

CNEA-NT 23/86

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Dependiente de la Presidencia de la Nación
DEPARTAMENTO SERVICIO DE ASISTENCIA TECNICA A LA INDUSTRIA (SATI)

DESARROLLO DEL MERCADO NUCLEAR ARGENTINO Y DE SUS PROVEEDORES

Dra. Sara VOLMAN de TANIS

Buenos Aires

1986

"....Será imperativo desarrollar una capacidad autónoma para dirigir el proceso tecnológico y para manejar la tecnología. Sólo mediante ese manejo autónomo podrá la nación comenzar a marchar en la dirección que eventualmente le permitirá disponer en cada caso de la tecnología más ajustada a sus propios objetivos, más respetuosa de su acervo cultural, más conveniente para sus propias necesidades y más adecuada a sus dotaciones de recursos y factores."

Jorge Sábato

INTRODUCCION -----	1
1. CARACTERISTICAS DEL MERCADO-----	2
2. LA CONDUCTA DE LA INDUSTRIA NUCLEAR-----	7
3. ACTIVIDADES DE MAYOR RELEVANCIA RELACIONADAS CON LA CONSTRUCCION Y OPERACION DE CENTRALES NUCLEARES.-----	10
4. BALANCE MUNDIAL DE CENTRALES NUCLEARES.-----	13
5. DISTRIBUCION DE RESPONSABILIDADES Y EJECUTORES DE LAS ACTIVIDADES NUCLEARES EN ALGUNOS PAISES.	18
6. DISTRIBUCION DE RESPONSABILIDADES Y EJECUTORES DE LAS ACTIVIDADES NUCLEARES EN LA ARGENTINA.--	25
7. PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA ARGENTINA EN LOS PROYECTOS NUCLEARES.-----	31
7.1. Centrales Nucleares de Potencia.-----	31
7.1.a- Metodología de evaluación de la participación nacional.-----	34
7.1.1. Central Nuclear Atucha I.-----	36
7.1.2. Central Nuclear Embalse.-----	37
7.1.3. Central Nuclear Atucha II.-----	42
7.1.3.1. Factores de evaluación utilizados para las ofertas recibidas de la Central Nuclear Atucha II.-----	44
7.1.3.1.a.- Alcance de cada uno de los sub-temas utilizados en la evaluación.-----	47
7.1.4. Central Nuclear IV.-----	52
8. ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA NUCLEAR ARGENTINA.-	55
8.1. Evaluación y calificación de proveedores.-----	56
8.1.1. Distribución de las empresas por facturación (a valores en dólares tomados de los balances de 1979).-----	58
8.1.2. Distribución de empresas por provisión.-----	58
8.1.3. Calificación según niveles de calidad.-----	64
8.2. Adquisición de tecnologías del exterior.-----	65

9. DESARROLLO LOCAL DE COMPONENTES.----- 70

10. CONCLUSIONES.----- 73

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DIRECCION DE DESARROLLO
SERVICIO DE ANALISIS DE INFORMACION

INTRODUCCION:

Este trabajo en su primer parte presenta cuales son las características del mercado nuclear, el volumen de sus actividades en el contexto mundial y las diferentes organizaciones que tienen los países para desarrollar dichas actividades.

En la segunda parte analiza la situación en la Argentina, la organización con que cuenta y detalla el desarrollo de su industria nuclear.

En particular describe la evolución que siguió la participación nacional y como se realizó su crecimiento.

1.- Características del mercado nuclear

El campo de las instalaciones nucleares es, entre otras industrias, como ser la de grandes computadores, industria aeronáutica, de las que se pueden designar como una industria de alto costo y alta tecnología (ACAT). El alto costo, implica que el producto es un item caro y cada unidad de central eléctrica puede hoy llegar a un costo superior al billón de dólares, por ello la industria nuclear se califica como tal con este parámetro.

"Alta tecnología" es una expresión corriente pero no bien definida. Podemos decir que se refiere a actividades, que apoyándose en tareas sofisticadas de investigación, desarrollo, abren nuevas fronteras a la mente humana y pueden aumentar la productividad, mejorar la calidad de vida y posiblemente den lugar a experiencias y posibilidades antes no conocidas.

Algunos ejemplos se encuentran en las comunicaciones, transporte, procesamiento de la información, biotecnología, exploración del espacio y acumulación de la energía. Las actividades de la alta tecnología están caracterizadas por su status inmaduro y su efecto agitador sobre el dinamismo y salud de la economía. Debido a ello, las industrias de alta tecnología son promovidas por sus gobiernos como parte de sus objetivos industriales, pero ello está solo abierto a algunos países adelantados los cuales requieren investigación, desarrollo técnico, recursos industriales y financieros. Como resultado, las industrias de alta tecnología incluyendo la industria nuclear, están dominadas por pocas empresas las cuales operan fuera de los propios mercados y compiten unas con otras para dominar el mercado global contra el fantasma del continuo cambio tecnológico.

