

BUENOS AIRES, 23 de noviembre de 1967.

SEÑOR PRESIDENTE:

Elevamos al señor Presidente el informe correspondiente a la evaluación de las ofertas recibidas por esta CNEA, el 31 de julio del corriente año, para instalar una Central Nuclear en Atucha.

Los informes presentados en las fechas 21 de Agosto, 12 de setiembre y 30 de octubre del año en curso, y que fueron revisados y discutidos con el señor Presidente en su oportunidad, constituyen etapas previas del estudio que concluye en el presente informe.

En éste se describe la metodología empleada para la evaluación, y las conclusiones a que se arribó como consecuencia de la misma.

Los factores considerados, treinta y tres en total, fueron agrupados respondiendo a tres aspectos diferentes: técnicos, económico-financieros, y de política nuclear.

El análisis detallado de cada uno de estos factores, está contenido en un anexo, el que por su extensión, está aún siendo completado en su versión final.

Con referencia a los reactores de uranio enriquecido solamente la oferta NDC contiene garantía de provisión de dicho combustible. Ello no obstante para esta evaluación se ha supuesto que para el caso de las demás ofertas de reactores con uranio enriquecido, gestiones realizadas en el nivel que corresponda conducirán oportunamente a garantías similares.

En lo que se refiere a las garantías de provisión de agua pesada, en el caso de los reactores de uranio natural, se deja constancia que la oferta de la firma ANCO, incluye

///////

su provisión mientras que para el caso de la oferta Siemens HWR, se ha supuesto también que gestiones posteriores permitirán lograr seguridades de obtención de dicho elemento.

Asimismo, tampoco se han considerado en este informe factores tales como balanza de pagos y comercial, relaciones internacionales con los países de los respectivas firmas oferentes, etc., por considerar que las mismas corresponden a otro nivel de análisis.

Sobre la base de estas consideraciones, el análisis de cada uno de estos tres grupos de factores permitió la elección, en cada caso, de la oferta más conveniente, no habiéndose encontrado ninguna oferta que resultara la mejor desde los tres puntos de vista simultáneamente.

La premura impuesta por la necesidad de arribar a una decisión final, y firmar la carta de intención dentro de un plazo perentorio, indujo a este grupo de evaluación a elevar el presente informe, aún sin el anexo correspondiente, entendiéndose que en esta forma se facilita la continuación de las gestiones tendientes a lograr el objetivo señalado.

JORGE A. BERTONI

.....

JORGE COSENTINO

.....

BEIA JOSE CSIK

.....

ISIDORO KOLTUN

.....

JORGE SARATO

.....

EDUARDO SAVIGLIANO

.....

OSCAR WORTMAN

.....

*[Handwritten signatures and initials corresponding to the typed names above, including Bertoni, Cosentino, Csik, Koltun, Sarato, Savigliano, and Wortman.]*

Buenos Aires, Noviembre 23 de 1967. -

**INFORME DE LA EVALUACION DE OFERTAS RECIBIDAS**  
**PARA LA INSTALACION DE LA CENTRAL NUCLEAR**  
**EN LA ZONA DEL GRAN BUENOS AIRES - LITORAL**

**1. - FIRMAS OFERENTES**

El 31 de julio de 1967 tuvo lugar en la Sede Central de la CNEA la presentación de ofertas para la instalación de una Central Nuclear para el suministro de electricidad a la zona del GBA-L. Las siguientes diez firmas entregaron propuestas:

- Allgemeine Elektrizitäts - Gesellschaft AEG - TELEFUNKEN y HOCHTIEF AG, de Alemania, (AEG);
- ARGUS Financial Corporation, de los EE. UU. de América, (ARGUS);
- Associated Nuclear Constructors Ltd., de Canadá, (ANCO);
- Brown, Boveri & Cia., S. A., de Suiza, (Brown Boveri);
- General Electric Company y Betchel Corporation, de los EE. UU. de América, (GE);
- Groupement de Constructeurs Français de Centrales Nucléaires, de Francia (SOCIA);
- Nuclear Design & Construction Ltd., de Gran Bretaña, (NDC);
- Siemens Aktiengesellschaft, de Alemania, (Siemens);
- The Kuljian Corporation, de los EE. UU. de América (Kuljian);
- Westinghouse Electric International Company, de los EE. UU. de América, (WEICO).

La firma "The Kuljian Corporation" retiró con posterioridad su oferta.

## 2. - PRIMERA SELECCION DE OFERTAS

Como resultado de una primera selección, las ofertas de las siguientes tres firmas fueron separadas del resto:

- ARGUS Financial Corporation
- Brown, Boveri & Cie S. A.
- Groupement de Constructeurs Français de Centrales Nucléaires (SOCIA)

Las ofertas respectivas de dichas firmas fueron brevemente analizadas.

