

1 1969

La Central Nuclear en Atucha (*)

OSCAR A. QUIHILLALT

*(Comisión Nacional de Energía Atómica,
Buenos Aires)*

A unos 100 km al noroeste de Buenos Aires, cerca de la localidad de Atucha, se encuentra en construcción la primera central nuclear de la República Argentina. La central tendrá una potencia de 319 MW eléctricos netos, planeándose su entrada en servicio comercial para el mes de junio de 1972.

La construcción de esta central nuclear marca el comienzo de una nueva etapa en la evolución electroenergética nacional. Mediante su utilización se incorporarán a los recursos energéticos aprovechados del país, los recursos de uranio y comenzará la producción de energía eléctrica de origen nuclear.

Para la realización de esta obra hubo que pasar una serie de etapas previas que involucraron estudios y decisiones de diversa índole, las que son comentadas a continuación.

I. - Evolución del Proyecto Atucha

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), desde su formación, ha estado realizando estudios de carácter general y preliminar referentes a centrales

nucleares y su eventual aplicación en la República Argentina. Hacia principios del año 1964, la rápida evolución de la tecnología nuclear en el mundo y los éxitos alcanzados, la llevaron al convencimiento de que era necesario encarar el proyecto de una central nuclear en el país.

En abril de 1964, la Comisión Nacional de Coordinación de Grandes Obras Eléctricas aprobó la realización de un estudio de factibilidad de una central nuclear y en agosto del mismo año se creó en la CNEA un Comité de Estudio de Factibilidad y un grupo de trabajo, con el objeto de realizar el estudio.

En setiembre del año 1964 se publicó el trabajo titulado "La Contribución de la Energía Nuclear a la Solución del Problema Energético Argentino". Dicho trabajo fue presentado a la Tercera Conferencia Internacional para Usos Pacíficos de la Energía Nuclear de las Naciones Unidas, en Ginebra, y resume los estudios previos realizados por la CNEA. En ese trabajo se llega a la conclusión de que el panorama del abastecimiento de energía eléctrica de la zona del Gran Buenos Aires-Litoral evidencia, para el futuro inmediato, la necesidad de una expansión en la capacidad requerida, que no podrá ser cubierta en su totalidad por los proyectos hidroeléctricos en estudio. Una situación similar se presenta para el futuro

(*) Conferencia pronunciada en la Comisión Nacional de Energía Nuclear del Brasil el 8/9/69 por el contraalmirante Quihillalt.

mediato. Estas circunstancias llevan a la necesidad de instalar nuevas centrales convencionales o nucleares. Al mismo tiempo la estimación de los costos unitarios de producción para centrales térmicas convencionales y nucleares en esta zona de alto costo de combustible fósil y el análisis de las características de las curvas de carga del sistema permitieron concluir que es plenamente factible considerar la instalación de una central nuclear de unos 350 MW de potencia.

En enero de 1965, el Poder Ejecutivo encomendó a la Comisión Nacional de Energía Atómica la realización de un Estudio de Preinversión de una Central Nuclear para el suministro de energía eléctrica al área Gran Buenos Aires-Litoral. El grupo especial de trabajo constituido en la CNEA, que contó con la colaboración de varios sectores de dicho organismo así como de expertos y organismos nacionales, internacionales y de otros países, realizó el estudio de preinversión, llegando a publicarlo en mayo de 1966.

El informe consta de ocho capítulos en dos volúmenes, complementado por 16 anexos, en siete volúmenes. Los principales temas tratados son:

- a) Los requerimientos energéticos de la zona del Gran Buenos Aires-Litoral y la manera de satisfacerlos.
- b) Los recursos energéticos, humanos, tecnológicos e industriales con que cuenta el país y que tienen relación con el proyecto.
- c) Las características del proyecto, en particular la potencia y ubicación de la central; la ingeniería del proyecto y sus aspectos legales, económicos y financieros.
- d) La evaluación del proyecto según el tipo de reactor que se considere, comparándola económicamente con una central térmica convencional equivalente y considerando los beneficios indirectos.

Las conclusiones fundamentales del Estudio, válidas para potencias de 300 a 500 MW y para cualesquiera de los tipos de reactor estudiados son:

- a) En 1972 el sistema eléctrico del Gran Buenos Aires-Litoral podrá técnicamente aceptar la incorporación de una central nuclear.
- b) Una vez instalada, la central nuclear podrá ser operada —durante su vida útil de 25 años— con el mismo grado de eficiencia y seguridad que una central convencional.
- c) Desde el punto de vista de su comportamiento en el sistema eléctrico al que se interconectará, la central nuclear posee similares características de disponibilidad que las centrales térmicas convencionales.
- d) El costo de producción de la energía eléctrica es inferior para la central nuclear que para una central térmica convencional equivalente.
- e) La instalación y operación de una central nuclear es financieramente viable.
- f) La ubicación más favorable para la instalación de la central es el paraje denominado Atucha, a unos 100 km al noroeste de la Ciudad de Buenos Aires, sobre la margen derecha del río Paraná de las Palmas.
- g) Desde el punto de vista de la salud y seguridad de sus operadores y de la población circundante, la central nuclear ofrece similares garantías que otras instalaciones industriales (centrales térmicas convencionales, industrias petroleras, industrias químicas, etc.).
- h) La industria nacional podrá intervenir en la construcción y operación de la central nuclear en un orden estimado del 40 %.
- i) En relación con la conservación de los recursos naturales, la realización del proyecto significaría la incorporación del potencial uranífero

argentino a los recursos energéticos aprovechados del país, y con ello el logro de una mayor diversificación de las fuentes de energía.

