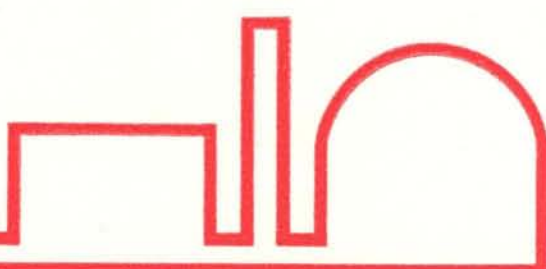
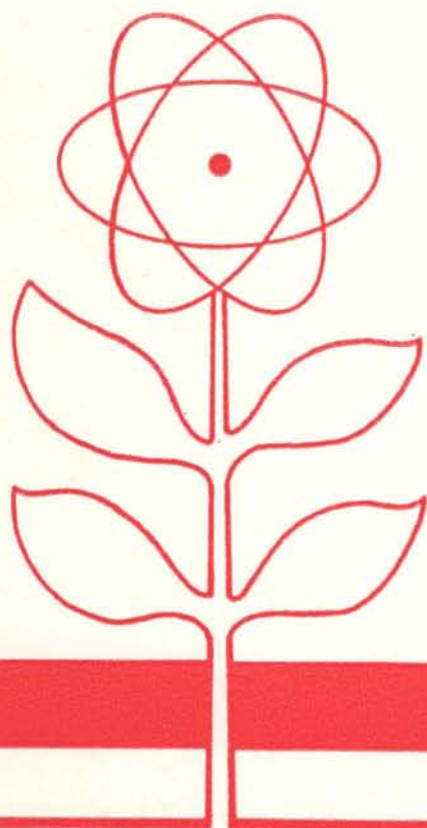


COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

REPUBLICA ARGENTINA



MEMORIA ANUAL



1988

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

MEMORIA ANUAL 1988

CENTRALES NUCLEARES	9
SUMINISTROS A CENTRALES NUCLEARES	23
RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES	31
PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR	39
INVESTIGACION Y DESARROLLO	45
ASPECTOS GENERALES	53
EMPRESAS ASOCIADAS A LA CNEA	69

SIGLAS UTILIZADAS

ADN	Acido Desoxirribonucleico
AyEE	Agua y Energía Eléctrica
AECL	Atomic Energy of Canada Limited
ALTEC	ALta TECnología Sociedad del Estado
APS	Análisis Probabilístico de Seguridad
ARCAL	Arreglos Regionales Cooperativos para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina
CAAR	Consejo Asesor en Aplicación de Radioisótopos
CAB	Centro Atómico Bariloche
CAC	Centro Atómico Constituyentes
CAE	Centro Atómico Ezeiza
CALIN	Consejo Asesor para Licenciamiento de Instalaciones Nucleares
CANDU	CANadian Deuterium Uranium
CAS	Comité para el Aseguramiento de los Suministros (OIEA)
CEAP	Circuito para Ensayos de Alta Presión
CELCA	CELdas CALientes
CIEN	Comisión Interamericana de Energía Nuclear (OEA)
CNA I	Central Nuclear Atucha I
CNA II	Central Nuclear Atucha II
CNE	Central Nuclear Embalse
CNEA	Comisión Nacional de Energía Atómica
CNEN	Comisión Nacional de Energía Nuclear de la República Federativa del Brasil
CNIP	Centro Nuclear de Investigaciones del Perú
CONICET	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
CONUAR	COMbustibles NUCleares ARGentinos Sociedad Anónima
CORATEC	CORdoba ALta TECnología Sociedad del Estado
CRAS	Centro Regional de Aguas Subterráneas
DEBA	Dirección de la Energía de la Provincia de Buenos Aires
DNC	Despacho Nacional de Cargas
DNEA	Dirección Nacional de Energía Atómica
ECRI	Elementos Combustibles para Reactores de Investigación
EIP	Eventos Inicianes Postulados
ENACE	Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas Sociedad Anónima
EP	Estados de Planta
EPEC	Empresa Provincial de Energía de Córdoba
FAE	Fábrica de Aleaciones Especiales
FAO	Organización para la Alimentación y la Agricultura
HIDRONOR	HIDROeléctrica NORpatagónica Sociedad Anónima
IBM	International Business Machines
ICRP	Comisión Internacional de Protección Radiológica
IMO	Irradiador MOVil
INEND	Instituto Nacional de Ensayos No Destructivos
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INVAP	INVESTigación APlicada Sociedad del Estado
IPEN	Instituto Peruano de Energía Nuclear
KWU	KraftWerk Union Aktiengesellschaft
LPR	Laboratorio de Procesos Radioquímicos
MTR	Material Testing Reactor
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OEA	Organización de Estados Americanos
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMS	Organización Mundial de la Salud
NUSS	NUclear Safety Standards (OIEA)
PHWR	Pressurized Heavy Water Reactor (Reactor de agua pesada a presión)
PIAP	Planta Industrial de Agua Pesada
RAE	Reactor Experimental en Argelia
RRA	Recursos Razonablemente Asegurados
SATI	Servicio de Asistencia Técnica a la Industria
SEGBA	Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires
SESLEP	Servicios Eléctricos San Luis Empresa Provincial
SIN	Servicio Interconectado Nacional
TANDAR	TANDEM ARGentino
UBA	Universidad de Buenos Aires
YPF	Yacimientos Petrolíferos Fiscales

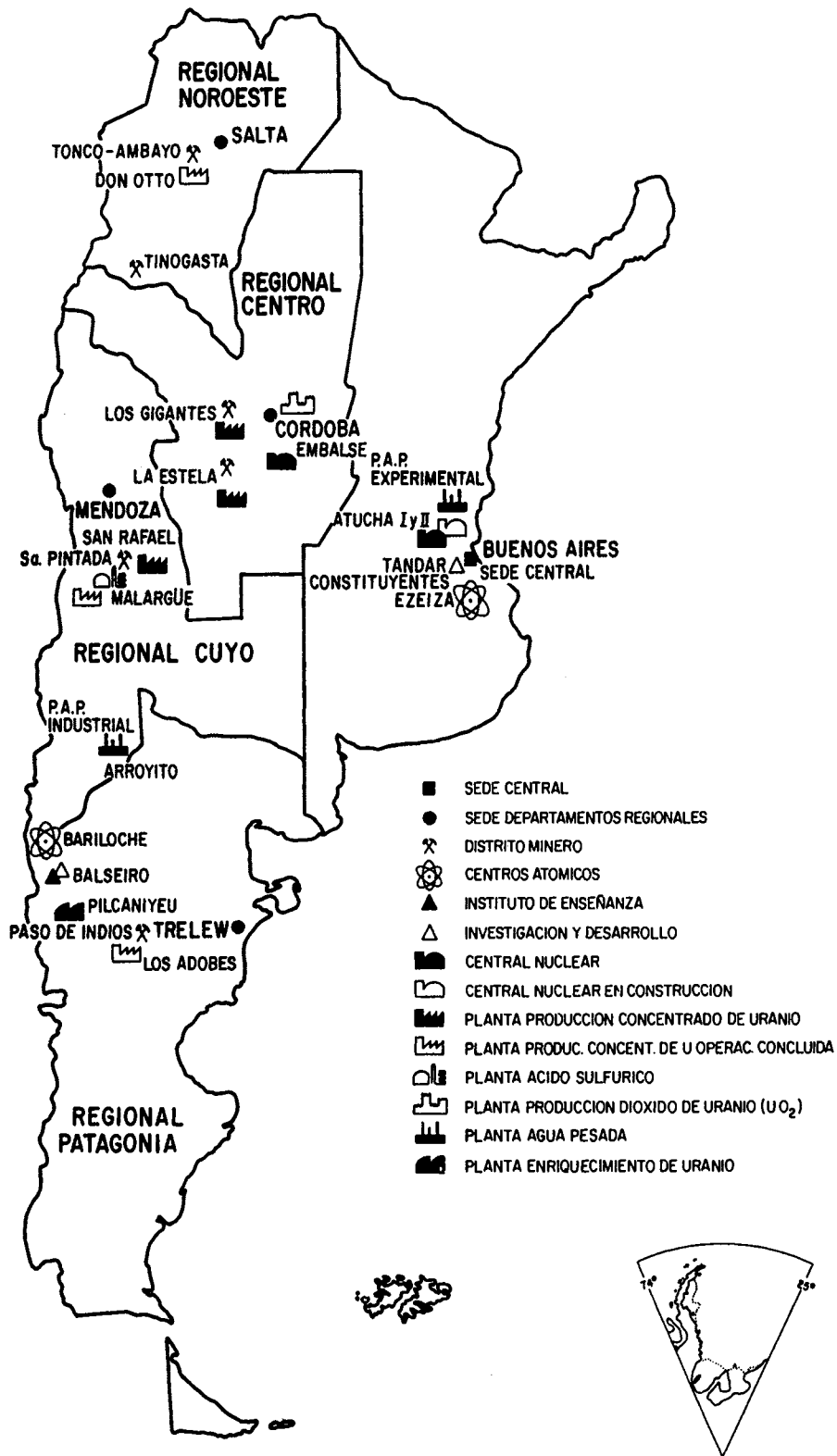
Para mayor información, dirigirse a:

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
 Departamento Relaciones Públicas (interno 209)
 Departamento Información Técnica (interno 386)
 Avenida del Libertador 8250, (1429) - Capital Federal
 Tels. 70-7711/15; 70-4182/85; 70-4176/79; 70-0020; 701-2433/34
 Télex: 25392PREAT AR y 23458CNEASC AR FAX: 786-9550



Sede Central

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE ACTIVIDADES



Mensaje de la Presidencia de la CNEA

La Argentina ha encarado su desarrollo nuclear con fines exclusivamente pacíficos. Esa es y ha sido siempre su vocación, como lo prueban los hechos. Los objetivos y políticas de la República en este campo procuran lograr un adecuado grado de autonomía en la concreción de un programa nuclear que sirva auténticamente a los intereses nacionales.

La decisión de alcanzar ese grado de autonomía llevó a elegir para la generación nucleoelectrica reactores de la línea de uranio natural moderados con agua pesada, que presenta para nuestro país evidentes ventajas a los fines señalados. Asimismo, dicha decisión determinó la realización de esfuerzos significativos en procura de obtener la tecnología necesaria para el dominio del ciclo del combustible nuclear, incluidas sus etapas finales, en la convicción de que en dicho dominio radica la verdadera posibilidad de asegurar una auténtica libertad en la toma de decisiones en este campo.

La ejecución de estas actividades debió basarse necesariamente en la existencia de una sólida estructura de investigación y desarrollo con capacidad de respuesta frente a los problemas científicos y tecnológicos emergentes y que, a la vez, permitiese la capacitación de recursos humanos altamente especializados.

Sin embargo, el Programa Nuclear Argentino no se agota en la generación nucleoelectrica sino que reconoce, además, una amplia gama de aplicaciones en la medicina, la agricultura, la veterinaria y la industria, que generan un inmediato beneficio al público en materia de salud, alimentación y actividades productivas en general.

Para lograr que un programa nuclear amplio y ambicioso como el descrito produjera los beneficios contemplados, fue preciso extremar la seguridad en torno al mismo, de modo tal de asegurar la protección radiológica de la población y la preservación del medio ambiente.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) es el órgano executor a nivel nacional del Programa Nuclear Argentino. Próxima a cumplir su cuadragésimo aniversario de ininterrumpidos esfuerzos, la Comisión ha experimentado un notable avance que hoy en día se materializa en centrales nucleoelectricas en operación regular, plantas de fabricación de elementos combustibles y componentes de zircaloy, plantas de producción de radioisótopos, plantas de explotación y purificación de minerales de uranio, plantas de producción de agua pesada y de enriquecimiento de uranio (en construcción avanzada), desarrollos tecnológicos y estudios significativos en materia de reprocesamiento de elementos combustibles irradiados y de disposición de desechos radiactivos

de alta actividad, una importante infraestructura de investigación y desarrollo, un satisfactorio registro en materia de seguridad nuclear y, por sobre todo ello, la disponibilidad de suficientes recursos humanos adecuadamente capacitados.

Estos logros representan un avance científico-tecnológico apreciable que ha colocado al país en un lugar destacado entre las naciones que cuentan con desarrollos relevantes en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear y ha significado, además, una influencia positiva en el aparato productivo del país, mejorando en muchos aspectos los niveles de calidad de la industria nacional y permitiendo la exportación de bienes con alto valor agregado.

En el año que la presente memoria intenta reflejar se conmemora un hecho particularmente significativo en la historia de la CNEA, que constituye un verdadero hito en el desarrollo nuclear argentino: el trigésimo aniversario de la inauguración de su primer reactor de investigación, el RA-1, diseñado y construido por profesionales argentinos, que configuró un verdadero acontecimiento para nuestro país en una etapa tan inicial de su desarrollo nuclear.

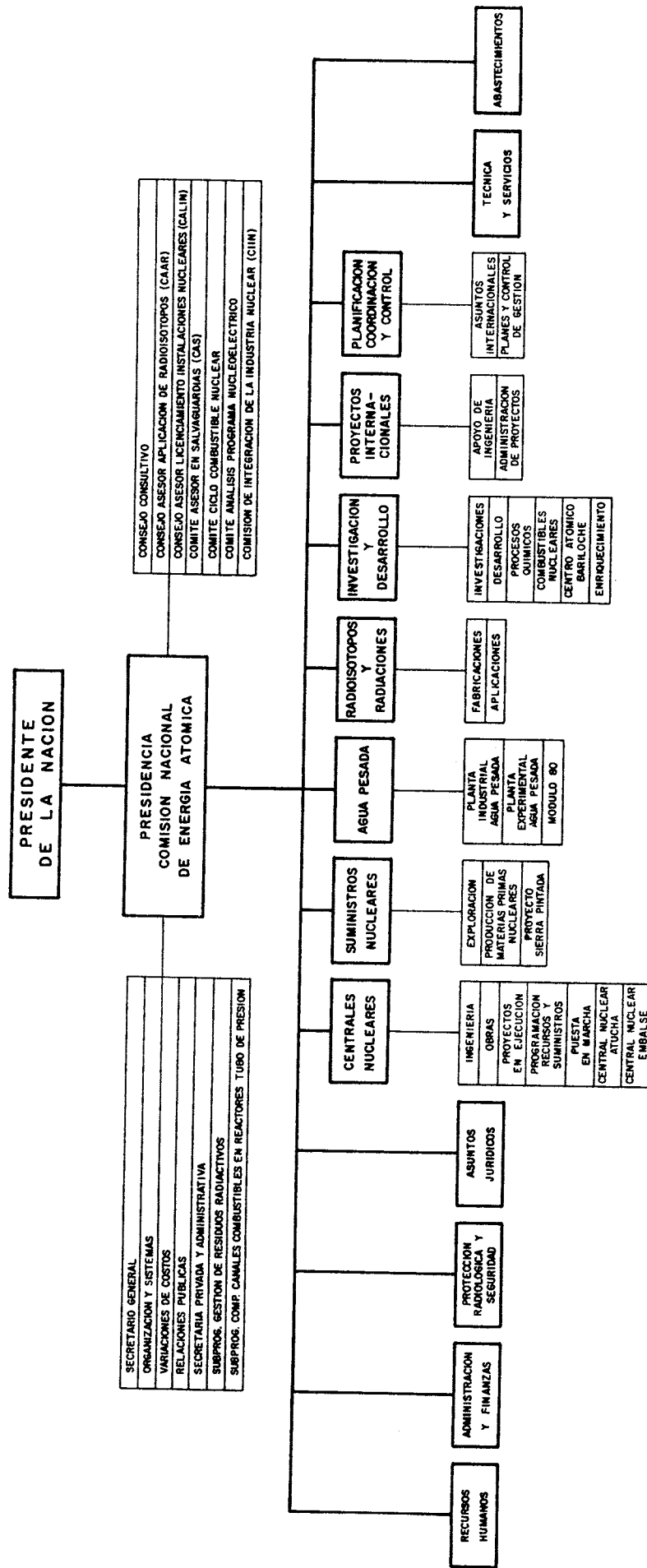
Todos los pueblos del mundo tienen el derecho inalienable de gozar de los beneficios de la energía nuclear sin restricciones ni discriminaciones. Ello contribuirá a mejorar su nivel de vida y a preservar la armonía en las relaciones internacionales. La Argentina, dentro de sus posibilidades, ha puesto en práctica esa filosofía a través de la CNEA, mediante un intenso desarrollo de actividades de cooperación técnica y de intercambio y transferencia de tecnología con numerosos países de todas las regiones, sobre una base de igualdad jurídica y de respeto mutuo de las respectivas decisiones soberanas, en el marco de un profundo sentido de responsabilidad ante la comunidad internacional.

Prueba de ello fue la inauguración, el 19 de diciembre de 1988, del Centro Nuclear de Investigaciones del Perú, dotado de un reactor de 10 MW de potencia con laboratorios anexos, una planta de producción de radioisótopos y un laboratorio de protección radiológica. El Centro es el producto de la tesonera y extensa cooperación entre el Instituto Peruano de Energía Nuclear y la CNEA, la cual proveyó sin restricciones ni limitaciones la tecnología necesaria para su construcción, así como el equipamiento y los materiales nucleares requeridos, capacitando al mismo tiempo al personal peruano para su operación.

Esperamos poder culminar en el futuro otras realizaciones como ésta, algunas de las cuales ya se hallan en pleno desarrollo en otros países amigos. La Argentina cree firmemente que son las armas nucleares y no los usos pacíficos de la energía nuclear las que representan la gran amenaza para la supervivencia de la humanidad.

ORGANIZACION FUNCIONAL

1988



CENTRALES NUCLEARES

El Programa de Centrales Nucleares ha sido desarrollado con el fin de contribuir a satisfacer las necesidades energéticas del país —a mediano y largo plazo— mediante la instalación de centrales nucleoelectricas, con una creciente participación de la ciencia, la tecnología y la industria argentina. A través de la operación comercial de las dos centrales nucleares actualmente en funcionamiento, la CNEA asegura el suministro de electricidad al Sistema Interconectado Nacional (SIN). Estas centrales, al igual que una tercera actualmente en construcción y una cuarta proyectada, utilizan reactores nucleares alimentados con uranio natural, y moderados y refrigerados por agua pesada.

La política en la cual este Programa se fundamenta está orientada a asegurar la producción de energía nucleoelectrica, independizándola de contingencias a nivel internacional; para ello se procura que —tanto en la etapa de instalación de las centrales y obtención de los suministros necesarios, como en la de operación y mantenimiento— exista una creciente participación local.

Como resultado del esfuerzo realizado en pos de los objetivos propuestos, la energía nuclear representa hoy un aporte significativo a la generación de electricidad dentro del SIN, según se puede apreciar en la Tabla 1.

El Programa de Centrales Nucleares se inició en el año 1964, con la decisión de realizar el estudio de preinversión de una central nuclear para la zona del Gran Buenos Aires-Litoral.

El proyecto que motivaba el estudio de preinversión se materializó a partir de 1968,

<i>Empresa</i>	<i>(GWh)</i>	<i>(%)</i>
CNEA	6 665	15,43
HIDRONOR	5 310	12,28
SEGBA	9 698	22,43
AyEE	10 188	23,57
DEBA	1 984	4,59
SALTO GRANDE	6 434	14,88
EPEC+SESLEP	2 950	6,82
<i>Total SIN</i>	<i>43 229</i>	<i>100,00</i>

Tabla 1: Generación de las principales empresas de producción durante 1988

con la firma del contrato con la compañía alemana *Siemens AG* para la construcción de la Central Nuclear Atucha I (CNA I). Esta central, inaugurada en 1974, es la primera en América Latina. Con una potencia nominal inicial de 340 MWe —que a partir de 1977 fue incrementada a 370 MWe—, ha tenido un desempeño sobresaliente, figurando varios años entre las centrales nucleares más eficientes del mundo.

La opción por la línea de reactores de uranio natural y agua pesada, en lugar de la de uranio enriquecido y agua natural, obedeció —entre otras razones— al deseo de independizarse del virtual monopolio del suministro de uranio enriquecido.

El segundo proyecto del programa fue la Central Nuclear Embalse (CNE). La elección recayó nuevamente en una central de uranio natural y agua pesada, adjudicada a

**INDICES RELATIVOS A LA EXPLOTACION DE LAS
CENTRALES NUCLEARES ATUCHA I Y EMBALSE**

		<i>AÑO 1988</i>	
		<i>CNA I</i>	<i>CNE</i>
1.	Potencia bruta instalada (MWe)	370	648
2.	Potencia nuclear instalada (1018 MW) respecto a potencia total instalada en SIN (en %)	2,92	5,12
	<i>TOTAL CNEA</i>	<i>8,04</i>	
3.	Energía bruta generada (MWh)	861 164	4 939 910
4.	Energía bruta no generada por restricciones del DNC (MWh)	10 894	54 667
5.	Factor de carga bruto (%)	30	86,79
6.	Factor de disponibilidad (%)	48,25	86,87
7.	Factor de indisponibilidad programada (%)	0	0
8.	Factor de indisponibilidad no programada (%)	70,32	13,59
9.	Reducción de carga por restricciones del DNC (%)	0	0,14
10.	Horas en línea	2 915	7 798
11.	Número de paradas	7	5
12.	Participación de la CNEA en la energía total vendida en el SIN (en %)	31,26	
13.	Participación de la CNEA en la potencia total vendida en el SIN (en %)	19,58	
14.	Facturación anual en millones de U\$S	12,070	69,240
15.	Número de elementos combustibles incorporados al núcleo	127	4 504
16.	Quemado medio de extracción (MWd/tU)	5 900	7 816
17.	Uranio consumido (t)	19,4	
18.	Pérdidas de agua pesada no recuperables – en kg	2 800	4 164
	– en % del inventario total	0,89	
19.	Emisión al medio ambiente expresada en % del valor límite anual autorizado	4,69	
20.	cobalto-60 extraído (Ci)	5 161 602	
21.	cobalto-60 extraído acumulado (Ci)	11 259 341	

la empresa estatal canadiense *Atomic Energy of Canada Limited (AECL)* —diseñadora de los reactores CANDU— y a la sociedad estatal italiana *Italmimpianti*, para la provisión del sector convencional de la central.

La CNE, al igual que su predecesora, fue adjudicada con un contrato “llave en mano”. Circunstancias de orden técnico y económico obligaron a modificar los contratos originales, por lo que la CNEA alcanzó una creciente participación en la construcción de la Central. De ese modo, se hizo cargo —como subcontratista principal de AECL— del montaje de las instalaciones electromecánicas y eléctricas en los edificios del reactor y de servicios, con lo que obtuvo una importante experiencia en esta etapa de la instalación.

El esquema de los contratos “llave en mano” fue abandonado a partir del tercer proyecto del Programa, la Central Nuclear Atucha II (CNA II). La decisión para la construcción de esta central se materializó con el Decreto N° 302/79, que autorizó el llamado a licitación para la provisión de equipos para la central y para constituir una empresa argentina de ingeniería, que actuaría como arquitecto industrial en la ejecución de este y otros futuros proyectos.

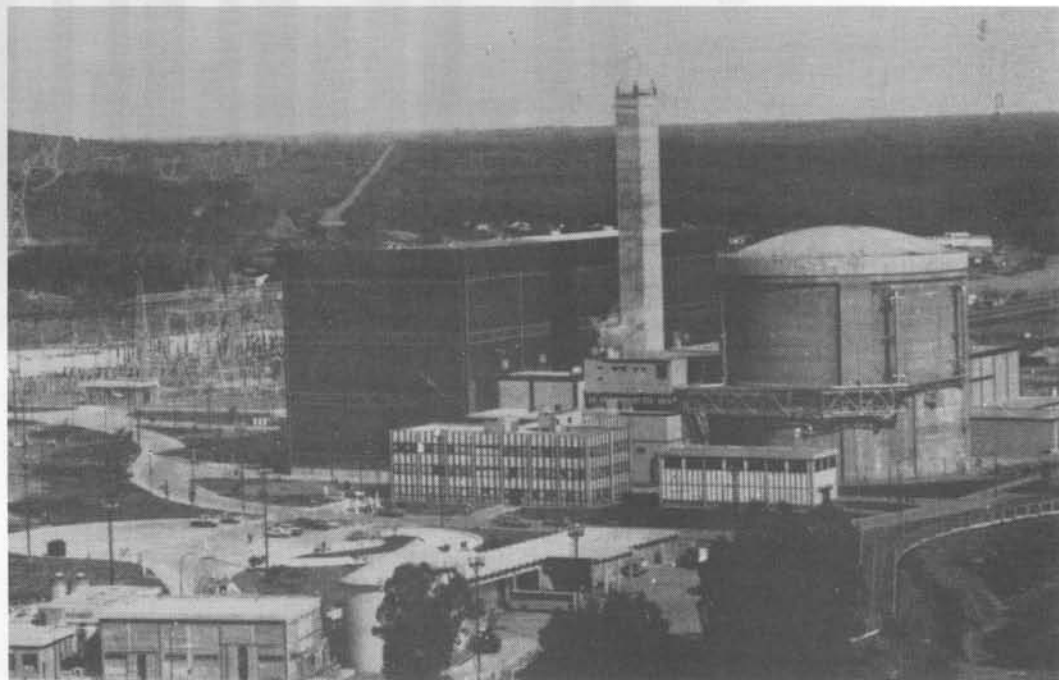
Efectuado el concurso de ofertas para la CNA II, la elección recayó en la oferta presentada por la empresa alemana *Kraftwerk Union AG (KWU)*, subsidiaria de *Siemens AG*, consistente en una central similar a la CNA I, pero de 745 MWe de potencia bruta.

El 9 de mayo de 1980 se firmaron con KWU una serie de contratos relativos a los suministros, servicios y garantías a proveer por dicha empresa para la futura central, y a la transferencia de tecnología para la fabricación de elementos combustibles y para la ingeniería de centrales nucleares.

Entre estos contratos, aprobados por Decreto N° 1337/80 del Poder Ejecutivo Nacional, se incluyó también el “Acuerdo de Accionistas” para la creación de la *Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas (ENACE SA)*, sociedad mixta con una participación accionaria inicial del 75% para la CNEA y del 25% para KWU, previéndose en el Acuerdo una progresiva disminución de la participación alemana.

Cabe señalar finalmente que, como resultado de las pautas de promoción de la industria nacional fijadas por la CNEA, fue posible adjudicar a una empresa privada argentina la fabricación de dos generadores de vapor, tres intercambiadores de calor del moderador y un presurizador para la CNA II, inaugurándose de ese modo la participación de la industria nacional en la producción de grandes componentes para centrales nucleares. También se adjudicó a una empresa local el montaje de la esfera de contención del reactor, de 56 m de diámetro, para cuya realización la CNEA adquirió la tecnología correspondiente a la firma proveedora del material. Asimismo, se adjudicó a un consorcio local la ingeniería de detalle de la obra civil para todos los edificios de la central.