La firma ARGUS Financial Corporation repite la oferta presentada por J. Christensen Financial Corporation en el año 1956. Ofrece instalar y explotar comercialmente una central nuclear de tipo indeterminado, de una potencia de 280 MW, que se construirá en 2,5 años, a un precio de unos 88 millones de U\$ 8, 90% divisas y 10% moneda nacional. La firma ARGUS se encargaría de financiar la parte importada, que le sería pagado por el Gobierno Argentino con el producto de la venta de la energía eléctrica generada en la central durante 20-25 años.

Lo citado anteriormente resultó ser prácticamente toda la información significativa que se pudo extraer de la presentación.

La firma Brown Boveri & Cie S. A. ofrece un turbogenerador aislado de 370 MW a un precio de 42.800.000 francos suizos, incluyendo embalaje y excluyendo gastos de transporte, seguro, recargos aduaneros, montaje y puesta en marcha.

Financiación y condiciones de pago serían a convenir al realizar el contrato.

La firma Groupement de Constructeurs Français de Centrales Nucléaires (SOCIA) se limita a reafirmar sus presentaciones hechas durante el año 1966, que se refieren a una central tipo GCR, diseño EDF-1, de 480 MW. Las presentaciones mencionadas no incluyen condiciones comerciales, limitándose únicamente a la descripción técnica de la obra.

Del breve análisis de las ofertas de estas tres firmas surge que, por ser incompletas en partes consideradas como esenciales y/o no ajustarse a las bases generales del pedido de ofertas (instalación de una central nuclear completa), ninguna de ellas reúne las condiciones necesarias como para que puedan ser consideradas en igualdad de condiciones con las demás ofertas presentadas.

Las razones expuestas, hacen que las tres ofertas mencionadas, sean desestimadas.

Las ofertas de las seis firmas restantes y preseleccionadas son:

Firma	Tipo de reactor	Potencia eléctrica neta
AEG	BWR	353 MW
"	BWR	505 MW
ANCO	HWR	357 MW
GE	BWR	503 MW
NDC	AGR	540 MW
Siemens	HWR	313 MW
"	PWR	340 MW
WEICO	PWR	347 MW
"	PWR	485 MW

- AGR - Reactor alimentado con uranio enriquecido, moderado por grafito y refrigerado por gas CO<sub>2</sub>.
- BWR - Reactor alimentado con uranio enriquecido, moderado y refrigerado por agua natural hirviente.
- HWR - Reactor alimentado con uranio natural, moderado y refrigerado por agua pesada.
- PWR - Reactor alimentado con uranio enriquecido, moderado y refrigerado por agua natural a presión.

AEG presenta su oferta básica correspondiente a una central de 353 MW con reactor BWR. La central de 505 MW (BWR) es ofrecida como alternativa con cotización de precio firme. La descripción técnica corresponde a la oferta básica. Las condiciones generales son similares para ambas.

ANCO presenta oferta en 357 MW, con reactor HWR de tubos de presión y un solo turbogenerador. Ofrece como alternativa un reactor similar, de 325 MW con dos turbogeneradores de 175 MW (brutos) cada uno.

GE presenta oferta únicamente en 503 MW (aproximado) con reactor BWR.

NDC presenta una oferta básica en 540 MW con reactor AGR y único turbogenerador. Oferta como alternativa el mismo reactor de 540 MW con dos turbogeneradores, indicando la diferencia de precio respecto a la oferta básica que fue la que se evaluó. También ofrece una central de 360 MW con reactor AGR, pero posteriormente (9/Nov/67) retiró dicha oferta.

Siemens presenta ofertas para centrales de 313 MW con reactor HWR a recipiente de presión y de 340 MW con reactor PWR respectivamente, en ambos casos con turbogenerador único. La firma presentó ofertas también para una central del orden de 600 MW con reactores HWR y PWR respectivamente, ofertas que no fueron completadas ni confirmadas.

WEICO presenta una oferta básica de 347 MW, con reactor PWR. Ofrece variantes en aproximadamente 485 MW con uno y dos turbogeneradores respectivamente, y con precio indicativo.

En los casos en que se presentaron ofertas alternativas con único o con dos turbogeneradores respectivamente, el análisis detallado se realizó solamente para la alternativa con único turbogenerador, dado que esta solución se aceptó como la más favorable.