- j) En relación con el desarrollo técnico-científico, la central significaría un notorio impulso a todas las actividades científicas y tecnológicas, a la formación de personal altamente especializado, etcétera.
- k) En relación con el desarrollo industrial argentino significaría, por una parte, el punto de partida de la industria nuclear en la Argentina; por otra, un mejoramiento de los standards de calidad y producción de la industria convencional.

En resumen, se llegó a la conclusión de que la instalación de la central nuclear resulta técnicamente factible y desde los puntos de vista económico y financiero, conveniente y viable.

Es digno de mención que en 1957, el estudio de Preinversión recibió el Premio acordado por el V Congreso Argentino de Ingeniería.

Una vez publicado el estudio, se intensificaron los contactos con las principales firmas constructoras de centrales nucleares del mundo y se iniciaron las gestiones para obtener pre-ofertas.

Se recibieron descripciones técnicas, precios y condiciones de financiación "sin compromiso", como así también las condiciones económicas de explotación pre-visibles (en particular el costo estimado del ciclo del combustible).

Simultáneamente, se realizaron algunos estudios complementarios referentes a la ubicación de la central y un estudio en colaboración con la Secretaría de Estado de Energía y Minería, que analizó el efecto de la integración de la central nuclear en el sistema eléctrico del Gran Buenos Aires-Litoral, desde los puntos de vista técnico, económico y financiero. [Se despacha la carga total del sistema eléctrico interconectado (usando computadora elec-

trónica) y empleando el método del valor presente se calculan los costos, gastos y desembolsos, previa determinación de los parámetros técnicos-económicos pertinentes e hipótesis de financiación]. Este último estudio se terminó en mayo de 1967 y sus conclusiones confirman las correspondientes del estudio de preinversión. Aparte, otras autoridades y organismos del país y del exterior, tales como el CONADE y el OIEA, analizaron el estudio de preinversión, confirmándose las conclusiones del mismo.

Como resultado de las gestiones realizadas se llegó a fijar la fecha del 31 de julio de 1967 para la recepción de las ofertas definitivas.

El pedido de ofertas presentaba ciertas características interesantes:

a) *Con respecto al combustible.* El problema de la instalación de una central nuclear de potencia plantea a todo país la elección del combustible más adecuado: uranio enriquecido o uranio natural. Las mayores ventajas de las centrales a uranio enriquecido son económicas; su desventaja fundamental es que, hasta ese momento, un solo país proveía comercialmente uranio enriquecido. El uranio natural, en cambio, es producido y comercializado por diversos países: Canadá, Estados Unidos, Sudáfrica, Francia, España, Argentina, Australia, etcétera.

Por cierto que si el país es productor de uranio enriquecido, la decisión es simple. Por eso las centrales de Estados Unidos y la URSS son a uranio enriquecido: Gran Bretaña --que instaló un buen número de centrales a uranio natural-- decidió aumentar la capacidad de su planta de uranio enriquecido y, consecuentemente, que sus futuras centrales emplearían este combustible. Probablemente Francia --que hasta ahora ha instalado solamente centrales a uranio natural-- resuelva lo mismo cuando su planta de uranio enriquecido esté en condiciones de proveerlo en cantidad y a precio competitivo.

Para los demás países, el dilema es ciertamente complejo. Algunos (Italia, España, Japón, India) lo han resuelto instalando centrales de los dos tipos. Canadá en cambio, siendo gran productor de uranio natural, se decidió por la instalación de centrales a uranio natural de diseño propio. Alemania Occidental ha instalado únicamente centrales a uranio enriquecido, pero ha construido un prototipo a uranio natural. En el caso de Argentina, CNEA decidió que no era conveniente elegir *a priori* entre uno y otro tipo, sino que era preferible comparar ofertas concretas de los dos: si bien la central a uranio natural presentaba la ventaja importante de funcionar con combustible que se podía fabricar en Argentina, esa ventaja debía ser "cuantificada" y la única manera objetiva de hacerlo era disponiendo de cotizaciones en firme para ambos tipos. En consecuencia, el pedido de ofertas no especificaba el tipo de combustible sino que lo dejaba librado al criterio del oferente.

b) *Con respecto a la participación de la industria argentina.* El pedido de ofertas exigía que se llevase al máximo la participación de la industria argentina en el proyecto. En particular, que los elementos combustibles —aún cuando fuesen de uranio enriquecido— debían ser manufacturados en la Argentina.

