro del estudio de la dinámica reticular de cristales moleculares se continuó con el estudio de los espectros vibracionales de cristales estables a bajas temperaturas, y se completaron estudios de transiciones de fase en bromoformo.

Mediante la espectroscopia Mössbauer se hizo un estudio de estructuras químicas y simetrías locales en materiales refractarios; se finalizaron estudios sobre problemas de corrosión y sobre el comportamiento de diferentes óxidos de hierro indicativos de procesos geológicos.

En relación con las investigaciones sobre minerales se realizó una revisión total de espacios de rayos X de todos los minerales radiactivos y se los compiló ordenadamente para tener mejor acceso a la identificación de materiales naturales y sintéticos.

En el CAB continuaron los estudios de trans-

formaciones de fase en latones y aleaciones de circonio. Los temas investigados fueron:

- a) Mecanismos de deformación de monocristales de latones en fase martensítica.
- b) Influencia de los tratamientos térmicos sobre las propiedades de la martensita polivariante en matriz monocristalina en CuZnAl.
- c) Martensita superficial en latones: microestructura y su comportamiento a distintas temperaturas.
- d) La estructura inconmensurada de precipitados en latones.
- e) Fatiga en latones inducida por la transformación martensítica.
- f) Transformación masiva en aleaciones de Cu-Ge-Ga.
- g) Estructura de la martensita, espontánea e inducida por deformación, en aleaciones de ZrNbAl.

Se realizaron mediciones en la fase U_3O_8 del sistema uranio-oxígeno y se estudió la estabilidad de fases de aleaciones binarias basadas en circonio. También en el CAB se prosiguió con el estudio de propiedades fotoelectrónicas en materiales semiconductores.

FISICA DEL ESTADO SOLIDO TEORICA

Diversos estudios teóricos de física del sólido se realizan en el CAB y en la sede central. En el primer Centro se ha desarrollado un modelo que describe un sistema que fluctúa entre dos configuraciones magnéticas. El diagrama de fases presenta similitudes con el TmSe, en particular una fuerte magnetorresistencia y diversas fases magnéticas. Se estudió la función de rango que resulta para las interacciones de intercambio en compuestos de Ce e Yb.

Los grupos teóricos de Física del Sólido de la Sede Central prosiguieron el estudio de transiciones de fase ferroeléctrica y antiferroeléctrica en cristales hidratados, continuando con los trabajos de computación numérica y la generalización del formulismo empleado. Dentro del campo de fenómenos críticos se ha completado el cálculo de un modelo con interacciones ferro y antiferromagnéticas. Se continuó con la implementación de un modelo para describir efectos de valencia intermedia de una impureza en una matriz cualquiera. En el campo de los sistemas desordenados se encontró y caracterizó la distribución de cargas debida al desorden de tipo estructural en materiales de tipo amorfo y en aleaciones líquidas. También se estudió la densidad de estados electrónicos del niobio por el agregado de impurezas de nitrógeno que afectan las propiedades superconductoras y se comenzó a estudiar la adsorción de iones sobre la superficie (100) de la plata con el objeto de analizar en

detalle la descarga de estos iones al acercarse a la superficie.

Dichos grupos desarrollaron además un modelo de interacción intermolecular electrostática para el estudio de propiedades estáticas y dinámicas de cristales moleculares y comenzaron con el cálculo de densidades de estado vibracionales de sistemas desordenados. Se estudiaron también las amplitudes térmicas de vibración en sistemas complejos y se desarrolló un método diagramático para expresar interacciones multipolares.

QUIMICA

QUIMICA DE REACTORES

Se han continuado los trabajos de investigación referidos a estudios de propiedades de las interfaces de óxidos metálicos en soluciones acuosas, los que fueron complementados con estudios de mecanismos de disolución de óxido de hierro en presencia de distintos agentes complejantes. Estos trabajos están estrechamente vinculados al transporte de actividad y la descontaminación química en reactores nucleares. Se han desarrollado reactivos para la descontaminación de superficies de acero al carbón.

Se prosiguieron los estudios morfológicos y estructurales utilizados para caracterizar los productos de corrosión formados en reactores nucleares. Se han comenzado a desarrollar técnicas electroquímicas para establecer la susceptibilidad de las superficies metálicas a la corrosión en medios acuosos a alta temperatura. Estos estudios complementarán la información obtenida por medio de técnicas ópticas y estructurales. Se iniciaron estudios de transformaciones hidrotérmicas de óxidos de hierro por agregado de hidracina.

Se han continuado los estudios fisicoquímicos de soluciones acuosas a altas temperaturas. Se determinaron las solubilidades de metano y etano en H_2O y D_2O a alta temperatura; para el estudio del segundo gas se utilizó una celda de volumen variable especialmente diseñada y construida para evaluar equilibrios líquido-vapor en forma complementaria con las facilidades ya disponibles, dispositivo que puede operar hasta 700 K y 60 MPa. Se ha extendido el estudio de electrodos de mercurio-óxido de mercurio, platocloruro de plata e hidrógeno hasta 450 K. Se ha continuado el estudio de la descomposición térmica de intercambiadores iónicos entre 370 y 620 K y de la modificación que introducen los productos de descomposición en el líquido procesado a través del intercambiador.

Se ha avanzado considerablemente en el estudio de las características de la filtración en caliente a través de lechos profundos de grafito. Se han estudiado sistemáticamente distintos parámetros que influyen sobre la eficiencia de fil-

tración habiendo sido posible identificar el origen de la irreproducibilidad en el comportamiento, frecuentemente observada en estos filtros. Se han realizado los primeros estudios experimentales de filtros electromagnéticos con matriz esférica y fibrilar para retener magnetita y hematita.

Se continuó con el estudio del efecto de la radiación sobre reactivos orgánicos que normalmente son usados para descontaminar superficies metálicas.

Se ha intensificado la tarea de capacitación de personal mediante su concurrencia a destacados centros internacionales donde realizan tareas de investigación en las áreas de termodinámica y electroquímica de soluciones acuosas a alta temperatura, interfaces óxido-solución, equilibrio líquido-vapor a alta temperatura, y separación magnética. Se han realizado estudios conjuntos en el marco de los convenios de transferencia de tecnología Argentino-Canadiense y Argentino-Alemania. Con referencia al primero de ellos se realizaron estudios y desarrollos referidos a descontaminación química. En el segundo caso se han propuesto varios proyectos de investigación a ser ejecutados conjuntamente con KWU referidos a procesos químicos y fisicoquímicos en circuitos primarios y secundarios de centrales nucleares.

Se ha dedicado apreciable esfuerzo a los servicios, desarrollos y asesoramientos en centrales nucleares. Conjuntamente con personal de la CNA I se realizó la limpieza de los sistemas de enriquecimiento de agua pesada y de tratamiento de residuos radiactivos. Se continuaron los análisis y medidas periódicas de productos de corrosión en el circuito primario de la CNA I. Se comenzó el estudio del transporte de productos de corrosión en el circuito secundario de la CNA I; esta información será utilizada para optimizar la ubicación y el diseño de los sistemas de limpieza que se dispondrán en el circuito secundario de la CNA II. Se prestó asesoramiento a los proyectos Circuito Experimental de Alta Presión (CEAP) y RA-7.

Se ha finalizado la construcción de los nuevos laboratorios de la División Química Bajo Radiación en el CAE. Se realizó la ingeniería básica y se comenzó con la ingeniería de detalle del edificio donde se instalarán circuitos experimentales de estudio del ciclo vapor-agua y de medios acuosos a alta temperatura.

RADIOQUIMICA

Continuando con la labor que viene desarrollando la CNEA en el campo de la radioquímica, durante el presente ejercicio se efectuaron los trabajos que se reseñan a continuación, agrupados según las tres grandes áreas de investigación en que pueden subdividirse estas actividades.

DETERMINACIONES EXPERIMENTALES

Se prosiguió con las tareas de obtención de datos de radioquímica y/o de química nuclear (secciones eficaces, funciones de excitación, y relaciones isoméricas) con miras a un mejor conocimiento de los mecanismos de las reacciones nucleares y en consecuencia, a la verificación y/o modificación de las teorías y modelos tendientes a su interpretación.

Durante el año 1981 se trabajó en el estudio de las reacciones inducidas por partículas alfa, aceleradas hasta 55 MeV en el sincrociclotrón, sobre blancos de zirconio, plomo, telurio, plata, niobio, disprosio, cobre, oro e ytrio. Además se inició el estudio experimental de los parámetros de las reacciones que producen pares isoméricos, entre otras de las siguientes: $(\alpha, n)^{133m/133g}\text{Xe}$, $(\alpha, n)^{184m/184g}\text{Re}$, $(\alpha, n)^{93m/93g}\text{Tc}$, y $(\alpha, n)^{87m/87g}\text{Y}$, y se continuaron las tareas de compilación y sistematización de los resultados para reacciones (α, n) , destinados a la obtención de características comunes y diferenciales de las mismas.

DESARROLLO DE PROCESOS RADIOQUIMICOS

En este campo se continuó con la puesta a punto del método de detección de fisión en vuelo, a fin de obtener parámetros de la formación de isómeros de fisión con el objetivo de realizar estudios ulteriores sobre el potencial de la barrera de fisión de diferentes núcleos atómicos. Asimismo, se efectuaron estudios de la cinética del intercambio isotópico entre algunos elementos y sus complejos con ácido nitrilotriacético (NTA).

APLICACIONES RADIOQUIMICAS

En esta tercera área de trabajo, se iniciaron los estudios para la puesta a punto de un método de determinación de prolina e hidroxiprolina en harinas, así como de un método de detección y dosimetría de partículas e iones pesados mediante detectores de estado sólido y finalmente, de un método de espectrometría y fluximetría de neutrones mediante detectores por activación.

En apoyo de las actividades arriba mencionadas, cuyos resultados fueron comunicados a través de publicaciones especializadas nacionales e internacionales y reuniones científicas, se han desarrollado, modificado o adaptado programas de computación para todos los procesamiento de datos mencionados.

BIOLOGIA

En esta disciplina se realizan investigaciones relacionadas con el daño inducido en organismos

vivos al exponerlos experimentalmente a la acción de radiaciones. La patología de la radiación en distintos tejidos, su influencia en la formación y control de tumores, la oncogénesis viral, los efectos genéticos expresados en letalidad o mutaciones, la localización cromosómica de los genes implicados y la bioquímica de algunos de los procesos derivados de la irradiación de animales de laboratorio, *Drosophila melanogaster* y microorganismos, constituyen líneas ya clásicas en los trabajos radiobiológicos que se realizan en la CNEA.

Ante la perspectiva del empleo del acelerador TANDAR en investigaciones biológicas, se constituyó en 1981 un grupo de trabajo que se encuentra dedicado al desarrollo de la metodología especial que requiere este tipo de investigación, ya que para exponer organismos vivos a la acción de partículas aceleradas, los haces deben ser extraídos al aire.

Resultan promisorios los primeros resultados obtenidos mediante el empleo de un haz interno del sincrociclotrón. Se ha puesto a punto un método dosimétrico para irradiación con deuterones y partículas alfa, realizándose irradiaciones en ratones y bacterias.

Las Secciones Irradiación y Dosimetría Experimental y el Bioterio continúan prestando sus servicios con total eficiencia.

En este último se encuentra consolidada una colonia de ratones denominada «libre de gérmenes patógenos específicos» (SPF), animales inmunodeficientes que desarrollan todo su ciclo vital en «burbujas» aisladoras de plástico, siendo imprescindible que se les provea aire filtrado, así como comida, agua y demás elementos, previamente esterilizados. Como característica fenotípica estos animales se destacan por carecer de pelos, por lo que se los llama «desnudos» en traducción del nombre técnico de la mutación N: NIH nude.

En los párrafos siguientes se resume la actividad desarrollada por los grupos de trabajo que constituyen esta disciplina.

EFFECTOS SOMATICOS

En la investigación de los efectos de las radiaciones ionizantes a nivel celular se demostró que cultivos de tejido de origen humano y otros de hamster considerados como normales producen una neoplasia cuando se inoculan en ratones desnudos atímicos, razón por la cual las experiencias actuales se realizan con células de cultivos primarios de mamíferos.

Se demostró que virus oncogénicos activados por pasajes en animales irradiados inducen una neoplasia en el animal normal y que sus células producen anticuerpos específicos. Las técnicas de inmunofluorescencia empleadas demostraron que

el virus tiene localización citoplasmática. Los núcleos aislados no son infectantes.

Se obtuvo la separación electroforética de una fracción proteica de bajo peso molecular que actuaría como inductora de neoplasias virales en animales experimentales. Una fracción similar, cuya actividad biológica aún no fue demostrada, se aisló de neoplasias humanas.