El mercado nuclear se formó de acuerdo a la demanda, por lo que dio origen a un oligopolio de oferentes que están basados en las capacidades de sus propios países. Ellos pertenecen a los países de mayor industrialización y constituyen la parte más importante de los proveedores del mercado global. Estos vendedores están, históricamente hablando, apoyados en sus mercados domésticos para asegurar la viabilidad de sus proyectos y han competido previamente en sus mercados nacionales. Las empresas que han logrado mayor éxito en el mercado global son: Westinghouse, Framatome y Kraftwerk Union (KWU). Los tres proveen reactores de agua presurizada sobre el diseño básico de la Westinghouse. La concepción del CANDU se ha desarrollado en el mercado canadiense y ha logrado fortalecer su propia infraestructura industrial. Con esta concepción de reactor es que países de mediano desarrollo han incorporado la tecnología a sus mercados por su mayor factibilidad técnica, así podemos mencionar a la India, Argentina y ultimamente Corea.

Una parte importante de este trabajo, consiste en examinar la organización de la industria nuclear en países seleccionados que luego compararemos con los resultados obtenidos en la Argentina, dentro del marco de su estructura, conducta y performance. Esta relación es utilizada como base para analizar el área industrial y planificación de las corporaciones que han establecido lazos concretos con una industria con conocimientos profundos y que luego su conducta permitió elaborar las estrategias que ellos emplean para tener éxito en el mercado interno y externo.

Como punto de partida, se acepta que la industria nuclear se distingue por el alto costo de sus productos y de sus unidades operativas y el alto nivel de sofisticación tecnológica. Ya ha sido demostrado que una industria de alto costo y alta tecnología opera en una forma universal y

penetra en el mercado mundial caracterizado por la competencia internacional y la presión de los cambios tecnológicos. Estas otras características de las industrias de ACAT, tienen consecuencias de importancia para compradores y vendedores. Un producto de ACAT involucra muchas veces un riesgo para el comprador, pues contiene una tecnología costosa y compleja y requiere un proceso de selección profundo para reducir los riesgos.

Los criterios de evaluación de los productos de ACAT, incluyen: a) la habilidad del vendedor para realizar sus entregas en términos contractuales, b) si su tecnología ha sido seleccionada por otros compradores y otros críterios como ser: c) costos, d) términos financieros, e) comportamiento técnico del producto final y f) qué beneficio neto dará al comprador. Se incluye en el beneficio neto la modalidad de transferir la tecnología.

La compra de un producto de ACAT involucra además otros temas como ser el grado de desarrollo económico a nivel nacional y su política industrial; por lo cual los gobiernos al realizar sus compras insisten en el máximo de transferencia tecnológica y la participación de su propia industria.

Por otro lado, el vendedor exitoso en una industria de ACAT, necesita reconocer la naturaleza de su mercado y adoptar una estrategia de mercado global. Asimismo el mercado local en cada país sirve para definir la industria de base, y con estos datos se van elaborando las etapas iniciales y más críticas del desarrollo industrial. Las etapas posteriores ya apuntan al desarrollo de una industria de ACAT para responder al mercado global. Por lo tanto, una tecnología de ACAT requiere para su establecimiento un desarrollo protegido en el mercado doméstico para poder luego presentarse en mercados extranjeros, y que resulte

comercialmente viable.

El punto clave por lo tanto para que un producto ACAT sea desarrollado, es el de establecer un mercado local en forma global para compartir con todos los medios disponibles en otros sectores y nutrirse del dominio de su tecnología. Existen en nuestro país numerosos ejemplos de desarrollos realizados por la introducción de la industria nuclear que luego fueron aplicados por otras industrias, especialmente la petroquímica, naval y eléctrica. Es de destacar el impacto introducido en el desarrollo de las técnicas de garantía de calidad incorporadas al comienzo de la década del 70, su puesta en marcha entre todos los fabricantes y empresas de ingeniería y luego lo fueron incorporando otros compradores de grandes y medianas instalaciones.

Dentro de la industria de ACAT de los países que la poseen, se cuenta con numerosos ejemplos de los efectos reforzadores que trajeron a su sector productivo desarrollos como el de la industria de las computadoras, la aeroespacial y produjeron competitividad creciente. Ocurre que a medida que los nuevos compradores adquieren productos más caros tratan de arriesgar menos comprando productos más confiables, con su tecnología ya aceptada por otros, bajo normas técnicas y regulaciones conocidas y todos estos esquemas van hilbanando el dominio tecnológico de las empresas poseedoras del producto.

Estos dominios van creando barreras para el ingreso de posibles competidores, pero los vendedores se ven obligados a reducir costos y reinvierten las ganancias en investigación y desarrollo para poder mantenerse en competitividad. Además está claro que el dominio tecnológico no lleva implícito el liderazgo tecnológico. Ello significa que una mejor tecnología, a no ser que ella represente

una apertura económica, puede llegar a perder su competi
tividad frente a una tecnología que ya domina el mercado
y con buenos precios. (1)

2.- La conducta de la industria nuclear

Se ha postulado que debido a las características de una tecnología de alto costo y alta tecnología, su industria y mercado son los parámetros esenciales para la conducta y la estrategia de los vendedores de instalaciones nucleares.

Entre los vendedores de centrales nucleares especialmente, se ha desarrollado cierta competencia, pues son muy pocos oferentes que pertenecen tres de ellos a países muy desarrollados y uno de un país menos desarrollado. Los cuatro competidores cuentan ya con sus fabricantes nacionales organizados y salieron a ofertar al exterior en forma de paquetes cerrados. Tres de ellos (Framatome, Westinghouse y KWU) pertenecen a empresas privadas o semi-privadas y la cuarta (AECL) es un organismo estatal.