Con esta condición, CNEA materializaba un principio fundamental de su política: la central nuclear es algo más que una fábrica de kWh, es un instrumento de la transformación tecnológica del país.

c) *Con respecto a la financiación.* Oportunamente, CNEA había decidido que no solicitaría financiación a los organismos de crédito internacionales (Banco Mundial, etc.), por lo que el pedido de ofertas imponía la presentación de condiciones financieras adecuadas, incluyendo los insumos locales.

Se recibieron en total 17 ofertas de las

compañías más importantes de Estados Unidos, Gran Bretaña, Canadá, Alemania y Francia. Se decidió que su análisis y evaluación sería realizada por la misma CNEA: el número y naturaleza de los factores de evaluación y las importantes consecuencias políticas, económicas, financieras, técnicas y culturales de la elección exigían el ejercicio pleno y responsable de la capacidad propia de decisión.

Las ofertas permitieron una comparación objetiva de las variantes (uranio enriquecido y uranio natural), un cálculo preciso del sobreprecio que se pagaría en caso de elegir uranio natural y una comprobación importante: que aún con uranio natural, la central nuclear era económicamente competitiva con una central térmica convencional equivalente.

Todas las ofertas ofrecían importante participación de la industria nacional, en ningún caso inferior al 25 % del total de la obra. Aseguraban, además, la plena participación de personal técnico argentino en todas las etapas del proyecto.

Las condiciones de financiación ofrecidas eran interesantes y, según las ofertas, variaban entre un monto igual al 100 % del importe total de la obra a uno igual al 80 %, con intereses del orden del 6 % anual y plazos entre 25 años (20 y 5 de gracia) y 20 años (15 y 5 de gracia).

La mayoría de las ofertas ofrecían garantías serias referentes a diseño, funcionamiento y disponibilidad de la central.

Del análisis y evaluación de las ofertas resultó un dictamen que CNEA elevó al Poder Ejecutivo y que éste aprobó, previo estudio de los organismos competentes (Ministerio de Economía y Trabajo, Ministerio de Relaciones Exteriores, Secretaría de Estado de Energía y Minería, Consejo Nacional de Desarrollo, Consejo Nacional de Seguridad).

Las características más destacadas de la oferta finalmente elegida son:

a) Uranio natural como combustible

- b) Precio conveniente: 280 millones DM para 319 MW de potencia
- c) Condiciones de financiación excelentes: 100 % del importe total (incluyendo los insumos locales), 6 % de interés, 25 años de plazo (debiéndose efectuar el primer pago 6 meses después de haberse recibido la central en condiciones normales de funcionamiento)
- d) Participación nacional estimada en un 33 % del monto total
- e) Aceptación de emplear uranio argentino y de utilizar elementos combustibles manufacturados en la Argentina
- f) Garantías satisfactorias
- g) Capacidad técnico-económica de la firma oferente, una de las más grandes empresas en su género en el mundo
- h) Balanza comercial favorable con Alemania.

La característica más desfavorable es que la central ofrecida es la primera en su tipo y potencia en el mundo; la firma ha construido y tiene en operación un prototipo de 50 MW eléctricos, pero Atucha será la primera en el orden de 300 MW. Elegirla implica un serio riesgo, pero CNEA lo calculó técnicamente y decidió que era aceptable.

El 20 de febrero de 1968, el Poder Ejecutivo autorizó a la CNEA a aceptar la oferta presentada por la firma Siemens AG de la República Federal Alemana, para instalar la Central Nuclear de Atucha, y se emitió una carta de intención, autorizando la iniciación inmediata de los trabajos. Se fijó al mismo tiempo, un plazo para la discusión del contrato que llegó a firmarse el 30 de mayo de 1968.

La Central Nuclear de Atucha es la piedra de toque de la política atómica argentina. En efecto, con respecto a este proyecto Argentina decidió *per se*:

- a) Instalar una central nuclear
- b) Realizar el estudio de factibilidad

correspondiente

- c) Elegir el emplazamiento más adecuado
- d) Establecer las condiciones para la presentación de ofertas
- e) Evaluar las ofertas y elegir la más conveniente
- f) Negociar y suscribir los contratos correspondientes
- g) Asegurar la máxima participación de industria y personal científico técnico nacional
- h) Desarrollar el potencial uranífero
- i) Fabricar los elementos combustibles en la Argentina
- j) Fabricar el agua pesada en la Argentina.

Por cierto que recién el futuro demostrará si estas decisiones fundamentales fueron o no correctas. Lo que importa ahora, sin embargo, es que fueron adoptadas autónomamente por la Argentina constituyéndose así las bases de su política atómica.