RADIOMICROBIOLOGIA

Los mecanismos de división celular y su inhibición por irradiación constituyen el principal interés de este grupo de trabajo. Durante 1981 se realizaron investigaciones relacionadas con el papel que desempeñan en este tema las enzimas hidrolíticas del complejo pared-membrana de microorganismos.

Se aislaron y caracterizaron parcialmente, al menos dos enzimas activas sobre la mureína, capa rígida de la pared de las bacterias, responsable de su integridad celular. Estas mureín-hidrolasas fueron ensayadas en mureína purificada (marcada con ^{14}C ácido diaminopimélico) siendo una diferencia importante entre ellas el hecho de que una es insensible a la penicilina mientras que la otra es fuertemente inhibida (in vitro) por bajas concentraciones del antibiótico.

En otra línea de trabajo se ha determinado que las soluciones de sales uranilo $5 \times 10^{-4}\text{ M}$ agregadas a caldos de cultivo no ejercen ningún efecto en la viabilidad de *Salmonella typhimurium*. Provocan en cambio un efecto fotosensibilizante en una posterior irradiación con ultravioleta, que se expresa en una letalidad casi cien veces mayor que la obtenida con bacterias sin uranio.

PATOLOGIA

El Laboratorio de Patología desarrolló durante este período varias líneas de investigación, mencionándose las siguientes:

En base a diversas técnicas (histología clásica, histoquímica, microscopia electrónica y análisis de difracción de rayos X) se realizó el análisis de la penetración de distintos compuestos de uranio, a través del endotelio de los capilares sanguíneos de ratas Wistar. Este proceso, cuya duración no excede una hora, tiene su culminación en el depósito del metal pesado en el riñón.

Otra línea de investigación demostró la inducción de carcinomas epidermoides en ratas por acción de la inyección subcutánea de P^{32} administrado en forma de fosfato crómico coloidal. La incidencia tumoral alcanzó el 56 %. Se comprobó además la existencia de metástasis pulmonares y ganglionares en un 70 %.

Se trabajó también en la puesta a punto y

aplicación de inmunohistoquímica para detección de antígenos en cortes de tejidos. Utilizando la inmunomarcación con complejo peroxidasa-antiperoxidasa (PAP) se detectaron: 1) Un antígeno carcinoembrionario en tumores humanos de glándulas salivales, encontrándose una correlación entre cantidad de antígeno presente y agresividad de las lesiones; 2) Muramidasa en células histiocitarias de tumores de hueso de probable origen histiocitario. Se iniciaron además estudios sobre la posibilidad de cuantificación microfotométrica de los métodos PAP mediante el uso de modelos con cantidad conocida de antígeno.

Por su parte, el grupo de biología celular realiza una serie de proyectos de investigación relacionados al efecto de factores ambientales y radiaciones sobre la proliferación y diferenciación de las células de los mamíferos.

Prosiguiendo con los estudios sobre cultivos primarios de vagina de roedores, se confirmó el origen epitelial de estas células mediante marcadores inmunohistoquímicos y se realizaron experimentos piloto sobre el efecto de hormonas esteroides, toxina del cólera y agentes carcinogénicos (promotores). Asimismo, se procedió al aislamiento, purificación y control electroforético de queratina de rata y obtención de anticuerpos antiqueratina; se estudió el daño celular producido por sales de uranio sobre cultivos de células 3T3 y cultivos primarios de riñón; se realizaron experimentos para estudiar la cinética celular de ratones Sencar expuestos a drogas cocarcinogénicas (promotoras) y en papilomas químicamente inducidos en estos ratones, y se ha comenzado con un protocolo de estudio del efecto carcinogénico (iniciación) de las radiaciones ionizantes, utilizando un sistema de promoción con ésteres del forbol.

GENETICA

Este sector continúa con la investigación de los efectos genéticos producidos por la exposición a radiaciones ionizantes y a la acción de compuestos químicos radiomiméticos sobre *Drosophila melanogaster*. Se analiza el tipo de lesión producida y se efectúa su valoración cuantitativa relacionando dos aspectos fundamentales: la sensibilidad propia de las células reproductivas en las diferentes etapas de su desarrollo y la acción que sobre ella pueden ejercer otros compuestos capaces de modificar el efecto de la radiación.

Se estudió el efecto de rayos X en células masculinas post-meióticas pretratadas con etanol. La frecuencia de mutaciones, medida como letalidad recesiva ligada al sexo no fue modificada por el pretratamiento en ninguna de las crías estudiadas. En cambio, los intercambios de fragmentos cromosómicos, medidos como transloca-

ciones entre los autosomas II y III aumentaron con el pretratamiento en espermatozoides maduros y espermátidas tardías. Dicho aumento podría deberse a una temporaria inhibición de la restitución, resultando en una mayor disponibilidad de fragmentos inducidos por la radiación para los intercambios.

Se llevó a cabo el análisis de la actividad clastogénica de dos sustancias radiomiméticas cuya reactividad química con la DNA es similar: dietil sulfato (DES) y etil metano sulfonato (EMS). Contrariamente a las expectativas teóricas, se encontró que, a dosis que inducen igual frecuencia de letales recesivos ligados al sexo, el EMS es dos veces más potente que el DES en la inducción de translocaciones cromosómicas.

GENETICA MOLECULAR

En este campo se investiga el papel de la membrana celular en la respuesta a las radiaciones, empleando para ello mutantes aislados en este laboratorio, que presentan alteraciones en propiedades de la envoltura celular.

Utilizando el nuevo antibiótico mecilinam se aislaron, en *Salmonella typhimurium*, numerosos mutantes con forma esférica pertenecientes a los genes *envB* y *rodA*. Se demostró que los mutantes redondos *divD*, a diferencia de los tipos *envB* y *rodA*, no presentan resistencia a mecilinam. En base a estos resultados se deduce que la forma celular esférica no confiere «per se» resistencia al mecilinam, y que el producto del gen *divD* no está involucrado en la acción letal de dicho antibiótico.

Empleando los mutantes *envB* así aislados, se observó que este tipo de mutación produce sensibilidad a la radiación UV en ciertas cepas de *S. typhimurium*, y resistencia en otras. Se estudió la participación de los principales mecanismos de reparación de ADN en la resistencia conferida por la mutación *envB6* a ciertas cepas. En cepas que carecen de las dos principales vías de reparación, la que actúa por escisión de dímeros y la post-replicativa, no se observan diferencias entre las cepas que llevan la mutación *envB6* y el tipo salvaje. En bacterias que conservan uno de los dos procesos activo, la mutación *envB6* aumenta marcadamente la resistencia a la luz UV. Estos resultados indican que la alteración de la envoltura celular producida por la mutación *envB6* causa un aumento en la eficiencia o actividad de la reparación post-replicativa y también en la del proceso de escisión de dímeros.

BIOTERIO

El grupo encargado del Bioterio tiene por objetivo desarrollar la tecnología para la producción de animales microbiológicamente definidos

y proveer animales de experimentación a los investigadores de la CNEA y otras instituciones.

Durante el año 1981 se establecieron colonias primarias, libres de gérmenes patógenos específicos, de las cepas endocriadas de ratón Balb/c y C3H, a partir de reproductores obtenidos del National Institute of Health, de los Estados Unidos de Norteamérica. Estas colonias se mantienen en aisladores flexibles utilizando técnicas gnotobióticas.

Se derivó por histerectomía la cepa endocriada de ratones CFW, que anteriormente se mantenía en condiciones convencionales. Los ensayos realizados indican que se ha logrado eliminar los patógenos que dicha cepa portaba.

En este período continuó la producción de ratones N:NIH Nude (atímico) en condiciones de ausencia de gérmenes patógenos, entregándose 500 animales para uso experimental. Asimismo se continuó con el desarrollo del programa de control de calidad microbiológico de los animales producidos.

Como es habitual, el Bioterio produjo animales de experimentación convencionales, los cuales fueron utilizados por distintos sectores de la CNEA, como así también en otros centros oficiales y privados.

Durante el año 1981 se proveyeron 9 690 ratones adultos, 730 hembras de ratón preñadas a término, 3 100 ratas adultas, 490 hembras de rata preñadas a término y 695 hamster.

BIOMATEMATICA

Se continuaron las investigaciones en dos líneas de trabajo, a saber:

En lo referente a los efectos de bajas dosis de energía, se efectuaron desarrollos en teoría de categorías concernientes a mezclas de sustratos irradiados, utilizando estructuras monoidales obtenidas anteriormente, todo lo cual permitió sugerir tareas experimentales.

En lo concerniente a los estudios sobre estabilidad ambiental, distintos funtores entre categorías ambientales permitieron establecer variadas inferencias para los criterios de estabilidad, los que resultaron fuertemente relacionados con las representaciones materiales-energéticas obtenidas en años previos.

PROSPECTIVA Y ESTUDIOS ESPECIALES

A través del Departamento Prospectiva y Estudios Especiales, la CNEA realiza una actividad regular de seguimiento y análisis de la evolución energética mundial y nacional y, en función de ella, promueve el estudio de temas de interés futuro. Su acción actual en este

campo se centra en las formas avanzadas de la energía nuclear (fusión nuclear, reactores reproductores e híbridos, ciclo del torio, etc.), de las técnicas de utilización de fuentes de energía renovables, como la solar y la eólica, y de otros temas directamente relacionados con los anteriores, entre los que se cuentan las aplicaciones nucleares de los láseres, el almacenamiento de energía y la separación de isótopos de interés nuclear. Varias de estas actividades se realizan por medio de programas conjuntos o contratos establecidos con otras instituciones. A continuación se ofrece una reseña de la labor cumplida por este sector durante el año 1981.

FUSION NUCLEAR

Se completó el armado del sistema «Theta Pinch» junto con los sistemas necesarios para la primera etapa de su operación, que incluyen los equipos de alto vacío, de control de presión y flujo de gases y de comando eléctrico a distancia. La puesta en operación de esta máquina, que estaba planeada para abril de 1981, se retrasó considerablemente por fallas en la fuente de poder de alta tensión que debía cargar los tres bancos de capacitores. Esto obligó a reconstruirla con modificaciones de diseño y de componentes. La nueva fuente funcionó satisfactoriamente en las pruebas operativas por lo que, de no surgir nuevos imprevistos, podrá comenzarse con la producción de plasma y la optimización del sistema en los primeros meses de 1982. Se avanzó también en la puesta a punto y calibración de diversos instrumentos que se utilizarán para el diagnóstico de plasmas por espectroscopia y por fotografía ultrarrápida.

Simultáneamente, se prosiguió el análisis de los aspectos centrales de las investigaciones a encarar con el «Theta Pinch», habiéndose determinado que el estudio de toroides compactos es particularmente interesante en la actualidad para este tipo de máquinas. Sobre el tema se realizaron también cuatro trabajos teóricos originales que se encuentran publicados o en curso de publicación en revistas de la especialidad. Dentro de las actividades de capacitación de personal se enviaron dos becarios a Estados Unidos (Universidades de Maryland y California) para realizar sus respectivas tesis doctorales.

Finalmente, se continuaron las tratativas tendientes a concretar el futuro programa de fusión nuclear de la CNEA sobre la base de la participación de esta institución en una actividad internacional significativa. Al respecto, durante el año se reforzaron los contactos pertinentes con grupos de investigación de Alemania y del Japón.

ENERGIA SOLAR

Este tema se continuó desarrollando, como en años anteriores, dentro del programa de energía no convencional de la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología. La principal actividad se realizó en relación con los módulos experimentales de concentrador fijo a espejo facetado (CFEF) construidos en ejercicios anteriores, de los cuales se planeaba estudiar en el corriente año la construcción de un prototipo industrial. Los resultados obtenidos en las experiencias realizadas con el concentrador, acompañados de los estudios técnico-económicos de construcción y de la información recolectada en una visita a la central solar francesa de Córcega, que funciona con este método, llevaron a la conclusión que este tipo de concentrador no es conveniente para unidades con radios menores de, aproximadamente, 2m, que son las de mayor interés para prototipos industriales en la Argentina por su versatilidad, ya que serían aptas para generar tanto electricidad como calor para procesos industriales a temperaturas elevadas. En consecuencia se optó por encarar la próxima etapa con concentradores cilíndrico-parabólicos, para lo cual sigue siendo muy útil la experiencia adquirida hasta el presente.

En otra línea de trabajo, se continuó colaborando con la Fábrica de Aleaciones Especiales del CAE en la instalación de un sistema de colectores planos con acumulación para proveer agua caliente a las duchas para el personal de dicha fábrica. Además se asesoró en la elaboración de los pliegos de condiciones de la licitación y se colaboró en la adquisición de gran parte de los demás componentes, supervisando la instalación del conjunto. El sistema fue instalado en el segundo semestre y estaba comenzando a funcionar en forma satisfactoria al terminar el año.