### 3.- BREVE DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS TIPOS DE REACTOR OFRECIDOS

Se describen a continuación, las principales características técnicas de los distintos tipos de reactor presentados en las ofertas. El cuadro N° 1, resume los datos más importantes. Cada una de las ofertas contiene una descripción técnica detallada de la central nuclear.

#### - REACTORES PWR

Este tipo de reactor es incluido en las ofertas WEICO (347 y 485 MW) y Siemens (340 MW).

Los reactores PWR (Pressurized Water Reactors) utilizan como combustible uranio enriquecido, como moderador y refrigerante, agua liviana a presión suficientemente elevada como para impedir su ebullición. Consecuentemente, el núcleo del reactor se aloja en el interior de un recipiente diseñado para resistir la presión del moderador - refrigerante, que

es de aproximadamente 140 atmósferas.

El recipiente de presión es construido en acero y revestido interiormente de acero inoxidable. El gran espesor de las paredes requerido para soportar la presión interior del recipiente hace que el mismo sea el elemento más pesado de todo el reactor. Su transporte y montaje constituye uno de los principales problemas de manipuleo de componentes para este tipo de reactor.

Al recipiente de presión se conectan los conductos del sistema primario de refrigeración, constituido por varios circuitos; cada uno de ellos se compone fundamentalmente de una bomba de circulación y un intercambiador de calor. Todos los reactores ofertados utilizan dos circuitos de circulación en paralelo. Las bombas de circulación utilizadas son de tipo vertical, con capacidad de bombeo del orden de los 15.000 m<sup>3</sup> por hora.

El agua de cada circuito primario cede su calor a un circuito secundario, por medio de un intercambiador de calor, donde se produce el vapor que acciona el turbogenerador.

El control del reactor se efectúa por medio de barras absorbentes de neutrones accionadas por dispositivos que actúan a través de la tapa del recipiente de presión. Cada mecanismo acciona simultáneamente varias barras que se intercalan entre los elementos combustibles.

También se utiliza para el control de este tipo de reactores la disolución de materiales absorbentes de neutrones en el agua del circuito primario.

La operación de recambio de combustible requiere la detención del reactor, ya que para tener acceso al núcleo es necesario retirar la tapa del recipiente de presión. Se reemplazan normalmente el 33% de los elementos combustibles por año.

#### - REACTORES BWR

Reactores de este tipo se incluyen en las ofertas de General Electric (503 MW) y AEG (353 y 505 MW).

Los reactores BWR (Boiling Water Reactors) son alimentados con uranio enriquecido, moderados y refrigerados por agua natural en ebullición. Por lo tanto el moderador - refrigerante es una mezcla de agua y vapor, bajo presión.

El núcleo se aloja en un recipiente diseñado para soportar dicha presión, que es de aproximadamente 70 atmósferas. Al igual que en los reactores PWR, el recipiente de presión es el componente mecaniza-

do de mayor peso y volumen de todo el reactor.

En los reactores BWR, el vapor que se genera en el refrigerante al pasar a través del núcleo, puede ser enviado directamente a la turbina, sin el empleo de intercambiadores de calor. Esta forma de operación se denomina "ciclo directo". De este tipo son todos los reactores BWR ofertados.

Al recipiente de presión, además de los conductores de vapor hacia la turbina y del conducto de reingreso de agua de condensación, se agregan circuitos de recirculación forzada del agua a través del núcleo. Dos alternativas se ofrecen para el sistema de recirculación: bombas externas, con o sin bombas de chorro (jet pumps) en el interior del recipiente, o bombas con impulsor ubicado en el interior del recipiente de presión.

El control de la potencia del reactor se hace por medio de barras absorbedoras de neutrones, de sección cruciforme, ubicadas entre los elementos combustibles. Las barras son accionadas desde la parte inferior del reactor, por mecanismos que penetran a través del fondo del recipiente de presión. También se utiliza para el control de la variación del caudal de las bombas de recirculación.

La operación del recambio de combustible obliga a la detención del reactor, ya que se requiere sacar la tapa del recipiente de presión para tener acceso al núcleo. Normalmente, en los reactores BWR se reemplaza anualmente el 20% de los elementos combustibles.

#### - REACTORES HWR

Son de este tipo los reactores incluidos en las ofertas de ANCO (357 MW) y Siemens (313 MW).

Los reactores HWR (Heavy Water Reactors) ofrecidos utilizan como combustible uranio natural, y como moderador y refrigerante agua pesada. Dentro de esta clasificación general, cabe distinguir dos variantes: reactores a tubos de presión, y reactores a recipiente de presión.