En general, todas las empresas prefieren por todos los medios, ofrecer paquetes llave en mano, y en los casos que los compradores exigen participación local tratan de retener el sistema nuclear de suministro de vapor. Se utilizan los medios más sofisticados para realizar ventas cerradas, ya sea por dificultar la transferencia de tecnologías de fabricación, de ingeniería, etc, hasta los mecanismos de control establecidos en los tratados internacionales ejercidos por organismos internacionales. Los tratados internacionales y regionales fueron ampliando con los años los controles sobre la transferencia de sistemas, tecnologías, productos y servicios limitando la transferencia libre a los proveedores del Know-how. Por otro lado, los países participantes de dichos tratados ejercen sus criterios nacionales para dar cumplimiento a los mismos. Es así que en la Argentina cuando se adquirió la primer central nuclear bajo las condiciones de salvaguardias establecidas en el momento del contrato se postularon 15 oferentes. Ya para la segunda central nuclear, en donde se estipularon determinadas condiciones de compra y obligatoriedad de transfe

rir tecnología, hubo solamente 8 oferentes y solo AECL ofreció un acuerdo de transferencia de tecnología que satisfizo al comprador, la C.N.E.A.

Para la tercer central nuclear en que se incorporó en la solicitud de C.N.E.A. la adquisición no solo de una central nuclear sino que también la instalación de una planta de producción de agua pesada, sólo se recibió una oferta por la central completa, una oferta por el SNSV, dos ofertas por la parte del balance de planta y dos oferentes por la planta de agua pesada.

Debemos tener en cuenta que el agua pesada es uno de los primeros rubros que figuran en la "trigger list" (lista de productos que están controlados por salvaguardias establecidas por el OIEA con cláusulas muy restrictivas).

La conducta de la industria nuclear de cada oferente que se presentó en la Argentina, difiere de una a otra en forma sutil. Coincide para todos los oferentes reservarse para el poseedor de la ingeniería de diseño de la central como para los fabricantes los conocimientos del sistema nuclear de suministro de vapor. Las diferencias entre los cuatro oferentes se debe a las organizaciones internas de su industria. Es así como Westinghouse, Framatome y KWU, tienen centralizada la fabricación de los componentes del SNSV en pocas empresas, mientras que AECL posee la ingeniería y la fabricación la realizan un cierto número de empresas privadas. Existen además un cierto número de empresas privadas de ingeniería que ofrecen proyectos integrados o servicios de dirección de proyecto.

La actitud de los compradores es la de exigir a sus vendedores garantías de funcionamiento de las centrales y se nota que cada vez con mayor érfasis se exige la apertura de los paquetes para permitir participar a sus empresas en el desarrollo del proyecto.

Con todos estos condicionamientos, la capacidad industrial de un país en desarrollo se produce en forma paulatina y de acuerdo al apoyo que recibe de su gobierno, de la estructura propia en investigación y desarrollo, la negociación y contratación de las tecnologías a ser recibidas, de la utilización de capacidad de fabricación en proyectos de similar complejidad y costo, de la capacidad financiera nacional, etc.

3.- Actividades de mayor relevancia relacionadas con la construcción y operación de centrales nucleares.

Las actividades relacionadas con la construcción de centrales nucleares y la generación de energía eléctrica mediante centrales nucleares constituyen la aplicación pacífica más importante del fenómeno de la fisión nuclear y su desarrollo ha dado nacimiento a la rama industrial denominada industria nuclear. La misma incluyó todas aquellas actividades destinadas a la producción de bienes y servicios necesarios para la explotación comercial de la energía nuclear. En líneas generales para desarrollar la industria se deben cumplir una serie de líneas de trabajo y decisiones a los diferentes niveles de acción, que son entre otros:

- 1.- La planificación a largo plazo.
- 2.- La participación de la ingeniería local en el programa.
- 3.- Disponer de un organismo nacional para el desarrollo y control de la energía nuclear.
- 4.- Realizar la selección de los profesionales con buena formación académica en física, química, biología o especialidades de ingeniería.
- 5.- La especialización en tecnología nuclear básica.
- 6.- La capacitación del personal en actividades concretas.
- 7.- La construcción y explotación de reactores experimentales, en laboratorios, en procesos, etc.
- 8.- Formar y calificar nuevos técnicos en ingeniería nuclear, materiales, metalurgia, ensayos, protección radiológica, etc.
- 9.- Prestar ayuda tecnológica a la industria local.
- 10.- Apoyar el servicio nacional de normalización.
- 11.- Realizar la prospectiva de las capacidades de la ingeniería e industria nacional.
- 12.- Establecer de un programa de Garantía de Calidad.
- 13.- Realizar los estudios de factibilidad técnica de los proyectos nucleares dentro del sistema de producción.

De todo este listado en este trabajo desarrollaremos los puntos que están más directamente involucrados con la participación de la ingeniería e industria en la construcción de Centrales Nucleares, que involucran los puntos 2,7,9, y 11, el resto de los puntos han sido motivo de otras publicaciones.