Central Nuclear Embalse



CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I (CNA I)

Datos relevantes de la instalación

Central tipo PHWR con
recipiente de presión
Moderador: agua pesada
Refrigerante: agua pesada
Combustible: uranio natural
Potencia eléctrica neta: 357 MWe
Potencia eléctrica bruta: 370 MWe

Turbogrupos:

1 etapa de alta presión
3 etapas de baja presión en
tándem vapor saturado
velocidad: 3000 RPM

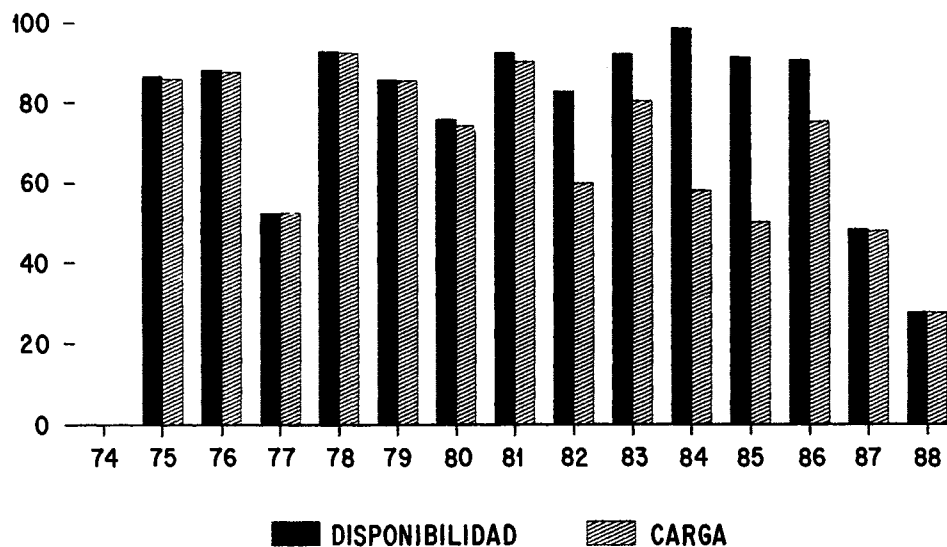
Hitos del proyecto

Comienzo de la construcción: 01.06.68
Criticidad inicial: 13.01.74
Sincronización con la red: 19.03.74
Explotación industrial: 24.06.74
Aumento de potencia al 100%: 06.05.77

El incidente ocurrido el 22 de diciembre de 1987, cuando se soltó el tapón de cierre de un canal sin elemento combustible, provocó la salida de 60 tn de agua pesada, las cuales fueron recolectadas y recuperadas con las columnas de enriquecimiento de la central durante los primeros meses del año.

La planta fue puesta nuevamente en servicio el 19 de abril y operó con algunas interrupciones por fallas en el turbogrupos hasta el 11 de agosto, cuando se desconectó manualmente el reactor ante el evidente comportamiento anormal de la regulación de potencia, reflejado en una súbita pérdida de reactividad. Haciendo el análisis en piletas del combustible extraído del canal R-06 el día 8 de agosto, se observaron graves daños a la altura del separador N° 13; y al inspeccionar el combustible extraído del R-06 después de la parada, se observó la falta de todo el extremo inferior por debajo de dichos separadores. Ante la evidencia de falla del canal, se inició un programa de inspecciones de los internos del tanque del moderador a través de los orificios descubiertos por la extracción de canales, para lo cual se utilizó un equipo subacuático de televi-

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I
FACTOR DE DISPONIBILIDAD Y CARGA
(EN PORCIENTO)



1974 PUESTA EN MARCHA

sión. Como resultado de este programa de inspecciones, se pudo comprobar la existencia en el fondo del tanque del moderador del tramo inferior del canal R-06, tubo guía de sonda de nivel, pedazos de chapa de aislación térmica y trozos de láminas de aislación térmica de los canales. Además, se verificaron daños en el toroide inferior de entrada del moderador y se encontraron varios canales con la aislación térmica deteriorada.

Se constituyó un grupo de análisis del incidente, compuesto por profesionales de la CNA I y por especialistas en distintas áreas, pertenecientes a la *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*, a *Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas (ENACE SA)* y a *Siemens AG*.

A los efectos de llevar a cabo las tareas de reparación, fue necesario el diseño y construcción de equipamiento específico. Para ello, se creó un grupo de trabajo compuesto por personal de la *CNEA*, *TECHINT*, *Combustibles Nucleares Argentinos (CONUAR SA)* e *Investigaciones Aplicadas (INVAP SE)*.

Se iniciaron los estudios tendientes a esclarecer la causa de las fallas que se observaron.

CENTRAL NUCLEAR EMBALSE (CNE)

Datos relevantes de la instalación

Central de tubos de presión (tipo CANDU)
Moderador: agua pesada
Refrigerante: agua pesada
Combustible: uranio natural
Potencia eléctrica neta: 600 MW
Potencia eléctrica bruta: 648 MW

Turbogrupos:

1 etapa de alta presión
3 etapas de baja presión en
tándem vapor saturado
velocidad: 1500 rpm
generación: trifásica 21 KV 50 Hz

Hitos del proyecto

Firma del contrato: 20.12.73

Inicio de la obra: 07.05.74

Finalización del montaje: mediados de 1981

Primera criticidad: 13.03.83

Primera sincronización a la red nacional interconectada con vapor de origen nuclear: 25.04.83

Alcance del 100% de potencia: 15.09.83

Inicio de la operación comercial: 20.01.84

Participación nacional total: 53,7% del monto de la obra.

Como puede observarse en la Tabla 2, 1988 ha sido un año muy importante en la producción de la CNE, alcanzando un factor de disponibilidad del 86,79% —similar al de 1987— y produciendo cerca de 5 000 GWh —es decir, superando en más de un 10% la energía a suministrar durante el año en base al acuerdo con el Despacho Nacional de Cargas (DNC).

En el mes de abril se sacó de servicio la central y se la llevó a parada fría como consecuencia de problemas de control de presión e inventario de agua pesada del sistema primario.

Se comprobó la rotura de un filtro de una columna de intercambio iónico, rotura que hizo posible el ingreso de resinas al circuito primario y sus auxiliares. Consecuentemente, se debió proceder a la limpieza y acondicionamiento químico del sistema primario y auxiliares.

Se aprovechó la parada para realizar los siguientes trabajos principales:

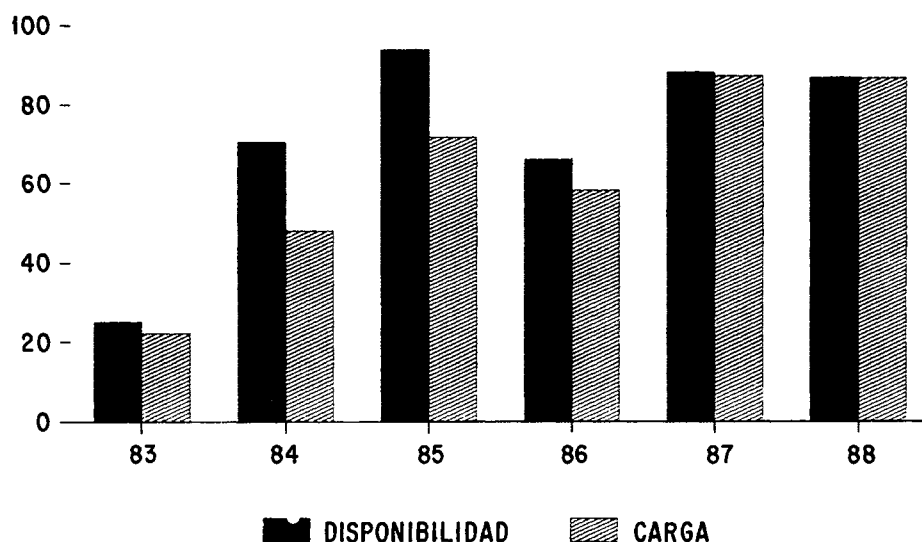
- extracción de barras ajustadoras de cobalto.
- tareas de mantenimiento que requiere el estado de parada fría de la central.

El 16 de mayo, se volvió a sincronizar la central con la red.

Rendimiento operativo

Desde la fecha de entrada en operación comercial (20.01.84), la Central Nuclear Em-

CENTRAL NUCLEAR EMBALSE FACTOR DE DISPONIBILIDAD Y CARGA (EN PORCIENTO)



1983 PUESTA EN MARCHA

balse es operada con personal argentino — en su mayor parte, natural de la Provincia de Córdoba. Dicho personal, altamente calificado y con entrenamiento en plantas similares en el país y en el exterior, participó en el montaje, pruebas y puesta en marcha de la planta, brindando así una garantía adicional en el conocimiento de la instalación. Embalse ha operado siempre de acuerdo a las normas y reglamentaciones de la autoridad licencianta nacional, el *Consejo Asesor para el Licenciamiento de Instalaciones Nucleares (CALIN)*, no habiendo sobrepasado ninguno de los valores límites especificados para su operación.

Año	Energía (MWh)	
	Bruta [a]	Neta
1984	2 762 630	2 500 600 [b]
1985	4 153 220	3 778 570 [b]
1986	3 351 640	3 061 670
1987	4 970 870	4 577 047
1988	4 939 910	4 560 583

Tabla 2: Energía generada

[a] Energía bruta acumulada desde la primera sincronización con la red nacional (25.04.83) hasta 31.12.88: 18 478 470 MWh

[b] La Central debió reducir su generación ("ciclar") a solicitud del Despacho Nacional de Cargas

Producción de cobalto-60

Además de energía eléctrica, la central genera cobalto-60 (ver Tabla 3), un valioso radioisótopo de conocida aplicación en la industria y en la medicina, siendo ello un aporte de divisas al país debido a su exportación:

Año	Actividad (Ci)	Observac.
1984	2 400 000	21 barras
1985	— —	— —
1986	3 535 000	18 barras
1987	172 739,2	3 barras
1988	5 161 602,1	16 barras
Total	11 269 341,3	58 barras

Tabla 3: Producción de cobalto-60 en la Central Nuclear Embalse (CNE)

Emisiones al medio ambiente

Las emisiones al medio ambiente (ver Tabla 4) han representado una reducida fracción de los límites autorizados por la licencia de la central. Estas emisiones se indican para cada año, en términos porcentuales de los límites autorizados.

Año	Emisión anual relativa referida a la descarga límite autorizada (%)
1984	1,16
1985	2,71
1986	5,84
1987	11,38
1988	10,66

Tabla 4: Emisiones al medio ambiente

Estos valores límites no sólo respetan recomendaciones internacionales tales como las de la *Comisión Internacional de Protección Radiológica (en inglés, ICRP)* o las de la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, sino que responden a valores conservadores estipulados por el CALIN, que consideran el ecosistema circundante. Para verificar esos valores, se realiza un permanente monitoreo radiosanitario y de impacto ambiental, ausente en muchas otras actividades industriales del país.

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA II (CNA II) (en construcción)

Datos relevantes de la instalación

Central tipo PHWR con recipiente de presión
Moderador: agua pesada
Refrigerante: agua pesada
Combustible: uranio natural
Potencia eléctrica bruta: 745 MWe

En los primeros meses del año 1988 se reprogramaron las actividades previstas en el cronograma del ejercicio correspondiente, a fin de compatibilizar las mismas con las disponibilidades presupuestarias que surgieron de reuniones celebradas con funcionarios del Ministerio de Economía, en las que se determinó que el nivel de crédito para el ejercicio 1988 no debía superar el otorgado en el año 1987. Esta decisión trajo como consecuencia el traslado de la fecha de recepción de la Central — prevista para junio de 1993 — a diciembre de 1993. Las cifras requeridas para recibir la central en junio de 1993 resultaban superiores al crédito otorgado; por otra parte, el traslado de la fecha de entrega a diciembre de 1993 sólo podía resultar efectivo ajustándose a las restricciones presupuestarias previstas para el ejercicio 1988. Consecuentemente, se debieron adoptar las siguientes medidas:

- se limitó el ritmo de la Obra Gruesa y las tareas de montaje programadas;
- se postergaron los trabajos de terminaciones de la obra civil; y
- se postergó la adjudicación de una serie de contratos a colocar, tales como los de Ingeniería de Cañerías (Fase III), Ventilación, Obra Hidráulica, Protección de Superficies y Bandejas Portacables. La colocación de los mismos es prioritaria, por tratarse de tareas que pasan por el camino crítico; la postergación continuada de su adjudicación afectará al cronograma general de la Central, generándose nuevos atrasos.

Con respecto al contrato de Obra Gruesa, el 30.06.88 se firmó un Acta de Acuerdo en la que se prorroga hasta el 31.12.88 el régimen provisorio de certificación y de tareas. Se están llevando a cabo negociaciones en torno a la enmienda N° 9 del contrato, para cuya firma se ha establecido como plazo el 28.02.89.

El rasgo fundamental del período ha sido la baja certificación en los contratos, motivada por dos causas principales:

- la sostenida falta de flujo de fondos, que incrementó progresivamente la deuda con proveedores —quienes a su vez desaceleraron el ritmo de los trabajos.
- la renegociación de todos los contratos colocados según lo establecido en el Decreto 1460/87, en el que se disponen nuevas modalidades de pago (25% en efectivo y 75% mediante documentos).

El avance real del Proyecto al 31.12.88 ha sido del 64%. Este valor no se aparta del programado, ya que la reprogramación efectuada a principios de año contemplaba un avance total del orden del 5% para el año 1988, que debe sumarse al 59% acumulado a diciembre de 1987.

Este avance surge de la combinación de los avances reales de las áreas de Ingeniería, Suministros, Obra Civil, Montaje y Puesta en Servicio.

El avance de los contratos colocados en el extranjero ha sido del 89% para los Suministros y del 83% para los Servicios, en tanto que aquellos que corresponden a la parte nacional alcanzaron un valor del orden del 69% para la Obra Civil, 40% para los Suministros y 45% en los Servicios.

GERENCIA DE INGENIERIA

Mediante Resolución de la Presidencia de la CNEA se creó el Subprograma de Inspección y Ensayos, el cual tomará a su cargo los aspectos ingenieriles de las actividades de Inspección en Servicio de las Centrales Nucleares. Dentro de las actividades iniciales de este Subprograma, merecen destacarse la puesta en marcha del equipo *SLAR-ETTE* para detección y reposicionado de los anillos separadores en centrales de tubos de presión, la puesta en marcha del equipamiento para inspección de tubos de generadores de vapor y la realización de mediciones con el equipo *ROCKWELL* en el recipiente de presión de la CNA I. Para el desarrollo de estas tareas, se está traba-

jando en estrecha colaboración con el *Departamento Instituto de Ensayos No-Destructivos (INEND)* y otros sectores especializados de la CNEA.

Asimismo, pueden mencionarse como de singular relevancia las tareas vinculadas con el reemplazo de la computadora de la CNA I, la revisión del informe de seguridad de la CNA I, la confección de un nuevo plan de emergencia para la CNE y el diseño de herramientas especiales para realizar trabajos en el reactor de la CNA I.

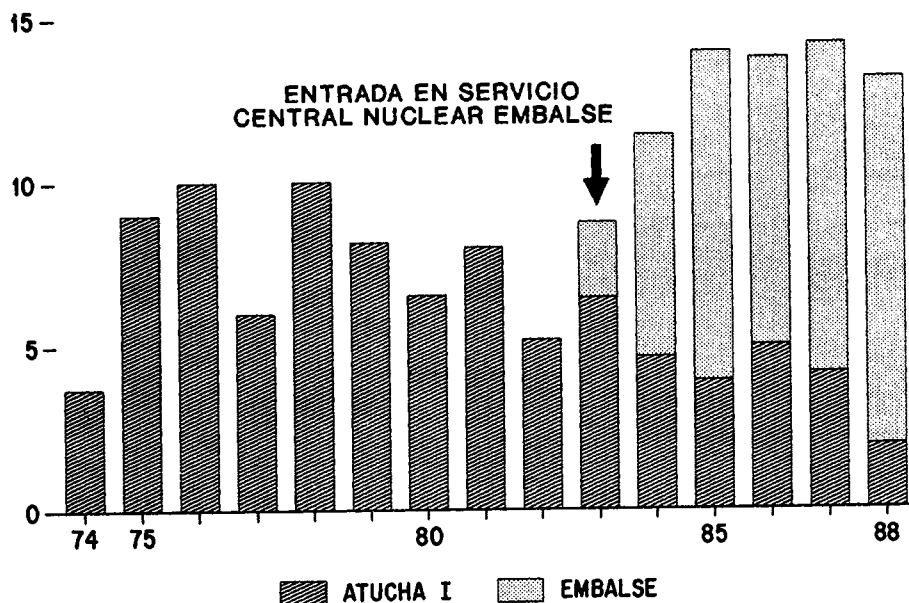
En relación con las mejoras a ser efectuadas en las centrales en operación, se han realizado —entre otras— tareas de ingeniería y gestión de combustible vinculadas con la carga de elementos combustibles con uranio ligeramente enriquecido en el reactor de la CNA I. Por otra parte, se están aplicando técnicas de medición de ruido neutrónico para el seguimiento del funcionamiento de los sensores en las centrales, esperando ampliar en el futuro el espectro de utilización de esta técnica.

ESTUDIOS ENERGETICOS Y EQUIPAMIENTO NUCLEAR

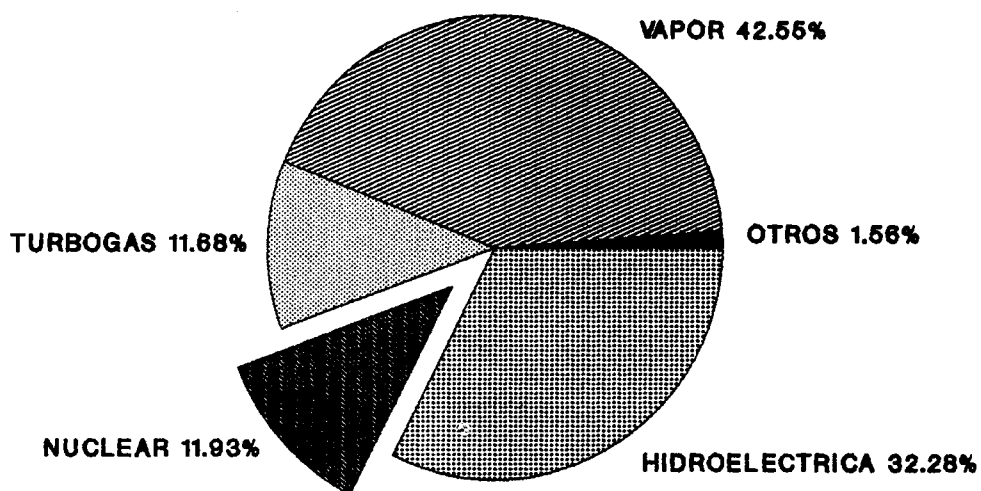
La potencia nucleoelectrica instalada en la República Argentina representa un 7,8 % del total (ver Tabla 5), habiéndose contribuido en los dos últimos años en un 13% a la generación del Sistema Interconectado Nacional (ver Tabla 6). Estas cifras indican valores de disponibilidad aceptables, comparables con los obtenidos internacionalmente, aún cuando los factores de carga han obligado a ciclos que no resultan óptimos para la operación de las centrales, atendiendo a la naturaleza de sus diseños.

Esta situación indica que este tipo de generación resulta una alternativa que no debe dejarse de contemplar en los planes y proyecciones del sector eléctrico, habida cuenta de la escasez de los otros recursos (renovables y no renovables). En ese sentido, la Secretaría de Energía prevé incorporar 700 MW eléctricos para el año 2000, que se sumarían a otros tantos que aportará la Central Nuclear Atucha II.

**PARTICIPACION DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA
(CENTRALES NUCLEARES ATUCHA I Y EMBALSE)
EN PORCIENTO DEL TOTAL GENERADO ANUALMENTE
EN EL SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL**



**PARTICIPACION DE LA NUCLEOELECTRICIDAD
EN LA ENERGIA TOTAL PRODUCIDA EN LA REPUBLICA ARGENTINA
(ACUMULADO POR TIPO DE GENERACION)
1988**



Utilizando criterios similares a los empleados por la Secretaría de Energía, la CNEA prevé, para el período comprendido entre los años 2000 y 2020, la incorporación de centrales nucleares con una potencia total de 12 000 MW eléctricos.

<i>Empresa</i>	<i>(MW)</i>	<i>(%)</i>
CNEA	658	7,86
HIDRONOR	2 318	27,64
SEGBA	1 487	17,73
AyEE	2 302	27,45
DEBA	344	4,10
SALTO GRANDE	677	8,07
EPEC+SESLEP	600	7,15
<i>Disponibilidad promedio SIN</i>	<i>8 386</i>	<i>100,00</i>
<i>Total Instalado SIN</i>	<i>12 665</i>	<i>—</i>

Tabla 5: Disponibilidad de potencia promedio por empresa del SIN (1988)

<i>Tipo de fuente</i>	<i>(GWh)</i>
Nuclear	6 665
Térmica	20 364
Hidráulica	16 200
<i>Total</i>	<i>43 229</i>

Tabla 6: Generación por tipo de fuente durante 1988

<i>Empresa</i>	<i>milésimas de dolar estadounidense/kWh</i>
CNEA	15,138
HIDRONOR	25,193
SALTO GRANDE	20,917

Tabla 7: Tarifa media de las empresas vendedoras del SIN durante 1988

PERSPECTIVAS DE LA NUCLEOELECTRICIDAD

Es posible constatar una demanda creciente de nucleoelectricidad en el mundo y — particularmente— en la Argentina, estimándose un crecimiento de la participación nucleoelectrónica tanto en la demanda de electricidad como en la de energía primaria (combustibles sólidos, líquidos, gaseosos, hidroelectricidad, energía térmica).

Los resultados de las últimas previsiones de la CNEA para la Argentina se detallan en la Tabla 8.

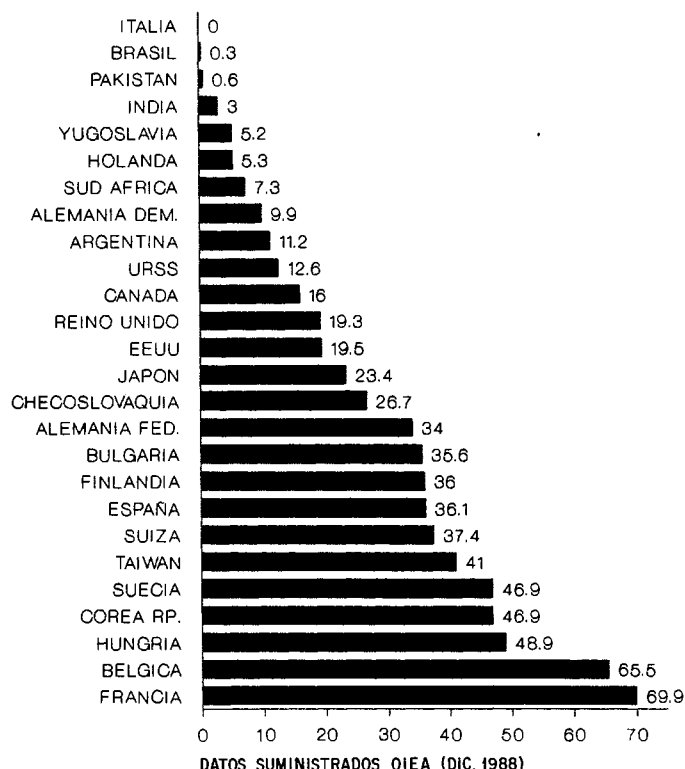
AÑO	POTENCIA INSTALADA (MW)				POTENCIA INSTALADA (%)			
	HIDRAULICO	TERMICO	NUCLEAR	TOTAL	HIDR.	TERM.	NUCL.	TOTAL
1985	2 343	2 744	1 018	6 105	38	45	17	100
1990	2 303	3 644	1 018	6 965	33	52	15	100
1995	3 908	3 709	1 763	9 380	42	39	19	100
2000	6 248	3 745	2 463	12 456	50	30	20	100
2005	11 714	4 445	2 093	18 252	64	24	12	100
2010	14 455	7 105	3 493	25 053	58	28	14	100
2015	16 885	10 505	6 145	33 535	51	31	18	100
2020	16 885	16 060	12 645	45 590	37	35	28	100

Tabla 8: Equipamiento para satisfacer la demanda de base total

Criterios adoptados:

- Se consideró equipamiento de base total al que opera como mínimo 5 840 horas anuales.
- La demanda para el período 1985-2000, será la establecida en el Plan Energético Nacional 1986-2000, lo que significa una tasa media anual acumulativa de crecimiento del 7,65% para el período citado.
- Para el período 2000-2020, la demanda crecerá con una tasa media anual acumulativa del 7,19 %.
- Las centrales térmicas convencionales se retiran del equipamiento para la demanda de base total a los 35 años de su incorporación.
- Las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse se retiran a los 30 años del inicio de su operación.
- Las prioridades de equipamiento consideradas son: 1) hidráulico, 2) térmico (utilización de gas y carbón), y 3) nuclear.
- En el período 1985-2020 se previó el aporte de Yacretá, Corpus y Paraná Medio, es decir, de los principales proyectos hidráulicos del país.
- Se consideró una reserva de potencia instalada mínima del 15% y máxima del 20%.

SITUACION NUCLEOELECTRICA MUNDIAL AÑO 1988



LA INSTRUMENTACION DE CONTROL PARA REACTORES

Hacia fines de la década del cincuenta, comienza a gestarse en la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) un programa de desarrollo y construcción de reactores nucleares de investigación. Este hecho constituye, ciertamente, el punto de partida para el surgimiento y posterior desarrollo de numerosas áreas vinculadas a los reactores; entre ellas, la de instrumentación de control.

Los antecedentes más remotos de la instrumentación nuclear en la CNEA pueden situarse en el año 1950, cuando se crea el Departamento de Electrónica, el cual dependía en forma directa del Director Técnico de la entonces Dirección Nacional de Energía Atómica (DNEA). En aquellos primeros años, el Departamento carecía de un conjunto de objetivos específicos y determinados. Su función era más bien flexible: satisfacer las necesidades en materia de electrónica de otros sectores de la Comisión, tales como los de radioquímica, física nuclear y prospección de uranio. La ayuda consistía no sólo en el desarrollo y construcción de diversos equipos electrónicos adecuados a las necesidades de cada sector —tales como escalímetros, detectores, integradores, espectrómetros, amplificadores, etc.— sino también en su reparación.

La decisión adoptada por la CNEA de iniciar un programa de construcción de reactores de investigación gravitaría fundamentalmente en el futuro de su Departamento de Electrónica. En efecto, éste dedicaría una parte importante de sus recursos materiales y humanos para tomar a su cargo la instrumentación de control de los futuros reactores a partir de 1957.

En efecto, en aquel año la CNEA decidió la construcción del reactor de investigación *Argonaut*, diseñado por el *Argonne National Laboratory* de los Estados Unidos. Para la Comisión, el futuro RA-1 representaba un primer y esencial paso en el camino de la generación de energía nuclear con fines pacíficos; para su Departamento de Instrumentación, significó una invalorable oportunidad de desarrollo, que encaró —para el RA-1 en particular— sin ningún tipo de plan preestablecido: todo dependió de la imaginación, dedicación y esfuerzo individuales. El éxito del proyecto repercutió favorablemente en la cohesión del Departamento a nivel profesional.