El reactor HWR a tubos de presión es incluido en la oferta de ANCO. En este reactor el recipiente que contiene al núcleo es un cilindro de acero inoxidable, denominado calandria, que contiene el agua pesada a baja presión que actúa como moderador. La calandria es atravesada longitudinalmente por numerosos tubos de zircaloy; estos tubos están mandrilados a ambas caras planas de la calandria.

En el interior de los tubos de la calandria y concéntricos con los mismos se encuentran los tubos de presión, dentro de los cuales se alojan los elementos combustibles. También estos tubos son construidos de aleación de zirconio y ellas sirven para canalizar a través de los elementos

combustibles el agua pesada a presión (100 atm) que se utiliza como refrigerante. El espacio comprendido entre el tubo de calandria y el de presión es llenado con  $\text{CO}_2$  para proporcionar una capa aislante y evitar fugas de calor del refrigerante al moderador.

Los tubos de presión están conectados en paralelo de manera tal que forman dos circuitos independientes, cada uno de los cuales incluye bombas de circulación e intercambiadores de calor, en las que se genera el vapor que acciona la turbina.

El control de la potencia del reactor se efectúa principalmente variando el nivel del moderador en la calandria; además se utilizan para el control barras absorbentes de neutrones, barras con material fisionable y disolución de absorbentes de neutrones en el moderador.

El reabastecimiento de combustible de los reactores HWR de tubos de presión se efectúa durante su funcionamiento a plena potencia, mediante una máquina de recambio que se acopla al extremo inferior del canal.

El reactor HWR a recipiente de presión corresponde a la oferta presentada por Siemens (313 MW). En este tipo de reactor el moderador y el refrigerante que circula por los canales que contienen a los elementos combustibles se encuentran a la misma presión (95 atm), y confinadas dentro de un recipiente resistente que contiene todo el conjunto del núcleo. Los canales del combustible se prolongan a través de la tapa del recipiente de presión y terminan en un cierre al cual puede acoplarse la máquina de recambio, con la que se renueva el combustible del reactor durante su funcionamiento a plena potencia. El control de la potencia se realiza mediante barras de control que penetran en forma oblicua a través de la tapa del reactor, a fin de no interferir con el desplazamiento de la máquina de recambio.

La refrigeración del núcleo y generación de vapor se hacen mediante circuitos paralelos que incluyen bombas e intercambiadores, en la misma forma que en los reactores PWR.

#### - REACTORES AGR

Este tipo de reactor se incluye en la oferta de NDC (540 MW). Los reactores AGR (Advanced Gas - Cooled Reactors) son alimentados con uranio enriquecido, moderador por grafito y refrigerados por dióxido de carbono.

El núcleo del reactor, de forma cilíndrica, está constituido por el moderador, los elementos combustibles y las barras de control. La masa de grafito de pureza nuclear que se utiliza como moderador está constituida por bloques perforados de tal manera que, al ser apilados, forman

canales verticales a lo largo del núcleo. Estos canales alojan a los elementos combustibles y sirven de conductos del gas refrigerante. Este es impulsado por turbosoplantes y circula en circuito cerrado, transportando el calor generado en los elementos combustibles hasta los intercambiadores de calor, en los que se genera el vapor que acciona al turbogenerador.

El núcleo del reactor, así como los intercambiadores de calor, sobrecalentadores y turboventiladores, están contenidos en un recipiente de hormigón pretensado capaz de soportar la presión del gas de refrigeración, que es de 40 atm.

La regulación de la potencia del reactor se realiza mediante barras de control que se deslizan en canales similares a los de los elementos combustibles. Estas barras son accionadas por mecanismos que se encuentran en la parte superior y externa al recipiente de presión.

En los AGH el reabastecimiento de combustible que se realiza mediante una máquina de recambio, no requiere la detención del reactor.

#### 4. - PLAZO DE EJECUCION DE LA OBRA

Los plazos de ejecución garantizados en las ofertas, contados desde la firma de la carta de intención la que autorizaría la iniciación de los trabajos, hasta la entrega de la central para la operación comercial, equivalen a 54 meses para todas las ofertas, exceptuando la oferta de GE donde el plazo de ejecución sería de 64 meses.

Es de notar que en la oferta de NDC el plazo de ejecución garantizado es de 47 meses, contado desde la firma del contrato hasta la operación a 20% de potencia. El plazo desde la carta de intención hasta contrato se estima en la oferta en 6 meses. La garantía está condicionada a que se pueda contratar la realización de la obra civil y montaje en la República Argentina con firmas que den plazos de ejecución similares a firmas de Gran Bretaña.

Se ha supuesto en todas las ofertas que la firma de la carta de intención se efectuaría durante el mes de diciembre de 1967. La fecha de entrada en operación comercial de la central sería el mes de junio de 1972, exceptuando para la correspondiente a la oferta de la firma GE.