Asimismo, a pedido de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC), se formalizó un contrato por el cual la CNEA le provee asesoramiento técnico para la realización de un proyecto de edificio administrativo a instalar en la localidad de Carlos Paz en el que se utilizará la energía solar en forma integral (agua caliente, calefacción y refrigeración). El asesoramiento se realizó con la colaboración de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales en lo referente a energía solar y del Instituto Nacional de Tecnología Industrial en relación con la optimización del diseño del edificio para un máximo aprovechamiento de la energía, elaborándose las bases del concurso de anteproyecto. El concurso fue exitoso en cuanto a número de participantes, y su última etapa, con la adjudicación de los premios correspondientes a los mejores proyectos presentados, se cumplió en el mes de diciembre con participación directa de la CNEA en el análisis de las propuestas. EPEC

está iniciando ahora las conversaciones con los ganadores para contratar la elaboración del proyecto, etapa en la cual también asesorará la CNEA.

En el campo fotovoltaico se continuaron estudios teóricos sobre la física del estado sólido orientada a semiconductores y se inició una puesta al día de la evaluación realizada en 1976 sobre el estado de desarrollo a nivel mundial de la conversión fotovoltaica de la energía solar.

ENERGIA EOLICA

Se llevó a cabo la primera parte de un programa de estimación de recursos de energía eólica en la Patagonia. Se ha elegido el área especialmente ventosa comprendida entre los lagos Musters y Colhue Huapi y la ciudad de Comodoro Rivadavia (Lat. 46° S) como zona propicia para iniciar un programa que se orienta a cubrir la parte Sur de la República Argentina.

La tarea desarrollada para dicha evaluación de los recursos incluyó la iniciación de la toma de mediciones en marzo de 1980 en cuatro parajes. Para ello, el programa procedió a desarrollar, fabricar, e instalar el sistema automático de recolección de datos meteorológicos consistente en una unidad recolectora y registradora, y una unidad lectora para recuperación de datos. Dicho sistema fue instalado con sus respectivas torres en Cerro Vitteau (30 m de altura), Pampa del Castillo (a 15, 60 y 90 m de altura), Cerro Dragón (a 15 y 60 m de altura) y en Las Flores (a 15, 60 y 90 m de altura). La toma de datos, registrada en cinta magnética, cubre información digital de la velocidad del viento en tres niveles y dirección del mismo en dos niveles, promediando valores en períodos de 10 minutos.

Ya se han procesado los datos correspondientes a un año de registros y los resultados señalan que la media mensual de los valores de velocidad del viento oscilan entre 7 m/s (30 km/h) y 12 m/s (40 km/h). Las funciones de densidad de velocidad probable tienen un máximo en cerca de 9 m/s (32 km/h). Las autocorrelaciones son significativamente más altas que aquellas de la misma latitud en Norteamérica. Se realizan discusiones en cuanto a las implicaciones de diferentes técnicas de muestreo utilizadas en la evaluación de la energía eólica. La potencia media horaria computada de los registros en 10 minutos no difiere en más del 3 % en relación a los promedios horarios.

REACTORES DE FISION AVANZADOS

Se completó la preparación de un informe evaluativo sobre las posibilidades de aplicación del ciclo del torio en el país, iniciado en el año

anterior. El trabajo se encuentra en revisión final para su publicación. Se mantuvo también un becario en el extranjero (Francia) dedicado a capacitarse en neutróica de reactores reproductores, tema sobre el cual está realizando una tesis doctoral.

LASERES DE INTERES NUCLEAR

Esta línea de trabajo se desarrolla mediante un convenio regular con CITEFA y cubre estudios sobre láseres TEA-CO₂ (láseres gaseosos de anhídrido carbónico a presión atmosférica con excitación eléctrica transversal) y láseres sintonizables. En 1981 se concretaron importantes avances en el tema de excitación selectiva y separación isotópica de compuestos deuterados en base al uso de láseres. En este sentido se produjo la disociación selectiva de cloroformo deuterado utilizando un láser sintonizable pulsado de CO₂, identificándose los productos de disociación. Se realizaron también experiencias de irradiación de cloroformo en presencia de cloro atómico utilizando un láser sintonizable continuo de CO₂ y se demostró la factibilidad de modificar la velocidad de cloración del cloroformo deuterado mediante la excitación láser selectiva. Dentro del mismo tema se avanzó en la implementación de técnicas de diagnóstico en base a la puesta en marcha del espectrómetro de masas adquirido en el año anterior y a estudios tendientes a utilizar espectroscopía por efecto optogalvánico para identificar pequeñas concentraciones de sustancias de interés. En forma complementaria se realizó una recopilación bibliográfica sobre separación isotópica de deuterio a partir de 1978, estando en vías de redacción el informe correspondiente.

En relación con el desarrollo de láseres de potencia de CO₂, persistieron las dificultades con la fuente de poder del láser de 50 J, lo que impidió conseguir una excitación uniforme del medio activo, no siendo posible lograr emisión láser. Está en vías de adquisición un transformador de alta tensión apropiado para subsanar el problema indicado. Con respecto al desarrollo de técnicas de reducción de la duración del pulso de emisión láser, se han obtenido absorbentes saturables de germanio-p que serán utilizados a tal fin.

ESTUDIOS ESPECIALES

Paralelamente con estas actividades, se mantuvo una acción regular de evaluación y análisis de las perspectivas de la demanda y la oferta energéticas, la evolución de las previsiones sobre los recursos necesarios para satisfacerlas, el estado de las técnicas de enriquecimiento de uranio en el mundo y otros aspectos de interés por su posible injerencia sobre los programas nacionales. Por contrato con CITEFA

se inició también una evaluación del estado en el mundo del problema de acumulación de energía.

TECNOLOGIA NUCLEAR

TECNOLOGIA DE REACTORES NUCLEARES

Diseño y Operación de Reactores

Continuaron normalmente las tareas de operación y mantenimiento de los reactores RA-1, RA-2 y RA-3, destinados a investigación y producción de radioisótopos.

Se inició un nuevo programa de reacondicionamiento del RA-3, cumpliéndose la etapa de desarrollo de la ingeniería y contratación para la modificación de la obra civil, que se efectuará durante 1982, a fin de adecuar el reactor a las normas de seguridad vigentes.

La construcción del reactor RA-6, emplazado en el Centro Atómico Bariloche, alcanzó un avance del 94,6 %, permitiendo el inicio de los ensayos preoperacionales. Al mismo tiempo se desarrolló y construyó un equipo para el ensayo de elementos combustibles irradiados, con el propósito de definir su posible utilización en el RA-6.

La ingeniería conceptual del proyectado reactor RA-7, de uranio-agua pesada, que será destinado al ensayo de elementos combustibles y a la producción de radioisótopos, fue completada en un 75 %.

Se efectuó el anteproyecto de un «Laboratorio de Ensayos de Sistemas Auxiliares para Reactores» y se realizaron ensayos sísmicos de calificación de mecanismos de reactividad y ensayos de performance para diversos proyectos. Se mantuvo activamente la participación en el programa del OIEA sobre conversión de los reactores tipo MTR al empleo de combustible de bajo enriquecimiento y se prosiguieron, además, las tareas de desarrollo en técnicas de neutrografía.

Asimismo cabe señalar que en el transcurso del año se incrementó en forma notable el apoyo a las centrales nucleares CNE, CNA I y CNA II, referido principalmente a las áreas de termohidráulica, física de reactores y cálculo y análisis.

Por último, y en relación con los proyectos internacionales de la CNEA, se realizaron las siguientes actividades:

Para el reactor RP-10, que se construye en el Centro Nuclear de Investigaciones del Perú, en Huarangal, se continuó con la dirección e inspección del suministro de componentes embutidos y de los circuitos primario y secundario, así como de la ingeniería de detalle del sistema eléctrico, el tratamiento de agua y la ventilación del reactor. También se finalizó la entrega de la documentación técnica para la contratación

REACTORES DE INVESTIGACION Y PRODUCCION DE RADIONUCLEIDOS

	Designación	Ubicación	Fecha de criticidad	Flujo Neutrónico máximo	Potencia térmica máxima	Combustible	Modificador	Finalidad	Constructor
En operación	RA-0	Universidad Nacional de Córdoba	20-7-70 *	10^7	1 W 10 W intervalos cortos	U-235 (20 %)	H ₂ O	Facilidad crítica Enseñanza	CNEA
	RA-1	Centro Atómico Constituyentes	20-1-58	3×10^{12}	150 kW	U-235 (20 %)	H ₂ O	Investigación	CNEA
	RA-2	Centro Atómico Constituyentes	19-7-66	10^8	10 W 30 W intervalos cortos	U-235 (89,8 %)	H ₂ O	Facilidad crítica Investigación	CNEA
	RA-3	Centro Atómico Ezeiza	17-5-67	5×10^{13}	5 MW	U-235 (90 %)	H ₂ O	Investigación Producción	CNEA
	RA-4	Universidad Nacional de Rosario	1971	1×10^9	0,1 W	U-235 (19,9 %)	Polietileno	Enseñanza	Siemens A. G.
En construcción	RA-6	Centro Atómico Bariloche	1982 **	5×10^{12}	500 kW	U-235 (20 %)	H ₂ O	Enseñanza Investigación	CNEA

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

** Prevista.

de diversos componentes mecánicos y mecanismos de control de reactividad. Paralelamente se avanzó en el estudio de reticulados reflejados con berilio, con el fin de incrementar la disponibilidad del reactor y se inició, en Lima, la inspección de componentes de origen peruano.

Respecto al reactor RP-0, instalado en Lima, se comenzaron las tareas de programación y diseño para efectuar el cambio del núcleo, de acuerdo con requerimientos contractuales.

Finalmente, se elaboró la documentación técnica de una propuesta para el diseño y construcción de un reactor de 3 MW para el Instituto de Asuntos Nucleares de Colombia.

INSTRUMENTACION Y CONTROL

Se continuó desarrollando los métodos, equipos y sistemas electrónicos para el control de procesos y la instrumentación destinada al control de reactores y a otras instalaciones nucleares.

Con relación al programa de reactores nucleares se completó la instrumentación de la nueva consola del reactor RA-2, se trabajó en la actualización de la correspondiente al RA-3 y se finalizó la instalación de la del reactor RA-6, habiéndose iniciado los ensayos correspondientes. Asimismo, se realizó un estudio de factibilidad de la instrumentación del futuro reactor RA-7 de ensayo de elementos combustibles y producción de radioisótopos, y se trabajó en la del reactor RP-10 del Perú.

Adicionalmente, se efectuó el desarrollo y construcción de varias interfases entre equipos científicos con salida digital y disqueteras («floppy disk») e impresoras; de un sistema subterráneo para la detección de radón; del sistema de disparo escalonado de un «Theta Pinch»; así como de detectores de barrera de superficie, transmisores de temperatura, cámaras de ionización y contadores de fisión. Cabe agregar finalmente el desarrollo de un analizador de lógicas combinacionales basado en microprocesadores y el del sistema de adquisición de datos del acelerador TANDAR, este último en colaboración con dicho proyecto.

TECNOLOGIA DE COMBUSTIBLES Y MATERIALES

DESARROLLO DE MATERIALES

Esta actividad cuenta entre sus metas el apoyo a diversos proyectos en ejecución (PPFAE, FAE, FECN, etc.). En este sentido cabe destacar entre otras realizaciones la puesta a punto de métodos de fabricación de aleaciones para miniplacas de elementos combustibles de bajo enriquecimiento y el desarrollo de técnicas de

soldadura de Zircaloy para elementos combustibles tipo CANDU.

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

Se continuó con el estudio de problemas de corrosión en reactores y en componentes nucleares, en particular corrosión bajo tensiones en condensadores de vapor y en aceros inoxidables y aleaciones tipo INCOLOY e INCONEL, y se iniciaron estudios de corrosión de aleaciones de circonio (Zr) a alta temperatura.

En el área de daño por radiación, además de lo ya señalado, se avanzó en el estudio de propiedades mecánicas del material de vaina de elementos combustibles, habiéndose analizado el comportamiento del Zircaloy-4 (Zry-4) a temperaturas de interés tecnológico.

Se continuó con los estudios teóricos sobre el comportamiento de defectos y se desarrolló un estudio de la influencia de las tensiones axiales combustible-vaina en el comportamiento de una barra de combustible durante una rampa de potencia.

En lo referente a fenómenos de transporte se iniciaron investigaciones sobre oxidación de aleaciones de circonio y se estableció un código que simula con éxito la oxidación de Zry-4 a altas temperaturas. Se avanzó en los estudios de heterodifusión en aleaciones de Fe y de Zr de interés para la industria nuclear. El grupo de Gases en Metales demostró la factibilidad de la separación de mezclas hidrógeno-deuterio mediante su interacción con Ti Ni.