Ello, sin embargo, sólo pudo lograrse mediante una organización adecuada. En 1960, bajo los lineamientos de la reorganización de la CNEA se creó el Departamento de Instrumentación y Control, dependiente de la Gerencia de Energía. Contaba con cuatro divisiones: la de Instrumentación de Reactores, a cargo del desarrollo y construcción de los equipos destinados al control de reactores; la de Desarrollos Electrónicos, para el desarrollo de equipos de uso general en la física nuclear y en aplicaciones biológicas e industriales; la de Sistemas de Detección, para el desarrollo y construcción de sistemas de detección y medición de radiación ionizante; y la de Mantenimiento y Construcción, para la construcción de aquellos equipos que la industria privada no estaba en condiciones de proveer, y de los prototipos desarrollados por las otras Divisiones. Esta última se encargaba, además, del mantenimiento y calibración de gran parte del material electrónico de la CNEA.

Es con la construcción del reactor de investigación RA-3 cuando surge claramente el potencial que se disponía en el área de instrumentación de control, potencial derivado de la experiencia adquirida con el RA-1, del mayor entusiasmo profesional y de la reestructuración de 1960. La División de Desarrollos Electrónicos se ocupó de desarrollar, entre otros instrumentos, amplificadores de señales de los detectores (lo que incluyó la construcción de amplificadores de pulsos débiles, logarítmicos y lineales) medidores de período, y equipos de disparo de seguridad y de monitoreo. La División de Sistemas de Detección desarrolló los detectores y las cámaras de ionización y de fisión para el reactor. Finalmente, la División de Mantenimiento tuvo a su cargo el mantenimiento de los instrumentos y equipos desarrollados por las otras Divisiones.

A su vez, un grupo del Departamento Reactores tomó a su cargo la ingeniería de la instrumentación de proceso, los enclavamientos¹ y los mecanismos para accionar barras de control y contadores de fisión. En el marco de estas funciones, se diseñó la sala de control del reactor, el comando automático, sistemas de parada y el sistema de alimentación eléctrica esencial, entre otra instrumentación.

Este esquema de trabajo se mantuvo, con algunas modificaciones, hasta la construcción del reactor RP-0, inclusive. El Departamento asumió, en consecuencia, la responsabilidad total (de la concepción a la puesta en marcha) de la instrumentación de control de los reactores RA-0 (que sería modernizada completamente años más tarde, antes de que la CNEA donara el reactor a la Universidad de Córdoba, donde opera actualmente), RA-1 (que también sería modernizada), RA-2, RA-3 y RP-0.

A partir del RP-0, sin embargo, el panorama fue diferente. La responsabilidad total implicaba también el suministro de los instrumentos, y se consideraba que la CNEA carecía de la agilidad y eficacia necesaria en la faz productiva de los instrumentos.

¹se denomina así a la satisfacción de las condiciones para la operación del reactor

Por lo tanto, ya la construcción del reactor experimental RP-10, encargado por el *Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)* a la CNEA en 1977, se encararía de manera distinta. En abril de 1977, tuvo lugar una nueva reorganización: el Departamento de Instrumentación original se dividió en el Departamento Instrumentación y Control —dependiente de la ex-Dirección de Investigación y Desarrollo— y el Departamento Sistemas Eléctricos y de Control —dependiente de la ex-Dirección de Centrales Nucleares. El Departamento Instrumentación y Control tuvo a su cargo la ingeniería y el diseño de la instrumentación de control². La flamante empresa provincial *Investigaciones Aplicadas (INVAP S.E.)* se ocupó de la fabricación y el montaje. Algo similar sucedería con la construcción del RA-6, encargado en 1979 por el Centro Atómico Bariloche (CAB) a INVAP. Esta recurrió a la CNEA para la ingeniería y puesta en marcha del reactor, y tomó a su cargo la producción de los instrumentos.

A mediados de la década del sesenta, la CNEA comienza a materializar un nuevo y fundamental salto en su evolución tecnológica: la contratación de la primera central nuclear del país, la Central Nuclear Atucha I. Las características del contrato "llave en mano" celebrado en 1968 con la empresa alemana *Siemens A.G.*, a cargo de la construcción de la central, hicieron que la contratista recurriera a instrumentación fabricada por sus empresas subsidiarias.

Con la construcción de las centrales nucleares, por lo tanto, el Departamento debió afrontar un nuevo salto tecnológico con el mismo espíritu con que había recibido la decisión de la construcción del RA-1: capacitarse con la mayor intensidad posible y esperar la oportunidad para aplicar los resultados de esa capacitación —tal como había ocurrido con el RA-3. De ese modo, se envió un grupo de ingenieros a perfeccionarse en Siemens AG (posteriormente *Kraftwerk Union AG*), Alemania. Allí se trabajó en la elaboración del modelo matemático para simular el sistema nuclear de

²Y tendrá a su cargo la puesta en marcha de la misma en 1989.

suministros de vapor y sus sistemas de control; posteriormente, se participó en el análisis mediante computadora analógica del sistema integrado. Este estudio sirvió de base para el desarrollo de programas de simulación en el país, utilizados en el análisis de transitorios de planta. Se desarrollaron además otros programas de supervisión para ser utilizados en la computadora de la futura central, tales como el de simulación del xenón. El trabajo de los profesionales argentinos junto al personal de Siemens, durante el período de puesta en marcha y prueba de la central, les permitió acrecentar su información en el tema de la instrumentación de control de centrales nucleares.

Una nueva oportunidad de desarrollo aparecería con la decisión de construir la segunda central nuclear del país, Embalse. En efecto, el contrato firmado con la empresa *Atomic Energy of Canada Limited (AECL)* en 1973, contemplaba la posibilidad de una mayor participación nacional en el proyecto. Esto permitió que comenzara a cobrar fuerza un gran proyecto para estimular la participación de la industria nacional. El Departamento de Instrumentación anterior a la reorganización de 1977 comenzó a cumplir durante este período una tarea de ingeniería y promoción: abrir los paquetes tecnológicos, evaluar qué instrumentos se podían llegar a fabricar en el país y asesorar al proveedor sobre el instrumental que ya se estuviese fabricando.

En particular, la idea del Departamento era armar un modelo de ingeniería y pasárselo a la industria para que ésta lo llevara a la práctica. Con ese espíritu se formó, en setiembre de 1976, el consorcio *ASINEL*, integrado por un conjunto de empresas que decidieron incursionar en el área de la instrumentación nuclear. Aunque implicó un gran

esfuerzo para la industria adquirir el conocimiento necesario para alcanzar los objetivos propuestos, la experiencia resultó exitosa, proveyendo *ASINEL* una parte de la instrumentación de control para la central de Embalse: mas de cien módulos amplificadores de los detectores "autoenergizados" colocados dentro del núcleo, cuyo diseño estuvo a cargo del Departamento. La instrumentación de control llegaba así a la industria nacional, gracias al entusiasmo y dedicación de muchos integrantes del Departamento.

La realización del montaje de la instrumentación y sistemas de control de la central, bajo la dirección de la CNEA, brindó a ingenieros de la especialidad la posibilidad para actuar directamente en ingeniería, montaje, control de calidad, ensayos y pruebas de lazos. La instalación de la computadora de control de la central y la puesta en operación de sus programas constituyó también un logro importante para los profesionales de la CNEA. La tecnología del control de los reactores CANDU dejó de ser desconocida para ellos, a tal punto que, ante problemas que se produjeron en el nivel de los generadores de vapor, fue la solución propuesta a AECL por el Departamento de Sistemas Eléctricos y de Control la que resultó aceptada; lo mismo sucedió con la solución para el ajuste de los controladores de la provisión de agua pesada para la máquina de carga, aportada gracias al análisis de los circuitos de control realizado por los electrónicos de la CNEA.

La calidad de trabajo realizado por el SPC³ en el montaje de la instrumentación de la Central Nuclear Embalse fue motivo de elogio por los visitantes extranjeros. La instrumentación de control en la Argentina sumaba, de ese modo, un nuevo galardón en su fructífera historia.

³organismo creado dentro de la CNEA para realizar los montajes

SUMINISTROS A CENTRALES NUCLEARES

La finalidad de este programa es abastecer, en forma integral, los suministros esenciales para el funcionamiento de las centrales nucleares. El cumplimiento de este objetivo importa realizar las tareas iniciales del denominado "ciclo del combustible nuclear" y las concernientes a la provisión de agua pesada, empleada tanto como moderador neutrónico como refrigerante en los reactores de uranio natural.

El ciclo de combustible nuclear abarca las etapas de prospección, exploración y evaluación de reservas uraníferas; explotación minera; producción de concentrado comercial de uranio, y su purificación y conversión a dióxido de uranio; fabricación de elementos combustibles; y el almacenamiento de los elementos "quemados" luego de su empleo en el reactor nuclear, y su ulterior reprocesamiento con el fin de extraer nuevo combustible.

Normalmente, las áreas donde la probabilidad de encontrar uranio es mayor se determinan mediante estudios geológicos. La búsqueda de minerales de uranio en estas áreas se realiza por múltiples métodos; entre ellos, cabe mencionar la prospección radimétrica aérea, que ha posibilitado el descubrimiento de los principales yacimientos del país —ubicados en los distritos *Sierra Pintada* (Mendoza), *Tonco Amblayo* (Salta) y *Pichiñán* (Chubut)— y ha permitido detectar más de 4 000 anomalías, las que están siendo verificadas en el terreno.

Los estudios geológicos, geofísicos, geoquímicos, petrológicos y mineralógicos han servido en distintas etapas para incrementar paulatinamente las reservas uraníferas argen-

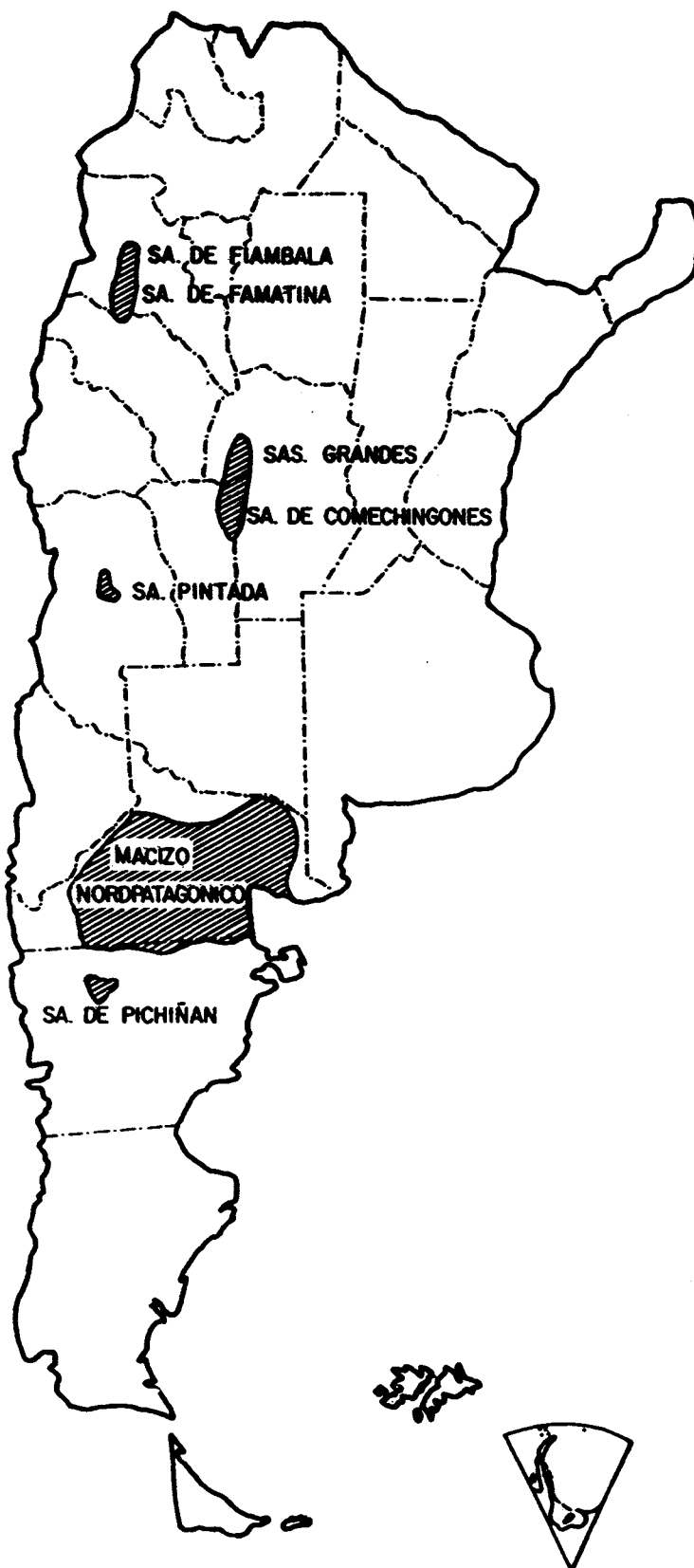
tinias, las cuales constituyen la base para la autonomía nacional en el dominio del ciclo del combustible nuclear.

La explotación minera y producción de concentrados de uranio en nuestro país se remonta al año 1952. Desde esa fecha, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) explotó y ya agotó las reservas económicas de varios yacimientos de mediana importancia, tales como las minas *Don Otto* (Salta); *Los Adobes* y *Cerro Condor* (Chubut) y *Huemul-Agua Botada* (Mendoza).

La producción de concentrado de uranio se efectúa en plantas generalmente asociadas a los yacimientos. Actualmente, la CNEA realiza por sí misma la explotación de los yacimientos *Dr. Baulies* y *Los Reyunos* —que contienen aproximadamente el 85 % de las reservas conocidas—, ubicados en el distrito Sierra Pintada, departamento San Rafael de la provincia de Mendoza; allí se está proyectando, paralelamente, la construcción de una planta de producción de concentrado de uranio que por diseño tendrá una capacidad de 340 toneladas de uranio anuales. Asimismo, la Comisión explota —por contrato con terceros— los yacimientos *Schlagintweit*, en Córdoba, y *La Estela*, en San Luis.

La siguiente etapa en el ciclo del combustible es la producción de dióxido de uranio (UO_2) de pureza nuclear, partiendo del concentrado comercial. En la ciudad de Córdoba se halla instalada una planta de purificación y conversión a UO_2 con una capacidad de producción anual de 150 toneladas de uranio. En ese mismo Complejo Fabril, se encuentran ins-

AREA ACTUALMENTE EN EXPLORACION



talaciones para la puesta a punto de otro tipo de tecnología, totalmente desarrollada por la CNEA, para obtener también polvo de dióxido de uranio apto para la fabricación del combustible nuclear.

Los elementos combustibles para los reactores de las centrales nucleares *Atucha I* (CNA I) y *Embalse* (CNE) están constituidos por un conjunto de "lápices", consistentes en tubos o vainas elaboradas con una aleación de circonio denominada *zircaloy*, en cuyo interior se aloja el combustible nuclear propiamente dicho, en forma de pastillas de dióxido de uranio sinterizado. Los "lápices" están separados entre sí y sostenidos por elementos estructurales que también son de *zircaloy*.

Tanto la fabricación de las partes constitutivas como el armado del conjunto se efectúan bajo estrictas normas de calidad, a fin de asegurar el comportamiento confiable de los elementos combustibles en las severas condiciones termomecánicas y de radiación a que están sometidos en el interior del reactor.

Los elementos combustibles para ambas centrales nucleares se fabrican en la planta industrial ubicada en el Centro Atómico Ezeiza, que es operada por *CONUAR SA*, con UO_2 proveniente del Complejo Fabril Córdoba y con vainas y semiterminados de *zircaloy* producidos por *FAE SA* en su planta, contigua a la anterior.

Aparte de los correspondientes al combustible, otro suministro esencial para la línea de reactores de uranio natural es el *agua pesada* (D_2O) que —a diferencia del agua común— está compuesta por *deuterio*, un isótopo pesado del hidrógeno y oxígeno. En virtud de sus favorables propiedades neutrónicas, el agua pesada es de uso indispensable como moderador y refrigerante para los reactores de este tipo. La cantidad de D_2O necesaria para la carga inicial de una central nuclear de 600 MW(e) es del orden de 500 toneladas, debiéndose prever además una reposición anual de aproximadamente el 1 % de dicho volumen.



Planta de Producción de UO_2 .

Para asegurar el abastecimiento de este suministro crítico, la CNEA encaró una doble acción: por una parte, decidió la instalación de una planta industrial de 250 toneladas/año que utiliza el método de intercambio isotópico amoníaco-hidrógeno. La planta, provista por la empresa *Sulzer Brothers LTD*, se encuentra en las etapas finales de construcción en la localidad de Arroyito, a orillas del río Limay y a 50 km al sudoeste de la capital provincial del Neuquén. Por otra parte, la CNEA encaró el desarrollo nacional de la tecnología de producción de agua pesada por el método de intercambio isotópico ácido sulfhídrico-agua ($\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$), para lo cual construyó —en terrenos adyacentes a la CNA I— una planta experimental que cuenta con una capacidad de 2 toneladas/año, y cuya experiencia operativa permitirá desarrollar la ingeniería básica de un futuro módulo industrial de 80 toneladas/año.

EXPLORACION POR URANIO

Prospección

Durante el año 1988, se continuaron en las *Sierras Pampeanas Noroccidentales* (Pcia. de Catamarca) los estudios de la evolución magmática de los intrusivos graníticos. A tal fin, se reconocieron 2,45 km² de terreno y se realizaron 4,3 km de perfiles geológico-radimétricos, con extracción de 40 muestras para análisis petrográficos y mineralógicos.

En la *Sierra de Comechingones* (Pcia. de Córdoba), se realizaron 6,5 km² de reconocimientos geológicos-estructurales y 8 km de perfiles geológicos-radimétricos, a fin de estudiar el borde oriental del *Batolito Cerro Aspero-Alpa Corral*.

En el área *Cerro Cóndor-Cerro Fortín* (Pcia. del Chubut) se realizaron estudios geológicos preliminares, que consistieron en la ejecución de 87 km de perfiles geológicos y en la interpretación de 4 000 km² de terreno. En la misma provincia, se reconocieron 15 anomalías aéreas. Los trabajos previstos para el *Macizo Norpatagónico* se redujeron —por razones presupuestarias— a la recopilación de antecedentes.

Finalmente, en la Provincia de Mendoza se efectuaron estudios de las secuencias volcánoclasticas y de los centros volcánicos. A tal fin, se realizaron estudios geológicos en 70 km² del área *Puesto Cochicó-Cerro Nevado* (Área San Rafael).



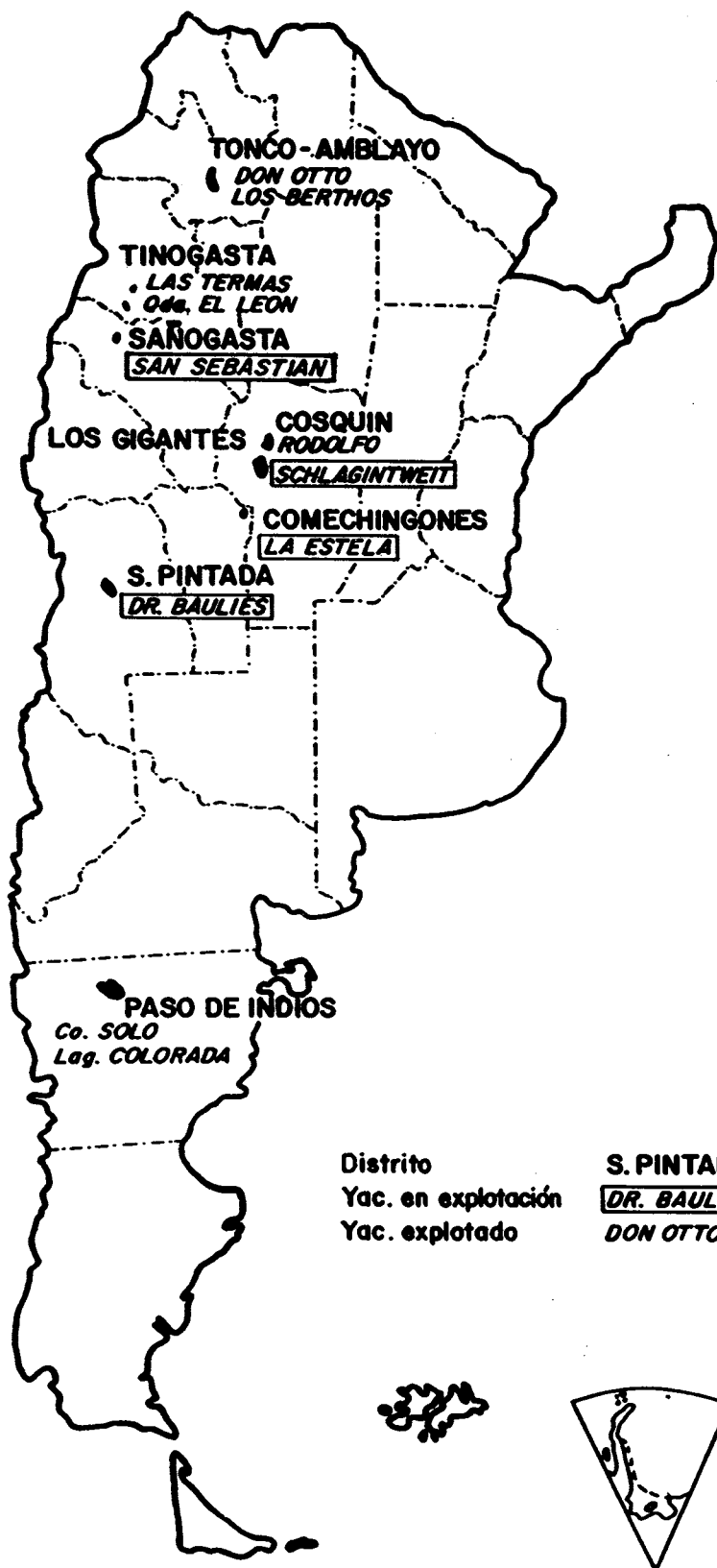
Tareas de Exploración.
Operativo de prospección geofísica.
Línea de sísmica en el momento
del registro.

Exploración

En la Provincia de Catamarca se comenzaron los estudios geológicos de la denominada *Faja Colorada* del *Grupo Paganzo*. Estos estudios consistieron en la realización de dos perfiles estratigráficos que sumaron 5 km de extensión y en la extracción de 42 muestras para estudios petrográficos.

En la Provincia de Córdoba se iniciaron estudios geoquímicos, petrológicos y estructurales en el *Batolito de Achala*, con el objeto

PRINCIPALES DISTRITOS Y YACIMIENTOS URANIFEROS



de definir modelos y establecer guías para la prospección. A tal fin, se realizaron 120 km² de reconocimientos geológicos y se extrajeron 57 muestras para análisis petrográficos y mineralógicos.

Finalmente, en el yacimiento *Schlagintweit*, ubicado en el Distrito *Los Gigantes* (Pcia. de Córdoba), se iniciaron estudios geológicos para establecer cuales son sus reservas actualmente. A tal fin, se ejecutaron 12 perfiles geológico-estructurales y se controlaron geológicamente 3,4 ha.

Evaluación

En el yacimiento *Quebrada El León*, ubicado en el Distrito *Tinogasta* (Pcia. de Catamarca), se comenzó el estudio para establecer las condiciones de yacencia, controles y posibilidades de acumulación económica de mineral de uranio. A tal fin, se llevaron a cabo dos sondeos con 131 metros de profundidad.

Asimismo, se participó en el estudio preliminar de factibilidad de los yacimientos *Cerro Solo* y *Laguna Colorada* (Pcia. de Chubut), con una estimación de reservas expeditiva, métodos de explotación del mineral uranífero y tratamiento del mismo.

Tareas de apoyo

A modo de complemento para los trabajos de prospección y exploración, se ejecutaron una serie de tareas, entre ellas:

Análisis químicos de diversos elementos (tales como uranio, fósforo, titanio, sílice, agua, magnesio, calcio, fosfatos, hierro, manganeso, silicio, vanadio, níquel, cobalto, cobre, plomo, sodio, potasio y molibdeno): 14 558
Determinaciones de uranio en muestras de agua, aluvión y roca: 4 441
Determinaciones de radio en agua y suelo.: 555

Por otra parte, en el laboratorio de Estudios Especiales se efectuaron los siguientes trabajos:

Cortes Delgados: 316
Diagramas Rayos X: 520
Fluorescencia Rayos X: 120
Estudios Petrográficos: 316
Estudios Mineralógicos: 39
Estudios Sedimentológicos: 12

RECURSOS URANIFEROS EN t U (COSTOS EN US\$ /kg U) MINERAL ESTIMADO A RECUPERAR COMO CONCENTRADO AL 31-12-1988

CATEGORIA SEGUN EL COSTO DE CONCENTRADO	< 80	80-130
RECURSOS RAZONABLEMENTE ASEGURADOS (R.R.A.)	9052	2598
RECURSOS ADICIONALES ESTIMADOS I (R.A.E.I.)	843	3148

PRODUCCION ARGENTINA Concentrados Comerciales de Uranio (kg)

AÑO	PROPIO	TERCERO	TOTAL	ACUM.
52/64	38 389		38 389	
1965	19 716		19 716	58 015
1966	28 728		28 728	86 833
1967	14 830		14 830	101 663
1968	14 219		14 219	115 882
1969	21 725		21 725	137 607
1970	30 030		30 030	167 637
1971	30 197		30 197	197 834
1972	24 723		24 723	222 557
1973	24 458		24 458	247 015
1974	30 419		30 419	277 434
1975	22 646		22 646	300 080
1976	38 160		38 160	338 240
1977	97 605		97 605	435 845
1978	109 392		109 392	545 237
1979	133 561		133 561	678 798
1980	186 841		186 841	865 639
1981	122 807		122 807	988 446
1982	153 116	1 461	154 577	1 143 023
1983	133 614	38 765	172 379	1 315 402
1984	88 908	39 895	128 803	1 444 205
1985	85 248	41 072	126 320	1 570 525
1986	132 733	40 057	172 790	1 743 315
1987	69 628	25 774	95 402	1 838 717
1988	106 773	35 286	142 059	1 980 776

Explotación minera y producción de concentrado de uranio

Durante 1988, la producción de concentrado de uranio fue realizada principalmente por el *Complejo Minero Fabril San Rafael*, que aportó el 75 % (106 773 kg de uranio) de la producción total. El resto fue suministrado por los contratistas que operan los yacimientos de *Los Gigantes* (25 759 kg de uranio) y *La Estela* (9 527 kg de uranio).