La fecha de entrada de junio 1972 se estima aceptada, ya que coincide con la iniciación de la época de invierno en la que se produce la demanda máxima del sistema eléctrico GBA-L.

#### 5. - METODOLOGIA DE LA EVALUACION

Realizada la preselección ya indicada, y reducidas las ofer-

tas a las que figuran en la página Nº 3 se procedió a su evaluación.

Cuando se estimó conveniente o necesario, se solicitó de las firmas oferentes aclaración o ampliación de la información presentada.

Asimismo, se realizaron visitas a las firmas oferentes, sus instalaciones, fábricas de componentes principales, centrales nucleares similares a las ofertadas en operación y construcción, y centros de investigación. Se mantuvieron entrevistas con funcionarios de los gobiernos respectivos como así también de los entes financieros involucrados.

Los datos técnicos, económicos y financieros fueron extractados de las ofertas homologadas y resumidos en cuadros.

El análisis económico y financiero del sistema GBA-L con la integración de la Central Nuclear (según las respectivas ofertas), se realizó con la metodología aplicada en el informe conjunto preparado por la Secretaría de Estado de Energía y Minería y la CNEA (Estudio técnico-económico-financiero de ofertas preliminares de la Central Nuclear para el GBA-L, junio 1967).

Los cuadros que resumen la información mencionada, son los siguientes:

- 1 - Principales características técnicas.
- 2 - Requerimiento, consumo y aprovechamiento de combustible.
- 3 - Garantías ofrecidas.
- 4 - Principales características económicas y financieras.
- 5 - Resumen del estudio económico-financiero.

La información disponible permitió realizar un análisis comparativo de las ofertas. Para ello fueron seleccionados los factores de evaluación que se enumeran a continuación, a los que resulta conveniente agrupar de acuerdo a los tres aspectos siguientes:

- 1 - FACTORES TECNICOS. Este grupo de factores lo constituyen aquellos que permiten analizar el comportamiento de la central nuclear como máquina generadora de electricidad.

La experiencia y antecedentes tanto del tipo de reactor como de la firma oferente, juntamente con las garantías ofrecidas y las características operativas, son factores directamente vinculados con la confiabilidad y el normal funcionamiento de la central.

- 2 - FACTORES ECONOMICO - FINANCIEROS. Está integrado este grupo, por los factores que tienen en cuenta las inversiones requeridas para la instalación de la central, las condiciones de financiación y los costos de explotación, como así también el gasto económico y el costo financiero totales del sistema eléctrico GBA-L.

- 3 - FACTORES DE POLITICA NUCLEAR. Los mismos toman en consideración dos aspectos diferentes: El posible desarrollo tecnológico científico, y la posible participación de la ciencia y la técnica nacionales, en relación con el diseño conceptual y tecnológico de cada tipo de reactor. El otro aspecto es el relativo al combustible en cuanto a las posibilidades de su abastecimiento, la conservación de los recursos naturales del país y la producción de plutonio en el combustible irradiado, para ser utilizado nuevamente como fuente de energía.

## 1. FACTORES TECNICOS

### 1.1 Experiencia y antecedentes

- 1.1.1 Experiencia en el tipo de reactor.
- 1.1.2 Experiencia y antecedentes de la firma proveedora en la construcción de centrales nucleares.
- 1.1.3 Capacidad técnica nuclear y convencional de la firma.
- 1.1.4 Antecedentes de la firma fuera del país de origen.

### 1.2 Características operativas

- 1.2.1 Características de arranque y seguimiento de carga.
- 1.2.2 Características de funcionamiento rutinario de la central. Disponibilidad.
- 1.2.3 Recarga de combustible con o sin detención.
- 1.2.4 Facilidad de mantenimiento.
- 1.2.5 Influencia sobre la operación del sistema GBA-L.

### 1.3 Garantías

- 1.3.1 Alcance de aplicación de las garantías.
- 1.3.2 Límite absoluto de multas.
- 1.3.3 Límite absoluto de bonificaciones.
- 1.3.4 Plazo de ejecución.
- 1.3.5 Potencia eléctrica neta.
- 1.3.6 Consumo específico.
- 1.3.7 Ciclo de combustible, grado de quemado, integridad mecánica del combustible.
- 1.3.8 Diseño y manufactura de equipos y materiales.
- 1.3.9 Disponibilidad de la central.
- 1.3.10 Pérdidas de agua pesada (donde corresponda).

## 2. FACTORES ECONOMICOS-FINANCIEROS

- 2.1 Inversiones totales de la central.
- 2.2 Desembolsos de caja durante la construcción de la central.