En el tema soldadura se realizaron trabajos sobre la influencia de las variables operativas en las propiedades de uniones realizadas por el proceso de arco sumergido y sobre la fragilización de aceros por hidrógeno, asesorando también al Grupo Ingeniería de la Planta Piloto de Agua Pesada.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

El Instituto de Ensayos No Destructivos (INEND) cumplió una intensa actividad tecnológica en el tema, habiéndose logrado una inserción en las distintas esferas industriales del país. El INEND continúa además las tareas de inspección del montaje de la isla nuclear y el sistema de generación eléctrica de la CNE, teniendo también a su cargo la inspección de pre-servicio de la misma.

Durante 1981 se efectuó una amplia labor en lo que atañe a la calificación y certificación de personal dedicado a ensayos no destructivos que participa en obras nucleares y de compromiso tecnológico. La misma acción se inició en el

tema de soldadura a fin de lograr la calificación de personal en relación con la construcción de la CNA II.

Se inició en el CAC la construcción del Laboratorio de Radiografía Industrial, cuya terminación se prevé para 1982 y está llamado a cumplir una importante labor dentro del Plan Nuclear Argentino.

Paralelamente continuó sin interrupción la labor de redacción de normas técnicas sobre la especialidad con el Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (IRAM), habiéndose iniciado la aplicación de la norma nacional sobre calificación de personal y de entidades certificadoras en ensayos no destructivos.

Además, se atendieron numerosas consultas técnicas provenientes de la industria nacional, habiéndose brindado servicios, entrenamiento, asistencia técnica, etc.

Finalmente cabe destacar que se realizaron diversos cursos y reuniones sobre la especialidad, tanto en el ámbito nacional como regional; se brindó asistencia técnica en radiografía industrial al Instituto Politécnico de Guayaquil, Ecuador, y se prosiguieron las acciones para establecer el Proyecto Regional de Ensayos No Destructivos con los auspicios de las Naciones Unidas y de la Organización de Estados Americanos.

PLANTA PILOTO DE ESPONJA DE CIRCONIO

La operación de esta planta piloto continuó con una producción de 1 500 kg de óxido de circonio y se procesaron cantidades equivalentes de productos intermedios.

Fue completado el montaje del reactor de lecho fluido realizándose con éxito la puesta en marcha.

Se obtuvieron muy buenos factores de operación en la primera fase de ensayos con el cristallizador por enfriamiento evaporativo. Se continuaron las experiencias a nivel de laboratorio y planta piloto sobre la precipitación de óxido de circonio y se construyó un prototipo para purificar óxido de circonio por pirohidrólisis en lecho fluido, comenzándose los ensayos.

En reducción y destilación se trabajó sobre el diseño y ensayo de válvulas e instrumentos de medición especiales.

Por otra parte, se finalizó la ingeniería básica y de detalle de la parte de vía seca (proceso Kroll) de la proyectada planta industrial de esponja de circonio.

PLANTA PILOTO DE FABRICACION DE ALEACIONES ESPECIALES

Se efectuó la recepción definitiva del horno de fusión y del soldador de haz de electrones.

Se procedió a refundir aproximadamente 5 t de lingotes de acero de distintas calidades, se prepararon 2,5 t de lingotes de Zircaloy y se fundió un lingote de titanio de 500 kg. La elaboración de estos lingotes permitió adquirir experiencia en la operación del horno y comenzar con los estudios de producción de lingotes de Zry-4 en escala industrial; iniciar, en colaboración con la industria nacional, las actividades para la refusión en vacío de aceros de alta calidad, y realizar las primeras experiencias de producción de titanio y sus aleaciones en escala industrial.

Se efectuaron experiencias de forja y extrusión sobre un lingote de Zircaloy de 800 kg, obteniéndose resultados que merecieron comentarios muy favorables por parte de especialistas de las más importantes firmas productoras de Trex.

Prosiguiendo con el desarrollo de la tecnología de fabricación de tubos de Zry-4 de dimensión Atucha a partir de Trex, se preparó una partida de iniciación cuyas características y propiedades resultaron dentro de las especificaciones. Sobre la base de esos resultados se comenzó la producción de una partida piloto de aproximadamente 2 000 m. Además, se obtuvieron tubos experimentales de dimensión CANDU.

Finalmente, se realizaron evaluaciones de los materiales producidos, habiéndose prácticamente completado la implementación del sistema de aseguramiento de calidad.

ELEMENTOS COMBUSTIBLES NUCLEARES

DISEÑO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

Se trabajó en la ingeniería de detalle de las barras combustibles para irradiación y en el elemento combustible del reactor tipo CANDU, así como en los cálculos y especificaciones de producto. Se confeccionó la especificación básica del diseño del combustible para el reactor RP-10.

Se efectuó la traducción, ordenamiento y adaptación de las especificaciones de KWU que serán utilizadas por CONUAR, así como la emisión de los planos de fabricación y control.

Personal de diseño participó junto con el de KWU en Erlangen (R. F. de Alemania) en el desarrollo conjunto del diseño e ingeniería del elemento combustible para la CNA II.

MATERIALES COMBUSTIBLES

Se fabricaron las pastillas para doce barras combustibles destinadas al Proyecto Desarrollo de Elementos Combustibles CANDU, que se irradian en Chalk River (Canadá).

Se participó en el desarrollo conjunto de polvo de AUTC a nivel de laboratorio efectuándose la caracterización de setenta y siete partidas, así como de polvo de AUTC con caracterización de cuatro partidas.

Se trabajó en la granulación de distintos tipos de polvos de UO_2 obtenidos vía AUTC por el complejo Fabril Córdoba con resultados positivos. Este procedimiento de obtención de pastillas asegura el uso de polvo de UO_2 de la línea nacional.

Se caracterizaron partidas de polvos de AUTC así como el UO_2 obtenido en la conversión de aquél por distintos procedimientos.

MATERIALES ESTRUCTURALES DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

Se hicieron ensayos de calificación de las vainas y barras de elementos combustibles tipos CANDU y Atucha.

Se realizaron estudios de «creep» biaxial, colapso, corrosión bajo tensiones e influencia del tratamiento termomecánico de vainas de elementos combustibles provenientes de distintos proveedores, en distintas condiciones simulando las reales sufridas bajo irradiación.

Se efectuaron ensayos de corrosión para determinar la cinética de oxidación del Zry-4 tipo Atucha para distintos tratamientos superficiales y tipo CANDU para distintas condiciones en el proceso de grafitado.

Se estudió la influencia del azufre en ensayos de «creep» y explosión atendiendo al tipo de impurezas que contiene el UO_2 de producción nacional.

ENSAYOS DE IRRADIACION

Se trabajó en la finalización de la instrumentación y se procedió al traslado del dispositivo de irradiación CYRANO al Reactor RA-3 donde será instalado una vez finalizados los análisis de seguridad y cuando se otorgue el licenciamiento de operación. Se procedió al ensayo fuera del reactor.

Se comenzaron las experiencias de irradiación de miniplacas de elementos combustibles tipo MTR en el reactor de Oak Ridge (EE.UU.) y de barras de combustibles tipo CANDU en Chalk River, Canadá.

Se efectuó el seguimiento de irradiación de elementos combustibles en la CNA I con el código PUMA.

ENSAYOS POSTIRRADIACION

En la Casa de Piletas de la CNA I fueron examinados cuarenta elementos combustibles irradiados de características destacables (expe-

rimentales, fallados) lo cual requirió un seguimiento de su comportamiento.

Se inspeccionaron los elementos combustibles de las series XC y XD fabricados en el Proyecto PPFECN-A y se emitieron los informes de comportamiento de las series XB y XC.

TECNOLOGIA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES CANDU

Se finalizó la etapa de desarrollo de capacidad operativa. Se completaron los planos de diseño y las especificaciones de las barras combustibles a irradiar en Canadá y el juego preliminar de planos para los elementos combustibles de la CNE. Se fabricaron 12 barras combustibles, las que se encuentran en proceso de irradiación en el reactor NRU de Chalk River, Canadá.

Se finalizó la instalación del laboratorio de berilio en el CAE, el que comenzó a funcionar luego de obtenerse la correspondiente licencia de operación.

Continuaron las tareas relativas al desarrollo de los siguientes procesos:

Caracterización de polvo y pastillas de UO_2 .

Conformado mecánico de componentes (tapones, grilla, patines y espaciadores).

Soldadura por resistencia (tapones y grillas). «Brazing» por inducción con berilio (patines y espaciadores).

Punteado de patines y espaciadores por descarga capacitiva.

Caracterización de la solución de grafito coloidal para el recubrimiento interno de la vaina.

Se concretó la adquisición de semiterminados de Zircaloy, efectuándose las correspondientes auditorías e inspecciones durante la fabricación. Además, se prosiguió con el control técnico del contrato con la firma Combustion Engineering-Canadá, por la compra de 3 000 elementos combustibles para la CNE, y se envió el concentrado de uranio correspondiente.

INGENIERIA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES ATUCHA I

En el Circuito de Baja Presión existente en el Centro Atómico Constituyentes (CAC) se efectuaron ensayos de un elemento combustible de 36 barras instrumentadas para la CNA I, y se realizó el montaje y una serie completa de ensayos de un elemento combustible de 37 barras para la misma central.

PLANTA PILOTO FABRICA DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES NUCLEARES ATUCHA I

Culminando exitosamente un importante desarrollo iniciado en 1976, se completó la fabri-

cación del lote XD de 200 elementos combustibles tipo Atucha. Completada dicha producción se fabricaron 18 elementos combustibles adicionales a fin de utilizar el uranio remanente y así también otras piezas estructurales que siguen en curso de elaboración.

A partir de mediados de año, se alcanzó un ritmo de producción industrial de 1,5 elementos combustibles por día.

Con el logro señalado, se completó el programa de «Inicio de Operación», dándose así por finalizado este proyecto, y en consecuencia el equipamiento y personal correspondientes serán transferidos a la Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares próxima a ser inaugurada en el CAE. Cabe señalar que el trabajo desarrollado en el Proyecto se expuso en la VII Reunión de la Sociedad Nuclear Española celebrada recientemente en Madrid.

Asimismo, durante este último año de su funcionamiento, la Planta Piloto continuó colaborando en los programas de desarrollo de otros proyectos, a saber:

Fabricación de un prototipo de 37 barras combustibles para ensayos en el Circuito de Baja Presión; fabricación de los prototipos de 37 barras combustibles para irradiación en la CNA, y finalización del programa de fabricación de los tres prototipos Atucha I para el proyecto Ingeniería de Elementos Combustibles Atucha.

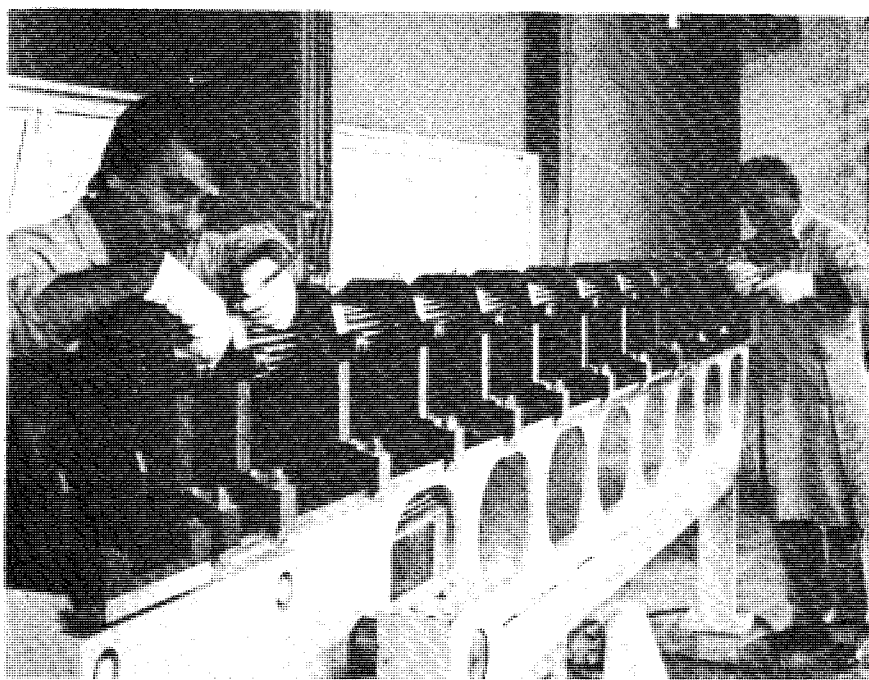
DESARROLLO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA LA CNA II

En el mes de julio se firmaron los contratos con KWU relativos al Proyecto de Combustibles Nucleares para la CNA II, que comprende el desarrollo conjunto del diseño de ingeniería y la fabricación en Argentina del primer núcleo de combustibles para dicha Central. Se redactaron y presentaron a KWU los informes y procedimientos de ensayos correspondientes a este desarrollo.