II. - Características de la obra

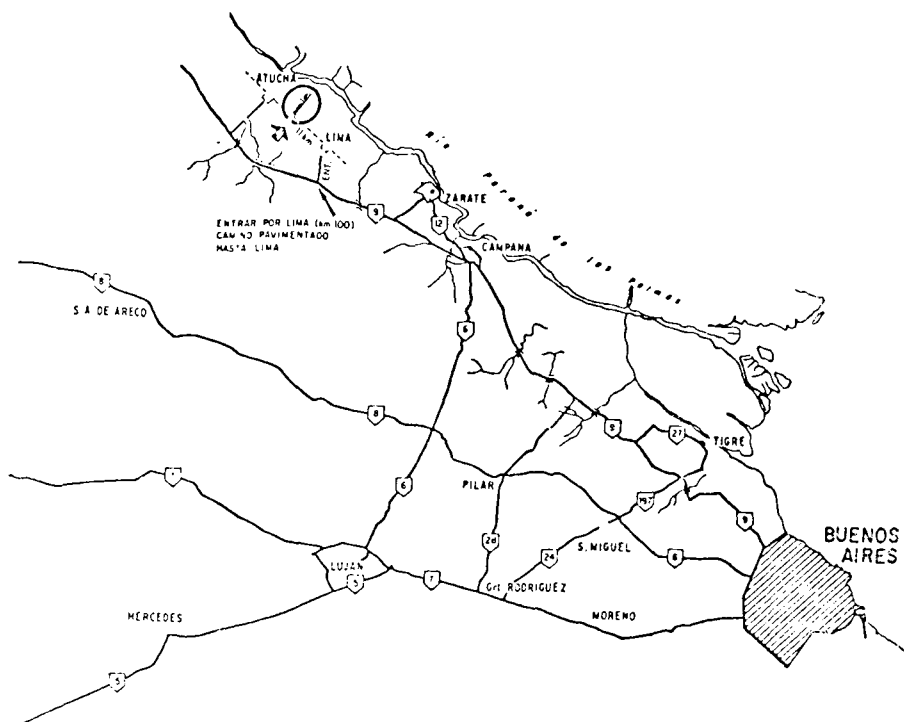
Su ubicación con respecto a la Ciudad de Buenos Aires está indicada en el mapa de la figura 1.

Los principales datos técnicos de la central se detallan en el cuadro 1.

La disposición de los diversos edificios que forman la central es la de la Fig. 2.

El reactor, tal como ya se mencionó anteriormente, corresponde al tipo uranio natural, moderado y refrigerado por agua pesada, con recipiente de presión único y dos circuitos primarios en paralelo. En el circuito secundario, el vapor (de agua natural) que acciona la turbina se obtiene en dos intercambiadores de calor-generadores de vapor. El corte del edificio del reactor está fotografiado en la figura 3.

El reactor con sus accesorios y el circuito primario, se encuentra en un edificio de doble confinamiento, esfera de acero a prueba de presión de 50 metros de diámetro y estructura exterior de hormigón.



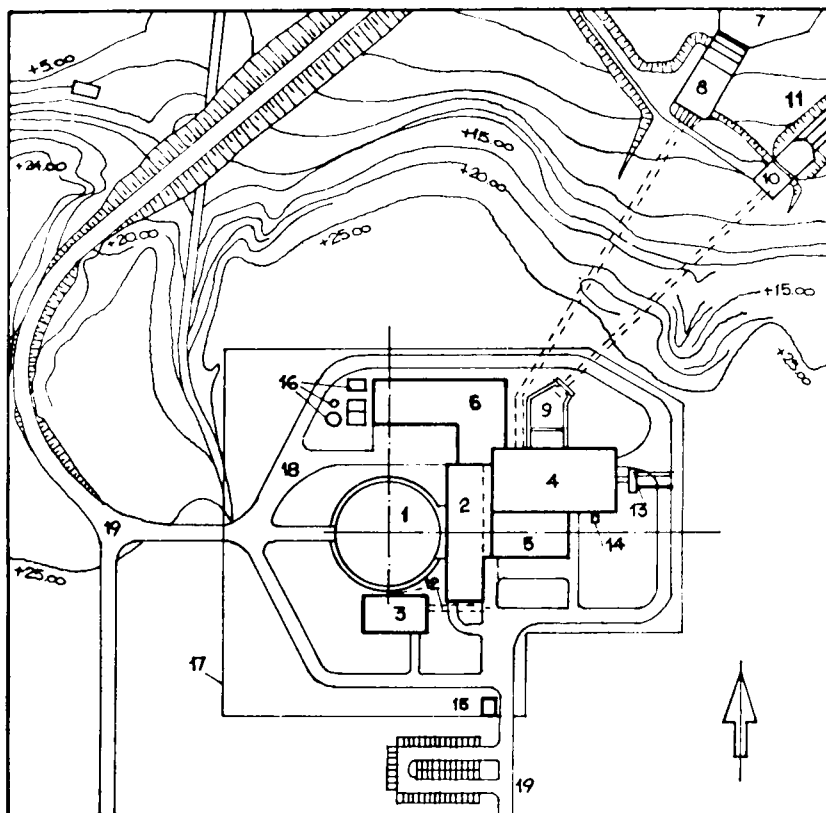
ACCESO A LA CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