Entre el conjunto de actividades que deben desarrollarse para la generación y explotación de energía, podemos clasificarla en tres grandes rubros:

a) Industria de Centrales Nucleares que se ocupa de:

- a.1. Elaboración del pre-proyecto.
- a.2. Dirección del proyecto por parte del dueño de la Central.
- a.3. Dirección del proyecto por parte del contratista principal.
- a.4. Realización de la ingeniería del proyecto.
- a.5. Compras.
- a.6. Aseguramiento
- a.7. Construcción de la Central
- a.8. Puesta en marcha de la Central.
- a.9. Operación y mantenimiento de la central.

b) Industria de combustible nuclear que abarca:

- b.1. Prospección de uranio.
- b.2. Producción de mineral.
- b.3. Refinación y purificación.
- b.4. Enriquecimiento.
- b.5. Fabricación de elementos combustibles.
- b.6. Almacenamiento y transporte de combustible.
- b.7. Reprocesamiento del combustible quemado.
- b.8. Gestión del ciclo de combustible.

c) Industrias complementarias de materiales nucleares y componentes del reactor, que comprende:

- c.1. Fabricación de agua pesada.
- c.2. Producción de zircaloy.
- c.3. Fabricación de tubos de zircaloy.
- c.4. Fabricación de elementos estructurales de zircaloy.
- c.5. Recipientes de presión.
- c.6. Generadores de vapor.
- c.7. Bombas de circulación.
- c.8. Válvulas especiales.
- c.9. Barras de control.
- c.10. Instrumentación nuclear
- c.11. Otros.

d) Licenciamiento nuclear y regulaciones:

- d.1. Códigos y normas.
- d.2. Licenciamiento.
- d.3. Inspecciones.
- d.4. Registros.

De este largo listado de actividades que son las más relevantes para la energía, no mencionamos toda la acción necesaria de realizar en investigación y desarrollo permanente para mejorar a cada una de ellas.

Cada rubro de a), b) y c) da origen a la formación de empresas especializadas y el conjunto de todas ellas conforman lo que llamamos la industria nuclear.

El punto d) en todos los países permaneció como actividad del estado central, dadas las responsabilidades relacionadas con la seguridad que deben ofrecer las instalaciones nucleares por los peligros de las reacciones nucleares.

4.- Balance mundial de centrales nucleares.

El volúmen económico de la producción de la industria nuclear en el mundo, puede estimarse actualmente en el orden de los 100.000 millones de dólares estadounidenses anuales, pero mucho más importante es saber que esa cifra ha estado creciendo sin cesar en las décadas del 60 y 70, duplicándose cada 4 a 5 años. Estados Unidos posee la industria nuclear más importante del mundo, no sólo por sus negocios sino por el espectro tan amplio que cubre, seguido por Francia, Alemania, Gran Bretaña, Unión Soviética, Canadá, Italia y ultimamente Japón, Corea y China en los próximos años.

El rápido crecimiento de la industria nuclear es el resultado de la forma notable en que se ha extendido en todo el mundo la instalación de centrales en las décadas pasadas, con una fuerte retracción en algunos países en esta década.

En un informe del OIEA hacia fines del año 1984 dió como datos que en el mundo operaban 344 reactores nucleares y en el último informe publicado por el Nuclear Engineering International (mayo 1985) da la cifra de 346 reactores nucleares. La capacidad de generación llega a los 220.407 MW, hay en la actualidad 192 reactores en construcción que agregarán 175.729 MW a las redes eléctricas.

Según el OIEA la energía nuclear en la producción mundial alcanzó el 13%. Francia con 58,7%, Bélgica con un 50,8%, Finlandia con un 41,0% y Suecia con un 40,6% de energía nuclear generada (son porcentajes del total), ellos encabezan el lote de países en los que la participación de la nucleoelectricidad es mayor.

El estado de los programas nucleares entre los países miembros del OIEA, en forma resumida es:

Argentina	2 unidades en operación, 1 planta en construcción, 3 plantas planificadas.
Austria	1 planta en operación.
Bélgica	6 plantas en operación y 2 en construcción.
Brazil	1 planta en operación, 1 en construcción, 7 plantas planificadas.
Bulgaria	4 plantas en operación, 2 en construcción y 4 planificadas.
Canadá	16 unidades en operación, 7 en construcción.
Corea	3 unidades en operación, 6 en construcción, 4 planificadas.
Cuba	2 unidades en operación
checoslovaquia	3 unidades en operación, 10 en construcción y 3 planificadas.
China	1 unidad en construcción, 2 planificada
Egipto	2 unidades planificadas.
EE.UU.	85 unidades en operación, 40 en construcción, 2 planificadas.
España	7 unidades en operación, 8 en construcción, 4 planificadas.
Filipinas	1 unidad en construcción
Finlandia	4 unidades en operación

Francia	4 unidades en operación, 23 en construcción, 2 planificadas.
Gran Bretaña	37 unidades en operación, 5 en construcción y 1 planificada.
Holanda	2 unidades en operación.
Hungría	2 unidades en operación, 2 unidades en construcción, 4 unidades planificadas.
India	5 unidades en operación, 5 unidades en construcción y 4 planificadas.
Irak	1 unidad planificada.
Israel	1 unidad planificada
Italia	3 unidades en operación, 3 en construcción y 6 planificadas.
Japón	31 centrales en operación, 10 unidades en construcción, 9 planificadas.
Libia	2 unidades planificadas.
México	2 unidades en construcción
Paquistán	1 unidad en operación, 1 planificada.
Polonia	2 unidades en construcción, 4 planificadas.
Rep. Federal de Alemania	19 centrales en operación, 7 en construcción, 10 planificadas.