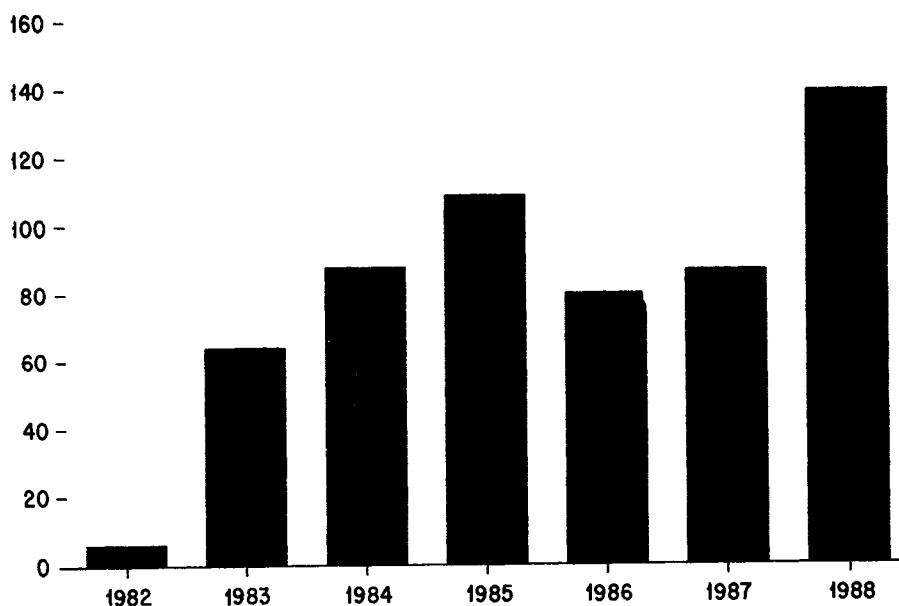
Purificación de concentrados y producción de dióxido de uranio

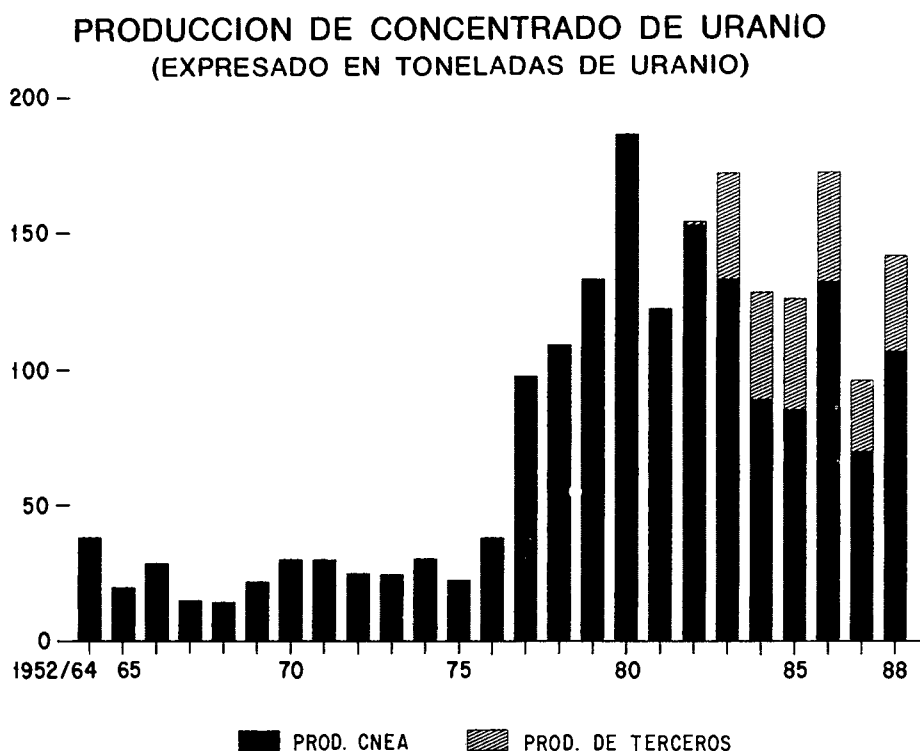
El *Complejo Fabril Córdoba* procesó concentrado de uranio proveniente de San Ra-

fael, alcanzando la producción del mismo el valor más alto de su historia: 139 541 kg de uranio como dióxido de uranio (UO_2). Esta magnitud constituye una demostración fehaciente de la capacidad de la instalación para atender los requerimientos.

Paralelamente, se continúa con el desarrollo de procesos destinados a disponer de otras formas de producción de dióxido de uranio. Se efectuaron entregas en pequeña escala de dicha producción, a ser empleadas en ensayos de producción de elementos combustibles.

PRODUCCION DE DIOXIDO DE URANIO
(EXPRESADO EN TONELADAS DE UO_2)





PRODUCCION DE AGUA PESADA

Planta Industrial en Arroyito (Pcia. de Neuquén)

Las dificultades económicas que han afectado a este proyecto en años anteriores se han acentuado durante el trienio 1986-1988, con la consiguiente repercusión sobre el ritmo de la construcción de la *Planta Industrial de Agua Pesada (PIAP)*.

No obstante, el avance total en la ejecución del proyecto pasó del 84,1 % alcanzado en 1985 a un 93 % a fines de 1988. El progreso más notable se registró en el montaje electromecánico, con avances parciales del 15,64 % en 1986, 18,26 % en 1987 y 13 % en 1988, y un avance acumulado del 78 % al final del trienio. En la obra civil, los avances parciales fueron del 4,24 % en 1986 y del 3,66 % en 1987 (no se produjeron avances durante 1988); el avance acumulado al 31 de diciembre de 1988 fue del 91,50 %.

Durante el año 1988, se negoció con la compañía proveedora suiza *SULZER Brothers* la financiación de la restante inversión en moneda extranjera, para lo cual se firmaron las

actas respectivas. Con este acuerdo de financiación del restante presupuesto en moneda extranjera, se lograría un decisivo aporte para la finalización del proyecto.

De no surgir nuevos inconvenientes, se estima posible concluir la construcción de la PIAP a fines del año 1990.

Finalización de la construcción de la planta experimental en Atucha

La finalización de la construcción de la *Planta Experimental de Agua Pesada (PEAP)*, instalación esencial para el desarrollo de una opción independiente para la producción de agua pesada basada en el proceso de intercambio isotópico ácido sulfhídrico-agua ($\text{SH}_2/\text{H}_2\text{O}$), constituye un paso trascendente.

La operación de la PEAP constituye una condición básica para el dominio de la tecnología de intercambio. Se prevé el diseño de una futura planta industrial de 80 t/año (*Módulo 80*), de la cual se ha completado la versión preliminar de la ingeniería básica. Esta versión deberá ser ulteriormente ajustada en función de los resultados operativos que se obtengan con la PEAP.

RADIOISOTOPOS Y RADIACIONES

El Programa de Radioisótopos y Radiaciones está destinado a desarrollar y promover la utilización de los radioisótopos y de las radiaciones ionizantes en las diferentes actividades vinculadas con la salud, la producción industrial y agropecuaria, y la investigación, entre otras.

Su origen se remonta a setiembre de 1957 con la creación del Departamento de Radioisótopos, cuyas actividades iniciales se centraron en la formación de recursos humanos y en el establecimiento de una legislación adecuada para el uso correcto de los radioisótopos y de las radiaciones. Este propósito se materializó con la sanción del Decreto N° 842/58, mediante el cual se establecieron para todo el país los requisitos para las autorizaciones a los usuarios —incluyendo las condiciones a ser satisfechas para el ejercicio profesional y para la habilitación de las instalaciones correspondientes— a la vez que se creó el *Consejo Asesor en Aplicación de Radioisótopos (CAAR)*, organismo consultor de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Inicialmente, estas actividades se desarrollaron en las áreas biológicas —en especial las actividades médicas y la investigación básica—, extendiéndose luego a los aspectos industriales, hidrológicos, agropecuarios, etc.

El *Curso sobre Metodología y Aplicación de Radioisótopos* —que se dicta regularmente desde mediados de 1958— y el de *Dosimetría de Radioterapia* —desde mayo de 1964— fueron los principales medios utilizados para la capacitación de los usuarios. A través de los años, se agregaron a estos cursos otros con orientaciones específicas: inge-

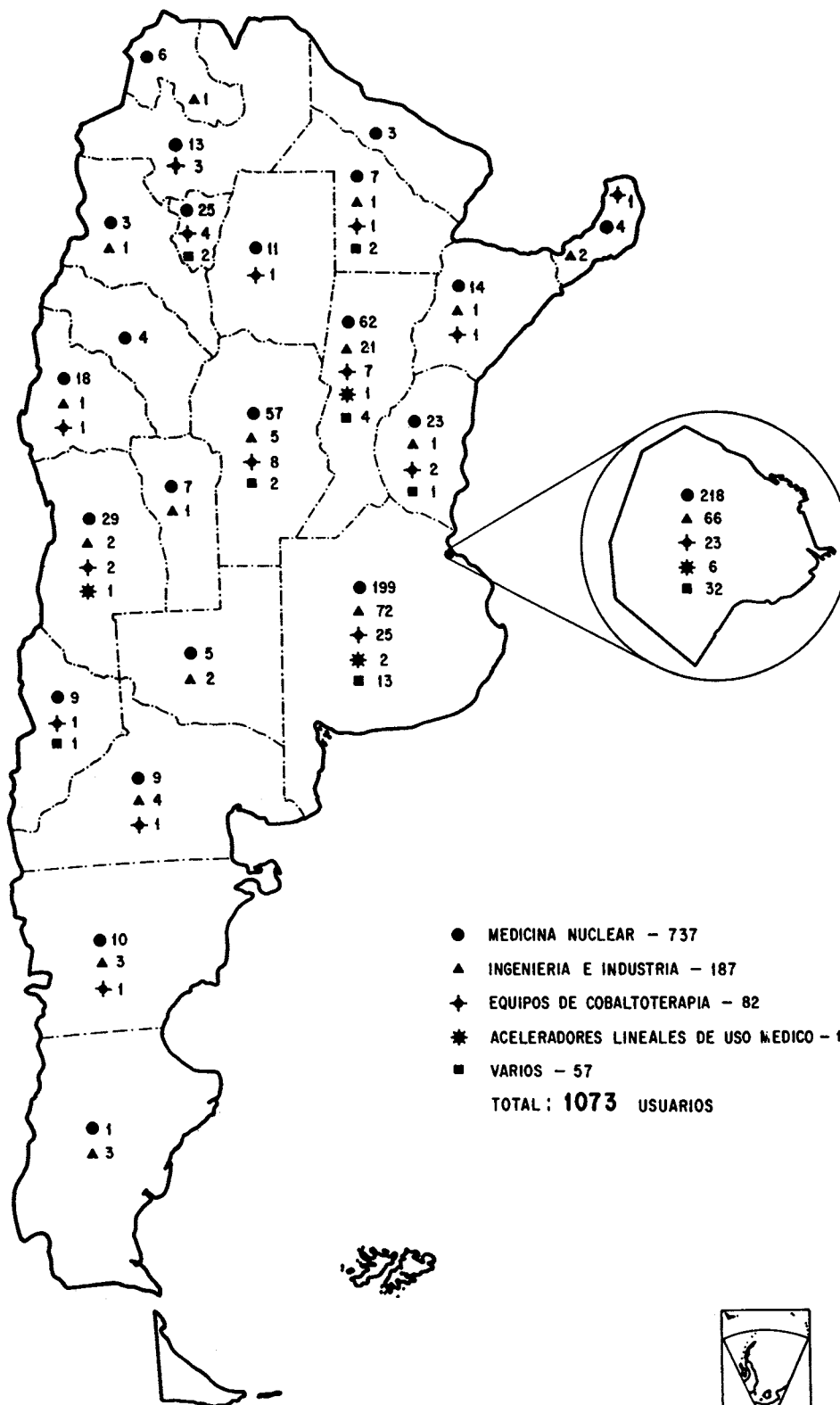
niería e industria, gammagrafía, radioinmunoanálisis, medicina nuclear, bioquímica, medicina veterinaria, especialistas en física de la radioterapia, radioesterilización de productos médicos, irradiación de alimentos, agronomía, control de calidad en medicina nuclear, etc.

Una necesidad básica para el desarrollo del Programa fue asegurar el abastecimiento de material radiactivo, el que inicialmente era obtenido únicamente a través de la importación. La entrada en operación del reactor RA-1, en enero de 1958, posibilitó el establecimiento de una línea de producción en pequeña escala de radioisótopos de vida corta, los primeros materiales radiactivos producidos con carácter comercial en el país.

En ese momento, en vista de la importancia que adquirirían las actividades de producción y de investigación y tecnología, se decidió la construcción de las primeras instalaciones del Programa en el Centro Atómico Ezeiza (CAE), que hoy constituyen el conjunto de edificios que albergan al reactor RA-3, los laboratorios de Fuentes Intensas de Radiación, la Planta de Producción de Radioisótopos, la Planta de Irradiación Semi-Industrial, el Centro Regional de Referencia en Dosimetría y los laboratorios de Aplicaciones Agropecuarias y de Aplicaciones Tecnológicas.

Esa expansión permitió lograr, a fines de la década de 1960, una creciente producción de radioisótopos a través de la obtención de los productos primarios básicos, ya sea en los reactores —por activación neutrónica o por procesamiento de productos de fisión— o bien por activación por partículas en máquinas acele-

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE CENTROS USUARIOS DE RADIOISOTOPOS



radoras. A la vez de acompañar el desarrollo de áreas hasta el momento desconocidas, tales como la medicina nuclear, la expansión de las actividades del Programa condujo a una disminución en las necesidades de importación.

Diversos grupos de trabajo, tanto en el CAE como en instituciones que no dependen de la CNEA, mantienen actualizado el conocimiento y brindan apoyo para el desarrollo de las aplicaciones en diversas áreas, a saber:

- medicina nuclear, con actividades en los Centros del Hospital de Clínicas e Instituto de Oncología, ambos pertenecientes a la Universidad de Buenos Aires (UBA);
- radioterapia, con tareas de dosimetría física y clínica en el Hospital Municipal de Oncología de la Ciudad de Buenos Aires;
- agropecuaria, con tareas de desarrollo de técnicas en el CAE, en varias estaciones experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), y en Universidades nacionales y privadas;
- tecnología, con actividades en técnicas de análisis por activación, estudios hidrológicos y de procesos industriales, y tareas de metrología radioisotópica especialmente desarrolladas en el CAE, en varios organismos nacionales y en empresas privadas;
- fuentes intensas de radiación, con desarrollo de procesos para la radioesterilización industrial, tratamiento de alimentos, polímeros, productos farmacológicos y cosméticos, etc., en el CAE y en empresas privadas; y
- dosimetría de irradiación, con la operación del Centro Regional de referencia (Organización Mundial de la Salud/Organismo Internacional de Energía Atómica, OMS/OIEA) y laboratorios de dosimetría física y química, en el CAE.

Hacia fines de la década de 1970 se alcanzó una satisfactoria difusión de la aplicación de los radioisótopos, por lo que se inició

una acción destinada a asegurar niveles de calidad definidos en las aplicaciones, lo que conlleva a establecer —conjuntamente con las autoridades sanitarias— normas operativas que cubran los aspectos de la formación y capacitación de los recursos humanos, la planificación y coordinación de servicios regionales, la adecuación de los equipos e instalaciones, códigos de procedimiento, etc.

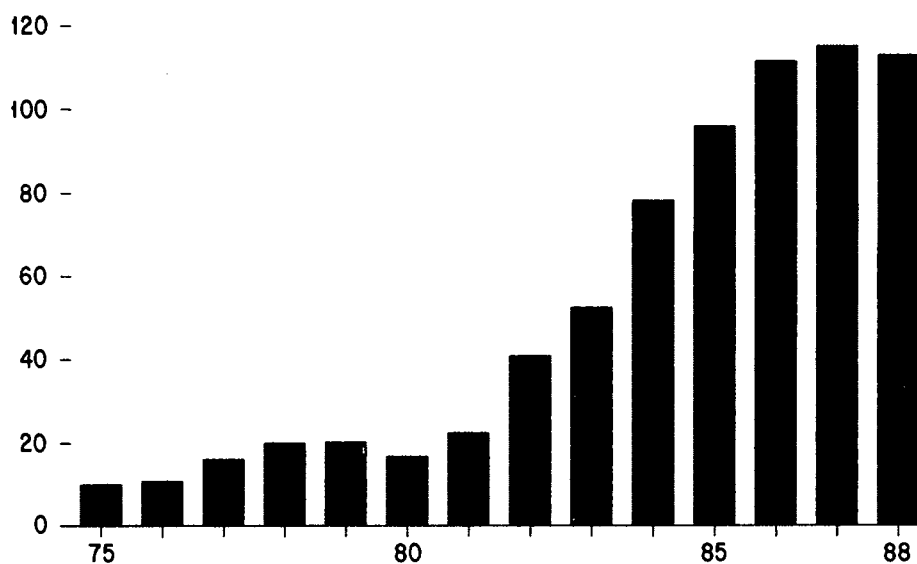
Durante el ejercicio 1988 se realizó una fructífera labor en el área de producción de materiales radiactivos. Merece rescatarse la elaboración de 55 fuentes industriales de cobalto-60 selladas, con una actividad total de aproximadamente 15,91 PBq, y de 10 fuentes de telecobaltoterapia con una actividad total de 2,59 PBq. En la Central Nuclear Embalse se efectuó la calibración, carga en contenedores y transporte posterior de 260 lápices de cobalto-60 con una actividad total de 88,8 PBq. Además, se vendieron 74 PBq al Canadá.

Con respecto a la elaboración de radioisótopos, durante el presente ejercicio se despacharon 9 100 pedidos que totalizaron 113,22 TBq. Por otra parte, se produjeron 37 200 dosis de fármacos —equivalentes a 2 400 pedidos despachados. Finalmente, se continuó con la obra del proyecto de producción de molibdeno-99m por el método de fisión.

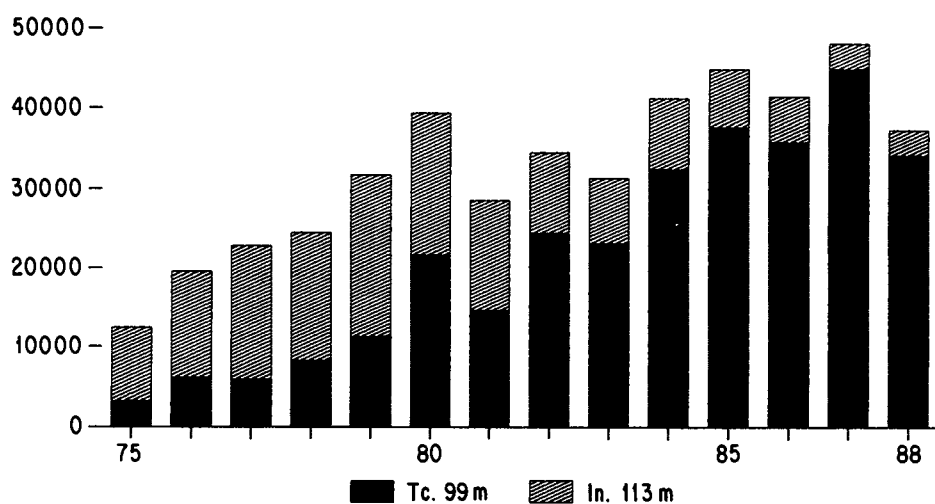
En el área de aplicación de radiaciones, se continuó con estudios y desarrollos correspondientes a irradiación de alimentos (tales como pollo trozado, huevo en polvo, y especias y condimentos), determinando en todos los casos las dosis óptimas de tratamiento.

Asimismo, se realizaron varios desarrollos relacionados con copolimerización mediante radiación gamma, trabajos en el sector de dosimetría, ensayos de certificación de dosímetros para altas dosis y distribución de dosis en la Planta de Irradiación. El irradiador móvil (IMO) fue trasladado en dos oportunidades al interior del país (provincias de Mendoza, San Juan y Neuquén), siendo su principal objetivo la aplicación de la técnica del macho estéril como contribución a un estudio detallado del control y eliminación de plagas.

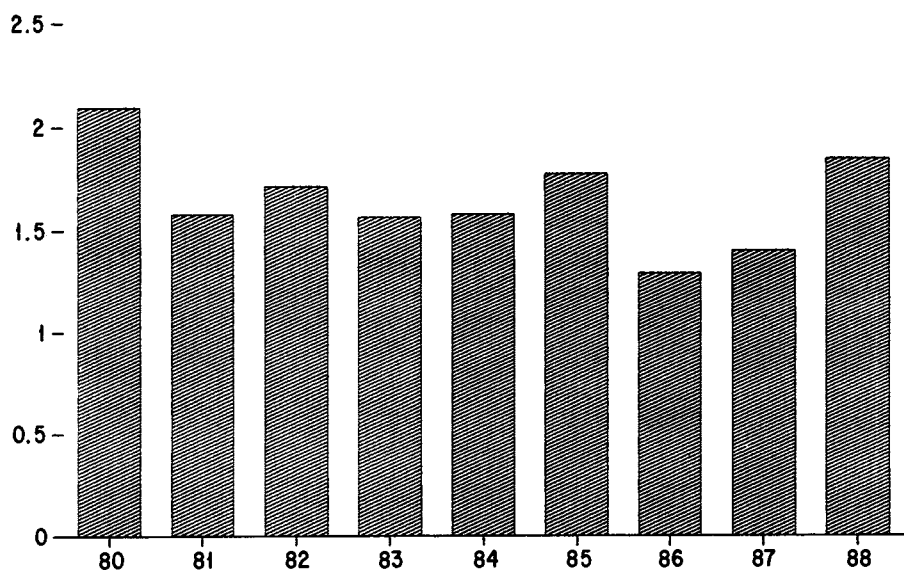
**CANTIDAD DE RADIOISOTOPOS
(EXCLUIDO Co 60) - ELABORADO EN CNEA
TBq (Terabecquerel)**



**NUMERO DE UNIDADES ENTREGADAS PARA
MARCAR CON Tc 99m E In 113m
DE UTILIZACION MEDICA**



PLANTA DE IRRADIACION SEMI-INDUSTRIAL
VOLUMEN DE PRODUCTOS IRRADIADOS
(METROS CUBICOS X 1000)



Finalmente, se continuó con las tareas de aplicación de radioisótopos por los sectores de Aplicaciones Biológicas, Aplicaciones Tecnológicas, Medicina Nuclear y Desarrollo de Fármacos. Merece destacarse que la mayor parte de estas tareas de desarrollo o de servicios se realizaron en colaboración con diversas instituciones o empresas, como por ejemplo: Estaciones Experimentales del INTA; Centros

del CONICET; Universidades de Buenos Aires, La Plata, Lomas de Zamora, Centro de la Provincia de Buenos Aires y Tucumán; Hospital de Niños de Buenos Aires; Hospital Francés; Hospital Ramos Mejía; Centro Médico de Córdoba; Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires; Petroquímica General Mosconi S.A.; Induclor S.M.; entre otras.

SEELMANN-EGGEBERT Y LA RADIOQUIMICA ARGENTINA

La historia de la radioquímica argentina tiene su máximo exponente en la figura de su fundador y mentor, casi un símbolo para esta área de la ciencia: Walter SEELMANN-EGGEBERT. Nacido el 17 de abril de 1915 en Alemania, ya desde sus primeros estudios reveló una poderosa inclinación hacia las ciencias. En setiembre de 1938 se convertiría en uno de los integrantes más jóvenes del grupo que trabajaba en las instalaciones del Instituto Kaiser Wilhelm.

Este grupo, liderado por el químico Otto HAHN, estudiaba concienzudamente un problema que mantenía en vilo a toda la comunidad científica desde el año 1934: determinar cuáles eran los efectos del "bombardeo" del núcleo de un átomo con neutrones. En diciembre de 1938, después de marchas y contramarchas acompañadas por una serie agotadora de experimentos, HAHN encontró la respuesta: la fisión nuclear.

Mientras este revolucionario descubrimiento llevó a muchos científicos de la época a reflexionar sobre las consecuencias prácticas —benignas y malignas— de los poderes que encerraba la energía desprendida en la partición del núcleo del átomo, SEELMANN dirigió su atención a los productos de la fisión, a sus características fisicoquímicas y a sus posibles aplicaciones. Incursionaba así en la radioquímica, una región de la ciencia que representaría para él una pasión.

La prohibición total para el desempeño de actividades en el área nuclear, impuesta por los vencedores de Alemania en la Segunda Guerra Mundial, impulsaron al joven científico a viajar a la Argentina en julio de

1949, haciéndose cargo de la titularidad de la Cátedra de Fisicoquímica de la Universidad de Tucumán. Allí fundó el Laboratorio de Investigaciones Nucleares, y junto con sus mejores alumnos reemprendió la labor iniciada en Alemania: la confección definitiva de una tabla de radioisótopos, apenas iniciada.

Para hacer frente a la carencia de instrumental, se valió de algunas piezas traídas de Alemania; de ese modo, fabricó los primeros tubos Geiger en la Argentina. Con éstos, y unos contadores mecánicos de telefonía que hacían las veces de escalímetros, comenzó a determinar las características de los radioisótopos naturales originados en la desintegración de elementos pesados, tales como el uranio y el torio.

La noticia de la labor que el radioquímico alemán estaba llevando a cabo en Tucumán llegó a la flamante Dirección Nacional de Energía Atómica (DNEA). Allí se incorporó en setiembre de 1951 y creó la Sección de Radioquímica.

SEELMANN, en el término de un año logró reunir una gran parte del grupo que lo acompañaría —y eventualmente, perpetuaría— en su labor; colaboradores que raramente superaban los veinticinco años de edad, con sólidos conocimientos de química general pero un desconocimiento absoluto sobre la química nuclear, materia inexistente en esos años en las universidades del país.

SEELMANN debió iniciar entonces una intensa labor docente, basada fundamentalmente en la práctica. Aquella labor le valió



Dr. Seemann-Eggebert. Su última visita a la CNEA en 1987.

rápidamente el carácter de mentor y líder natural del grupo, que de ese modo pudo desempeñarse con cohesión y eficiencia. El radioquímico alemán les hizo conocer a sus flamantes discípulos la poca bibliografía existente en ese entonces sobre el tema¹ y experimentar, determinando las características de los isótopos radiactivos naturales de las series del uranio y del torio con los detectores fabricados en Tucumán y algún instrumental de base que existía en la CNEA. Consciente de la necesidad de formar nuevos profesionales en el área, SEELMANN también encaró en 1953 junto a su grupo la creación de una Cátedra de Química Nuclear, como especialización de la carrera de Química de la Universidad de Buenos Aires.

Pronto surgió la necesidad de obtener y estudiar isótopos artificiales, para lo cual hacían falta los instrumentos adecuados. La Comisión no tardó en cubrir esta carencia. En

¹Todo el conocimiento desarrollado por los Estados Unidos y sus aliados en el *Proyecto Manhattan* fue mantenido como información confidencial. Recién en la I Conferencia de Ginebra (1955) se hizo público parte del mismo.

1953, se construyó en sus dependencias el acelerador Cockroft-Walton o en cascada, diseñado para acelerar deuterones en el vacío y "bombardear" con ellos un "blanco", el material a irradiar. Gracias al acelerador, el 17 de julio de ese año se obtenía el primer nucleido artificial producido y medido íntegramente en la Argentina. De ese modo, SEELMANN y su grupo abrían formalmente una nueva página en la historia de la ciencia argentina: la de la radioquímica.

Un año más tarde, el 28 de setiembre, entraba en funcionamiento el sincrociclotrón, el cual permitió irradiar con deuterones y partículas α y aumentar la energía impartida a los neutrones en el "bombardeo" de un blanco de berilio con deuterones. Con estas dos máquinas, complementadas por la fabricación de instrumentos de medición por el grupo de Electrónica de la CNEA —tales como escalímetros, integradores y espectrómetros monocanales— y el aporte de mejores elementos de trabajo, se abrió la visión profesional del grupo y empezaron a aparecer los resultados de su intensa labor. Entre 1953 y 1963 la Sección descubrió veinte radioisóto-

pos, entre ellos el hierro-61, el tecnecio-102, el rutenio-108, el rodio-107 y 108, el hafnio-183, el antimonio-126 y la serie isobárica estaño-antimonio-130, y determinó las características físico-químicas de muchos otros. Estos descubrimientos no tardarían en ser difundidos en una serie de artículos publicados por la revista alemana *Zeitschrift für Naturforschung*.