TECNOLOGIA DEL PLUTONIO

Continuando con este proyecto, se efectuaron trabajos de perfeccionamiento y optimización en las áreas de ingeniería, operación y mantenimiento de las instalaciones, tecnología de fabricación de elementos combustibles con óxidos mixtos, control y procesos químicos, seguridad operativa y licenciamiento, y automatización e instrumentación. Cabe señalar, además, que durante este ejercicio fue habilitado el nuevo laboratorio de química analítica.

Asimismo se realizó un estudio de factibilidad técnico-económica sobre la utilización de elementos combustibles de óxidos mixtos en las centrales nucleoelectricas, incluyendo los cálculos económicos sobre el ciclo de combustible nuclear y el costo de generación de electricidad asociado.



Montaje de un elemento combustible tipo Atucha

ELEMENTOS COMBUSTIBLES PARA REACTORES DE INVESTIGACION

Se prosiguió con el desarrollo de elementos combustibles de bajo enriquecimiento para reactores de investigación, el que responde a la necesidad de reducir el enriquecimiento en U 235 del 90 % al 20 % ante imposiciones del mercado proveedor de uranio enriquecido.

Dentro de este proyecto, en colaboración con el Departamento Materiales se desarrolló la fabricación de miniplacas por las líneas de U_3O_8 -Al, UAl_x -Al y SiU -Al, para su irradiación en el reactor de Oak Ridge, EE.UU., con el fin de evaluar el comportamiento de estas tecnologías desarrolladas en el país. Se obtuvieron concentraciones de 80 %, 70 % y 83 % respectivamente, que representan densidades de 3,5; 3,1 y 6,1 g de uranio por cm^3 . Cabe señalar que las densidades alcanzadas en las líneas de U_3O_8 -Al y UAl_x -Al resultaron superiores a los valores mundialmente considerados adecuados para la fabricación de este tipo de elementos combustibles. Paralelamente se inició la readaptación de la planta de fabricación para posibilitar la producción de elementos combustibles con cualquiera de las tres nuevas tecnologías desarrolladas.

Además, y ante la falta de suministro por parte de EE.UU., con la colaboración de los Departamentos Ingeniería de Plantas Químicas e Ingeniería de Procesos se recuperó uranio enriquecido al 90 % de anteriores «scraps» de fabricación, el que fue utilizado para fabricar elementos combustibles para el reactor RA-3 y para las cajas de combustibles de control del reactor RA-6 que se construye en Bariloche.

Finalmente, se está trabajando en la elaboración de la ingeniería básica de una planta de conversión de UF_6 a U_3O_8 .

LABORATORIOS DE ENSAYO DE COMBUSTIBLES Y COMPONENTES NUCLEARES

CIRCUITO EXPERIMENTAL DE ALTA PRESION

La primera etapa de la obra civil se encuentra terminada y la segunda etapa está cumplida en un 95 %. El montaje electromecánico del circuito se ha realizado en un 90 %. Está finalizada la provisión de materiales y equipos del circuito. La puesta en marcha está prevista para 1982.

LABORATORIO DE ENSAYO DE COMBUSTIBLES Y MATERIALES IRRADIADOS

Se confeccionó el informe preliminar de construcción del edificio de este laboratorio.

De acuerdo a lo programado, se alcanzó el 50 % del equipamiento para el laboratorio, habiéndose ya recibido los telemanipuladores y las grandes ventanas de protección radiológica.

PROCESOS QUIMICOS

Al igual que en ejercicios anteriores, se han continuado los estudios básicos, desarrollos y control de los procesos químicos propios de los materiales de interés nuclear, tendientes principalmente a lograr la autonomía nacional en el ciclo de combustible nuclear y en los otros suministros de índole química para centrales nucleares, abarcando desde los aspectos teóricos y ensayos de laboratorio hasta los estudios de ingeniería de proceso.

En relación con los compuestos de uranio, se intensificaron los estudios sobre los productos intermedios (sales complejas) necesarios para la obtención de dióxido de uranio de calidad nuclear, con el objeto de lograr la disponibilidad de métodos propios. Los resultados alcanzados permiten prever que podrá alcanzarse el objetivo de disponer de una línea nacional de producción.

Con respecto a aleaciones especiales, se prosiguió realizando la dirección técnica y el apoyo en los aspectos químicos y de operación de la Planta Piloto de Esponja de Circonio operada por INVAP S.E., y se prestó colaboración y asesoramiento sobre diversos temas de química al Proyecto Fábrica de Aleaciones Especiales.

En escala de laboratorio se obtuvo circonio por electrólisis en sales fundidas y se compararon las propiedades del producto con las del obtenido por otro proceso convencional. Se construyó una celda electrolítica de 20 kg de capacidad para la obtención de magnesio metálico. Se realizaron además estudios sobre métodos de obtención de titanio y sobre tecnología de berilio, y se continuó avanzando en estudios de separación circonio-hafnio por diversos procedimientos, obteniéndose varios resultados satisfactorios.

En apoyo del Proyecto Agua Pesada se continuó la operación del lazo experimental de circulación de sulfuro de hidrógeno para estudiar la formación de espumas en torres de intercambio isotópico; se avanzó en los estudios sobre protección de aceros, obteniéndose resultados promisorios; se efectuó la revisión y corrección de la ingeniería de detalle de la planta de producción de sulfuro de hidrógeno (suministro que será requerido en la Planta Experi-

mental de Agua Pesada) y se inició la dirección de su construcción y montaje. Se ha dado énfasis a los estudios sobre tratamiento de efluentes, de modo de asegurar que las instalaciones no generen contaminantes ambientales.

En relación a los estudios sobre el tratamiento de combustibles nucleares irradiados, se siguió avanzando en la construcción y montaje de la facilidad experimental que se está instalando en el Centro Atómico Ezeiza. Se estableció el programa que deberá cumplirse para la puesta en marcha de la facilidad y se inició la capacitación de parte de su personal de operación.

El sector de química analítica cumplió con el servicio de análisis para los distintos sectores de la CNEA, con altos niveles de requerimientos en número y tipo de productos. Esta tarea sirve de base para el control de calidad de los materiales nucleares y requirió una parte sustancial de los recursos y de las facilidades disponibles. También se asesoró a los proyectos Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares y Fábrica de Aleaciones Especiales sobre la instalación y operación de sus respectivos laboratorios de control. Además, se realizaron desarrollos en distintas técnicas analíticas, mereciendo citarse entre ellos el estudio de influencias interelementales y corrección de efectos de matriz en espectroscopia de rayos X; los diversos desarrollos en las espectroscopías ópticas y en electroanalítica; el aumento de la capacidad de respuesta y el desarrollo de nuevos métodos en espectroscopia de masas, y finalmente, comenzó la instalación de un espectrómetro óptico que se basará en la emisión por plasma de argón acoplado inductivamente.

TECNOLOGIA DEL AGUA PESADA

Planta Experimental de Agua Pesada (PEAP)

Al 31 de diciembre el consorcio a cargo de la construcción había cumplimentado un 61,8 % del contrato para la construcción de esta planta que se levanta en las proximidades de la CNA I con el objeto de desarrollar la tecnología nacional de producción de agua pesada por el método de intercambio isotópico $\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$.

Por su parte, la CNEA inició el tendido de la línea de suministro de agua del río desde la CNA I, completó el 50 % del equipamiento del laboratorio, elaboró la ingeniería de detalle de

la planta de generación de sulfuro de hidrógeno, la ingeniería básica del sistema de control para la PEAP y los programas de capacitación del personal.

Entre otras tareas complementarias de investigación y desarrollo, se prosiguieron los estudios en el circuito experimental de sulfuro de hidrógeno y los ensayos de protección superficial (pasivación) de aceros con Fe S, iniciándose además estudios de fragilización de aceros por acción del hidrógeno.

Por último, en el marco del convenio firmado con el CONICET y la Universidad Nacional del Litoral, se continuó con el seguimiento y análisis de la ingeniería de detalle de la PEAP, se realizaron simulaciones de las distintas variantes de funcionamiento, se elaboraron las especificaciones técnicas de la planta de destilación, y se avanzó en la confección de los manuales de puesta en marcha y operación.

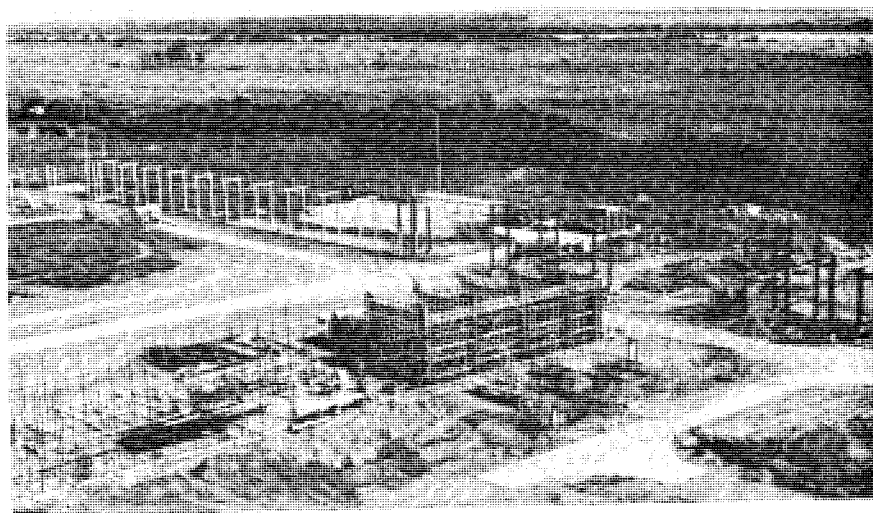
PROYECTO «MODULO 80»

Durante el presente ejercicio se completó la integración del grupo de trabajo que tendrá a su cargo el desarrollo de la ingeniería de la proyectada planta de producción de agua pesada, de 80t/año de capacidad, que habrá de emplear la tecnología desarrollada en la PEAP, y se finalizaron las tareas preliminares para la próxima iniciación de la ingeniería básica del proyecto.

Entre otros trabajos realizados, se elaboró el estudio técnico-económico preliminar del proyecto, se introdujeron mejoras y modificaciones al programa de simulación del proceso para adecuarlo a los requerimientos del proyecto, se desarrolló un método de cálculo de optimización de diagramas de proceso, se desarrollaron especificaciones preliminares de componentes principales para efectuar consultas con la industria nacional a fin de evaluar la capacidad de fabricación local y se iniciaron consultas con empresas para establecer la factibilidad del transporte de grandes componentes.

Además, se comenzó la ingeniería básica preliminar de servicios auxiliares y se emitieron diversas manuales, especificaciones técnicas, etc., entre los que merecen destacarse el Manual de Documentación y el Plan de Trabajos para el desarrollo de la ingeniería básica del proyecto.

Encofrado de la estructura de parrales de proceso y fundaciones de los equipos de almacenaje de SH_2 de la Planta Experimental de Agua Pesada



PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR

El programa de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear tiene como objetivo proteger a las personas y el medio ambiente contra los riesgos debidos a las actividades nucleares realizadas en el país, en cumplimiento de las funciones que la legislación vigente le otorga a la CNEA como autoridad nacional competente en materia nuclear.

Con este fin se han realizado las actividades necesarias para verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en los criterios y normas en vigencia. Dichas actividades, que se cumplen fundamentalmente en las áreas de radioprotección, evaluación de la seguridad nuclear e inspección, fiscalización y control, abarcan no sólo aspectos de regulación y control, sino también de servicios, y se complementan con tareas de investigación y desarrollo en los distintos temas de la especialidad.

A continuación se resumen los trabajos realizados durante 1981 en las distintas áreas que integran este programa.

RADIOPROTECCION

Los servicios de radioprotección incluyen el monitoreo del personal de la CNEA ocupacionalmente expuesto. Para ello, en lo referente a irradiación externa, se han evaluado 17 000 dosímetros de película y 14 000 dosímetros termoluminiscentes. Adicionalmente, para mantener un adecuado control de la contaminación interna, se efectuaron alrededor de 11 000 análisis de muestras biológicas de diversos tipos, 1 650 mediciones de I-131 en tiroides del personal afectado a la producción de radioisótopos y 750 mediciones de actividad en cuerpo entero. Con el objeto de controlar las condiciones radiológicas en diversos ambientes de trabajo, se realizaron alrededor de 3 000 análisis de muestras de aire, agua y superficie de trabajo y 1 500 evaluaciones de dosímetros de áreas.

Para el control del personal ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes en centros externos a la CNEA, se analizaron alrededor de 38 000 dosímetros de película.