Rep. Democrática Alemana	5 Centrales en operación, 6 en construcción.
Rumania	3 unidades en construcción, 2 planificadas.
Sud Africa	1 unidad en operación, 1 en construcción.
Suecia	10 centrales en operación, 2 en construcción.
Suiza	5 unidades en operación, 2 planificadas.
Taiwan	5 unidades en operación, 1 en construcción, 4 planificadas.
Turquía	3 unidades planificadas.
USSR	46 unidades en operación, 39 en construcción, 38 planificadas.
Yugoslavia	1 unidad en operación, 1 planificada.

Las cifras hasta 1980 dan una potencia de funcionamiento de 300.000 MW, las estimaciones para finales de siglo no siguen la pendiente creciente como se creyó a los comienzos de los años 70, donde se previó llegar a 3 millones de MW y por varias razones, entre ellas, el crecimiento de la demanda no siguió los porcentajes estimados y además hubo una retracción en varios países de utilizar la energía nucleo-eléctrica como fuente.

Se nota en los últimos años un mayor interés en los países periféricos, caso de algunos países del Sud-este asiático, el programa ambicioso de China, de Corea, etc.

La industria nuclear para desarrollar y afirmarse, requiere de una continuidad en los programas de instalación de centrales nucleares, fenómeno que se repite en todos los países, requieren de un mercado propio continuo que luego se afianza y expande con las exportaciones.

En el punto siguiente presentamos resúmenes de las estructuras operativas en varios países y en el punto 6 se desarrollará más en detalle la de Argentina.

5.- Distribución de responsabilidades y ejecutores de las actividades nucleares en algunos países.

Resumiremos en forma sintética quienes realizan las principales tareas del área nuclear en varios países, que fueron seleccionados ya sea por contar con una actividad nuclear muy intensa y otros países en desarrollo que son comparables a la Argentina.

Las actividades que se mencionan en todos los casos son: investigación y desarrollo, producción de energía, radioquímicos, producción del ciclo de combustible, producción de los componentes de instalaciones nucleares, licenciamiento. Se señalan quienes son los ejecutores y la dependencia que tienen sus organismos, empresas, u organizaciones con el Estado nacional o provincial y actividad privada.

5.1.- Canadá:

En Canadá las actividades de investigación y desarrollo se realizan principalmente en el Atomic Energy of Canada Ltd, organismo nacional de capital estatal. Además posee la ingeniería de diseño del reactor CANDU. Ha transferido a las empresas privadas la realización de la ingeniería básica y el resto para la fabricación de componentes. La operación de sus centrales la realizan las compañías de electricidad provinciales.

Parte del ciclo de combustible se halla en compañías privadas y otras pertenecen al estado.

El licenciamiento de las instalaciones nucleares lo realiza un organismo independiente, el AECB.

Los industriales están nucleados en una asociación de carácter nacional.

El número de empresas de envergadura exclusivamente nuclear es aprox. 20. Hay hechos dos estudios de eva

luación de su capacidad y en los que se analizan en profundidad las consecuencias de la disminución del mercado local y su achicamiento. El modelo CANDU ha sido adoptado por pocos países, uno de ellos es Argentina y más recientemente Corea y Rumania.(Ref.).

Las decisiones políticas están en manos del estado y la industria privada y el sector de fabricación de componentes juegan un rol secundario.

Se nota que la industria está influida por científicos y tecnólogos con una filosofía identificada con el "technology push" a diferencia de sus competidores que tienen una profunda filosofía de "market pull".

5.2. Corea:

Las actividades relacionadas con investigación y desarrollo son realizadas por la Atomic Energy Commission que depende del Ministerio de Ciencia y Tecnología, además de contar con el Atomic Energy Board, un laboratorio para estudios de las radiaciones, materiales y ensayos de componentes que es el Korea Advanced Energy Research Institute y el Daeduk Engineering Centre para desarrollo de combustibles nucleares.

El Nuclear Regulatory Bureau es el organismo responsable de la seguridad.

Las actividades relacionadas con la generación de energía, transmisión y distribución la realiza una única empresa KEPCO siendo el 94% del capital de la misma Korea Power Engineering Corporation. La fabricación de los componentes pesados para las centrales térmicas y nucleares la realiza la Korea Heavy Industries.

Technology push:

Market pull:

5.3. Estados Unidos de N.A.:

En los EE.UU. la actividad nuclear comenzó en el año 1940 motivado para usos militares con una primer etapa entre 1940-1954 realizado por el Atomic Energy Commission, una segunda etapa se puede considerar el período entre 1954-1963. En esta etapa hubo una intensa relación entre el gobierno y la industria privada. El gobierno, a través de AEC, financió el desarrollo de centrales nucleares. En 1963 se realizó la demostración de los dos tipos de reactor a agua liviana, tipos BWR y PWR con dos empresas proveedoras G.E.C. y Westinghouse. La filosofía de todo el proyecto fue de "technology push". Las empresas de electricidad no apoyaron al desarrollo. El gran impulso lo recibieron las empresas por el gran mercado nacional, se concretaron muchas instalaciones que fueron exclusivas para la industria nuclear por lo tanto se formaron numerosas empresas para satisfacer la demanda de tantos proyectos.

El modelo elaborado por Westinghouse para centrales eléctricas tipo PWR resultó más económico que el BWR y luego fue transferida su tecnología a otros países.