SEELMANN-EGGEBERT dejó la Argentina el 16 de marzo de 1955, para retomar junto a Otto Hahn la tarea inconclusa en Alemania. Quedaba en su lugar un grupo sólido, dotado de experiencia y organización. La magnitud de la labor emprendida en aquellos años pudo ser apreciada en agosto de 1955, cuando se celebró la I Conferencia de Ginebra "*Átomos para la Paz*", organizada por las Naciones Unidas, a la que SEELMANN-EGGEBERT concurrió como representante de Alemania y de la Argentina al mismo tiempo. En aquella conferencia, la Sección de Radioquímica presentó 11 trabajos, casi el 30% de los presentados por la CNEA. Tres años más tarde, se

celebraría en Ginebra la II Conferencia. La amplia participación de la Sección demostró nuevamente que los esfuerzos del radioquímico alemán no habían sido en vano.

A la partida de SEELMANN, la Sección continuó con su labor de investigación de radioisótopos, y encaró una actividad adicional: la utilización de los reactores de investigación que se construirían en la Argentina a partir de fines de la década del '50², especialmente en la producción de radioisótopos artificiales de uso médico e industrial, así como también en lo concerniente al reprocesamiento de elementos combustibles y a la química del plutonio.

En 1960, en el marco de la reestructuración orgánica de la CNEA, la Sección de Radioisótopos pasaría a depender, con la categoría de Departamento, de la Gerencia de Energía. La radioquímica argentina ya tenía momento propio, tal como lo soñó seguramente su ilustre fundador, quien, fallecido el 19 de julio de 1988, quedará perpetuado en su obra.

²El RA-1 y, posteriormente, el RA-3

PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD NUCLEAR

El Decreto N° 10.936/50 estableció como una de las funciones específicas de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) el control de las investigaciones nucleares oficiales y privadas que se efectúen en el territorio nacional. Posteriormente, diversos decretos y leyes fueron perfeccionando las facultades y la competencia de la CNEA como "autoridad" en materia nuclear, particularmente en todo lo referente a la protección de los individuos y del medio ambiente contra los efectos de las radiaciones ionizantes. Las normas fundamentales al respecto son el Decreto Ley N° 22.498/56, ratificado por Ley 14.467, el Decreto N° 842/58 y el Decreto N° 4160/73, que reglamentó la Ley 19.587 (Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo).

A medida que las actividades nucleares se fueron incrementando, la CNEA fue adecuando su estructura de manera de asegurar el desarrollo de sus funciones como autoridad fiscalizadora con plena independencia de los usuarios y promotores de los usos de la energía nuclear. A este fin creó el *Programa Protección Radiológica y Seguridad Nuclear*, que tiene como fin garantizar la adecuada protección de la población, de los trabajadores de la industria nuclear y del medio ambiente.

El Programa Protección Radiológica y Seguridad Nuclear consta de tres Subprogramas, a saber: "*Estudios y Desarrollos en Seguridad Radiológica y Nuclear*", "*Normas, Licenciamiento y Fiscalización*" y "*Gestión de Residuos Radiactivos*". Algunas de las actividades desarrolladas en estos Subprogramas durante 1988 se describen a continuación:

Estudios y Desarrollos en Seguridad Radiológica y Nuclear

Se implementaron diversos códigos de cálculo aplicables al análisis probabilístico de seguridad y se finalizó un proyecto de investigación con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) sobre los métodos empleados para determinar eventos iniciantes de situaciones accidentales.

Paralelamente, se evaluaron los informes preliminares y finales de seguridad de diversas instalaciones, tales como el reactor CAREM y la Planta Industrial de Irradiación de la empresa PICORRAD SA. También se coordinaron diversas tareas en el campo de la seguridad nuclear con la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de la República Federativa del Brasil y se colaboró con la Autoridad Regulatoria Peruana en aspectos del licenciamiento del reactor RP-10.

En relación con modelos físicos y numéricos de aplicación en seguridad nuclear, se completaron estudios y desarrollos de códigos de cálculo para la predicción de la variación de las condiciones hidráulicas y térmicas de un macizo rocoso, en el marco del estudio de factibilidad para la construcción de un repositorio para residuos radiactivos de alta actividad. Por otra parte, se avanzó en el desarrollo de sistemas expertos y de programas de evaluación rápida de situaciones anormales en sistemas termohidráulicos de reactores nucleares.

En el tema transporte de material radiactivo, se finalizó la evaluación de los in-

formas de seguridad del diseño de contenedores para elementos combustibles del tipo MTR (*Material Testing Reactor* – Reactor para Ensayo de Materiales), y se continuó la evaluación de los diseños de contenedores para el transporte masivo de cobalto 60 (Co-60) y para el transporte de hexafluoruro de uranio (UF₆). Además se intensificó el análisis de informes de prevención de criticidad en distintas instalaciones de la CNEA, particularmente en aquellas relacionadas con la Planta de Enrichimiento de Uranio.

Dentro del campo de la dosimetría biológica, se desarrolló una técnica para calibrar un dosímetro biológico basado en micronúcleos de linfocitos y se iniciaron ensayos para evaluar la respuesta de la señal de resonancia paramagnética electrónica a la irradiación gamma en hueso.

Aprovechando la parada de la Central Nuclear Atucha I, se llevó a cabo un estudio para determinar la contribución de la radiación gamma del cobalto-60 a las dosis del personal de mantenimiento (en Atucha I, el cobalto-60 es un producto de corrosión activado que se deposita a lo largo del circuito primario). Del estudio resultó que más del 80% de las dosis ocupacionales en la Central se deben a la presencia de dicho radionucleido.

Durante 1988, se realizó un ejercicio de intercalibración de dosímetros a nivel internacional y se puso en marcha un programa de auditorías a los diversos laboratorios oficiales y privados que prestan servicios de dosimetría personal en instalaciones que se encuentran bajo el área de competencia de la CNEA.

Los laboratorios de medición de muestras ambientales se mantuvieron operativos, realizándose la determinación de estroncio-90 (Sr-90), cesio-137 (Cs-137) y radio-226 (Ra-226) en muestras de suelo, aire y alimentos. Además se midieron alrededor de 800 muestras de alimentos, a requerimiento de importadores y exportadores que solicitaron la certificación a la CNEA del contenido radiactivo de las mismas.

En el período considerado, se incrementó la capacidad de respuesta de los grupos de intervención ante situaciones anorma-

les o accidentales. Asimismo, se prosiguió con el desarrollo del instrumental específico de radioprotección, con especial énfasis en la investigación de monitores portátiles de radiación beta en campos de altos niveles de radiación gamma.

Del 1° de abril al 30 de noviembre se llevó a cabo el *IX Curso de Post-grado en Protección Radiológica y Seguridad Nuclear*, con la participación de 15 profesionales argentinos y 13 extranjeros. Este curso, patrocinado por el OIEA, es realizado anualmente por la CNEA, conjuntamente con la Universidad de Buenos Aires (UBA) y el Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación.

Asimismo, del 1° de agosto al 2 de septiembre se llevaron a cabo dos cursos regionales, sobre “*Dosimetría en situaciones anormales*” y “*Vigilancia médica de trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes en condiciones normales y anormales*”.

Normas, Licenciamiento y Fiscalización

En el período considerado se realizó una verificación sistemática del cumplimiento de las licencias de operación de las Centrales Nucleares Atucha I y Embalse, de los reactores de investigación RA-4 y RA-6, de los Laboratorios Alfa y de Uranio Enrichido, y de la planta de producción de polvo de óxido de uranio (U₃O₈). Igual tarea se realizó en relación con las licencias de construcción de la Central Nuclear Atucha II y del Proyecto Celdas Calientes (CELCA).

Además se continuó con la verificación de las autorizaciones de funcionamiento y la fiscalización de diversas instalaciones de la CNEA, particularmente los laboratorios de los Centros Atómicos Ezeiza, Constituyentes y Bariloche, y de la Sede Central.

Paralelamente, se llevaron a cabo actividades regulatorias y de fiscalización relacionadas con instalaciones de usuarios externos a la CNEA. Estas actividades comprendieron alrededor de 750 inspecciones en todo el país, unos 5 000 asesoramientos y la verificación de los aspectos de seguridad en 50 operaciones de transporte de material radiactivo.

Gestión de residuos radiactivos

En el transcurso de 1988 se continuaron prestando servicios de almacenamiento y gestión de residuos radiactivos en las instalaciones del Centro Atómico Ezeiza (CAE) y se realizaron diversas tareas de desarrollo, entre las cuales se citan las siguientes:

- a) Se estudió la influencia de diversos aditivos sobre las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de productos cementados conteniendo residuos radiactivos simulados, provenientes de la producción de molibdeno-99 (Mo-99);
- b) Se construyó la base para el montaje de la celda de transferencia de los residuos sólidos provenientes de la planta de producción de molibdeno-99;
- c) Se realizaron estudios y ensayos destinados a la inmovilización de residuos líquidos de media actividad;
- d) Se continuaron estudios de vitrificación para la inmovilización de residuos líquidos de alta actividad provenientes del procesamiento de elementos combustibles irradiados.

Con relación a la Central Nuclear Embalse, se iniciaron estudios para determinar las tecnologías de tratamiento e inmovilización de resinas. En lo referente a la Central Nuclear Atucha I, se estableció un programa de trabajo para la caracterización de los productos resultantes de incorporar el concentrado del evaporador a una matriz polimérica; paralelamente, se desarrollaron formulaciones preliminares destinadas a la inmovilización de residuos líquidos provenientes de la operación y mantenimiento de la Central.

Respecto a la gestión de estériles del Complejo Fabril Malargüe, se han continuado los estudios hidrogeológicos del área involucrada, mediante un convenio con el Centro Regional de Aguas Subterráneas (CRAS).

Particular énfasis se dio al diseño conceptual de una planta de almacenamiento y decaimiento de residuos líquidos de baja actividad, de una planta de almacenamiento intermedio de residuos radiactivos sólidos de media actividad conteniendo emisores alfa, y de las instalaciones para la disposición final de fuentes de cobalto-60 (del tipo de las utilizadas en telecobaltoterapia).

Finalmente, se concluyó la construcción en el CAE de la Trinchera N°2, instalación para residuos radiactivos sólidos de baja actividad.

Consejo Asesor para el Licenciamiento de Instalaciones Nucleares (CALIN)

Durante 1988 se continuó la interacción con los responsables de las distintas instalaciones licenciadas, en proceso de licenciamiento o en construcción, estableciéndose requerimientos y condiciones para la operación o solicitando mayor información para fines regulatorios. Esta interacción fue particularmente activa con la Central Nuclear Atucha I, a efectos de fijar requerimientos que debían ser satisfechos durante la parada programada y definir condiciones para su posterior arranque.

En relación con nuevas instalaciones, se extendieron licencias provisorias de operación a las plantas de producción de polvo de óxido de uranio (U_3O_8) y de fabricación de elementos combustibles para reactores de investigación (ECRI); asimismo, se preparó la licencia de operación de la planta de producción de molibdeno-99 (Mo-99) por fisión.

En lo que hace al convenio celebrado con la República Federativa del Brasil, los grupos licenciantes de ambos países intercambiaron experiencias y mantuvieron reuniones técnicas.

En lo referente al licenciamiento de personal, durante el año 1988 se otorgaron 57 licencias y 122 autorizaciones específicas a trabajadores de distintas instalaciones de la CNEA.

Consejo Asesor de Aplicación de Radioisótopos (CAAR)

Durante 1988, se otorgaron 459 permisos; de éstos, 139 fueron institucionales y el resto individuales.

Paralelamente se intercambió información con funcionarios de la CNEN, a fin de preparar actividades conjuntas en la elaboración de documentos normativos vinculados al uso de radioisótopos y fuentes de radiación.

ANALISIS PROBABILISTICO DE SEGURIDAD DEL REACTOR RP-10

El reactor peruano RP-10 es el primer reactor de investigación de esas características diseñado y construido para cumplir con criterios probabilísticos cuantitativos de aceptación. En efecto, el *Análisis Probabilístico de Seguridad (APS)* de dicho reactor, tuvo como objetivo demostrar que el RP-10 cumple los criterios radiológicos relativos a accidentes establecidos en la Norma CALIN 3.1.3.

El APS del RP-10 se desarrolló a partir de un estudio exhaustivo de los eventos iniciantes que pueden afectar la instalación, con el objeto de identificar y seleccionar los sucesos precursores de alteraciones graves en la operación del reactor. Si bien no es de esperar que ocurran accidentes graves durante la vida útil del mismo, en caso de que los sistemas de seguridad no actúen adecuadamente tales accidentes podrían conducir a la liberación de cantidades apreciables de material radiactivo.

La primera etapa del APS fue determinar los *eventos iniciantes postulados (EIP)* del reactor; a tal efecto se empleó el denominado *Master Logic Diagram*, un método deductivo para la determinación de los eventos iniciantes propuestos del reactor, lo que permitió a su vez definir los EIP del mismo. A continuación se calcularon —mediante modelos probabilísticos adecuados— las probabilidades anuales de ocurrencia de tales EIP.

Los EIP incluyen tanto eventos iniciantes internos como externos a la instalación nuclear, contemplándose entre ellos los eventos naturales y los eventos inducidos por el hombre. Ejemplos de EIP considerados son: *Pérdida de refrigerante primario, Desvío de refrigerante primario por fuera del núcleo del reactor, Transitorios supercríticos con neutrones inmediatos, Impacto de misiles en el núcleo reactor, Incendio, Sismo*, etc.

En la segunda etapa del APS se desarrollaron cualitativamente los diagramas en árbol de eventos correspondientes a cada uno de los EIP antes definidos, mediante un estudio de los sistemas de seguridad del reactor y de las acciones humanas que deben intervenir ante la eventual ocurrencia de cada EIP, quedando así identificadas las secuencias accidentales posibles.

Posteriormente, se calcularon las probabilidades de falla de los sistemas de seguridad del reactor y de las acciones correctivas previstas del operador en caso de accidente, a fin de poder realizar la cuantificación de los eventos indicados en los diagramas en árbol.

El cálculo de las probabilidades de falla de los sistemas de seguridad se efectuó mediante el desarrollo de los correspondientes diagramas en árbol de fallas; en tales cálculos se utilizaron diversos modelos probabilísticos—incluyendo fallas dependientes— y datos compatibles con los componentes realmente utilizados en el reactor. La resolución de los diagramas en árbol de fallas se efectuó mediante el empleo de programas de computación en algunos casos y manualmente en otros, según la complejidad de tales diagramas.

En la cuarta etapa del APS se calcularon —a través de las probabilidades de falla de los sistemas de seguridad intervinientes, en el modo de actuación automática o manual según

corresponda— las probabilidades asociadas a las secuencias accidentales definidas en los diagramas en árbol de eventos.

Las secuencias accidentales consideradas son las denominadas *significativas*. A continuación, se analiza para cada secuencia accidental significativa el *escenario final* de la instalación. Tales escenarios permiten definir diversos *estados de planta* (EP), a fin de calcular las dosis resultantes en el público.

El cálculo de las dosis asociadas a cada EP se realizó para el *grupo crítico*, un grupo de población hipotético ubicado a 1 500 m del reactor. Se utilizaron códigos de cálculo para determinar las descargas radiactivas correspondientes a los distintos EP analizados. Posteriormente, se calculó la dosis equivalente efectiva resultante de cada EP.

A partir de la información obtenida en las etapas anteriores se desarrolló la última etapa del APS: la verificación del criterio de aceptación del reactor desde el punto de vista de la seguridad nuclear.

Los resultados finales del APS del reactor RP-10 permiten concluir que dicho reactor satisface el mencionado criterio de aceptación con amplitud, teniendo en consideración que se han utilizado criterios conservadores en relación tanto con las probabilidades de ocurrencia de los EP respectivos como con sus consecuencias radiológicas asociadas.

INVESTIGACION Y DESARROLLO

Desde sus inicios, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) consideró a la investigación y al desarrollo como un factor clave en su política de alcanzar una capacidad de decisión autónoma en el área de la tecnología nuclear.

Esta concepción y la continuidad en los esfuerzos aplicados en esa dirección se tradujeron, con el correr del tiempo, en realizaciones que a su vez se realimentaron constantemente con experiencias operativas y requerimientos a los grupos de Investigación y Desarrollo, en una tarea mancomunada entre los sectores productivos, de ingeniería, de desarrollo y de investigación básica y aplicada.

Así, el desarrollo de la tecnología de fabricación de elementos combustibles para reactores, la obtención de materiales de uso crítico como el circonio, o el uranio enriquecido, marcaron hitos importantes en el crecimiento de la CNEA, hitos que se prolongan actualmente en el apoyo brindado para la solución de los desafíos que plantea el funcionamiento de las centrales nucleares Atucha I y Embalse, o en los avances registrados hacia la concreción de los proyectos ligados al desarrollo de componentes de los reactores. Estas y otras tecnologías importan años de investigación y desarrollo, y la complejidad inherente a las mismas hace del trabajo multidisciplinario una necesidad ineludible.

Esta política de apoyo a la investigación y desarrollo le permitió a la CNEA acumular lo que quizás hoy representa la mayor capacidad científico-tecnológica con que cuenta el país, la cual le posibilita no sólo encarar problemas directamente relacionados con la energía nuclear

sino también resolver otros tipos de problemas, ya sea por extensión a otros sectores industriales de tecnologías originalmente desarrolladas para el área nuclear, o interviniendo activamente en el desarrollo de otras tecnologías en las que la CNEA no actuó o lo hizo sólo marginalmente.

Para ello, la institución dispone en la actualidad de una amplia variedad de instalaciones: laboratorios de investigación, de desarrollo y para ensayos de equipos y materiales, plantas pilotos, etc. Estas instalaciones están distribuidas geográficamente en forma amplia (Centro Atómico Bariloche (CAB), Centro Atómico Constituyentes (CAC), Centro Atómico Ezeiza (CAE) y Sede Central, están dotadas de un moderno y complejo equipamiento, y cuentan con personal capacitado en campos tan diversos como el de la física, la química, la biología o la ciencia de los materiales.

La responsabilidad de las tareas de investigación y desarrollo recae en la Dirección de Investigación y Desarrollo de la CNEA, de la que dependen seis Gerencias operativas: Investigaciones, Desarrollo, Procesos Químicos, Centro Atómico Bariloche, Combustibles Nucleares y Enriquecimiento. La Dirección cuenta con una dotación en conjunto de más de 1 600 agentes, de los cuales 600 son profesionales y 500 son técnicos, estos últimos, en su mayor parte especializados.

Este conjunto de profesionales y técnicos es parte del verdadero y único reservorio de conocimientos que en el campo nuclear posee el país, y es el fruto de largos años de entrenamiento y capacitación en el tema. Es por

ello que la Dirección tiene el firme propósito de mantener a su personal constantemente actualizado en los distintos aspectos de la tecnología nuclear.

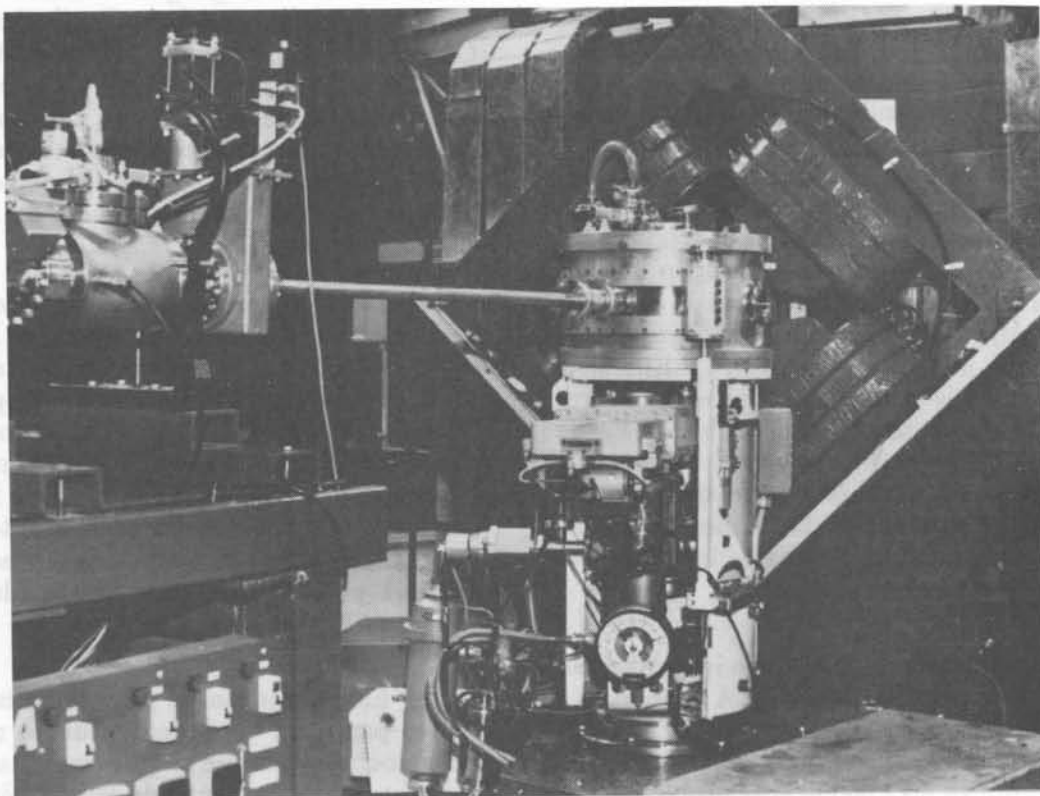
INVESTIGACION BASICA

Existen razones obvias para que la investigación en el campo de la física tenga reservado un lugar destacado dentro de las actividades de la CNEA.

Con la inauguración en el año 1986 del *Acelerador Electrostático de Iones Pesados (TANDAR)*, que opera en el Centro Atómico Constituyentes (CAC), se multiplicaron las oportunidades para encarar nuevas y más complejas investigaciones dentro del campo de la física, la biología y la química, entre otros. Durante el año 1988 se continuó con las experiencias programadas con haces de iones livianos y pesados; asimismo, se está próximo a completar el montaje de un espectrómetro magnético, construido en el país.

La CNEA tiene grupos de trabajo que realizan contribuciones originales en el área de los llamados vidrios de espín, área que encuentra importantes aplicaciones, por un lado, a modelos de optimización de gran importancia práctica en muchos ámbitos, y por otro lado, a modelos de la memoria humana que se vinculan directamente con las técnicas de diseño de computadoras avanzadas.

En el área de la superconductividad a temperaturas altas (mayores que el punto de ebullición del aire líquido), campo en que la CNEA cumplió un rol destacado en 1987, se continuó trabajando en forma sistemática. Hubo avances importantes en las técnicas de preparación de materiales, llegándose a la fabricación de pequeños monocristales y la preparación de láminas delgadas del orden del micrón. También se progresó en el aprendizaje básico de los mecanismos de este nuevo fenómeno, tanto en el aspecto microscópico cuanto en el fenomenológico, habiéndose producido en ambos casos contribuciones originales que tuvieron buen eco en la comunidad científica internacional.



Cámara de reacciones nucleares y espectrómetro magnético. TANDAR

En el Proyecto *Theta Pinch*, cuyo objetivo es el estudio del calentamiento y confinamiento de plasmas de interés para la fusión nuclear en base a configuraciones de campo invertido, se completó un estudio experimental sobre pérdidas de flujo en la etapa de formación de la configuración y se continuaron los estudios teóricos sobre equilibrio y estabilidad de plasma confinado.

Desde su creación, la CNEA ha tenido una labor destacada en distintas áreas de la Química. Actualmente, diversos grupos efectúan tareas multidisciplinarias, tanto en el plano de la investigación básica como en el de la aplicada.

La CNEA también tiene una vasta trayectoria en lo que se refiere a investigación básica en el campo biológico. El efecto que las radiaciones ionizantes tienen sobre los organismos vivos, la protección de los mismos y los probables mecanismos de reparación constituyen siempre un tema de interés. En este año se ha iniciado una nueva e interesante línea de investigación en el campo de la radiación UV y su relación con la cantidad de ozono en la atmósfera, para lo cual se ha firmado un Programa de Cooperación con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

DESARROLLOS TECNOLOGICOS

Son numerosos los laboratorios, instalaciones y talleres dedicados a desarrollar tecnologías útiles para el programa nuclear. En particular, se destacan las tareas vinculadas al desarrollo integral de los combustibles nucleares. En años anteriores, estos grupos han cumplido la tarea exitosa de poner a punto y desarrollar en forma completa plantas pilotos de nivel prácticamente productivo para los elementos combustibles de las centrales nucleares. Estos desarrollos tecnológicos han posibilitado la ulterior construcción de plantas industriales y la creación de empresas como CONUAR y FAE —encargadas de la producción de los elementos combustibles para las centrales nucleares

Atucha I (CNA I) y Embalse (CNE)—, que mantienen un contacto directo con los grupos tecnológicos de la CNEA que han originado estos desarrollos.

Dentro de esta interacción entre tecnología, planta piloto y producción, cabe mencionar que durante 1988 se continuaron los desarrollos que se vienen llevando a cabo en la CNEA desde hace tiempo sobre distintos componentes internos de los reactores. Una cabal demostración de los conocimientos acumulados en el tema fue el suministro de canales de refrigeración de repuesto para la CNA-I. Una vez más, proyectos tecnológicos originados en el área de Investigación y Desarrollo evolucionaron y dieron lugar a una producción industrial.

SERVICIOS DE TECNOLOGIA DE AVANZADA

La complejidad de las tecnologías desarrolladas por la CNEA requiere personal altamente capacitado, interactuando en equipos multidisciplinarios.

La experiencia adquirida en esta modalidad de trabajo a lo largo de varios años, puede hoy ser volcada en servicios muy especializados y en desarrollos tecnológicos solicitados por sectores distintos al nuclear. Para ello, la CNEA interacciona con múltiples actividades a través de contratos y convenios y de una unidad de intercambio tecnológico — como el *Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (SATI)*— que favorece esta tarea.

Como ejemplo de esta interacción dentro de la misma CNEA, cabe citar la existente entre el grupo especializado del *Instituto Nacional de Ensayos No Destructivos (INEND)* y el *Círculo para Ensayos de Alta Presión (CEAP)*.

Los grupos orientados a la química y fisicoquímica del refrigerante de las centrales constituyen un sector muy especial en donde —dentro de los mismos grupos y con alta eficiencia— se hacen investigaciones de corte básico, tareas orientadas y servicios especializados.

El CEAP cuenta con instalaciones, infraestructura y personal del más alto nivel orientado a servicios intersectoriales, que presta apoyo en el desarrollo, fabricación, prueba de equipos, herramientas y repuestos. La participación de este laboratorio en la reparación de la CNA-I fue relevante.

ESTUDIOS RELACIONADOS CON EL CICLO DE COMBUSTIBLES

Desde sus comienzos, la CNEA entendió que el proceso de alcanzar una capacidad autónoma de decisión en el campo de la tecnología nuclear importaba una intensa interacción entre la investigación básica y las unidades de producción. Por ello, la CNEA adoptó la decisión de que sus actividades de investigación y desarrollo incluyan aspectos esenciales para la utilización racional de los combustibles nucleares, en forma tal de optimizar los recursos energéticos del país, alcanzar el dominio efectivo de las tecnologías involucradas y lograr la mayor participación posible de la industria nacional en el campo nuclear.