FIGURA 1

CUADRO 1

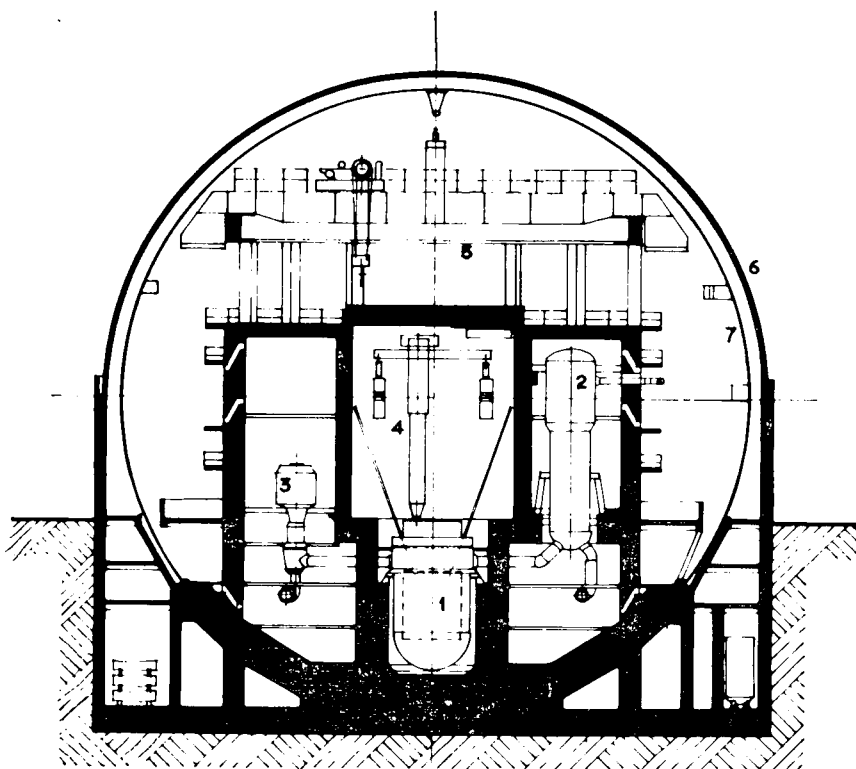
DATOS TECNICOS CENTRAL NUCLEAR ATUCHA

Potencia eléctrica neta	319 MW
Potencia eléctrica en bornes del generador	340 MW
Potencia térmica del reactor	1.100 MW
Rendimiento neto	29 %
Combustible	UO ₂ natural
Peso total del uranio en el nucleo	38,6 t
Material del tubo de envoltura	ZRY - 4
Grado de quemado para nucleo en equilibrio	7.000 MWd/tU
Moderador y refrigerante	D ₂ O
Circuitos primarios de refrigeración	2
Caudal de cada circuito	11.750 t/h
Presión en la salida del recipiente de presión	115 ata
Temperatura de entrada del refrigerante en el generador de vapor	301°C
Caudal de vapor vivo	1.740 t/h
Presión de vapor a la salida del generador de vapor	44 ata
Caudal de agua de refrigeración para el condensador	62.000 m ³ /h



- | | |
|---|---|
| 1 REACTOR | 10 TURBINA HIDRAULICA |
| 2 INSTALACIONES AUXILIARES NO RADIATIVAS | 11 CANAL DE SALIDA DE AGUA DE REFRIGERACION |
| 3 PILETAS DE ENFRIAMIENTO DE LOS ELEMENTOS COMBUSTIBLES | 12 CANALES PARA TUBERIAS Y CABLES |
| 4 TURBOGENERADOR Y CONDENSADORES | 13 TRANSFORMADOR ELECTRICO DE SALIDA |
| 5 INSTALACIONES DE CONTROL | 14 TRANSFORMADOR DE ARRANQUE |
| 6 TALLERES ELECTROMECHANICOS | 15 PORTERIA |
| 7 CANAL DE ENTRADA DE AGUA DE REFRIGERACION | 16 TRATAMIENTO DE AGUA |
| 8 INSTALACION DE BOMBEO | 17 CERCO DE LA CENTRAL |
| 9 PILETA DE RESERVA PARA LA TURBINA HIDRAULICA | 18 PLAYA DE CONECCION A LA RED ELECTRICA |
| | 19 CAMINOS DE ACCESO |

FIGURA 2: PLANTA DE LA INSTALACIÓN



- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1 REACTOR | 4 MAQUINA DE RECAMBIO DE COMBUSTIBLE |
| 2 GENERADOR DE VAPOR | 5 PUENTE GRUA |
| 3 BOMBA PRINCIPAL DE MEDIO REFRIGERANTE | 6 CUBIERTA DE HORMIGON |
| | 7 CUBIERTA DE ACERO |

FIGURA 3

Dentro del mismo edificio, por encima del reactor, se encuentra la máquina de intercambio de elementos combustibles, que posibilita la reposición del combustible "quemado", durante la marcha de la central.