Las actividades de investigación y desarrollo estuvieron distribuidas en varios laboratorios nacionales y de empresas privadas. El licenciamiento de las instalaciones nucleares se encuentra en manos de un organismo nacional que es el Nuclear Regulatory Commission.

Las centrales nucleares son adquiridas y operadas por las empresas de electricidad.

5.4. España:

La actividad nuclear está controlada por la Junta de Energía Nuclear, organismo nacional que actúa como cuerpo consultor para que se cumplan las

etapas de construcción de las centrales y tiene fuerza mandatoria. Además supervisa en nombre del gobierno las instalaciones nucleares en los aspectos de seguridad. Están a su cargo las actividades de investigación, desarrollo y promoción de la industria española. La generación, transmisión y distribución de electricidad está en manos de la Empresa Nuclear de Electricidad.

Para la fabricación de los equipos y realización de servicios de ingeniería y montaje se han constituido varias empresas con participación de capital de empresas extranjeras. Entre las más importantes debe mencionarse ENSA para equipos mecánicos, Empresarios agrupados para ingeniería, Tecnatom para inspecciones en servicio y ENUSA para fabricación de elementos combustibles y otras actividades del ciclo de combustible.

5.5.Francia.

La actividad nuclear fue comenzada y desarrollada por el Commissariat de l'Energie Atomique. Entre los años 1945 y 1955 tuvo el monopolio de la investigación y desarrollo y la construcción de los reactores nucleares. Entre 1955 y 1975 mantuvo la responsabilidad de investigación y desarrollo y realizó el diseño de los reactores tipo gas-grafito, de los cuales operan tres pequeños reactores y cinco de generación de electricidad.

Con el gran impulso que se dio a la generación nucleoeléctrica la empresa Electricité de France, con licencia de Westinghouse comenzó un plan muy importante de instalaciones.

Se formaron varias empresas para la fabricación de los componentes, con integración empresarial con capitales estatales y privados.

Entre las más importantes empresas mencionaremos Framatome para fabricación de componentes pesados formada por el CEA y Empan-Schneider, Creusot-Loire y Seumont Schuerder. A los comienzos el 15% de su capital pertenecía a la Westinghouse.

En el ciclo de combustible tienen: a) para conversión la empresa COMURHEX de Pechiney - UGINE KULLMAN, b) para el proceso de enriquecimiento la empresa COREDIF formada por el CEA y Eurodif, c) para la fabricación de elementos combustibles está la Sociedad Franco Belga de Fabricación de Combustibles FBFC y CERCA del grupo PUK., d) en reprocesamiento de combustibles está COGEMA y e) en transporte la empresa Transnucleaire.

La EDF integra las empresas relacionadas con construcción de centrales de distinto tipo, así pues tienen una para reactores PWR, otra para reactores avanzados tipo FBR que es NOVATOME y otra para centrales pequeñas para propulsión naval o reactores de piletas denominada CAS, formada por Techniatome y Alsthom - Atlantique. La razón del éxito francés reside en la decisión de tener la actividad muy centralizada en el gobierno para proveer a un gran mercado doméstico. Además la industria nuclear está considerada como estratégica en la política industrial francesa y recibe subsidios estatales mayores que la aviación no militar y la industria de procesamiento de datos.

Gran Bretaña.

La actividad nuclear comenzó en 1954, a través del United Kingdom Atomic Energy Agency (UKAEA), realizando tareas de investigación y desarrollo. El diseño del reactor inglés fue realizado entre UKAEA, el CEGB y la South & Scotland Electricity Board de tipo gas-grafito.

Las empresas privadas fueron consorciándose en the Nuclear Power Group y The British Nuclear Design & Construction Ltd.. Luego en 1973 el gobierno impulsó la fusión de las dos empresas en un sólo grupo más fuerte The National Nuclear Corporation, en el cual la UKAEA participa con ciertos poderes sobre política nuclear. El tipo de central desarrollado SGHWR fue cancelado en 1978 y se pasó al tipo PWR a ser constituido por la CEGB (empresa de electricidad).

La estructura de la industria está controlada por el Estado tanto para la generación de electricidad, los servicios del ciclo de combustible y la construcción de las Centrales. En la actualidad hay dos grupos importantes, uno para el ciclo de combustible que dirige el BNFL (British Nuclear Fuel Ltd.) integrado su capital en un 100% por UKAEA y participa de Urenco Ltd. con un 33%, Centec Comb. con 33%, en Nuclear Transport con 33% y en Pacific Nuclear Transport Ltd. con 75%.

El National Nuclear Corporation formada entre UKAEA, General Electric Ltd. y la British Nuclear Assoc. Ltd. con 35%, 30% y 35% de capital respectivamente tienen tres empresas la Nuclear Power Co de Risley Ltd., de Whetstone y Nuclear Power Co. para fabricación de componentes.

El Estado tiene un control decisivo sobre las centrales nucleo-eléctricas y su tecnología, como consecuencia la industria privada y el sector de fabricación de componentes juegan un rol secundario.

5.7. República Federal de Alemania.

La actividad de investigación y desarrollo se encuentra en manos del gobierno central. El desarrollo de las centrales nucleares fue variando con el tiempo y así también la estructura empresarial.

La empresa Siemens tomó licencia de Westinghouse para el reactor tipo PWR y la AEG/Telefunken de la General Electric para los BWR, además participaron Babcock & Wilcox, Brown-Boveri, etc.