Esta decisión se ve reforzada hoy por la existencia de dos reactores nucleares de potencia en funcionamiento y un tercero en avanzado estado de construcción.

Varios son los proyectos dirigidos a lograr los objetivos propuestos. Uno de ellos es la recuperación de plutonio de los combustibles irradiados en las centrales nucleares. Este elemento fisionable, generado durante la operación del reactor, puede ser reciclado en dos formas: en reactores térmicos o en un nuevo tipo de reactores —llamados *reactores reproductores rápidos*— de muy alto rendimiento.

La CNEA ha concluido la obra civil del futuro *Laboratorio de Procesos Radioquímicos (LPR)*, cuyo objetivo es la extracción del plutonio generado en los reactores argentinos para su utilización en un programa de demostración de elementos combustibles de óxidos mixtos. Durante 1988, se avanzó en las tareas tendientes a completar la documentación necesaria para la puesta en marcha en frío del Laboratorio.

La tecnología involucrada en la utilización de plutonio en reactores reproductores es compleja, si bien existen varias naciones que operan en forma experimental con reactores de potencia de este tipo. Con este objetivo se ha creado en la CNEA un grupo de trabajo destinado a establecer la infraestructura técnica necesaria para el desarrollo de reactores reproductores rápidos.

En *Pilcaniyeu*, una localidad próxima a San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro), opera a partir de 1983 una planta de mediana capacidad para enriquecimiento de uranio por el método de la difusión gaseosa. Durante 1988 se realizaron mejoras en los rendimientos de la planta de hasta el 20%, lo que permitió operarla adecuadamente para producir diferentes niveles de enriquecimiento de acuerdo a los requerimientos. El uranio enriquecido producido en Pilcaniyeu es indispensable para los reactores de investigación con que cuenta el país, así como también para aquellos que CNEA ha exportado (reactores peruanos RP-0 y RP-10).

En el ámbito de las actividades de investigación y desarrollo se realizan algunas actividades de tipo puramente productivo, que requieren una estrecha colaboración con otros sectores. Dentro de estas actividades productivas se destacan la fabricación de elementos combustibles para reactores de tipo experimental o de producción de radioisótopos, y el suministro de los elementos combustibles requeridos por el reactor de investigación construido por la empresa INVAP SE para el *Haut Commissariat á la Recherche*¹ de Argelia. Otras actividades incluyen los análisis de sismicidad realizados para el mencionado reactor.

¹Comisión para las Investigaciones

RA-1: A TREINTA AÑOS DE SU PUESTA EN MARCHA

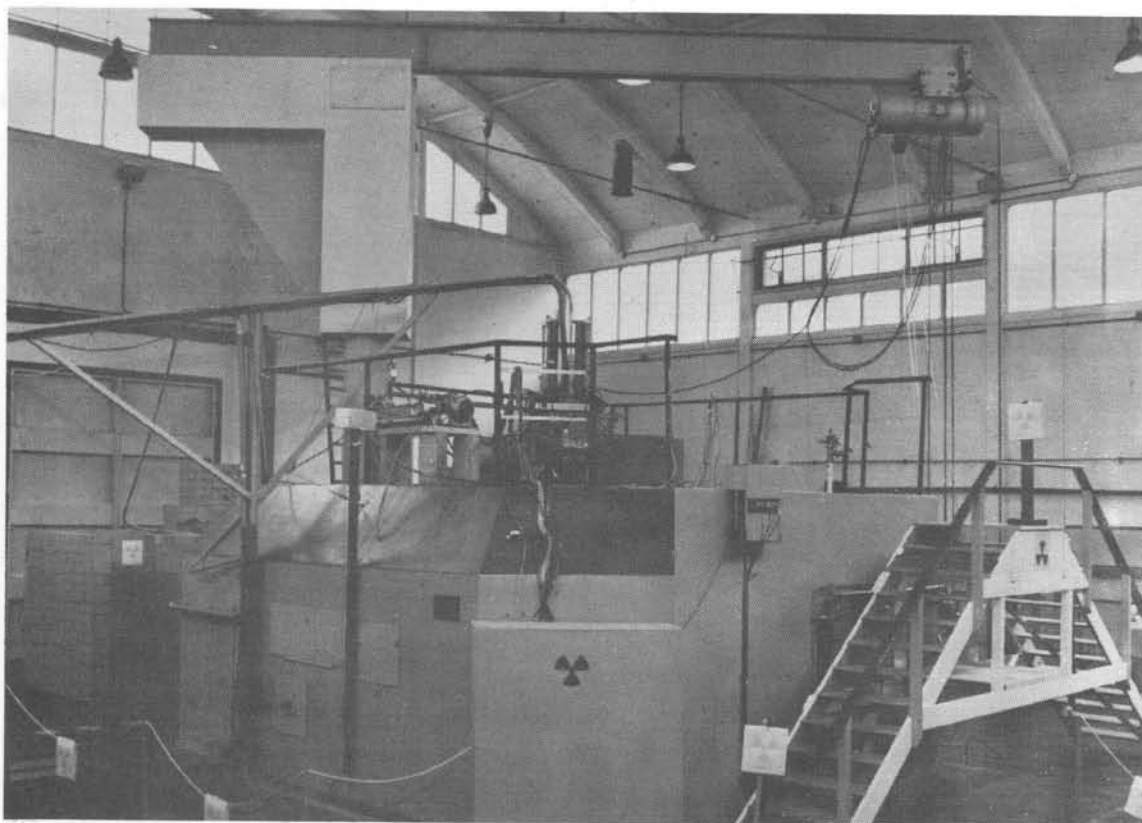
El 17 de enero de 1988 se cumplieron treinta años de la puesta en marcha del reactor argentino RA-1, el primer reactor de investigación construido en Latinoamérica.

El proyecto RA-1 empezó a gestarse en los primeros meses del año 1957, cuando la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) tomó la decisión de iniciar un programa de construcción de reactores de investigación en la Argentina y comenzó a discutir si dicho programa se materializaría a través de la compra lisa y llana de reactores a países más desarrollados en el área, o si en cambio sólo se adquirirían los planos de aquellos reactores, recurriendo a los profesionales de la CNEA y a materiales nacionales para su construcción. Triunfó esta última alternativa, lo que gravitaría enormemente en la sólida capacitación que gracias al proyecto alcanzaron en el área nuestros técnicos e ingenieros.

Se adquirieron así los planos del reactor *Argonaut*, de 100 watt de potencia, que había sido inaugurado recientemente por el Laboratorio Nacional de Argonne, en los Estados Unidos. Como parte de la operación, se acordó el envío al Laboratorio de dos profesionales para instruirse acerca de las características del reactor y enviar la información que obtuvieran a la Argentina.

Para construir el futuro reactor, se escogió un predio que la CNEA poseía en la intersección de la Avenida Constituyentes con la Avenida Circunvalatoria General Paz. Allí se erigió primero un galpón de aproximadamente 400 metros cuadrados de superficie, en cuyo interior se construiría el reactor. La obra civil del RA-1 estuvo a cargo de distintas empresas constructoras, que se ocuparon cada una de una parte específica de la obra; los detalles de la construcción fueron cubiertos por personal del Centro Atómico Constituyentes de la CNEA.

Reactor RA-1



CORROSION BAJO TENSION

La corrosión bajo tensión constituye un problema que, pese a haber afectado al hombre desde la Edad de Bronce y haber alcanzado un nivel crítico en la tecnología mundial del último siglo, aún no tiene una explicación científica satisfactoria. En tiempos modernos, este problema representó una plaga para las primeras calderas a vapor y se hizo presente en todos los posteriores avances tecnológicos incluido el proyecto *Apolo*, que llevó al hombre a la luna. Causa fisuras en componentes de centrales nucleares, estuvo a punto de provocar el derrumbe de un importante viaducto en un país vecino y sigue causando serios perjuicios para ingenierías como la aeroespacial, nuclear, civil o petrolera. Constituye, pues, un importante desafío científico, por cuanto involucra por igual a físicos, químicos y metalurgistas, y porque aún no se ha desarrollado un modelo teórico que permita predecir nuevos casos de fallas.

El problema aparece cuando, habiendo elegido un material dúctil, se encuentra inesperadamente con que éste, por acción del medio ambiente, se ha comportado en forma frágil. Este fenómeno ha tomado numerosos nombres en la literatura técnico-científica, tales como corrosión bajo tensión, fragilización por hidrógeno y fragilización por metales líquidos. Actualmente, dada la similitud de estos procesos, se los reúne bajo el nombre genérico de *fragilización por el medio ambiente*.

En la División Corrosión de la CNEA se ha estado trabajando en el tema de la corrosión bajo tensión desde 1966. Como resultado de estas investigaciones se han publicado numerosos trabajos científicos, y en 1987 (*Corrosion Science*, Vol. 27 pag. 1) se propuso un nuevo mecanismo para explicar la fragilización por el medio ambiente, llamado *Mecanismo de Movilidad Superficial*. Los resultados pre-

liminares de este nuevo mecanismo, publicados durante 1988, son muy promisorios y la reacción de la comunidad científica ha sido satisfactoria, especialmente si se tiene en cuenta que este trabajo acaba de recibir el premio "T.P.HOAR AWARD - 1987" que la *Institution of Corrosion Science and Technology* de Inglaterra y *Pergamon Press* otorgan al mejor trabajo científico publicado en el año por la revista *Corrosion Science*.

Básicamente, el Mecanismo de Movilidad Superficial es el siguiente: se considera que una fisura en un material tensionado mecánicamente es un sumidero de vacancias. A las temperaturas normales de uso de los metales la movilidad atómica es despreciable, por lo que el movimiento de vacancias es prácticamente nulo. En presencia de contaminantes provenientes del medio ambiente, es posible modificar en forma significativa la movilidad superficial del metal. Cuando el punto de fusión de los compuestos superficiales —formados por reacción con el medio ambiente— es alto, el mecanismo predice que no habrá fisuración; si es bajo, se presentará la corrosión bajo tensión.

Mediante este mecanismo ha sido posible explicar la fisuración de aleaciones de circonio en presencia de productos de fisión, la corrosión bajo tensión de los aceros inoxidable y la mayoría de los casos conocidos de fisuración por el medio ambiente. Hasta ahora, la comparación de las predicciones del Mecanismo de Movilidad Superficial con los casos conocidos ha resultado altamente satisfactoria. Recientemente se han completado informes en los que se demuestra que las predicciones de nuevos casos de corrosión bajo tensión en cobre puro y en aleaciones de plata son correctas.

RA-1: A TREINTA AÑOS DE SU PUESTA EN MARCHA

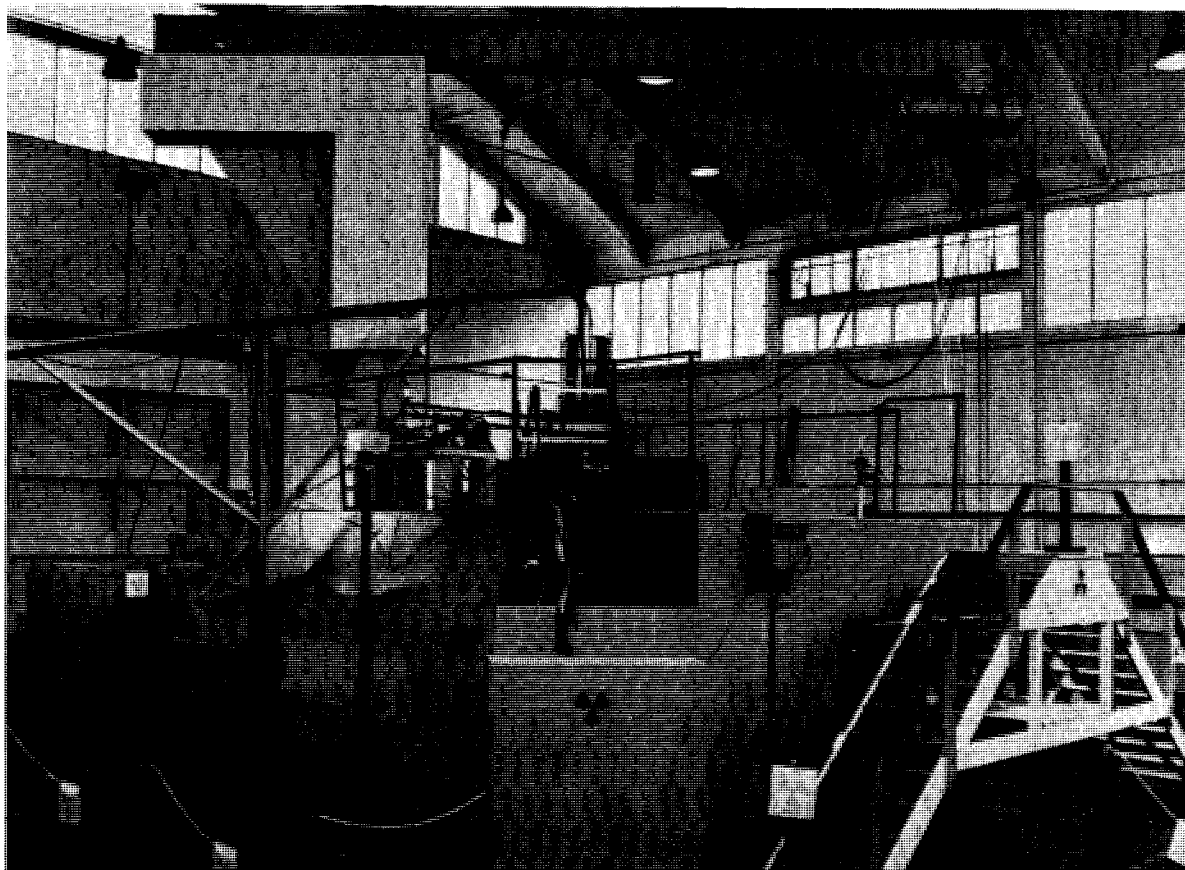
El 17 de enero de 1988 se cumplieron treinta años de la puesta en marcha del reactor argentino RA-1, el primer reactor de investigación construido en Latinoamérica.

El proyecto RA-1 empezó a gestarse en los primeros meses del año 1957, cuando la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) tomó la decisión de iniciar un programa de construcción de reactores de investigación en la Argentina y comenzó a discutir si dicho programa se materializaría a través de la compra lisa y llana de reactores a países más desarrollados en el área, o si en cambio sólo se adquirirían los planos de aquellos reactores, recurriendo a los profesionales de la CNEA y a materiales nacionales para su construcción. Triunfó esta última alternativa, lo que gravitaría enormemente en la sólida capacitación que gracias al proyecto alcanzaron en el área nuestros técnicos e ingenieros.

Se adquirieron así los planos del reactor *Argonaut*, de 100 watt de potencia, que había sido inaugurado recientemente por el Laboratorio Nacional de Argonne, en los Estados Unidos. Como parte de la operación, se acordó el envío al Laboratorio de dos profesionales para instruirse acerca de las características del reactor y enviar la información que obtuvieran a la Argentina.

Para construir el futuro reactor, se escogió un predio que la CNEA poseía en la intersección de la Avenida Constituyentes con la Avenida Circunvalatoria General Paz. Allí se erigió primero un galpón de aproximadamente 400 metros cuadrados de superficie, en cuyo interior se construiría el reactor. La obra civil del RA-1 estuvo a cargo de distintas empresas constructoras, que se ocuparon cada una de una parte específica de la obra; los detalles de la construcción fueron cubiertos por personal del Centro Atómico Constituyentes de la CNEA.

Reactor RA-1



La labor incansable, el sólido entusiasmo profesional, y la gran cuota de imaginación y *spirit de corps* con que estas y otras muchas personas no nombradas afrontaron, con los pocos elementos con que disponían, los innumerables problemas que iba planteando el proyecto, permitió que en nueve meses, con sólo 100 000 dólares de presupuesto, el reactor fuera puesto en marcha.

La madrugada del 17 de enero de 1958, cuando el reactor alcanzó finalmente la criticidad luego de varios intentos infructuosos, todos los que estaban allí presentes se sintieron émulos de Enrico FERMI y su grupo de colaboradores. No era para menos. Veinte años después del descubrimiento de la fisión por HAHN y STRASSMANN, la CNEA la aplicaba en su país, llenando de orgullo a la ciencia argentina y mostrando por primera vez a los argentinos los beneficios de la energía nuclear utilizada con fines pacíficos.

ASPECTOS GENERALES

ASUNTOS INTERNACIONALES

La política nuclear tiene, por naturaleza, una proyección internacional. A lo largo de las últimas décadas, la República Argentina ha sostenido una política nuclear internacional coherente, basada en el derecho inalienable de todos los pueblos al desarrollo de la energía atómica para usos pacíficos, la condena permanente a la carrera armamentista nuclear y el rechazo a todo tipo de discriminación por parte de quienes pretenden monopolizar esta tecnología a nivel mundial.

En ese contexto, constituye una preocupación fundamental de la República Argentina —y dentro de ella especialmente de la CNEA, por ser de su competencia— la cooperación nuclear con todas las naciones —en particular, con las que están en vías de desarrollo— sobre bases equilibradas, sin connotaciones hegemónicas ni de supremacía, respetuosa de los legítimos intereses y expectativas de las partes, y realizada inequívocamente con fines pacíficos.

Esta filosofía no es meramente declamatoria: dentro de sus posibilidades, la CNEA la ha puesto en práctica a través de una participación muy activa en los programas de cooperación técnica de los organismos internacionales, globales y regionales, y a través de la conclusión y efectiva implementación de acuerdos bilaterales específicos de cooperación con países de todas las regiones —particularmente de América Latina— para la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos.

Esta cooperación para el desarrollo de la energía nuclear se presta mediante el dictado de cursos abiertos a participantes extranjeros, la provisión de expertos, el otorgamiento de becas para la capacitación y entrenamiento individuales, y la aceptación de visitas y pasantías científicas en las instalaciones de la CNEA.

Dentro de esta amplia gama de actividades de cooperación se destaca la construcción, conjuntamente con el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), del *Centro Nuclear de Investigaciones del Perú*, situado en la localidad de Huarangal, a 30 km de Lima.

Este Centro, que cuenta con un reactor de investigación e irradiación de 10 MW térmicos con su planta de producción de radioisótopos, laboratorios de física, química y biología, y un centro nacional de protección radiológica y seguridad nuclear, fue inaugurado oficialmente el 19 de diciembre de 1988, con la presencia de los primeros mandatarios de ambos países.

La experiencia recogida en este proyecto conjunto abrió el camino para la realización de emprendimientos similares con otros países, entre los que se destacan la construcción con la Comisión para las Investigaciones de la República Argentina Democrática y Popular de un reactor de entrenamiento de 1 MW térmico e instalaciones subsidiarias, que será inaugurado a fines del primer trimestre de 1989, el cambio del núcleo a bajo enriquecimiento del reactor de investigaciones del Centro Atómico de Teherán, con la Organización de Energía Atómica de la República Islámica

de Irán, y la construcción de una planta de producción de radioisótopos con la Comisión de Energía Atómica de la República de Cuba.

Actividades desarrolladas en 1988

Durante el año 1988 se participó activamente en las reuniones de la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), celebradas en su sede en Viena (Austria), en cumplimiento del mandato recibido por nuestro país en ocasión de la XXXI Reunión Ordinaria de la Conferencia General del OIEA, celebrada en setiembre de 1987, al resultar electo para el cargo de gobernador en los términos del Artículo VI.A.1 del Estatuto del Organismo, es decir, en calidad de país "más adelantado en tecnología de la energía atómica" de la Región América Latina, para el período anual 1988.

También se asistió a la XXXII Reunión Ordinaria de la Conferencia General del mencionado Organismo, durante la cual nuestro país resultó electo para ocupar el cargo de gobernador en los términos del Artículo VI.A.2. del Estatuto, en representación de la Región América Latina, por un período de dos años (1989-1990).

Se participó activamente en las reuniones de expertos convocadas por el OIEA durante el año, así como en diversos comités y grupos de trabajo establecidos para tratar distintos aspectos de la actividad nuclear; en particular, se participó en el *Programa de Seguridad Nuclear y Protección Ambiental* (en inglés, NUSS) y en el *Comité para el Aseguramiento de los Suministros* (CAS). Merece especial mención la activa participación de la CNEA en el Programa "Arreglos regionales cooperativos para la promoción de la ciencia y la tecnología nucleares en América Latina" (Programa ARCAL).

Por octavo año consecutivo se realizó en Buenos Aires, con el patrocinio del OIEA, el "Curso interregional de postgrado en protección radiológica y seguridad nuclear". También con el patrocinio del Organismo, se dictó en San Carlos de Bariloche (Pcia. de Río Negro) el "Curso sobre Física Médica" —el pri-

mero sobre este tema que se realiza en América Latina. Por otra parte, en el marco del Programa ARCAL se dictaron en 1988 cinco cursos: el "Curso de dosimetría en situaciones anormales", el "Curso sobre vigilancia de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes en condiciones normales y anormales", el "Curso de capacitación sobre detectores de radiación de alta resolución", el "Curso regional de capacitación de FAO-OEA ¹ sobre métodos de radioinmunoanálisis y sondas de ADN marcado en el diagnóstico de enfermedades de los animales" y el "Curso de capacitación para docentes sobre metodología de radioisótopos con especial referencia al radioinmunoanálisis".

Siempre en el ámbito del OIEA, se continuó brindando cooperación y asistencia técnicas a otros países en desarrollo a través del "Programa de cooperación técnica" del Organismo, mediante la aceptación de becarios, pasantías y visitas científicas y la prestación de servicios de expertos. Según lo demuestra el informe presentado por la Secretaría del OIEA sobre las actividades de asistencia y cooperación técnicas del Organismo en 1988, la Argentina ha ocupado el 4º lugar en cantidad de expertos proporcionados al Organismo y el 6º lugar en cantidad de becarios, visitantes científicos y cursantes capacitados en nuestras instalaciones, a requerimiento del Organismo.

El 21 de setiembre se asistió a la Conferencia Especial que se celebró en Viena sobre la armonización de la "Convención sobre responsabilidad civil por daños nucleares" (Convención de Viena) con el "Convenio acerca de la responsabilidad civil en materia de energía nuclear de la OCDE ²" (Convenio de París), firmando nuestro país el Protocolo común que fuera aprobado en ese evento.

En octubre se asistió a la "XV Reunión General Ordinaria de la Comisión Interamericana de Energía Nuclear (CIEN) de la Organización de Estados Americanos (OEA)", que tuvo lugar en la sede de la Organiza-

¹FAO es la sigla en inglés de la Organización para la Alimentación y la Agricultura; OEA es la sigla de la Organización de Estados Americanos.

²OCDE es la sigla de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

ción en Washington (EEUU). Con el patrocinio de la OEA se dictó también, por octava vez consecutiva, el *"Curso de metalurgia y tecnología de materiales"* y el *"Curso de aplicación de radioisótopos en bioquímica"*. Además, se reabrió a becarios de la OEA *"Curso de postgrado en Ingeniería Nuclear"*, que se dicta en colaboración con la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (UBA). Todos los eventos mencionados contaron con una importante participación de profesionales latinoamericanos becados por dicho organismo.

Siempre en el plano de las relaciones multilaterales, debe agregarse finalmente el *"Curso sobre aplicaciones de radioisótopos en medicina veterinaria"*, dictado para profesionales latinoamericanos con becas otorgadas por el gobierno argentino.

En el plano de las relaciones bilaterales, se realizaron numerosas acciones de cooperación con los organismos competentes de energía nuclear de diversas naciones de todas las regiones, al amparo de los acuerdos bilaterales específicos de cooperación para los usos pacíficos de la energía nuclear, de los acuerdos bilaterales generales sobre cooperación científica y tecnología vigentes, y de los contratos comerciales concertados.

El 3 de mayo se firmó en Buenos Aires el *"Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República de Turquía para la cooperación en los usos pacíficos de la energía nuclear"*; y el 17 de noviembre en El Cairo, el *"Acuerdo entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina y la Autoridad de Energía Atómica de la República Árabe de Egipto para la cooperación en el campo de los usos pacíficos de la energía nuclear"*. Con estos dos instrumentos internacionales, los acuerdos de cooperación específicos vigentes o en proceso de ratificación alcanzan a un total de veintiuno.

Cabe resaltar en forma especial las acciones de cooperación desarrolladas a lo largo de 1988 con Argelia, Canadá, Cuba, Chile, Francia, India, Perú, la República Federal de Alemania y Uruguay.

Mención aparte merece la cooperación con la República Federativa del Brasil. Entre los proyectos en ejecución se destaca la puesta en marcha de un proyecto conjunto para el desarrollo de la tecnología para reactores reproductores rápidos, con miras a la construcción —hacia fines de la primera década del próximo siglo— de un reactor de demostración. En razón de ello, ambos países participan, en calidad de observadores, en el programa internacional sobre reactores rápidos auspiciado por el OIEA.

El 8 de abril, los presidentes de Brasil y la Argentina firmaron en la localidad de Iperó (Brasil) una declaración conjunta, en ocasión de la visita de ambos mandatarios a la instalación para el enriquecimiento de uranio desarrollada por dicho país. En la llamada Declaración de Iperó, a más de reafirmar la voluntad común de cooperación en este campo, se creó un Comité Permanente sobre Política Nuclear.

En el mismo orden, el 29 de noviembre los dos mandatarios visitaron la instalación piloto para el reprocesamiento de elementos combustibles irradiados, en construcción en el Centro Atómico Ezeiza. En esa oportunidad firmaron una nueva declaración, la llamada Declaración de Ezeiza, reafirmatoria de todas las anteriores.

Ambas visitas constituyen una demostración palmaria del grado de confianza recíproca alcanzado por ambos países en el campo nuclear.

En el mes de setiembre, la señora Presidente de la CNEA visitó el Centro de Investigaciones de Karlsruhe (República Federal de Alemania), reafirmando de ese modo los estrechos y satisfactorios vínculos existentes entre ambas instituciones desde hace ya casi dos décadas.

Durante 1988 se concretaron también numerosas visitas oficiales extranjeras a instalaciones nucleares argentinas por parte de delegaciones de alto nivel de los organismos de energía atómica de Argelia, Brasil, Cuba, Hungría, India, Italia, Jamaica, Nigeria, Pakistán, Perú, Rumania y Uruguay, además de delegaciones gubernamentales de Benín, Costa de Marfil, Chile, China, EEUU, Francia, Ghana e Iraq.