- 2.3 Costo unitario del consumo de combustible de la central.
- 2.4 Costo unitario de producción de la central.
- 2.5 Gasto económico total del sistema eléctrico GBA-L.
- 2.6 Costo financiero total del sistema eléctrico GBA-L.

### 3. FACTORES DE POLITICA NUCLEAR

#### 3.1 Desarrollo tecnológico y participación de la industria nacional

- 3.1.1 Desarrollo futuro del tipo de reactor.
- 3.1.2 Capacidad tecnológica requerida para la manufactura de componentes principales.
- 3.1.3 Posible participación local en la fabricación de elementos combustibles.
- 3.1.4 Posible participación local en futuras centrales del mismo tipo.

#### 3.2 Abastecimiento de combustible y conservación de recursos naturales

- 3.2.1 Diversidad de fuentes proveedoras.
- 3.2.2 Posibilidad de autoabastecimiento.
- 3.2.3 Consumo equivalente de uranio natural.
- 3.2.4 Producción de plutonio.

Al analizar comparativamente las ofertas según los distintos factores, se estableció un orden de mérito.

El criterio aplicado y el ordenamiento resultantes están fundamentados por las consideraciones que para cada uno de los factores se realiza en el Anexo.

El análisis parcial de los resultados de cada grupo de factores se resume en el Cuadro Nº 1 del Anexo.

Por último, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación comparativa de los factores técnicos, los económico-financieros y los de política nuclear, se formularon las conclusiones finales.

### 6. - CONCLUSIONES DE LA EVALUACION

FACTORES TECNICOS. El análisis de los factores técnicos, efectuado detalladamente en el Anexo, muestra diferencias entre las distintas ofertas, sin embargo, no obstante dichas diferencias se puede establecer que:

- a) Los reactores propuestos en todas las ofertas evaluadas reúnen las condiciones y características técnicas necesarias para satisfacer las exigencias impuestas por su condición de centrales eléctricas interconectadas a un sistema.
- b) Las firmas oferentes acreditan asimismo, la experiencia y capacidad técnica suficientes, respaldadas por garantías correspondientes y la instalación, puesta en marcha y operación de la central nuclear, en los plazos y condiciones indicados.
- c) La oferta WEICO - PWR 347 MW, resulta ser técnicamente la más conveniente.

**FACTORES ECONOMICO - FINANCIEROS.** El análisis económico financiero de las ofertas permite extraer las siguientes conclusiones:

- a) Desde el punto de vista de la inversión total y de los desembolsos durante el período de construcción, la oferta más conveniente es la de Siemens PWR-340 MW.
- b) El costo de explotación (combustible nuclear y operación y mantenimiento) más conveniente corresponde a la central ANCO HWR-357 MW.
- c) Del análisis de la central nuclear incorporada al sistema GBA-L resulta que la oferta más conveniente es la de Siemens PWR-340 MW.

En función de lo anterior, se considera como más conveniente desde el punto de vista económico - financiero la oferta Siemens PWR-340 MW.

**FACTORES DE POLITICA NUCLEAR.** Una central nucleoelectrónica es algo más que una unidad productora de electricidad; es un elemento fundamental de la política nuclear de un país. Más aún, cuando se trata de la primera central que se instala. Así lo ha comprendido la mayoría - si no todos - los países que hoy poseen centrales nucleares en funcionamiento. Por eso es que las propuestas deben ser evaluadas en función de ciertos factores - que llamaremos de política nuclear - de naturaleza y alcance totalmente diferentes a los técnicos y económico-financieros. Para el análisis es conveniente dividirlos en dos grupos:

- a) factores relacionados con el combustible nuclear
  - Las ventajas o desventajas de cada tipo de reactor propuesto en lo referente al abastecimiento del combustible requerido.
  - El grado de aprovechamiento de las reservas naturales de materiales fisio-nucleares que permite cada tipo de reactor propuesto.

- b) Factores relacionados con el desarrollo científico -tecnológico industrial.
- Las posibilidades de desarrollo futuro de cada tipo de reactor ofrecido, tal como puede juzgarse por las características propias de cada tipo y por la continuidad existente en la investigación respectiva.
  - La influencia que la construcción de la central tendrá en el desarrollo de la industria nacional.
  - La experiencia que será posible adquirir mediante la participación en el diseño y la construcción de componentes para la central.
  - La flexibilidad de cada diseño como para que, aprovechando el desarrollo industrial y la experiencia adquirida durante la construcción de la central GBA-L, puedan diseñarse y construirse localmente los reactores que mejor convengan en el futuro a los intereses nacionales.