Paralelamente se llevaron a cabo desarrollos de técnicas de monitoreo personal. Para ello

se realizaron calibraciones de dosímetros de película y termoluminiscentes para rayos X y gamma en términos de «índice de dosis». Se realizaron también estudios de respuesta de los dosímetros termoluminiscentes en campos mixtos de radiaciones y se implementó un sistema de detección, por trazas nucleares, de neutrones y partículas alfa. Además se finalizó la instalación y la calibración de un sistema de detectores a emplear para la medición de la carga pulmonar de Pu-239 y Am-241. Por otra parte, para mejorar el control de la irradiación externa, se implementó un nuevo sistema de cálculo de dosis con la información obtenida del monitoreo personal. Se dio comienzo a la instalación y calibración de la instrumentación asociada a un nuevo recinto blindado para mediciones rutinarias de la carga corporal de contaminantes radiactivos.

Cumpliendo con el programa rutinario de control de la contaminación ambiental, se analizaron 235 muestras de diversos tipos para la medición de determinados nucleidos provenientes del reservorio estratosférico de material producido por explosiones nucleares atmosféricas. También se continuó con el monitoreo en los alrededores de la Central Nuclear Atucha, del Centro Atómico Ezeiza y del Centro Atómico Constituyentes, efectuándose 2 000 análisis de muestras ambientales. Además se analizaron alrededor de 500 muestras de agua y sedimentos en la zona de influencia del futuro Complejo Sierra Pintada, de la Planta de Malargüe y de los Complejos minero-fabriles Tonco y Pichiñán. En la Central Nuclear Atucha I se efectuaron muestreos de efluentes gaseosos evaluándose la dosis colectiva comprometida debida al tritio liberado al ambiente.

También se llevó a cabo un estudio de optimización del control de las descargas de la planta de purificación de uranio y conversión a UO_2 en el Complejo Fabril Córdoba.

Se efectuó la evaluación radiosanitaria de los resultados del monitoreo del personal ocupacionalmente expuesto y de la determinación de las dosis en el público, verificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas de protección radiológica vigentes. Se analizó también el im-

pacto radiológico derivado del Plan Nuclear Argentino en la etapa de desarrollo alcanzada hasta el presente. Se realizaron, además, trabajos de evaluación de las dosis debidas a exposición ocupacional en la CNEA entre los años 1977-1980.

Se intervino en la evaluación radiológica de 23 situaciones anormales por irradiación externa y de cinco por contaminación interna. Se continuó con la implementación de equipamiento dosimétrico-biológico para el análisis de los resultados obtenidos en campos de radiación gamma y neutrones, así como también con el desarrollo de técnicas que permitan disminuir los niveles de detección. Además, fue completada la construcción de un generador de aerosoles insolubles de tamaño y concentración estables para experiencias radiotoxicológicas. Se prepararon recomendaciones y se completó el manual indicativo del uso de fármacos y descontaminantes para eventuales situaciones de sobreexposición.

Se prosiguió con los cálculos de optimización de sistemas de radioprotección y de ventilación. En tal sentido se finalizó la construcción de un equipo automatizado monitor de hijas del radón y se concluyó el proyecto de un sistema de comunicación para situaciones de emergencia en instalaciones nucleares. También se puso en servicio un sistema de adquisición y ordenamiento de la información proveniente de dosímetros personales de película.

Se continuó prestando el servicio de gestión de los residuos radiactivos procedentes de instalaciones nucleares y se siguió con las tareas de desarrollo de nuevas técnicas en la especialidad. Finalmente se mantuvo operativa una unidad de descontaminación para intervenir en casos de emergencia radiológica.

EVALUACIONES DE SEGURIDAD NUCLEAR

Se llevó a cabo la evaluación detallada de algunos capítulos del Informe Preliminar de Seguridad de la Central Nuclear Atucha II; se inició el análisis del Informe Final de Seguridad de la Central Nuclear Embalse y se evaluaron los informes correspondientes al sistema de refrigeración de emergencia de alta presión y a los dos sistemas de parada de dicha central.

Se validó el Informe Preliminar de Seguridad correspondiente al reactor RP-10 del Proyecto Centro Atómico Perú, se inició el análisis del Informe de Seguridad del Laboratorio de Procesos Radioquímicos del Centro Atómico Ezeiza y se validaron diferentes estudios de seguridad producidos por la Central Nuclear Atucha I sobre los sistemas de alimentación eléctrica esencial y de refrigeración de emergencia del núcleo de dicha central.

Se continuó la actualización del registro de situaciones anormales en instalaciones nuclea-

res, incorporándose la información básica de una selección de accidentes ocurridos principalmente en reactores de potencia y de investigación e iniciándose el correspondiente análisis detallado.

En la Central Nuclear Embalse se relevó información sobre termohidráulica del reactor para su modelado por computación, efectuándose cálculos de prueba para casos conocidos. Se obtuvieron resultados de la evaluación de parámetros termohidráulicos a partir de la simulación de accidentes con pérdida de refrigerante para diversos grados de rotura en el circuito primario de la central.

Se brindó asesoramiento a diversos sectores de la CNEA sobre problemas de transporte de material fisionable o radiactivo, y sobre el diseño de contenedores para el transporte de elementos combustibles irradiados.

Asimismo se efectuó el análisis del Informe de Seguridad del Laboratorio de Uranio Enriquecido (proyecto LUEN), desde el punto de vista de prevención de la criticidad.

Para la Central Nuclear Embalse se continuó la coordinación de los estudios para la validación del Informe Final de Seguridad de la Central. Además, se prosiguieron los estudios ecológicos llevados a cabo mediante convenios con las Universidades Nacionales de Córdoba y de Río Cuarto y con el CONICET (Instituto de Limnología). También se completó el estudio de riesgo tornádico habiéndose iniciado un nuevo estudio para analizar la información con distintas metodologías; estos estudios se llevan a cabo mediante un convenio con la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires. Por otra parte, mediante un convenio con la Policía Federal Argentina se comenzaron los estudios y el análisis de eventos externos inducidos por el hombre en el área cercana a la central. Finalmente, se efectuó un ecosondaje en la zona de toma de agua de refrigeración de la central y se inició la actualización de la información sobre la población existente en sus proximidades, continuándose con el procesamiento y la compilación de la información actualizada sobre geología, meteorología y ecología.

Para la Central Nuclear Atucha II se finalizó un estudio sobre riesgo tornádico en la zona, iniciándose un nuevo estudio para el análisis de la información con la aplicación de una nueva metodología; ambos estudios se llevan a cabo mediante un convenio con la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires. Se comenzaron las gestiones para obtener la validación del estudio de riesgo sísmico, a través de convenios con el INPRES y la Universidad Nacional de San Juan y la validación del estudio de fundaciones, mediante el convenio con el Departamento de Construcciones de la Universidad Nacional de La Plata. Además, por convenio

con la Policía Federal Argentina se comenzaron los estudios sobre eventos inducidos por el hombre, en la zona próxima a la Central.

Se continuó con la operación de las estaciones meteorológicas de la Central Nuclear de Atucha, el Centro Atómico Ezeiza y la Central Nuclear Embalse y con el análisis de los registros correspondientes para su procesamiento e interpretación. Se prepararon proyectos de requerimientos para la transferencia de las estaciones meteorológicas a las entidades responsables correspondientes.

Se finalizó el estudio «Características del Emplazamiento del Reactor RA-6 de Bariloche», presentándose el informe correspondiente.

Para el proyecto Centro Atómico Perú se llevaron a cabo actividades relacionadas con el estudio de la zona de emplazamiento del Centro de Huarangal y su área de influencia y con la prestación de servicios de ingeniería para el Centro Nacional de Protección Radiológica y Servicios Médicos que construye la CNEA en dicho país.

Con información inicial procedente del Perú se comenzó la preparación del informe final del estudio «Evaluación de la zona de emplazamiento y del área de influencia del CNIP». Se efectuó, en conjunto con personal peruano, la redacción de los distintos capítulos y anexos, de próxima edición.

INSPECCION, FISCALIZACION Y CONTROL

En las diversas instalaciones nucleares que operan en el país se siguió fiscalizando el cumplimiento de lo estipulado en las correspondientes licencias de operación. También se fiscalizó a los usuarios de material radiactivo y de radiaciones ionizantes (alrededor de 3 000 usuarios en todo el país), en cuanto a la observancia de las normas legales que rigen la actividad.

Se realizaron aproximadamente 500 inspecciones a usuarios externos de material radiactivo y 200 a diversas instalaciones de la CNEA, efectuando los correspondientes informes e interpretando los resultados.

Se participó en las auditorías de garantía de calidad en la Central Nuclear Embalse y se efectuó una auditoría en el Reactor RA-6. También fueron fiscalizadas las distintas etapas del programa de puesta en marcha prenuclear para Embalse.

Se dio cumplimiento a los compromisos asumidos respecto al control del material fisiónable especial, manteniéndose actualizados los inventarios de materiales y equipos, los registros de operaciones y los de información transferida, balances contables e informes correspondientes y se asistió a las inspecciones del Organismo Internacional de Energía Atómica a las instalaciones bajo salvaguardias.

Finalmente, se elaboraron los manuales de procedimientos para el control de materiales nucleares en la Fábrica de Elementos Combustibles Nucleares, el Laboratorio de Uranio Enriquecido, la Planta de Conversión de Uranio y el Reactor RA-6.

ELIMINACION DE RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD

Entre otros desarrollos relacionados con la eliminación de residuos de alta actividad, se estableció la metodología de trabajo y la instrumentación necesaria para montar un sistema de medición de conductividad térmica en masas de granito. Se iniciaron estudios de corrosión de plomo y de control de calidad en vidrios destinados a la inclusión de residuos de alta actividad y se realizaron los cálculos térmicos preliminares de un repositorio para residuos radiactivos de alta actividad.

En colaboración con la Universidad Nacional de San Juan se determinó la ubicación potencial del repositorio de los subproductos terminales del ciclo de combustible del Plan Nuclear Argentino. La ubicación preliminar se decidió luego de una detallada búsqueda en todo el territorio de la República, sin otro tipo de limitación que las exigentes características técnicas requeridas para el emplazamiento de las instalaciones.

En una primera selección fueron identificados cerca de doscientos lugares presuntamente aptos para llevar a cabo dichos estudios. Estos lugares se encuentran distribuidos en prácticamente todas las provincias argentinas. Sólo después de un análisis más detallado y de una rigurosa selección final que demandaron casi dos años de estudios técnicos, se determinó que una zona de la Sierra del Medio, ubicada a unos cincuenta kilómetros de la localidad de Gastre, en la provincia de Chubut, era un lugar particularmente apto para que se promoviera el comienzo inmediato de las investigaciones detalladas que, eventualmente, permitirán validar las características de la formación geológica a grandes profundidades. A consecuencia de esta decisión se convino con la mencionada Universidad llevar a cabo un estudio detallado del lugar, el que ya ha sido iniciado. Este estudio permitirá confirmar si la formación geológica profunda que se encuentra bajo esa sierra es apropiada para la instalación del repositorio. También se ha iniciado el desarrollo del anteproyecto de ingeniería para la eventual ejecución del repositorio, cuya instalación permitirá disponer adecuadamente de los subproductos terminales, asegurando así el cierre completo del ciclo de combustible nuclear.

Con el fin de brindar el apoyo logístico necesario para el estudio, la CNEA y la Universidad instalarán en la localidad de Gastre una serie de obras de infraestructura, las que no sólo ser-

virán a la CNEA y a la Universidad sino que estarán también disponibles para los pobladores locales.

LICENCIAMIENTO Y NORMAS

Durante el año 1981 la CNEA prosiguió ejerciendo las funciones relativas al licenciamiento y elaboración de normas de su incumbencia en su carácter de autoridad nacional competente en materia nuclear.

En el período mencionado, el Consejo Asesor para el Licenciamiento de Instalaciones Nucleares (CALIN) elaboró las siguientes normas: «Sistemas de extinción», «Sistemas de confinamiento», «Puesta en marcha prenuclear», «Puesta en marcha nuclear», «Seguridad radiológica ocupacional de instalaciones radiactivas relevantes», «Requerimiento de aptitud psicofísica para autorizaciones específicas» y «Protección contra terremotos».

También en ese lapso el CALIN determinó los requerimientos para la prórroga de las licencias provisionales del reactor RA-3 y la Central Nuclear Atucha I, extendió la licencia de operación para el Laboratorio de Uranio Enriquecido y la licencia de construcción de la Central Nuclear Atucha II, y mantuvo numerosos contactos

con las autoridades responsables de la Central Nuclear Embalse y la Central Nuclear Atucha II para efectuar requerimientos, recomendaciones o pedidos de información vinculados con los procesos de licenciamiento y construcción de esas instalaciones.

Por último, durante el mismo período, se otorgaron 40 licencias y 61 autorizaciones específicas para el personal de diversas instalaciones licenciadas.

A su vez, el Consejo Asesor de Aplicación de Radioisótopos (CAAR) elaboró un proyecto de la Reglamentación de las normas sobre Operación de Unidades de Terapia Radiante y de Unidades de Medicina Nuclear; las citadas normas fueron aprobadas oportunamente por la Secretaría de Estado de Salud Pública y la Comisión Nacional de Energía Atómica.