Finalmente, cabe mencionar que en 1988 recibieron capacitación en las instalaciones de la CNEA 57 profesionales extranjeros oriundos de los siguientes países: Argelia,

Brasil, Bolivia, Colombia, Cuba, Chile, Ecuador, Filipinas, Guatemala, Irán, México, Paquistán, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

ACUERDOS DE COOPERACION EN EL CAMPO DE LOS USOS PACIFICOS DE LA ENERGIA NUCLEAR AL 31-XII-88

<i>PAIS</i>	<i>TITULO DEL INSTRUMENTO</i>	<i>SUSCRITO</i>	<i>DURACION</i>
ALEMANIA	Convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina y la <i>Gesellschaft für Kernforschung m.b.h.</i> de la República Federal de Alemania.	Buenos Aires 29.07.71	renov. autom. por períodos de 1 año.
BOLIVIA	Acuerdo de Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre la República de Bolivia y la República Argentina.	La Paz 19.03.70	ilimitada.
BRASIL	Acuerdo de cooperación entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Federativa del Brasil para el Desarrollo y la Aplicación de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	Buenos Aires 17.05.80	10 años, renov. autom. por períodos de 2 años.
	Convenio de Cooperación entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina y la Comisión Nacional de Energía Nuclear de la República Federativa del Brasil.	Buenos Aires 17.05.80	10 años, renov. autom. por períodos de 2 años.
	Convenio de Cooperación entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina y <i>Empresas Nucleares Brasileiras S.A.</i> de la República Federativa del Brasil.	Buenos Aires 17.05.80	10 años, renov. autom. por períodos de 2 años.
CANADA	Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de Canadá para la Cooperación en el Desarrollo y aplicación de la Energía Atómica con Fines Pacíficos.	Buenos Aires 30.01.76	15 años, renov. autom. por períodos de 10 años.
COLOMBIA	Acuerdo de Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre la República Argentina y la República de Colombia.	Bogotá 15.09.67	ilimitada.

<i>PAIS</i>	<i>TITULO DEL INSTRUMENTO</i>	<i>SUSCRITO</i>	<i>DURACION</i>
CUBA	Convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina y la Comisión Nacional de Energía Atómica de Cuba para la Cooperación en la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos.	La Habana 08.11.86	5 años, renov. autom. por períodos de 5 años.
CHILE	Acuerdo sobre Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	Santiago de Chile 13.11.76	5 años, renov. autom. por períodos de 5 años.
CHINA	Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República Popular China para la Cooperación en los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	Beijing 19.04.85	15 años, renov. autom. por períodos de 5 años.
ECUADOR	Acuerdo sobre Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre los Gobiernos de la República del Ecuador y el Gobierno de la República Argentina.	Buenos Aires 05.04.77	5 años, renov. autom. por períodos de 1 año.
EGIPTO	Acuerdo entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina y la Autoridad de Energía Atómica de la República Arabe de Egipto para la Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	El Cairo 17.12.88	15 años, renov. autom. por períodos de 5 años.
ESPAÑA	Acuerdo Especial de Cooperación entre el Gobierno de la República Argentina y el Reino de España para el Desarrollo y Aplicación de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	Buenos Aires 30.11.78	5 años, renov. autom. por períodos de 2 años.
E.E.U.U.	Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de los Estados Unidos de América en Materia de los Usos Civiles de la Energía Nuclear.	Washington 25.06.69	30 años.
GUATEMALA	Acuerdo de Cooperación entre el Gobierno de la República de Guatemala y el Gobierno de la República Argentina para el Desarrollo y la Aplicación de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	Guatemala 14.05.86	10 años, renov. autom. por períodos de 2 años.

<i>PAIS</i>	<i>TITULO DEL INSTRUMENTO</i>	<i>SUSCRITO</i>	<i>DURACION</i>
INDIA	Convenio de Cooperación para la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos entre los Gobiernos de la República Argentina y la República de la India.	Buenos Aires 28.05.74	5 años, renovable por común acuerdo.
ITALIA	Convenio de Cooperación entre la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina y el <i>Ente Nazionale Per l'Energia Elettrica</i> .	Buenos Aires 14.12.78	5 años, renov. autom. por períodos de 1 año.
PARAGUAY	Acuerdo sobre Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre la República del Paraguay y la República Argentina.	Buenos Aires 20.07.67	ilimitada.
PERU	Acuerdo sobre Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	Lima 25.05.68	ilimitada.
TURQUIA	Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Gobierno de la República de Turquía para la Cooperación en los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear.	Buenos Aires 03.05.88	15 años, renov. autom. por períodos de 5 años.
URUGUAY	Acuerdo sobre Cooperación en el Campo de los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear entre la República Argentina y la República Oriental del Uruguay.	Buenos Aires 08.07.68	ilimitada.
VENEZUELA	Acuerdo Complementario de Cooperación Científica y Técnica entre el Gobierno de la República Argentina y la República de Venezuela en materia de Energía Nuclear para Fines Pacíficos.	Caracas 08.08.79	5 años, renov. autom. por períodos de 1 año.
YUGOSLAVIA	Acuerdo entre el Gobierno de la República Argentina y el Consejo Federal Ejecutivo de la Asamblea de la República Socialista Federativa de Yugoslavia sobre Cooperación en el Uso de la Energía Nuclear para Fines Pacíficos.	Viena 23.09.82	10 años, renovación por mutuo acuerdo.

CENTRO NUCLEAR DE INVESTIGACIONES DEL PERU

El *Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN)*, órgano de ejecución de la política nuclear en el Perú, definió sus requerimientos en cuanto a las instalaciones que tendría en su etapa inicial el *Centro Nuclear de Investigaciones del Perú (CNIP)*. Este Centro debería servir como eje para la formación de sus recursos humanos, tanto en su etapa de diseño y construcción como en su etapa operativa. En esta segunda etapa, además, sería la herramienta básica para la investigación y el desarrollo indispensables para encarar las etapas siguientes del plan nuclear.

Definidos así sus requerimientos, el IPEN contrató con la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) el diseño, construcción, instalación y puesta en marcha del Centro. Esta contratación, sin embargo, tuvo características poco comunes. En efecto, lejos de ser uno de los contratos "llave en mano" habituales en el campo nuclear, el acuerdo suscripto entre el IPEN y la CNEA garantiza la amplia participación de profesionales y técnicos peruanos en todas y cada una de las etapas del proyecto, en el convencimiento de ambas instituciones de que la participación es uno de los medios más idóneos y eficientes para lograr una verdadera transferencia de tecnología.

Asimismo, los acuerdos fijan las bases para la máxima participación de la ingeniería y de la industria peruanas en el diseño, construcción y montaje de las instalaciones, mediante contratos directos o por intermedio de subcontratos hechos por empresas argentinas en el Perú.

DESCRIPCION DEL CENTRO

El Centro se halla ubicado en la localidad de Huarangal, aproximadamente 30 km al noreste de la ciudad de Lima, en un terreno pedregoso y desértico de alrededor de 125 ha.

Reactor RP-10

El RP-10 constituye la estructura principal alrededor de la cual se ha diseñado el conjunto de instalaciones y laboratorios del Centro.

En su proyecto se ha tenido en cuenta muy especialmente su finalidad como reactor para la producción de radioisótopos y para la experimentación en distintas áreas de las ciencias nucleares. Por ello, su versatilidad y seguridad han sido los principales objetivos del diseño.

El RP-10 es un reactor del tipo de tanque abierto, que usa agua común como elemento moderador y refrigerante, y uranio enriquecido al 20% como combustible. Está diseñado para una potencia de 10 MW térmicos y tendrá un flujo máximo utilizable del orden de 10^{14} neutrones/cm²·seg.

Su tanque principal, de forma cilíndrica, está construido en acero inoxidable de 6 mm de espesor, y tiene una altura de 11,2 m y un diámetro de 4 m.

En el interior del tanque, a 1 m de su fondo, se aloja el núcleo. Los elementos combustibles son del tipo MTR y están ubicados

sobre una grilla de aluminio capaz de soportar también las cajas con grafito del reflector y las seis cajas para la irradiación de muestras destinadas a la producción de radioisótopos. El mismo está totalmente lleno de agua desmineralizada. El calor generado en el núcleo es transferido al agua que circula entre las placas del combustible en forma descendente e ingresa al circuito de refrigeración. El circuito primario de refrigeración consta de tres bombas, de tres intercambiadores de calor y de dos tanques "pulmón". En la parte superior del tanque, un sistema denominado "colchón caliente" forma una capa de agua de mayor temperatura; actúa así como blindaje biológico adicional a la columna de agua, impidiendo que partículas potencialmente radiactivas lleguen hasta la superficie del tanque.

Para la irradiación de las muestras y para fines experimentales, el reactor cuenta con las cajas de irradiación en el núcleo —ya mencionadas— y con una columna térmica de grafito que enfrenta a una de las caras del núcleo. Asimismo, dispone de cuatro conductos radiales —uno de ellos para neutrografía— que permiten el pasaje de haces de neutrones hasta la cara externa del blindaje de hormigón del reactor, y un conducto tangencial que atraviesa el tanque del reactor en forma paralela a una cara vertical del núcleo, a la altura de su centro.

A fin de facilitar la introducción y extracción rápida de muestras, se ha instalado un sistema neumático de transporte de muestras con estaciones terminales en la columna térmica y en la segunda fila del reflector del grafito del núcleo. Las muestras pueden ser llevadas desde esas estaciones a la planta de producción de radioisótopos o al laboratorio de análisis por activación próximo al reactor.

Contigua al tanque principal —y comunicada mediante un canal—, se encuentra una pileta auxiliar, la cual actuará como depósito de transferencia para elementos combustibles irradiados. A tal efecto, dispone de soportes para los elementos combustibles irradiados y de un sistema de visión periscópica para observar y fotografiar los elementos mencionados bajo el agua. En la boca de la pileta auxiliar se ubica una celda caliente de hormigón, provista de telemanipuladores, donde serán desar-

radas las cajas de irradiación y desde donde serán enviadas las muestras irradiadas al nivel 0 del reactor, para ser procesadas luego en la planta de producción de radioisótopos.

Una grúa polar de 10 toneladas está disponible para operar sobre toda el área del edificio del reactor.

Laboratorios auxiliares

En un edificio de tres plantas de aproximadamente 3 000 m³ cubiertos, contiguo al edificio del reactor, se encuentran las instalaciones para el apoyo a la operación del reactor —incluyendo la consola de comando y laboratorios para trabajos de investigación.

El edificio está dividido en zonas "frías" y zonas "calientes". En las zonas "frías" se hallan las oficinas, biblioteca, vestuarios "fríos", depósitos, sala de reunión, aulas, salas de dibujo y talleres de electrónica e instrumentación. Las zonas "calientes" comprenden la sala de control del reactor, los laboratorios de física de reactores, los laboratorios y oficinas para análisis por activación neutrónica, el depósito de elementos combustibles frescos, los laboratorios de neutrografía y de química de reactores, y los vestuarios "calientes".

Planta de Producción de Radioisótopos

Se ubica en forma contigua al edificio del reactor y ocupa una superficie cubierta de aproximadamente 2 500 m². Está diseñada para cumplir las siguientes funciones:

- Producción y fraccionamiento de radioisótopos primarios de período corto e intermedio.
- Producción y fraccionamiento de radiofármacos y de moléculas marcadas.
- Controles químicos, nucleares y biológicos de los productos en las distintas fases de su procesamiento.
- Despacho de la producción.
- Desarrollo y puesta a punto de procesos de producción y control

La planta cuenta con instalaciones para operar nueve recintos estancos y blindados con 10 cm de plomo, tipo "península"; nueve recintos estancos y blindados con 5 cm de plomo, también tipo "península"; dos recintos estancos y blindados con 5 cm de plomo, tipo "isla"; y dos recintos estancos no blindados —todos ellos, para la producción y el fraccionamiento de radioisótopos.

Se ha procurado reducir al mínimo posible en el diseño la permanencia del personal en las zonas de mayor riesgo radiológico, mediante la delimitación de un sector "caliente" en el que se realiza el movimiento del material radiactivo y se encuentran ubicados los recintos de producción. Estos últimos se operan desde la zona "fría". En forma excepcional, y atendiendo a la experiencia de plantas similares, forman parte del sector "caliente" locales que albergan recintos de producción del tipo "isla", es decir, a los cuales es posible acceder por los cuatro costados y que son operados desde el mismo sector.

La planta de producción está comunicada con el reactor RP-10 por una puerta esclusa, situada en un extremo del corredor "caliente", por la cual pueden ser transferidas las muestras irradiadas.

En la primera etapa serán provistos nueve recintos de producción y un recinto para el control final de los productos antes de su despacho.

En los locales periféricos de la planta se encuentran laboratorios para los controles físicos, químicos y biológicos de los radioisótopos y radiofármacos, instalaciones para el embalado y despacho de los productos y laboratorios, e instalaciones para el desarrollo y la puesta a punto de métodos de producción y control.

Finalmente, la planta está dotada de un completo sistema de ventilación y filtración que garantiza la oportuna renovación y depresión de aire de los locales, de acuerdo con el nivel de actividad para el que están diseñados. Al mismo tiempo, el sistema de filtración asociado asegura que el aire que se expulsa a la atmósfera esté libre de sustancias radiactivas.

Centro Nacional de Protección Radiológica

Los laboratorios, que ocupan un total de 2 000 m² cubiertos, están diseñados y equipados para efectuar las siguientes tareas:

- Fiscalización del uso de material radiactivo y de las aplicaciones de las radiaciones ionizantes en todo el territorio del país.
- Control radiosanitario de los trabajadores expuestos profesionalmente a las radiaciones ionizantes, incluyendo el control de contaminación interna y la dosimetría de la irradiación externa.

Un sector para medicina radiosanitaria asegurará la protección médica radiosanitaria del personal que trabaja en áreas controladas y de los miembros del público eventualmente afectados.

Diversas instalaciones, tales como laboratorios de radioquímica, un laboratorio de mediciones de radioactividad de bajo fondo, un laboratorio de análisis químicos especiales y una torre de micrometeorología con su laboratorio anexo, tendrán a su cargo las siguientes tareas:

- Control radiológico de las operaciones realizadas en las áreas controladas del centro.
- Monitoreo ambiental del centro nuclear y análisis de muestreo distribuidos en el territorio nacional.

En el mismo edificio se cuenta con instalaciones para el servicio médico convencional del Centro, incluyendo consultorios, enfermería, salas de primeros auxilios, etc.

Gestión de residuos radiactivos

En un edificio separado, dependiendo funcionalmente del sector de protección radiológica, se han construido instalaciones para el tratamiento de residuos sólidos y líquidos, y para el lavado y decontaminación de materiales contaminados.

Estado actual de las obras

El 19 de diciembre de 1988 se procedió a la recepción provisoria por parte del IPEN de la Planta de Producción de Radioisótopos,

del Centro Nacional de Protección Radiológica y de la Planta para Gestión de Residuos Radiactivos.

Actualmente, se está trabajando en la elevación de potencia del Reactor RP-10 con el fin de comprobar los parámetros contractuales. Se espera culminar esta tarea entre la última semana de julio y la primera de agosto de 1989

Se estima poder firmar la recepción provisoria del Reactor antes de mediados de setiembre de 1989.

Se prevé la finalización del contrato hacia fines de 1989.



Centro Nuclear de Investigaciones del Perú

RECURSOS HUMANOS

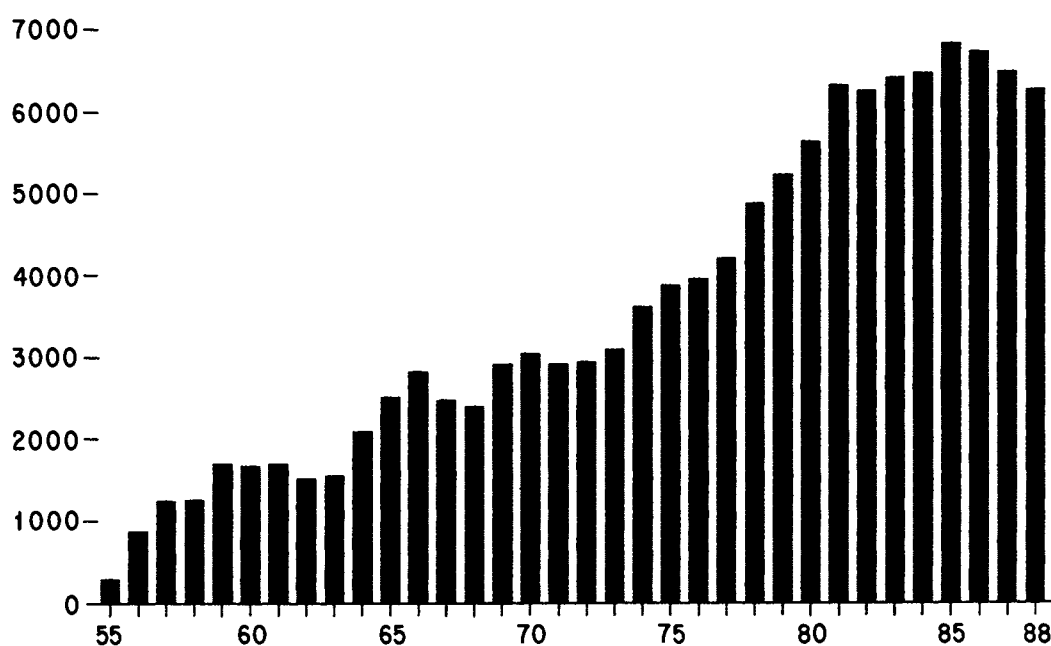
La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) siempre ha otorgado una gran importancia a la formación de recursos humanos en los distintos niveles y especialidades de interés en el campo nuclear. Dicha actitud se ha materializado en un sostenido esfuerzo de capacitación, que se lleva a cabo tanto dentro como fuera de la Institución y se proyecta también al ámbito internacional mediante el envío de expertos a diversos países.

Además de dictar cursos de capacitación en distintas áreas de la actividad nuclear, la CNEA abre también sus instalaciones a numerosos investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a estudiantes que preparan sus tesis doctorales y a becarios, tanto propios como de otras instituciones del país y extranjeras.

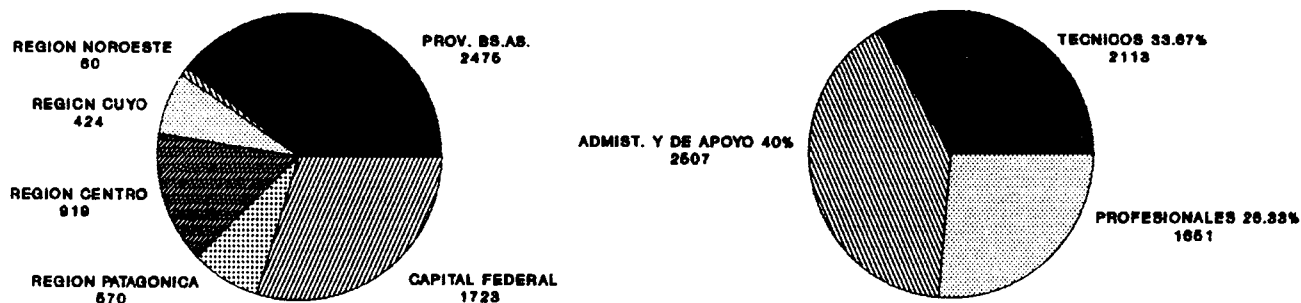
Dentro de este contexto merece especial referencia el *Instituto Balseiro*, que funciona en el Centro Atómico Bariloche desde el año 1955 bajo convenio con la Universidad Nacional de Cuyo. Año tras año, egresan del Instituto físicos del más alto nivel; y desde 1977, también se preparan allí los ingenieros nucleares necesarios para el crecimiento armónico de la energía atómica en el país. En la la figura adjunta, puede apreciarse la excelente relación entre el número de cursantes y el de egresados.

Durante 1988 ha egresado de este centro de excelencia científica de la CNEA la promoción número 31 de la carrera de licenciatura en física, integrada por 12 graduados; y la promoción número 8 de la carrera de ingeniería nuclear, con 14 nuevos profesionales —uno de los cuales es un alumno peruano becado por la CNEA.

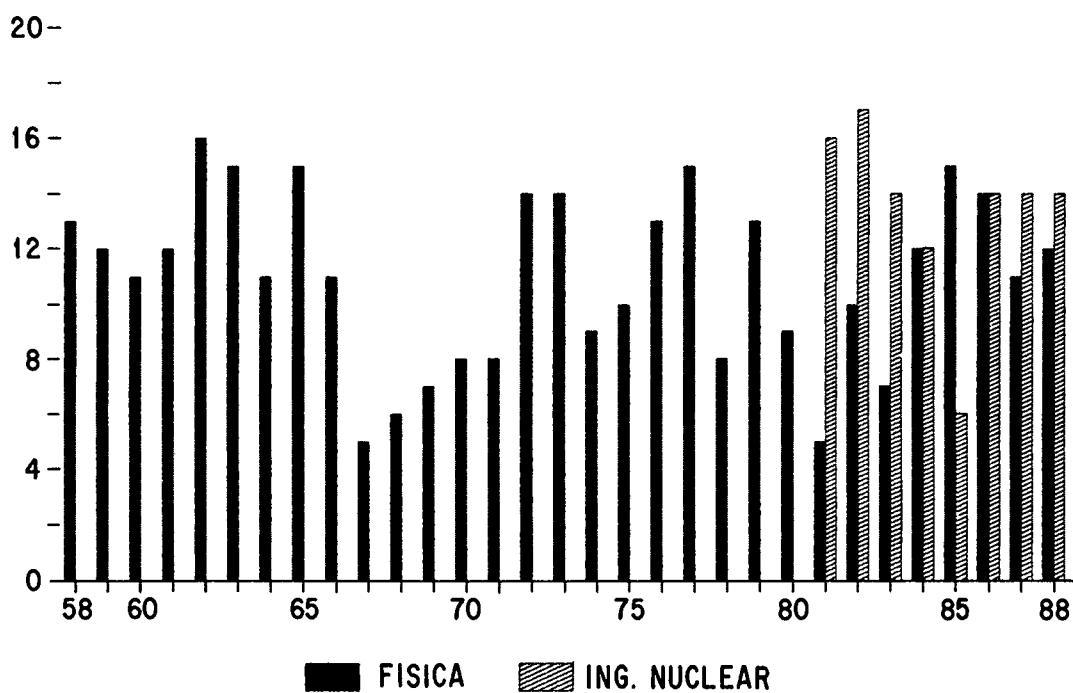
RECURSOS HUMANOS TOTALES



RECURSOS HUMANOS DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y ESPECIALIDAD AÑO 1988



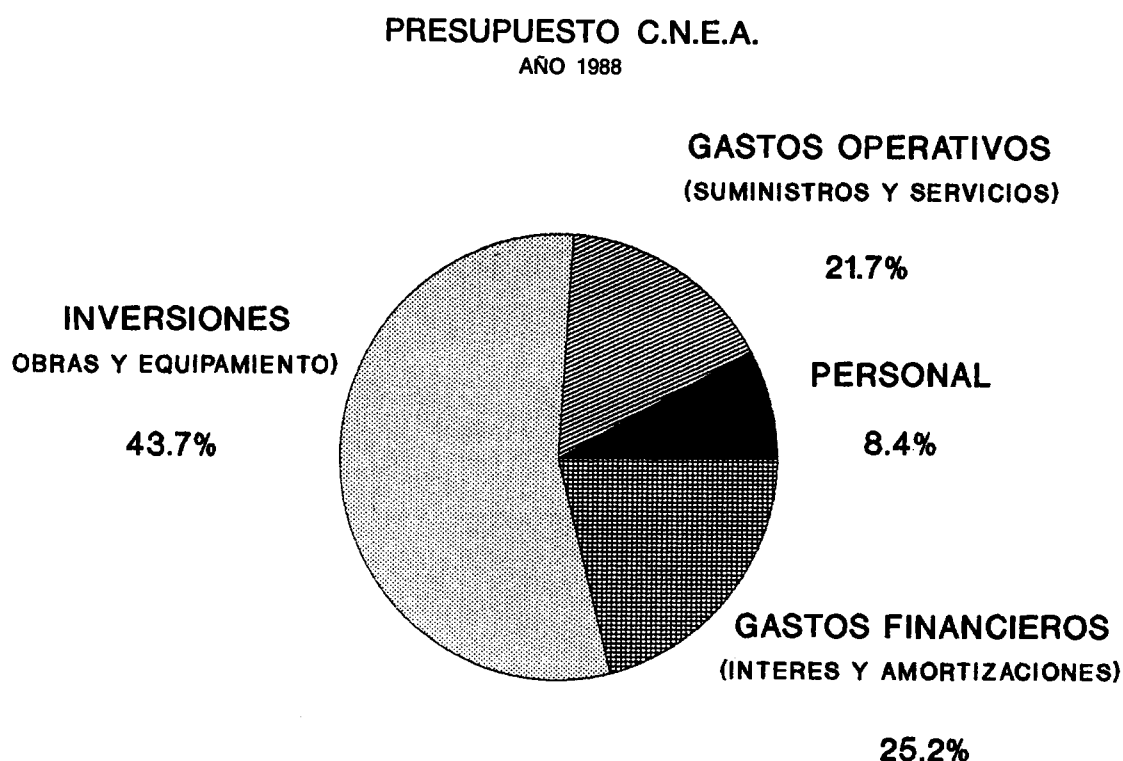
EGRESADOS DEL INSTITUTO BALSEIRO AÑO 1958 - 1988



ECONOMIA

El ejercicio presupuestario correspondiente al año 1988 tuvo por rasgo distintivo el nivel inflacionario creciente, en un marco de restricción en los créditos compatible con la aprobación, por Ley N° 23659 del 29.12.88, del Presupuesto General de la Administración Nacional.

Dado lo escaso de los recursos financieros disponibles, una parte importante de las obras de la Institución fue financiada con bonos —documentos de cancelación de deuda—, cuya emisión fuera autorizada por el Poder Ejecutivo Nacional (Decreto N° 1460/87) con el objeto de evitar la suspensión de las mismas.



DISTRIBUCION DE CREDITOS PRESUPUESTARIOS - AÑO 1988
(En Miles de Australes Corrientes)

<i>PRESUPUESTO TOTAL AÑO 1988: A 6 459 743</i>		
<i>POR PROGRAMA</i>	<i>IMPORTE A</i>	<i>%</i>
I Instalaciones de Centrales	3 435 000	53,2
II Radioisótopos y Radiaciones	72 588	1,1
III Investigaciones Nucleares	558 241	8,6
IV Protección Radiológica y Seguridad Nuclear	44 496	0,7
V Dirección, Capacitación y Apoyo	1 369 984	21,2
VI Suministros a Centrales Nucleares	649 474	10,1
<i>EROGACIONES NO PROGRAMADAS:</i>		
Amortización de Deudas	275 069	4,3
Adelantos a Proveedores y Contratistas	54 891	0,8
<i>TOTAL</i>	<i>6 459 743</i>	<i>100,0</i>
<i>POR FINANCIACION:</i>		
Recursos Corrientes y de Capital no Tributarios	1 467 013	22,7
Uso del Crédito Instituciones Financieras ME	1 082 395	16,8
Proveedores y Contratistas ME	84 302	1,3
Remanentes de Ejercicios Anteriores	55 626	0,8
Por Adelantos Otorgados a Proveedores y Contratistas en Ejercicio Anterior	15 644	0,3
Por Contribuciones de Administración Nacional	3 754 763	58,1
<i>TOTAL</i>	<i>6 459 743</i>	<i>100,0</i>
<i>POR INCISO</i>		
11 Personal	532 315	8,2
12 Bienes y Servicios No Personales	1 453 893	22,6
21 Intereses de la Deuda	1 358 988	21,0
31 Transferencias para Financiar Erogaciones		
Corrientes	13 562	0,2
41 Bienes de Capital	55 452	0,9
42 Construcciones	2 715 573	42,0
81 Amortización de Deudas	275 069	4,3
91 Adelanto a Proveedores y Contratistas	54 891	0,8
<i>TOTAL</i>	<i>6 459 743</i>	<i>100,0</i>

ME: Moneda Extranjera

CREDITOS OTORGADOS.- AÑO 1988
(En Miles de Australes)

	<i>I</i> <i>Suministro de</i> <i>Energía</i>	<i>II</i> <i>Aplicación de</i> <i>Radiaciones</i>	<i>III</i> <i>Investigaciones</i> <i>Nucleares</i>	<i>IV</i> <i>Protección</i> <i>Radiológica</i>	<i>V</i> <i>Capacitación</i> <i>y Apoyo</i>	<i>VI</i> <i>Suministro a</i> <i>C. Nucleares</i>	<i>TOTAL</i>
Personal	218 344	19 849	119 095	25 804	66 707	82 516	532 315
Bienes y Servicios No Personales	1 027 072	42 733	110 042	5 666	255 652	12 728	1 453 893
Intereses de la Deuda	340 940				1 018 048		1 358 988
Transf. p/financ. Erog. Corrientes			13		13 549		13 562
Bienes de Capital	22 656	4 320	17 843	1 375	9 258		55 452
Construcciones	1 825 988	5 686	311 248	11 651	6 770	554 230	2 715 573
Amortización de Deuda	167 578		938		106 553		275 069
Adelantos Otorgados a Prov. y Cttas.	53 018	250	1 623				54 891
	3 655 596	72 838	560 802	44 496	1 476 537	649 474	6 459 743

EMPRESAS ASOCIADAS A LA CNEA

Desde el año 1976, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) ha propiciado la constitución de empresas asociadas bajo diversas figuras jurídicas, en las que participa en distinto grado y con distintas modalidades. Las actividades de desarrollo tecnológico y de producción de bienes y servicios de dichas empresas forman parte integral e inseparable del quehacer nuclear nacional, y contribuyen significativamente a la ejecución del programa nuclear argentino.