En 1969 se formó la KWU entre el grupo Siemens y AEG. En 1972 finalizó la licencia de Westinghouse y hubo una gran concentración de esfuerzos en KWU teniendo el monopolio de las ventas internas y del exterior. En 1978 la AEG se retiró de KWU.

La empresa posee además la tecnología de los reactores tipo PHWR. La industria estuvo involucrada en los comienzos en el desarrollo de la tecnología, posteriormente KWU participó en los desarrollos.

La generación de electricidad se encuentra en manos de empresas federales, ocho de ellas proveen el 80% de la electricidad y el 20% restante está en manos de 680 empresas de electricidad.

Entre los fabricantes más importantes debemos mencionar los grupos de BBC, MAN-GHH y las empresas para reactores tipo LMFBR que es Int. Atomreaktorban, para los HTGR y Hochtemperatur reaktorban.

En el ciclo de combustible existen varias empresas relacionadas con suministro del uranio, la fabricación de los elementos combustibles, el enriquecimiento y el reprocesamiento que son Urenco, Nukem, RBU, Urangesellschaft, Alkem, Deutsche Gessellschaft, etc. El gobierno central controla la política energética, el licenciamiento de las instalaciones nucleares (BMI) y las actividades de investigación y desarrollo se realizan en varios centros KFK, Jülich, GSF, HMI, etc.

6.- Distribución de responsabilidades y ejecutores de las actividades nucleares en la Argentina.

Las actividades nucleares están totalmente centralizadas en el estado a través del organismo dependiente de la Presidencia de la Nación, que es la Comisión Nacional de Energía Atómica creada en el año 1955.

A continuación se listan las distintas actividades y quienes son sus ejecutores y que organización tienen y su relación de dependencia. Distinguiremos para ello tres categorías: a) organismos de dependencia del gobierno nacional y organizaciones privadas o para estatales nacionales, b) organismo estatal centralizador de la actividad nuclear, CNEA, c) sociedades anónimas o empresas con capital estatal.

Organismos de orden nacional: las actividades relacionadas con la planificación energética y la decisión de qué obras se construirán para la generación de energía son realizadas por la Secretaría de Energía, dependiente del Ministerio de Obras y Servicios Públicos. Para las actividades de investigación y desarrollo, el presupuesto necesario como la aprobación del plan general de acciones se analiza a nivel de la Secretaría de Hacienda, coordinándose algunas acciones de investigación y desarrollo con la Secretaría de Ciencia y Técnica.

Las relaciones con otros países, así como con los organismos internacionales, la coordinación la realiza el Ministerio de Relaciones Exteriores.

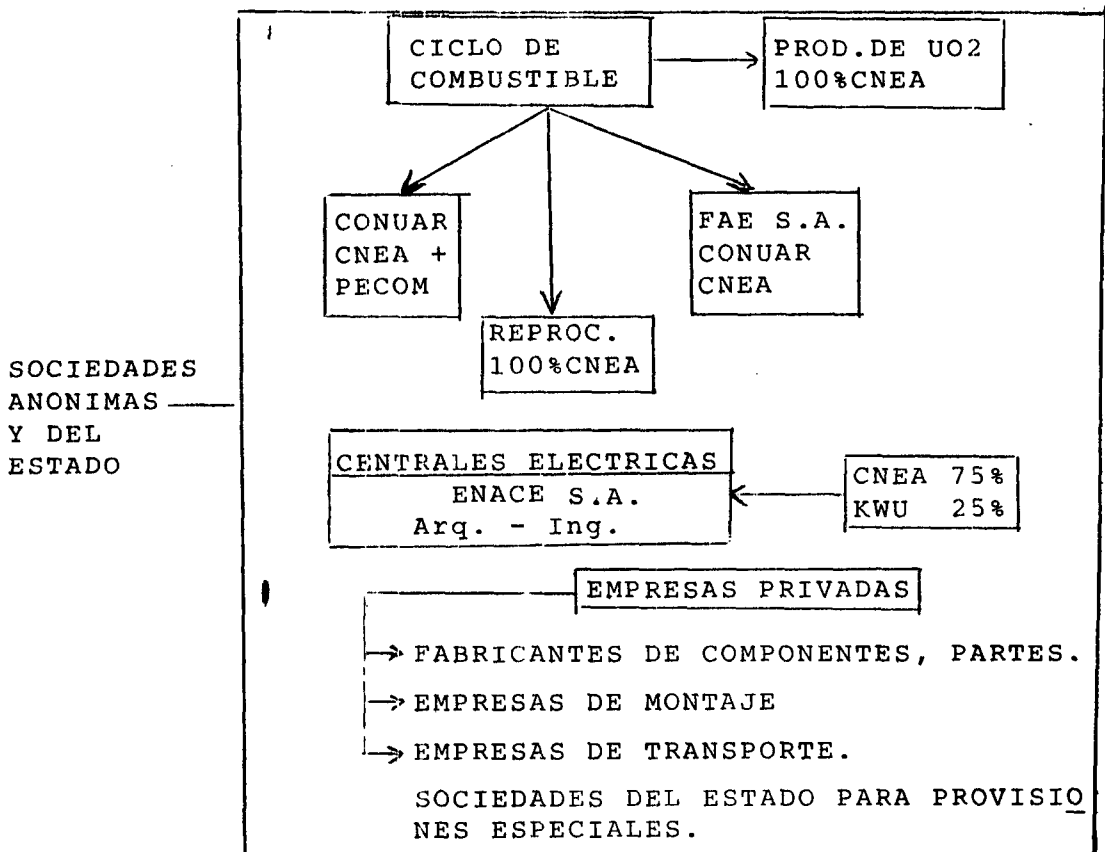
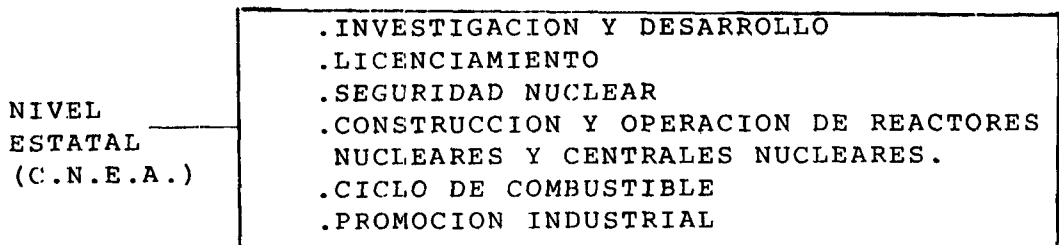
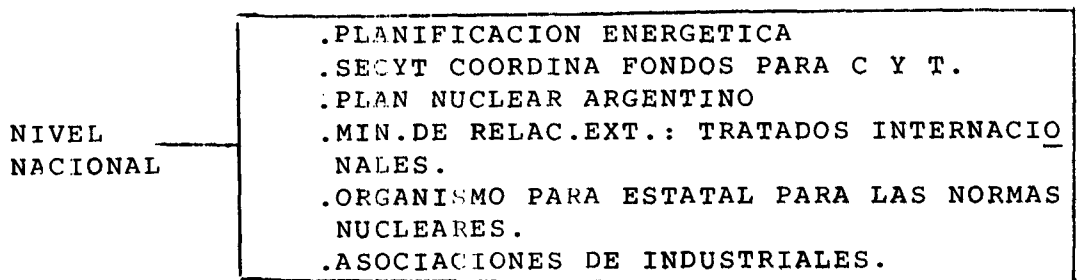
Las actividades relacionadas con la normalización, la acción la coordina el IRAM, organismo para estatal. Para la promoción de la actividad industrial existen asociaciones y comités empresariales.