El CAAR continuó prestando asesoramiento en problemas de cumplimiento e interpretación del Reglamento para el Uso de Radioisótopos y Radiaciones Ionizantes y analizó diversas solicitudes para distintos usos de material radiactivo, recomendando en consecuencia el otorgamiento de 794 nuevos permisos.

Por otra parte, también recomendó diversas sanciones a usuarios del material radiactivo por violación de las normas vigentes.

INFRAESTRUCTURA Y ASPECTOS GENERALES

ASUNTOS INTERNACIONALES

En el transcurso del año 1981 se participó en siete reuniones de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) celebradas en la Sede del Organismo en Viena en los meses de febrero, junio, julio, agosto y setiembre (tres de ellas), en cumplimiento del mandato recibido por el país en ocasión de la XXIV Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA, al ser electo para ocupar el cargo de Gobernador por un período de dos años en los términos del artículo VI.A.2 de su Estatuto, es decir, en representación de la Región América Latina.

Asimismo se participó en la XXV Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA, celebrada también en Viena del 21 al 26 de setiembre y, al igual que en años anteriores, en las reuniones de grupos de expertos sobre diferentes aspectos de la actividad nuclear convocados por el Organismo, en particular en las correspondientes al Programa de Seguridad Nuclear y Protección Ambiental (NUSS) y al estudio de los problemas relativos al Almacenamiento Internacional de Plutonio (IPS), al Manejo Internacional del Combustibles Irradiado (ISFM) y a la Seguridad en el Abastecimiento Nuclear (CAS).

Con el auspicio del OIEA se realizó en Buenos Aires, entre el 8 de junio y el 31 de julio, el primer Curso Interregional de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear con la participación de 16 becarios latinoamericanos y europeos. Además, se continuó brindando asistencia técnica, especialmente a los países de América Latina, a través del Programa de Asistencia Técnica de dicho Organismo, mediante el otorgamiento de becas y la prestación de servicios de expertos.

Entre el 31 de agosto y el 5 de setiembre se participó en la XII Reunión de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN) celebrada en La Paz —Bolivia— formulándose en esa oportunidad el ofrecimiento de un amplio programa de cooperación a través de la CIEN, consistente en el ofrecimiento de becas y pasantías así como en el envío de expertos, en relación con áreas específicas de interés regional.

Cabe destacar que, una vez más, el candidato presentado por nuestro país para el Comité Consultivo de la CIEN, esta vez para el cuatrienio 1981/85, resultó electo.

Asimismo se participó en la Reunión del Comité Consultivo de la CIEN que se celebró en agosto, también en la Ciudad de la Paz, presidida por el representante argentino, así como en la Segunda Reunión de Trabajo de Programas Regionales de Evaluación de Áreas Uraníferas, celebrada en Lima —Perú— en el mes de diciembre.

Finalmente —siempre en relación con las actividades patrocinadas por la CIEN— tuvo lugar en Buenos Aires, en el mes de abril, la Reunión de Coordinación Regional de Programas de Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, con la participación de representantes de los organismos competentes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

En el ámbito de las relaciones bilaterales con los países del área regional se continuó intensificando la vigorosa cooperación existente. En tal sentido, merecen especial mención la puesta en vigor de los contratos y acuerdos firmados con NUCLEBRAS S.A. en cumplimiento del Protocolo de Cooperación Industrial del 17 de mayo de 1980 y la finalización de los trámites de ratificación del acuerdo de cooperación con Venezuela, así como la firma de sendos planes de acción con los organismos nucleares competentes de Colombia y del Uruguay, el primero para el bienio 1982/83 y el segundo para el bienio 1981/82.

En particular, cabe destacar que se han elaborado y presentado ofertas técnicas preliminares para el diseño y la construcción de un reactor de 3 MW, una planta de producción de radioisótopos y una planta piloto de tratamiento de mineral de uranio, para el Instituto de Asuntos Nucleares de Colombia, como así también que se ha firmado con la CNEA del Uruguay un protocolo para la realización conjunta de un estudio de factibilidad para la construcción de un centro nuclear en el área de Montevideo, habiéndose iniciado los trabajos preliminares correspondientes. Se concretaron además acciones

de cooperación con los organismos competentes de Ecuador, Guatemala, Paraguay y Perú.

También en el ámbito bilateral pero fuera del área regional, cabe destacar la finalización de los trámites de ratificación del acuerdo de cooperación con la India y la negociación de un nuevo plan de acción para el bienio 1982/83 con la Comisión Nacional de Energía Nuclear de Italia. Además, se continuó la normal implementación del Acuerdo de Transferencia de Tecnología con el Canadá y del plan de acción establecido dentro del Acuerdo de Cooperación con la República Federal de Alemania, y se concretaron acciones aisladas de cooperación con los organismos nucleares competentes de los EE.UU., Francia, Italia, Rumania y Pakistán.

Merece también especial mención la iniciación de contactos exploratorios con las autoridades nucleares de Gran Bretaña y la República Popular China, así como la continuación de los ya existentes con la U.R.S.S. y con Yugoslavia, a fin de evaluar las posibilidades de cooperación científico-técnica o comercial, según el caso, en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear.

PROYECTO CENTRO ATOMICO PERU

El presente año marcó un sostenido avance en la construcción del Centro Nuclear de Investigaciones del Perú (CNIP) en Huarangal tanto en lo referente a las obras civiles como en lo que hace a los componentes electromecánicos.

Con relación al reactor RP-10 se ha iniciado la construcción de los componentes embutidos en la estructura y del sistema primario y secundario; se ha contratado e iniciado la construcción de los sistemas de tratamiento de agua y de efluentes activos, avanzándose también en la construcción de la instrumentación convencional y nuclear. Al mismo tiempo se continuó con la construcción de los componentes del sistema de ventilación de los edificios del Centro Nuclear.

Se prosiguió con la fabricación de los recintos estancos y blindados para la planta de producción de radioisótopos, los que serán premontados a principios del próximo ejercicio.

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) ha contratado la construcción de las obras civiles del CNIP y el contratista ha iniciado las tareas en Huarangal. La CNEA efectúa la supervisión y el asesoramiento para la construcción de los edificios no convencionales del Centro.

En estrecha colaboración con el IPEN se han terminado los estudios preoperacionales del CNIP.

Asimismo, durante el ejercicio se continuó con la capacitación del personal peruano que operará el Centro y con la supervisión del per-

sonal del IPEN que participa en las obras que se están realizando en la Argentina.

RECURSOS HUMANOS

CAPACITACION

En cumplimiento de la política de la CNEA de brindar capacitación especializada a su personal profesional y técnico, así como también al de empresas e instituciones relacionadas con el desarrollo del Plan Nuclear Argentino y a los usuarios de radiaciones y radioisótopos, se continuó con el dictado y la coordinación de diversos cursos según se detalla en los párrafos siguientes.

Como es habitual, en el Instituto Balseiro de Bariloche se dictaron los cursos correspondientes a las carreras de Licenciatura en Física y de Ingeniería Nuclear, contándose para el dictado de algunas materias con la colaboración de especialistas de otros sectores de la CNEA y de expertos extranjeros contratados a través del Proyecto PNUD ARG/78/020 de las Naciones Unidas. En el mes de junio egresó la primera promoción de graduados de la nueva carrera de Ingeniería Nuclear, integrada por 15 argentinos y un peruano, y en el mes de diciembre egresaron cinco licenciados en física —uno de ellos procedente del Paraguay— correspondientes a la 24ª promoción de esta carrera. Además se aprobaron tres tesis doctorales y se dictaron 64 seminarios a cargo de profesionales argentinos y extranjeros. Cabe señalar que los primeros 15 ingenieros nucleares argentinos fueron incorporados a CNEA, ENACE S.A., IMPSA S.A. e INVAP S.E., en tanto que los cuatro licenciados en física iniciaron sus trabajos de tesis doctorales en diferentes sectores de la CNEA, con sendas becas de CNEA, CONICET y la Fundación Odol. Por su parte, el egresado procedente del Paraguay inició su trabajo de tesis a través del acuerdo de cooperación existente entre ambos países. En el mes de agosto ingresaron al Instituto 34 nuevos alumnos —dos de ellos procedentes del Perú— que se incorporaron al ciclo básico de la 27ª promoción.

En el Centro de Capacitación de la Central Nuclear Atucha se dictó el octavo «Curso de Funcionamiento y Operación de Centrales Nucleares» para profesionales que ingresan a la institución y con la participación de quince becados. También se dictaron cursos para personal del Escuadrón de Seguridad de la Gendarmería Nacional destinado en la CNA I sobre «Introducción a Centrales Nucleares», con once participantes del personal superior, y «Conocimientos Básicos sobre Centrales Nucleares», con 67 participantes del personal subalterno.

En la Central Nuclear Embalse se dictaron 32 cursos sobre diversos temas de interés para la construcción, puesta en marcha y operación de dicha central, de los que participó personal de la CNEA y de empresas vinculadas al proyecto.

El Departamento Ingeniería de Reactores dictó el curso programado para técnicos, sobre Operación y Seguridad en Reactores Experimentales.

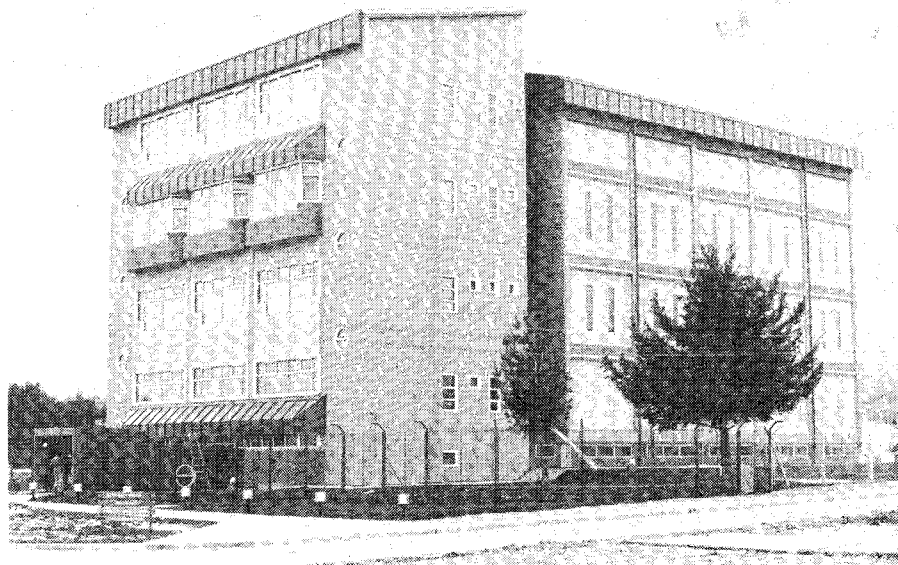
Por otra parte, en base al convenio oportunamente firmado con la Facultad de Ingeniería de la UBA, se dictó el primer «Curso de Postgrado en Ingeniería Nuclear». Completaron este curso, de 8 meses de duración y dedicación completa, 22 profesionales de la ingeniería, de los cuales 18 fueron incorporados a diferentes sectores de la CNEA.

En relación con el programa de Radioisótopos y Radiaciones, como todos los años se dictaron los cursos sobre «Metodología y Aplicación de Radioisótopos», «Metodología para la Producción de Radioisótopos», «Técnicos en Medicina Nuclear», «Especialistas en Medicina Nuclear», «Metodología de Radioisótopos orientado al Radioinmunoanálisis», «Dosimetría en Radioterapia» y «Física de la Radioterapia». Adicionalmente se organizó un curso sobre «Ecología y Manejo de Plagas» (en colaboración con la Dirección de Recursos Naturales y Ecología de la provincia de Buenos Aires) y un curso de «Introducción a la Computación para Biólogos». Asimismo, se desarrollaron las Jornadas de Actualización en Medicina Nuclear, a las que asistieron numerosos profesionales de todo el país.

Vinculado con el programa de Suministros Nucleares se dictó en la Universidad Nacional de San Juan un curso de «Capacitación en Geostatística y Desarrollo de Programas de Capa-

citación para Estimación de Reservas». También se dictaron dos cursos sobre «Capacitación en Perfilajes de Sondeos», que se desarrollaron en el Departamento Regional Cuyo y en la Universidad Nacional de Cuyo. Asimismo, se colaboró en la realización del Simposio Internacional sobre «Geología del Uranio y Correlación Tectónica entre los Continentes Africano y Sudamericano», organizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, que se celebró en la ciudad de San Luis, dentro del marco del VIII Congreso Geológico Argentino.