El recipiente de presión es una obra de gran envergadura. Su altura es de 12 m, su diámetro de casi 6 m, el espesor de las paredes, de 22 cm (en la parte cilíndrica), el peso sin accesorios internos 435 t, que sin la tapa se reduce a 360 t. Esta pieza debe ser transportada al sitio de la central desde Alemania y descargada con una

grúa especial. La tapa tiene 253 penetraciones que se comunican con sendos canales de refrigeración y 29 penetraciones periféricas más por donde pasan las barras de control.

Las obras se iniciaron con las excavaciones que llegaron a -17 metros. Es de notar que la central se encuentra sobre una barranca a 22 metros sobre el nivel del río Paraná de las Palmas. El estado de las obras en octubre de 1968 puede observarse en la figura 4.

Primero se realizaron las fundaciones del edificio del reactor, que es la estructura

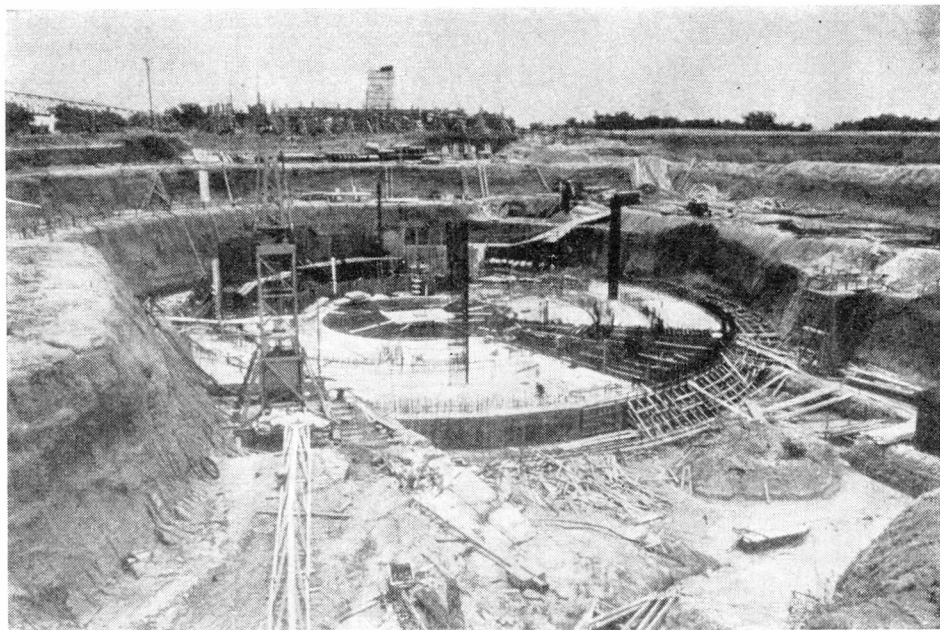


FIGURA 4

que se encuentra sobre el camino crítico de la obra. No hubo necesidad de pilotaje, ya que la tosca puede soportar perfectamente los pesos concentrados de la central. La plataforma de hormigón armado tiene del orden de 2 metros de espesor.

Se construyó la base de hormigón armado sobre la que se apoyará la esfera de contención.

La esfera de acero —de 50 m de diámetro— que contiene al reactor, está formada por chapas de 2-3 cm de espesor que se sueldan *in situ*. En la figura 5 se puede observar la colocación del casquete inferior (marzo 1969). La grúa puede levantar 380 t. y tiene un radio de acción máximo de 80 m, por supuesto para pesos menores; servirá posteriormente para la descarga y colocación del recipiente de presión (Fig. 6).

En la figura 7 se muestra el estado de

la obra en el mes de agosto de 1969. En el fondo se puede observar el río Paraná de las Palmas. Todos los edificios se encuentran adelantados, hallándose la marcha de los trabajos dentro de los términos originalmente planificados. El plazo para completar la central es relativamente corto y para cumplir con sus obligaciones contractuales la firma trabaja también de noche. La figura 8 muestra la maqueta de cómo será la central, una vez terminada.

La construcción en Atucha es, por supuesto, solamente parte de lo que se está haciendo. Paralelamente al avance de la obra civil, en Alemania y en la Argentina se están manufacturando los componentes y equipos cuyo montaje e instalación en la central comenzará el año próximo. Recipiente de presión, bombas, generadores de vapor, la turbina, el generador, transformadores, válvulas, cañerías, recipientes,