Particularmente, estas empresas contribuyen con la CNEA al logro de los siguientes objetivos:

- promover la regionalización de la actividad nuclear, posibilitando de ese modo la participación de las Provincias; y
- dar cabida en esta actividad a la iniciativa privada nacional e internacional.

Asimismo, las empresas asociadas a la CNEA han permitido, en la etapa de producción que ha debido encarar la Institución en la última década, disponer de un mayor grado de libertad empresarial y, en ciertos casos, de los beneficios de la experiencia de la gestión gerencial provada en algunas áreas. De igual modo, y como consecuencia de su mayor agilidad comercial, se están convirtiendo en pilares importantes del esfuerzo exportador nuclear argentino, que transita por un sendero promisorio.

A continuación y por orden alfabético, se presenta la nómina de empresas asociadas y se consignan sus características jurídicas, la participación que le cabe a la CNEA en cada una de ellas, sus objetivos y las principales actividades que desarrollaron en el año 1988.

EMPRESAS ASOCIADAS A LA C.N.E.A.

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

CON PARTICIPACION ACCIONARIA
DE LA C.N.E.A.

SIN PARTICIPACION ACCIONARIA
DE LA C.N.E.A.

ENACE S.A.

- 1) CREADA: EL 8/7/80 POR DECRETO N° 1337/80 DEL PODER EJECUTIVO NACIONAL.
- 2) COMPOSICION ACCIONARIA: CNEA 75% - KWU 25%.
- 3) INTEGRACION DEL DIRECTORIO: SOBRE UN TOTAL DE 8 MIEMBROS, 5 SON DESIGNADOS POR CNEA, ENTRE ELLOS EL PRESIDENTE.
- 4) DIRECCION: AV. LEANDRO N. ALEM 712 (1001) CAPITAL FEDERAL.
TEL.312-9507 - TX. 339213 ENACE AR.

INVAP S.E.

- 1) CREADA: EL 8/9/78 POR DECRETO N° 861/78 DE LA PROVINCIA DE RIO NEGRO.
- 2) COMPOSICION ACCIONARIA: PROVINCIA DE RIO NEGRO EL 100%.
- 3) INTEGRACION DEL DIRECTORIO: SOBRE UN TOTAL DE 7 MIEMBROS, 4 SON DESIGNADOS POR CNEA ENTRE ELLOS PRESIDENTE Y VICEPRESIDENTE.
- 4) DIRECCION: F.P. MORENO 1089, C.C. 961 (8400) S.C. DE BARILOCHE, RIO NEGRO.
TEL.(0944) 23051 - TX. 0716 INVAP AR.

CONUAR S.A.

- 1) CREADA: EL 26/10/81 POR DECRETO N° 1719/81 DEL PODER EJECUTIVO NACIONAL.
- 2) COMPOSICION ACCIONARIA: CNEA 33,33% - PECOM NUCLEAR S.A. 66,67%.
- 3) INTEGRACION DEL DIRECTORIO: SOBRE UN TOTAL DE 8 MIEMBROS, 3 SON DESIGNADOS POR CNEA, ENTRE ELLOS EL PRESIDENTE Y VICEPRESIDENTE.
- 4) DIRECCION: C.A.E. PARTIDO ESTEBAN ECHEVERRIA, PCIA. DE BS.AS., C.C. 6384 (1000) CORREO CENTRAL, BS.AS.
TEL. 620-0748 - TX. 24471 CONUAR AR.

NUCLEAR MENDOZA S.E.

- 1) CREADA: EL 7/9/77 POR LEY N° 4192/77 DE LA PROVINCIA DE MENDOZA.
- 2) COMPOSICION ACCIONARIA: PROVINCIA DE MENDOZA EL 100%.
- 3) INTEGRACION DEL DIRECTORIO: SOBRE UN TOTAL DE 8 MIEMBROS, 2 SON DESIGNADOS POR CNEA.
- 4) DIRECCION: GUTIERREZ 323, (5500) MENDOZA.
TEL.(081) 253759 - TX. 55508 NUMEN AR.

FAE S.A.

- 1) CREADA: EL 30/8/86 POR DECRETO N° 1088/86 DEL PODER EJECUTIVO NACIONAL.
- 2) COMPOSICION ACCIONARIA: CNEA 32% - CONUAR S.A. 68%.
- 3) INTEGRACION DEL DIRECTORIO: SOBRE UN TOTAL DE 9 MIEMBROS, 3 SON DESIGNADOS POR CNEA, ENTRE ELLOS EL PRESIDENTE Y VICEPRESIDENTE.
- 4) DIRECCION: C.A.E. PARTIDO ESTEBAN ECHEVERRIA - PCIA. DE BS.AS., C.C.6384 (1000) CORREO CENTRAL, BS.AS.
TEL.620-0748 - TX. 24471 CONUAR AR.

ALTEC S.E.

- 1) CREADA: EL 5/2/85 POR DECRETO N° 95/85 DEL PODER EJECUTIVO DE LA PCIA. DE RIO NEGRO.
- 2) COMPOSICION ACCIONARIA: PROVINCIA DE RIO NEGRO EL 100%.
- 3) INTEGRACION DEL DIRECTORIO: SOBRE UN TOTAL DE 8 MIEMBROS, 3 SON DESIGNADOS POR CNEA.
- 4) DIRECCION: SALTA 514 (8400) S.C. DE BARILOCHE.
TEL.(0944) 22788 - TX. 80702 CPSC AR.

CORATEC S.E.

- 1) CREADA: EL 30/10/88 POR LEY N° 7507/88 DE LA PROVINCIA DE CORDOBA.
- 2) COMPOSICION ACCIONARIA: PROVINCIA DE CORDOBA EL 100%.
- 3) INTEGRACION DEL DIRECTORIO: SOBRE UN TOTAL DE 5 MIEMBROS, 3 SON DESIGNADOS POR CNEA.
- 4) DIRECCION: RUTA PROVINCIAL N° 5 - BARRIO COMERCIAL C.C. N°4, (5856) EMBALSE, DTO. CALAMUCHITA, PCIA. DE CORDOBA.
TEL.(0571) 99544

ALTEC S.E.

ALTEC (ALta TECnología) fue creada el 5.02.85 por Decreto N° 95/85 del Poder Ejecutivo de la Provincia de Río Negro.

Es una empresa comercial e industrial cuyo objetivo es el desarrollo, fabricación y comercialización de productos y servicios en el área de la informática, comunicaciones, electrónica y alta tecnología en general, particularmente microcomputadoras y sus aplicaciones.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) elige a tres de los seis miembros que integran el directorio de ALTEC. Los restantes son designados por la Provincia de Río Negro, la cual aportó el capital para la formación de la empresa.

Desde su fundación, esta empresa no recibió ningún tipo de subsidio estatal, siendo su única fuente de ingresos la comercialización de sus productos y servicios.

La cercanía geográfica del Centro Atómico Bariloche (CAB) ha facilitado el desarrollo de una estrecha colaboración entre ALTEC y la CNEA. Manifestaciones de ello son el con-

venio para el desarrollo de dispositivos superconductores para la División Bajas Temperaturas, los contratos para el desarrollo de interfaces para la toma de datos nucleares y la colaboración de los ingenieros electrónicos de ALTEC en los cursos del Instituto Balseiro, del cual —además— la mayoría de los profesionales incorporados a la empresa son egresados recientes.

Por otra parte, ALTEC es la principal proveedora de la Provincia de Río Negro en materia de informática. Ha instalado más de 20 centros de cómputos en diferentes reparticiones públicas. A fines de 1985 inició el montaje de una línea de computadoras personales "IBM compatibles". Asimismo, produjo alrededor de 200 equipos, de los cuales un 70% han sido instalados en la CNEA, junto con aproximadamente 75 interfaces de toma de datos.

Desde 1987, la empresa posee sucursales de venta y apoyo técnico en Viedma y Buenos Aires, además de contar con representantes técnicos en las provincias de Neuquén y Chubut. Su personal está compuesto por 45 empleados, aproximadamente, el 70 % de los cuales son profesionales o técnicos.

CONUAR S.A.

CONUAR (COMbustibles NUCleares ARGentinos) fué creada por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 1719/81, del 26 de octubre de 1981.

El objeto de esta empresa es lograr el autoabastecimiento de los elementos combustibles para las centrales nucleares argentinas y actividades vinculadas. Para ello, está orientada a la consecución de los objetivos siguientes: fabricar los elementos combustibles, mantener un nivel tecnológico y costos que le permita competir a nivel internacional, ampliar el campo actual de actividades tecnológicas nucleares a otras áreas no nucleares, fabricar componentes y repuestos de instalaciones nucleares para sustituir los importados, y alcanzar capacidad exportadora.

El capital de CONUAR está integrado en un 33,33% por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y en un 66,67% por la firma PECOM NUCLEAR S.A. El directorio de la empresa está integrado por nueve miembros, tres de los cuales —entre ellos, el presidente y el vicepresidente— pertenecen a la CNEA, como asimismo los tres síndicos de la empresa.

El año 1988 ha sido difícil para el desenvolvimiento de las actividades nucleares en el país. CONUAR ha acompañado a la CNEA en el esfuerzo realizado, extremando la colaboración para evitar que las dificultades financieras interrumpieran la tradicional puntualidad de la empresa en el cumplimiento de sus obli-

gaciones. Estas han consistido principalmente en la fabricación de 350 elementos combustibles para la Central Nuclear Atucha I (CNA I) y de 2 808 elementos para la Central Nuclear Embalse (CNE), ambas previstas en los respectivos contratos anuales de suministros.

De ese modo, se cumplió el séptimo año consecutivo de entregas de elementos combustibles, con un total de 1 850 elementos para la CNA I y de 5 558 para la CNE, sin haberse registrado atrasos en las entregas ni tampoco fallas en el funcionamiento de las centrales imputables a deficiencias en los elementos combustibles.

Asimismo, cabe mencionar que durante el presente año se ha iniciado el suministro regular de elementos combustibles para la CNE bajo la exclusiva responsabilidad de CONUAR. Se ha terminado así de incluir la segunda línea de fabricación de elementos combustibles, lo que confirma a CONUAR como calificado proveedor de estos elementos.

En la actualidad, la empresa está colaborando intensamente con la CNEA en la fabricación y provisión de dispositivos y componentes para la reparación de la CNA I, diseñados con ingeniería de la CNEA y de Investigaciones Aplicadas (INVAP S.E.).

Se están fabricando manipuladores motorizados de hasta 30 kg de fuerza diseñados por la CNEA, manipuladores hidráulicos diseñados por INVAP, herramientas para corte de tubos y chapas, transporte, almacenamiento y extracciones del reactor, dispositivos para almacenamiento en pileta, boquilla y toberas para canales de combustibles, canales de com-

bustibles, sistemas de lavado, elevadores motorizados para manipuladores y repuestos de partes del reactor.

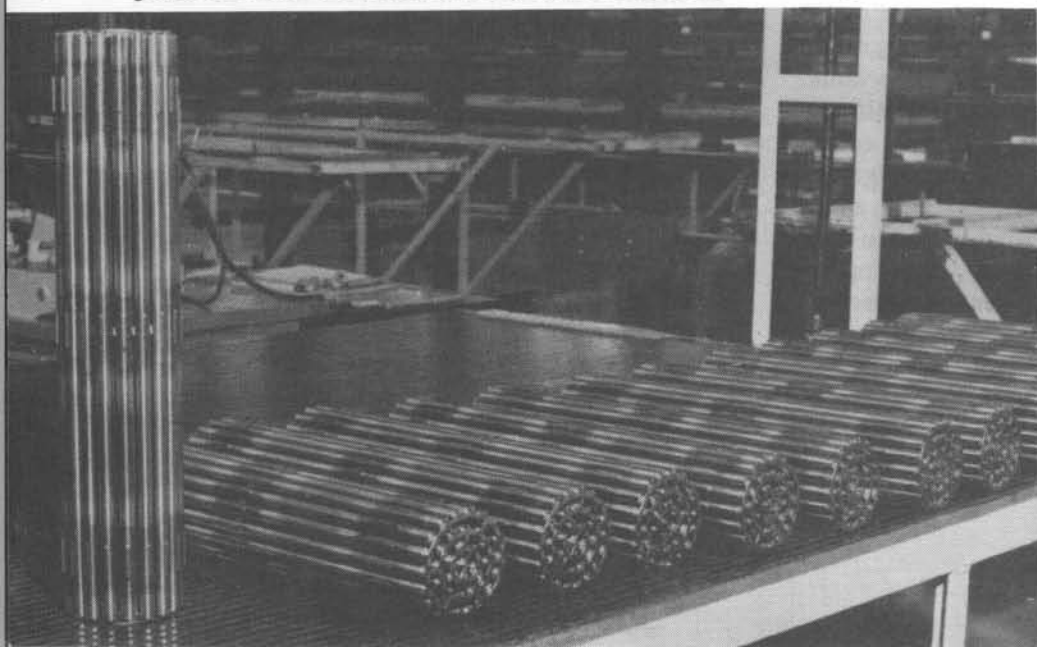
Se espera lograr un avance sustantivo en la provisión de este tipo de suministros para centrales nucleares, dado el beneficio que significa para el país el empleo de recursos locales en aplicación de alta tecnología y el índice favorable que registra simultáneamente la balanza comercial como consecuencia de la sustitución de importaciones.

En el futuro, se prevé continuar con el incremento de la capacidad instalada en el área de los talleres especializados, con vistas a un mayor crecimiento en el suministro de repuestos a las Centrales, continuar con el suministro de barras reguladoras de reactividad e iniciar ventas de productos con mecanizados de alta precisión a la industria de alta tecnología.

CONUAR ha ampliado su Objeto Social para responder a la estrategia de crecimiento en la fabricación de productos de alta tecnología, los cuales contribuyen, por otra parte, a la absorción de gastos fijos, mejorando de ese modo los costos de la fabricación de los elementos combustibles.

La empresa ha sido calificada para la obtención de un crédito de cooperación entre la Argentina y España para la compra de equipamiento por una suma de U\$S 1 000 000, que será aplicado a esta actividad.

Finalmente, cabe mencionar que al 31 de diciembre de 1988 CONUAR contaba con un plantel de 189 personas.



Elementos Combustibles de la Central Nuclear Embalse.

CORATEC S.E.

CORATEC es una sociedad administrada por la Provincia de Córdoba con colaboración de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), que comenzó a operar en 1987. Durante el último año, se ha iniciado una diversificación de las actividades de la empresa, tendiente a lograr su afianzamiento. Los estudios económico-financieros han mostrado que la ausencia de capital de riesgo, las presentes condiciones financieras y los volúmenes de cobalto-60 disponibles no permiten garantizar la rentabilidad del proyecto de planta de encapsulado de cobalto, tal como se había formulado originariamente. En consecuencia, el proyecto está siendo reconsiderado a fin de posibilitar una realización progresiva del mismo, que reduzca las cargas financieras.

Se han comenzado acciones tendientes a participar en el proyecto, construcción, comercialización y operación de plantas de irradiación de productos diversos mediante la radiación ionizante emitida por fuentes de cobalto-60. A tal fin, se han ubicado oportunidades y presentado ofertas de plantas "llave en mano" en varios países extranjeros; asimismo, se están realizando contactos empresarios, recopilación de datos, análisis técnico-económicos, etc., tendientes a mostrar la facilidad de instalación de plantas de irradiación en el país, particularmente en la zona Centro-Norte del mismo.

Se ha encarado también el desarrollo y producción de equipos de medición y ensayo. En este orden, se entregó a la Dirección de Vías Navegables el primero de una serie de

equipos de medición de densidad de lechos de canales de navegación, equipos desarrollados por la División Aplicaciones Industriales de la Dirección Radioisótopos y Radiaciones de la CNEA.

A través de convenios celebrados entre la Provincia de Córdoba y la Secretaría de Energía de la Nación, CORATEC ha concretado la instalación de equipos de electrificación no convencional en escuelas rurales de la provincia. A la instalación realizada en la localidad de *Los Medanitos*, se ha agregado este año una realizada en la *Escuela Albergue Florentino Ameghino del Cerro Champaquí*, en un lugar que carece de acceso vehicular.

Sobre la base de estas experiencias, y con el apoyo de la División Energía Solar de la Dirección Investigación y Desarrollo de la CNEA, se ha presentado un plan de actividades para el año siguiente, que incluye la elaboración de un proyecto a largo plazo de energización por métodos no convencionales de localidades apartadas de la Provincia de Córdoba, utilizando equipos comerciales o desarrollados y producidos por la Empresa.

En el marco de los convenios celebrados entre Italia y la Argentina, continúan las tratativas con las empresas italianas CISE e ISME en torno a la instalación conjunta de un Laboratorio de Ensayos Ambientales.

El bajo índice de facturación logrado ha determinado que, aunque económicamente equilibrados, los resultados hayan sido financieramente desfavorables por la alta tasa de exposición a la inflación.

ENACE S.A.

INTRODUCCION

Durante el presente ejercicio, ENACE ha continuado desarrollando su actividad de arquitecto-ingeniero de la futura Central Nuclear Atucha II (CNA II). Asimismo, ha realizado el diseño conceptual de una central de

mediana potencia, el *ARGOS PHWR 380*, y tareas de asistencia técnica a las centrales nucleares en operación.

En este último año, se agudizaron los problemas económico-financieros que afectaron el desarrollo de la obra de la CNA II.

PROYECTOS Y SERVICIOS

Central Nuclear Atucha II

Las dificultades economico-financieras obligaron a limitar el desarrollo de las tareas de obra gruesa y montaje, y a postergar el inicio de las terminaciones civiles y la adjudicación de los contratos a colocar. Esta reprogramación agregó seis meses al retraso existente, por lo que la nueva fecha de entrega es el 30 de diciembre de 1993.

Por otra parte, la renegociación de los contratos por los atrasos, las nuevas condiciones de pago (parte en efectivo, parte en títulos) y la falta de fondos motivaron una baja certificación de los contratos.

Se continuaron la obra gruesa y el montaje de la esfera de contención. Las tareas de ingeniería prosiguieron a un ritmo acorde con las necesidades de la obra.

Proyecto de central nuclear de mediana potencia

Cumplimentando un pedido de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), ENACE realizó el diseño de una central de 380 MW, denominada *ARGOS PHWR 380*. El trabajo recibió el premio anual otorgado por la Sección Latinoamericana de la *American Nuclear Society*.

Ciclo combinado de 200 MW (CICOM 200)

Se realizó un estudio técnico-económico para la realización de un ciclo combinado de 200 MW para la empresa estatal de electricidad SEGBA, en su central *Nuevo Puerto*. El proyecto contempla la operación conjunta de una turbina de gas de 129 MW y una turbina de vapor existente de 60 MW.

Asistencia técnica a centrales nucleares

Se realizaron distintos trabajos de asistencia técnica a la operación de la Central Nuclear Atucha I (CNA I), brindando colaboración al Comité de Revisión Técnica y al Comité de Seguridad de la CNEA.

Central Nuclear Atucha II, en construcción.



Asimismo, se prestó apoyo a las tareas de reparación de daños en el reactor, entre las cuales se destacan la asistencia de inspección de daños, la ingeniería para fabricación de canales, el diseño de circuito de limpieza para el tanque del moderador y la maqueta del mismo.

Planta Experimental de Agua Pesada

ENACE preparó una oferta para realizar la ingeniería de investigación de control.

Servicios en KWU

Personal de ENACE continuó prestando servicios de distintas especialidades nucleares en la empresa alemana *Kraftwerk Union Aktiengesellschaft (KWU AG)*, de *Siemens AG*. Los mismos están contemplados en un Contrato de Prestación de Servicios.

Otros servicios de ingeniería

Se continuó con la prestación de servicios a empresas, entre los cuales se destacan los realizados para *Astilleros Domec García* (ensayos de ultrasonido), *Agua y Energía Eléctrica* (análisis y estudios metalográficos), *Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF)* (asistencia en garantía de calidad) y *Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires (SEGBA)* (análisis de tensiones y concepto de soportación de cañerías).

OTRAS ACTIVIDADES

Gestión comercial

Las restricciones presupuestarias afectaron la ejecución de contratos vigentes y nuevas contrataciones previstas para el Proyecto Atucha II. La gestión se concentró en la renegociación de contratos: sobre un total de 66, se renegociaron 53. La desviación entre la certificación prevista y la real fue del 42%.

FAE S.A.

FAE (Fábrica de Aleaciones Especiales) fué creada el 30.04.86 por Decreto N° 1088 del Poder Ejecutivo Nacional. El capital empresario se constituyó con una participación del 68% de la empresa *Combustibles Nucleares Argentinos (CONUAR S.A.)* y del 32% de la *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*. El directorio de la empresa se compone de nueve miembros, de los cuales el presidente, el vicepresidente y un director son designados por la CNEA.

Los objetivos de FAE son, fundamentalmente: lograr el dominio completo de la tecnología de producción de vainas y semiterminados de zircaloy —requeridos para la fabricación de los elementos combustibles— utilizando la tecnología suministrada por la CNEA, producir tubos de acero inoxidable y aceros especiales de alta calidad, y desarrollar productos que permitan el más alto grado de aprovechamiento del equipamiento disponible. La empresa se propone alcanzar estos objeti-

vos manteniendo el grado de eficiencia necesario para competir a nivel internacional.

En 1988 se han cumplido dos años de actividades de FAE como fabricante de tubos y semiterminados de zircaloy, y de aleaciones especiales. Esto ha significado una consolidación de los trabajos de producción, al haber finalizado la puesta en marcha de la línea de laminación. Se ha completado, además, la transferencia de tecnología de la CNEA a FAE del proceso de fabricación de barras para discos de separadores a partir de esponja de circonio.

Asimismo, se ha completado la construcción de la planta de fundición con vistas a la futura producción nacional de los semiterminados conocidos como *TREX* (tubos de pared gruesa) con tecnología aportada por la CNEA.

Finalmente, cabe mencionar que la dotación de personal de la empresa al 31 de diciembre de 1988 era de 64 personas.

INVAP S.E.

INVAP (INVESTigación APlicada) es una empresa de tecnología creada el 8 de septiembre de 1976 por Decreto N° 661/76 de la Provincia de Río Negro. Su vínculo con la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) fue establecido por un convenio con dicha provincia.

El objeto de la empresa es servir al desarrollo nuclear argentino, a la vez que crear fuentes genuinas de trabajo en la provincia.

Durante el año 1988, INVAP ha continuado desarrollando una serie de actividades vinculadas con la investigación aplicada.

En relación con la planta de esponja de circonio, se han efectuado —dentro del marco de las posibilidades presupuestarias— operaciones de la planta de reducción.

En materia de reactores, se continuaron los trabajos de ingeniería para el recientemente concebido reactor *CAREM*, y se avanzó en la construcción de las instalaciones que permiten el desarrollo y prueba de componentes críticos. Asimismo, se alcanzaron resultados satisfactorios en torno a las negociaciones tendientes a instalar reactores de este tipo en el país y en el exterior. En el mismo orden, la avanzada construcción del Reactor Experimental en Argelia (*RAE*) continúa realizándose conforme a los cronogramas previstos.

En el área de la instrumentación nuclear, se han incorporado nuevos equipos y programas que permiten a INVAP ofrecer instrumentación nuclear como provisión de rutina.

Por otra parte, se ha proseguido con el desarrollo de equipamiento en el área de la medicina nuclear. Los esfuerzos más importantes en este sentido se concentraron en el equipo de cobaltoterapia *TERADI 380* y en el Sistema de Planeamiento *INVAPLAN*.

Finalmente, la empresa ha continuado suministrando sus equipos especiales en varios rubros, para su uso en el país y para clientes externos.

NUCLEAR MENDOZA S.E.

Esta empresa fue creada el 7.09.77 por Ley N° 4192/77 de la Provincia de Mendoza, por un convenio entre el gobierno provincial y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Su capital fue suscrito en su totalidad por la Provincia. Dos de sus cinco directores son designados por la CNEA, la que propone además al gerente técnico y a un síndico.

A través de la investigación y el desarrollo de procesos, productos y servicios de alto valor tecnológico, NUCLEAR MENDOZA satisface ciertos requerimientos de la CNEA, en particular en lo referente a la ingeniería, procesos y componentes para la explotación y explotación de minerales nucleares, y al proyecto, construcción, montaje, puesta en marcha y operación de plantas de concentración, purificación y conversión de uranio. Estos objetivos aseguran, a la vez, la creación de fuentes genuinas de trabajo en la Provincia.

Durante 1988 se prosiguió con el programa de lucha contra la Mosca del Mediterráneo, en base a los resultados de la campaña de la temporada frutihortícola 1987-1988. La tarea realizada consistió en la crianza, esterilización por irradiación y suelta de ejemplares de la mosca en el Departamento Santa Rosa de la Provincia de Mendoza. Los resultados fueron altamente satisfactorios y la información obtenida permitió proyectar el control de dicha plaga a nivel regional.

A través de un convenio con el Ministerio de Economía provincial, NUCLEAR MENDOZA presta una serie de servicios a la *Dirección de Investigación para la Lucha Antigranizo*, entre los cuales cabe mencionar la provisión de personal, equipos y vehículos, y el asesoramiento en seguridad e higiene, medicina laboral, mantenimiento y control de gestión.

El inicio de la construcción de una planta experimental de irradiación para la esterilización de productos en general, la prestación de servicios de ingeniería a nivel internacional y el favorecimiento de una integración mayor con la CNEA y con sus otras empresas asociadas son sus objetivos a corto plazo.