Según un convenio oportunamente celebrado con la Secretaría de Estado de Salud Pública y con la UBA, en la Facultad de Ingeniería se dictó el segundo Curso para Graduados sobre Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, de ocho meses de duración y dedicación completa, del que egresaron 29 profesionales, 15 de los cuales provenían de otros países latinoamericanos. Se dictó, también, un curso sobre la especialidad, a nivel técnico, de seis semanas de duración y, patrocinado por el Organismo Internacional de Energía Atómica, se dictó en el Centro Atómico Ezeiza un Curso Interregional de Capacitación en Protección Radiológica y Seguridad Nuclear, de ocho semanas de duración y dedicación completa, del que participaron, además de los asistentes al curso dictado en la Facultad de Ingeniería, 11 profesionales extranjeros, 9 de ellos latinoamericanos y 2 europeos, becados por el OIEA.



Vista del edificio del reactor RA-6, próximo a ser inaugurado en el CAB que será utilizado para investigación y entrenamiento de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Nuclear

Dentro del Programa de Investigación y Desarrollo se prosiguió la capacitación de personal para el Proyecto TANDAR mediante cursos internos y tesis doctorales en el exterior; se inició la capacitación de operadores del Laboratorio de Procesos Radioquímicos y se dictaron cursos de apoyo sobre Química de Reactores para diferentes sectores de la CNEA y de ENACE. Cabe también destacar que, dentro del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de la Organización de Estados Americanos y en el marco del Proyecto Multinacional de Tecnología de Materiales, la Gerencia de Desarrollo fue responsable, a través del PACITE (Programa de Apoyo Científico y Tecnológico), de la realización del «Primer Curso de Metalurgia y Tecnología de Materiales», de carácter modular y dedicación completa, al que asistieron 129 participantes, y del «Séptimo Seminario Latinoamericano de Nivel Post-Doctoral en Ensayos No Destructivos y Garantía de Calidad», que tuvo una duración de 9 semanas y al que asistieron 23 profesionales de Argentina y de otros países latinoamericanos. El INEND dictó cursos sobre ensayos no destructivos con el laboratorio móvil en diversas universidades del interior del país y

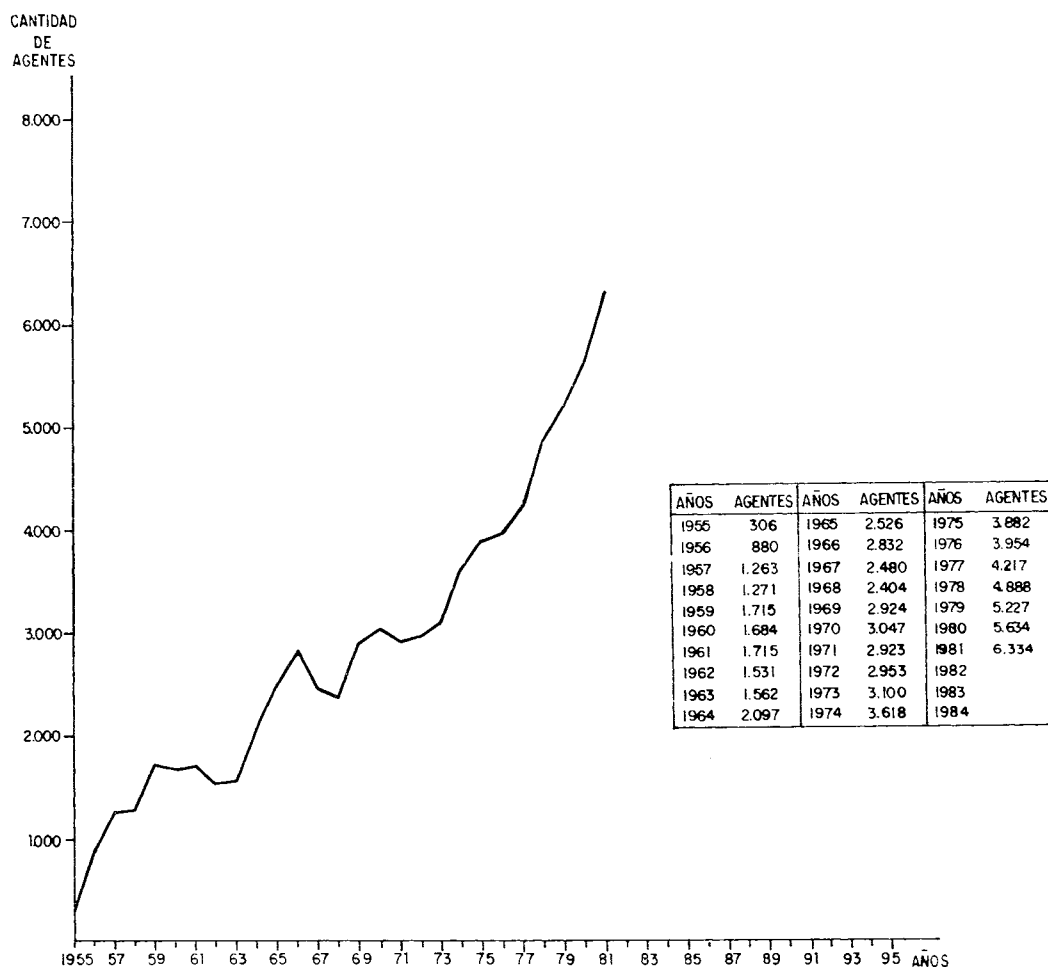
organizó la «Segunda Conferencia Regional de Ensayos No Destructivos», que tuvo lugar en San Miguel de Tucumán con los auspicios del Gobierno de la Provincia y de la regional local de la Universidad Tecnológica Nacional.

Por otra parte, durante el presente ejercicio se inició, en colaboración con el Instituto para el Desarrollo de Empresarios en la Argentina (IDEA), el Programa de Desarrollo y Perfeccionamiento Gerencial «Masa Crítica», del que participaron 150 agentes de la conducción superior de la CNEA; se dictaron un «Curso para Jóvenes Profesionales», destinado a facilitarles la adaptación a la Institución, y dos cursos sobre «Organización de Proyectos de Gran Envergadura».

Completando este esfuerzo de capacitación, fueron otorgadas 196 becas internas de perfeccionamiento y se gestionó la participación de 377 agentes de diversos sectores de la CNEA en cursos de diferentes especialidades, realizados en instituciones oficiales y privadas del país.

Se aprecia en el gráfico la evolución de la dotación de personal de la CNEA, durante el año 1981 un incremento neto de 700 agentes llevando así el total al 31 de diciembre a 6.334 agentes.

RECURSOS HUMANOS TOTALES DE CNEA



INFORMACION TECNICA

Durante el presente ejercicio la Biblioteca Central ha registrado un incremento del acervo bibliográfico de acuerdo al siguiente detalle: libros inventariados: 1 537; nuevos títulos de revistas: 60; microfichas: 17 031 e informes: 787, lo que determina, respectivamente los siguientes totales: 30 157, 1 905, 246 403 y 72 261.

Asimismo se han confeccionado y distribuido las listas bibliográficas semanales de todo el material ingresado.

En el sector Documentación se continuó con el procesamiento de la información mensual enviada por el Sistema Internacional de Información Nuclear (INIS). Se brindó el Servicio de Difusión de Información (SDI) a 90 usuarios de la CNEA habiéndose mejorado los sistemas de procesamiento del mismo, lo cual redundó en una mayor eficacia del sistema. Aproximadamente 25 usuarios realizaron búsquedas retrospectivas en la base INIS que se mantiene en la computadora del Centro de Cálculo Científico.

También el área de Materiales sigue ofreciendo los servicios de asistencia a la industria, que incluye los de asesoramiento bibliográfico y de información que se divulgan a través del Boletín INEND INFORMA.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Durante este cuarto año de operación del Centro de Cálculo Científico se puso especial énfasis en mejorar la red de teleprocesamiento para poner a disposición de una mayor cantidad de usuarios las facilidades de computación. En ese sentido se instalaron 20 estaciones de representación visual, 4 con unidad de control incorporada, 7 impresoras y se efectuó una ampliación en la red de líneas de transmisión. En el campo científico se puso a disposición de los usuarios una terminal gráfica.

Se continuó el desarrollo de los sistemas de gestión tendientes a mejorar el control y la eficiencia de las tareas administrativas. El uso de los servicios de procesamiento se incrementó sostenidamente, observándose a partir del 2do. semestre crecientes períodos de saturación de la capacidad del equipo.

ADMINISTRACION Y FINANZAS

Los cuadros que se insertan a continuación muestran la distribución del presupuesto de la CNEA para el año 1981 por programa, por fuente de financiación y por inciso (Cuadro I), así como la distribución de las erogaciones por inciso y por programa (Cuadro II).

CUADRO I
(en miles de pesos)

Presupuesto total año 1981: \$ 6 802 918 785	IMPORTE	%
<i>Por Programa</i>		
I. Instalación de Centrales Nucleares	1 588 369 480	23,4
II. Radioisótopos y Radiaciones	47 199 421	0,7
III. Investigaciones Nucleares	599 397 791	8,8
IV. Protección Radiológica y Seguridad Nuclear	29 077 551	0,4
V. Dirección, Capacitación y Apoyo	307 463 529	4,5
VI. Suministros a Centrales Nucleares	980 798 375	14,4
 Erogaciones no Programadas:		
Contribución a Organismos descentralizados	1 830 000	
Amortización de otras Deudas	350 678 247	5,2
Amortización del ajuste de otras deudas	2 526 036 591	37,1
Adelantos a Proveedores y Contratistas	372 068 000	5,5
 <i>Por Financiación</i>		
Recursos Corrientes no tributarios	412 946 147	6,1
Usos del crédito instituciones financieras	2 857 362 000	42,0
Uso del crédito instituciones financieras M. E.	1 885 255 638	27,7
Proveedores y Contratistas	17 060 000	0,2
Proveedores y Contratistas M. E.	20 076 000	0,3
Por remanente de ejercicios anteriores	2 240 000	
Por adelantos otorgados a Proveedores y Contratistas en Ejercicio anterior	31 132 000	0,5
Por contribuciones de la Administración Nacional	1 576 747 000	23,2
 <i>Por Inciso</i>		
11. Personal	316 058 000	4,6
12. Bienes y Servicios no personales	409 647 228	6,0
21. Intereses de la deuda	100 919 147	1,5
31. Transferencias para financiar erogaciones corrientes	7 900 000	0,1
41. Bienes de Capital	32 278 211	0,5
42. Construcciones	2 685 169 561	39,5
51. Bienes Preexistentes	934 000	
71. Erogaciones Figurativas	1 830 000	
81. Amortización de deudas	2 876 714 638	42,3
91. Adelantos a Proveedores y Contratistas	372 068 000	5,5

CUADRO II
EROGACIONES 1981
(en miles de pesos)

Programa/Inciso	I Suministro de energía	II Aplicación de radiaciones	III Investigaciones nucleares	IV Protección radiológica	V Capac. y apoyo	VI Suministros a C. nucleares	Total
PERSONAL							
	56 578 303	18 488 000	71 050 000	12 280 000	74 014 000	83 643 000	316 958 000
BIENES Y SERVICIOS	53 116 709	18 424 046	70 991 049	12 218 271	73 647 094	83 533 481	312 130 650
NO PERSONALES							
	131 736 161	20 933 598	27 550 927	2 343 849	142 263 679	85 219 014	409 047 228
INTERESES DE LA	126 055 036	20 516 885	24 731 555	2 016 979	140 504 945	84 663 031	398 488 431
DEUDA							
	39 840 496		351 604		59 850 184	876 863	100 919 147
TRANSFERENCIAS	35 920 124		339 292		53 249 967	329 349	90 338 732
P/FINANC. EROG. CORRIENTES					7 900 000		7 900 000
					7 986 626		7 986 626
BIENES DE CAPITAL							
	6 527 106	2 358 823	10 129 850	2 063 202	8 227 666	2 971 564	32 278 211
	5 265 594	1 624 852	7 657 085	1 575 108	6 981 455	1 247 807	24 351 901
CONSTRUCCIONES							
	1 354 687 717	5 419 000	490 315 410	12 390 500	15 203 000	807 148 934	2 685 169 561
	1 325 703 036	4 881 693	471 455 793	12 203 196	15 081 759	770 806 902	2 600 132 379
BIENES PREEXISTENTES							
						934 000	934 000
CONTRIBUCIONES						934 000	934 000
P/FINANC. EROG. CORRIENTES							
						1 830 000	1 830 000
						1 634 000	1 634 000
AMORTIZACION DE OTRAS DEUDAS							
							2 876 714 638
							2 794 635 766
ADELANTOS A PROV. Y CONTRATISTAS							
							372 068 000
							337 961 568
TOTALES							
	1 588 369 480	47 199 421	599 397 791	29 077 551	307 463 529	980 798 375	6 802 918 785
	1 546 060 499	45 447 476	575 174 774	28 013 354	296 751 846	942 014 570	6 587 694 053