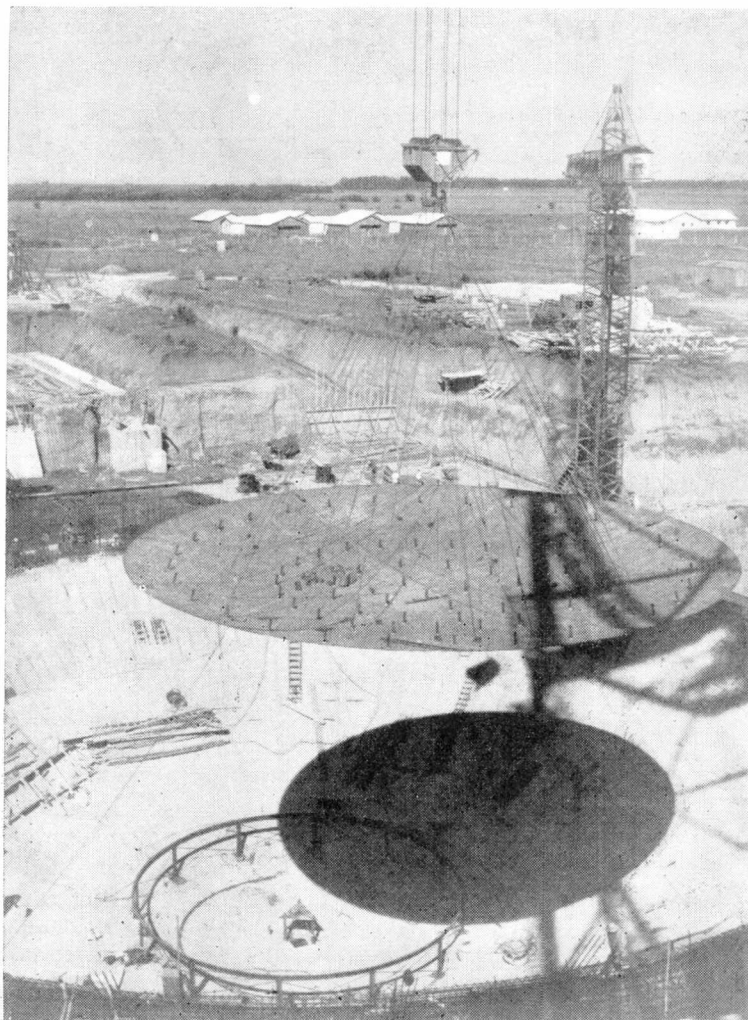


FIGURA 5

instrumental, etc. etc., se encuentran en diversas etapas de terminación, de acuerdo con el plan de trabajos elaborado.

Como en toda obra de envergadura, existen dificultades y aparecen problemas imprevistos. Hasta ahora, estos han sido solucionados.

Las tareas relativas a la construcción de esta central nuclear, que la CNEA ha tomado a su cargo, por cierto representan un desafío a un organismo que no tiene

experiencia ni antecedentes en la industria eléctrica ni en la realización de obras de tal envergadura. Recién una vez en funcionamiento la central, se verá si ha podido responder satisfactoriamente a este desafío.

No solamente el plantel técnico de la CNEA se encuentra ocupado en tareas relativas a la obra. La industria nacional, cuya máxima participación ha sido siempre una de las principales preocupaciones y objetivos de los iniciadores del proyecto,

ha realizado y está realizando esfuerzos dignos de mención. Esta participación indudablemente traerá aparejada importantes consecuencias tecnológicas y económicas para el país. Preparando una industria de componentes nucleares, se abren nuevos mercados para una actividad altamente especializada, cuyo desarrollo será cada vez más importante, y se eleva el nivel tecnológico de la industria local.

De acuerdo con los términos del contrato, la empresa adjudicataria se compromete a colocar órdenes y financiar insumos locales por un monto no inferior a 100 millones de DM. Este valor no sólo incluye la parte de obras civiles, sino también un importante conjunto de suministros electromecánicos. Entre las obras adjudicadas a la industria nacional hasta el presente, merecen citarse por la complejidad tecnológica que su construcción requiere, la instalación de ventilación de los recintos nucleares, el puente grúa de 200 t