En relación con el combustible nuclear deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El uranio enriquecido no puede ni podrá por muchos años ser producido en la Argentina. Además, de acuerdo con las actuales condiciones técnicas y económicas del mercado, existe en la práctica un único proveedor: Estados Unidos de América. Esta circunstancia podría afectar el abastecimiento normal de combustible de la Central Nuclear Buenos Aires.

El uranio natural, en cambio, no sólo se produce en la Argentina, sino que puede adquirirse en otros países, tales como Canadá, Sudáfrica, EE.UU., España, por lo que el aprovisionamiento de combustible para la Central Nuclear Buenos Aires queda asegurado.

- b) Si la Central Nuclear emplea uranio enriquecido, la Argentina debe aceptar que la Central sea controlada e inspeccionada por el Organismo Internacional de Energía Atómica. Si las circunstancias obligasen a nuestro país -en algún momento de los 25 años de la vida de la Central- a denunciar el acuerdo de Control e Inspección, el suministro de combustible a la Central sería automáticamente interrumpido.

Si la Central emplea uranio natural, la Argentina deberá igualmente aceptar, según las circunstancias actuales, la intervención del mencionado organismo internacional. Sin embargo, la situación no es exactamente igual a la que se presenta al utilizar uranio enriquecido: si bien regirá el mismo sistema de control e inspección, en caso de que la Argentina decida por alguna causa denunciar el acuerdo, la Central no dejaría de funcionar, ya que podría emplear uranio natural producido en el país.

- c) Si se emplea uranio enriquecido, tanto la fabricación de elementos combustibles, como el tratamiento del material irradiado resultarán procesos más complejos que en el caso de usar uranio natural.

El combustible irradiado de los reactores que utilizan uranio enriquecido, debe ser, por razones económicas reprocesado para recuperar los materiales fisionables contenidos. Esta operación, por ahora, sólo es viable en el extranjero.

El combustible proveniente de los reactores de U natural puede ser almacenado localmente durante muchos años, hasta que las circunstancias hagan conveniente su reprocesamiento para extraer el plutonio fisionable que contiene sin que eso afecte la performance económica de la central.

- d) Los programas nucleares actualmente en curso, en distintos países hacen preveer el reciclado del plutonio y, a más largo plazo, su empleo en reactores de tipo regenerador (breeders). En relación con ello es factor importante a tener en cuenta la producción de plutonio de la central. En este aspecto las centrales a uranio natural/agua pesada son superiores a las de uranio enriquecido.

En relación con el desarrollo científico-tecnológico-industrial se ha considerado que:

Un proyecto de esta naturaleza promueve el desarrollo tecnológico a través de una elevación de los niveles de calidad exigidas a la industria local que participa en su construcción.

La tecnología nuclear ha transformado la industria en países adelantados como EE. UU., Francia, Alemania, Reino Unido y en países con desarrollo industrial menor como Canadá e India.

El concepto de reactor desarrollado por Canadá, basado en su realidad industrial, permitió que dicho país se situó ahora en condiciones de competir en el campo de la energía nuclear con países de capacidad tecnológica mucho mayor.

En base a este concepto la India ha estructurado un programa de política nuclear que le ha permitido participar en forma activa y creciente, en la construcción de sus reactores de potencia:

La correcta selección de la primera central nuclear abre la posibilidad presente y futura de una activa participación de la tecnología argentina en el campo de la producción de energía eléctrica por vía nuclear.

Analizando las ofertas presentadas tomando en consideración lo expuesto anteriormente se llega a las siguientes:

**- Conclusiones de la evaluación de los factores que afectan a la política nuclear**

- 1) Los reactores de U natural ofrecidos por ANCO y Siemens HWR son los más adecuados para el establecimiento de una política nuclear a largo plazo, pues to que por el tipo de combustible utilizado posibilitan el autoabastecimiento, independientemente de las circunstancias políticas o económicas del país.
- 2) El reactor ofrecido por ANCO presenta, además, ventajas desde el punto de vista del desarrollo tecnológico puesto que permite la utilización de componentes menores que están más de acuerdo a nuestra realidad industrial.

**CONCLUSIONES FINALES**

De acuerdo con la metodología empleada, el resultado final de la evaluación de las ofertas en función de factores técnicos, económico-financieros y de política nuclear se resume a continuación :

Ninguna de las ofertas es la mejor en sentido absoluto, es decir la mejor en función de todos los factores de evaluación simultáneamente.