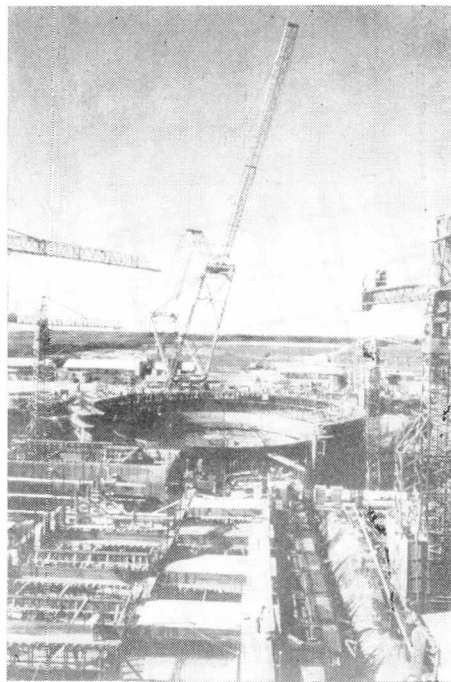


FIGURA 6

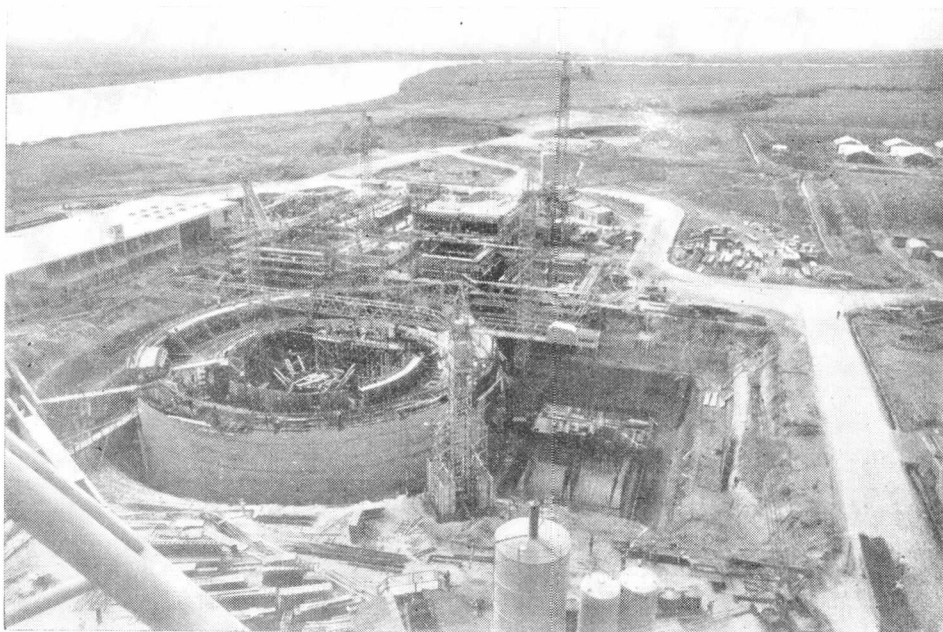


FIGURA 7

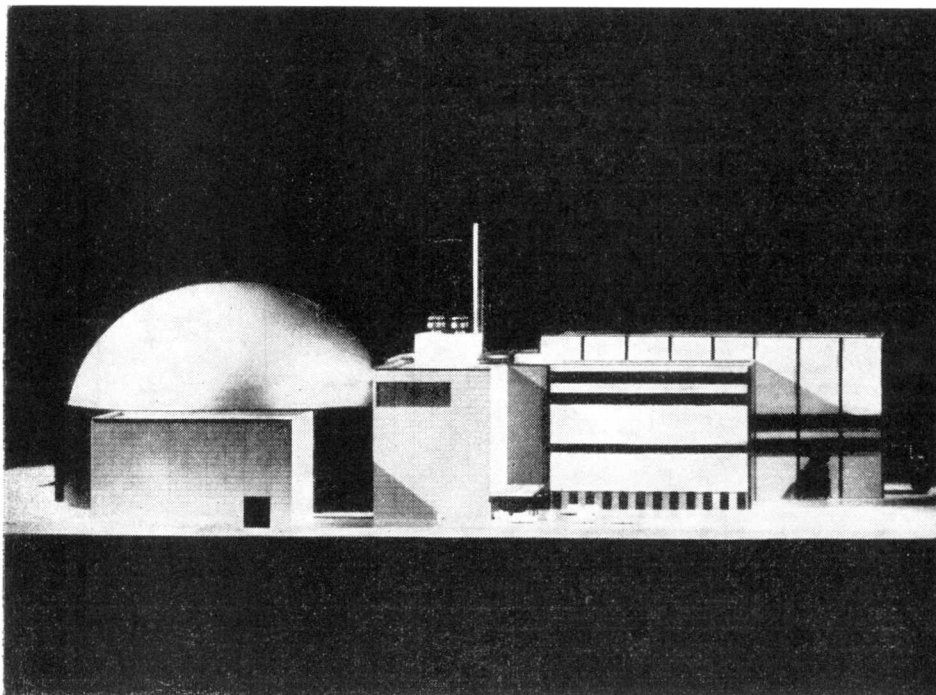


FIGURA 8

para el edificio del reactor, recipientes a presión en material austenítico, el precalentador de agua de alimentación a la turbina e intercambiadores de calor en la zona nuclear para agua pesada.

Para coordinar las adjudicaciones a la industria local, la CNEA ha organizado una oficina de ingeniería, que se encarga de evaluar fábricas y propuestas tanto del punto de vista técnico como el económico. Se ha adoptado y se está aplicando una política de protección a la industria nacional, que involucra la aceptación de mayores costos, dentro de ciertos límites.

Además de este apoyo a la industria privada, la CNEA está encarando la instalación de fábricas de industria nuclear complementaria a la operación de la central. A ese respecto los dos proyectos principales son: la instalación de una fábrica

de elementos combustibles y la instalación de una fábrica de agua pesada, con una capacidad suficiente para asegurar la reposición de las pérdidas previstas de ese material durante la operación de la central. Se espera poner en marcha ambos proyectos en el futuro próximo.

Paralelamente, se sigue trabajando intensamente en la exploración, explotación y concentración de uranio, ampliando la capacidad existente para satisfacer los requerimientos de combustible nuclear del país.

Para terminar esta exposición, quisiera resumir el significado que la Central Nuclear Atucha tiene para nosotros. Hemos iniciado un proyecto, modesto en el panorama mundial, pero de gran trascendencia para el futuro desarrollo de nuestro país.