Teniendo presente que todas las ofertas consideradas son técnicamente confiables, económicamente convenientes y financieramente viables, según el criterio de elección que se adopte resulta:

a) **Criterio de elección basado en factores técnicos**

Desde este punto de vista se considera que el reactor Westinghouse 347 MW está en primer lugar.

c) **Criterio de elección basado en factores económico - financieros**

Desde este punto de vista se considera que la oferta más conveniente es la de Siemens PWR 340.

c) **Criterio de elección basado en factores de política nuclear**

El reactor ANCO HWR -357 MW ofrece mejores perspectivas considerando el conjunto de factores que afectan a la política nuclear. El reactor Siemens HWR -313 MW satisface los requerimientos de autoabastecimiento necesarios para la estructuración de una política nuclear a largo plazo del país.

CUADRO Nº 1  
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

OFERENTE	TIPO DE REACTOR	PROCEDENCIA	POTENCIA ELÉCTRICA NETA (MW)	η TOTAL (%)	COMBUSTIBLE TIPO	ENRIQUEC. % (equilibrio)	CARGA OPERATIVA (t)	BURN-UP DE EQUILIBRIO (MWt dwt)	FIL. 085 CONSUMO ANUAL (t)	INVENTARIO DE D <sub>2</sub> O (t)	TIPO DE RECAMBIO	TURBOGENERADOR		
												POTENCIA (MW)	VELOC. (r.p.m)	PROF. DENCIA
AEG	BWR	Alemania	353	31.6	UO <sub>2</sub> -pellets	2,70	55,38	27.500	12,82	-	discontinuo	375	1500	Alemania
AEG	BWR	Alemania	505	33.75	UO <sub>2</sub> -pellets	2,6	71,76	27.500	17,82	-	discontinuo	533	1500	Alemania
ANCO	HWR tubos de presión	Canadá	357	26.38	UO <sub>2</sub> -pellets	natural	61.7	8.000	50,91	287	continuo	382,75	3.000	Japón
GE	BWR	E.E.U.U	503	31.7	UO <sub>2</sub> -pellets	2,61	71,76	27.500	17,96	-	discontinuo	528,5	1500	E.E.U.U
NDC	AGR	Reino Unido	540	40.05	UO <sub>2</sub> -pellets	2,10	116,4	17.500	23,48	-	continuo	583	3.000	Reino Unido
SIEMENS	HWR recipiente de presión	Alemania	313	28.45	UO <sub>2</sub> pellets	natural	37.9	7.000	45,75	230	continuo	333,9	3.000	Alemania
SIEMENS	PWR	Alemania	340	30.9	UO <sub>2</sub> -pellets	3,2	33,8	29.000	11,77	-	discontinuo	360	3.000	Alemania
WEICO	PWR	E.E.U.U.	347	30.7	UO <sub>2</sub> -pellets	3,40	40,00	31.500	11,15	-	discontinuo	363,4	3.000	Reino Unido

REQUERIMIENTO, CONSUMO Y APROVECHAMIENTO DEL COMBUSTIBLE

	CARGA INICIAL (t)	ENRIQUECIM. DE LA CARGA INICIAL	U NATURAL PARA CARGA INICIAL (t)	CONSUMO ANUAL (t)	ENRIQUECIM. DE EQUILIBRIO (%)	U NAT. PARA EL CONSUMO ANUAL (t)	ENERG. ELECT. PROD. POR t. DE U NAT. (Gwh)	PJ FIS. PROD. POR t. DE U NATURAL (kg)	PJ FIS. PROD. POR AÑO (kg)	CONS. TOTAL DE U NAT. EN 25 AÑOS (t)	PJ FIS. PROD. EN 25 AÑOS (Kg)
AEG BWR 353 MW	55,38	2,28	242,28	12,82	2,70	54,24	48,46	1,27	68,88	1520	1.930
AEG BWR 505 MW	71,76	2,2	301,5	17,82	2,6	71,94	52,2	1,33	95,87	2028	2.700
ANCO HWR 357 MW	61,7	natural	61,7	50,91	natural	50,91	52,21	2,94	149,67	1.196	3.516
GE BWR 503 MW	71,78	2,25	309,37	17,96	2,61	76,04	49,70	1,29	98,1	2.118	2.732
NDC AGR 540 MW	116,4	1,55 promedio	326,1	23,48	2,30 promedio	73,87	54,43	1,04	77,41	2098	2.182
SIEMENS HWR 313 MW	37,9	natural	37,9	48,75	natural	48,75	47,8	2,41	115,3	1.180	2.844
SIEMENS PWR 340 MW	33,8	2,8	185,7	11,77	3,1	56,05	45,17	1,43	80,15	1.531	2.189
WEICO PWR 347 MW	40,0	2,9	228,4	11,15	3,4	59,03	43,82	1,22	72,0	1.645	2.007