Organismo estatal: La C.N.E.A. tiene por mandato, a través de la ley de creación, la obligación de realizar el licenciamiento y asegurar las condiciones de operación de las instalaciones nucleares, el control y uso de los radioisótopos en el país, el desarrollo del uso de la energía nuclear, la construcción y operación de las centrales nucleares y reactores de investigación, producir el mineral de uranio, el agua pesada, los radioisótopos, etc., realizar actividades de investigación y desarrollo, prestar los servicios necesarios para el mantenimiento de sus instalaciones, ya sea por ella misma o sub-contratando, etc.

Sociedades anónimas y estatales: Las empresas relacionadas con las actividades nucleares están integradas con capitales privados y algunas con propiedad del estado para desarrollar tareas encomendadas por la C.N.E.A. Las actividades principales de ciclo de combustible hasta el presente, son realizadas por los siguientes ejecutores: fabricación de los elementos combustibles para las centrales de potencia por parte de la empresa CONUAR S.A. (integrada con mayoría de capital privado y minoría de C.N.E.A), fabricación de los elementos combustibles para los reactores de investigación por C.N.E.A, el reprocesamiento de los combustibles quemados por C.N.E.A, la producción del UO₂ por C.N.E.A., la extracción de mineral se realiza por concesión a una empresa privada, la producción de partes de circaloy será efectuada en un futuro próximo por una empresa privada (con mayoría de capital privado y minoritario de C.N.E.A.), el resto de actividades están en manos de diferentes sectores de la C.N.E.A. Para la provisión de componentes pesados, medianos y chicos se cuenta con numerosas empresas, todas ellas de capital privado. En montaje se cuenta con varios consorcios de empresas de ingeniería para la realización de las obras.

Como arquitecto-ingeniero de centrales nucleares se consti-
tuyó hace unos años una empresa entre la C.N.E.A y la firma
alemana KWU, denominada ENACE S.A.

Existen algunas empresas del estado con capital mayoritario
de C.N.E.A. para realizar algunas producciones de componentes
y manejar proyectos puntuales por cuenta de C.N.E.A.



La ejecución de obras y las provisiones de componentes y partes y servicios necesarios, fueron derivándose a las empresas y en 1984 ya se contaba con un grupo importante a escala nacional que estaba involucrado directa o indirectamente con las órdenes de compra de la C.N.E.A. El plan regular en los años de actividad sostenida significa para las industrias una facturación anual de 90×10^6 U\$S (datos de 1983), cifra que no logró cumplirse por deficiencias en los sistemas administrativos y dificultades presupuestarias de la C.N.E.A. Los planteles de las empresas llegaron a emplear aproximadamente unas 12.000 personas y se preveía llegar a 20.000 personas en 1985 de acuerdo a lo estimado en el Plan Nuclear Argentino aprobado en 1979. A estas cifras debemos sumar el personal empleado por C.N.E.A. que fue de unas 2.800 personas hacia 1976 y llegó a casi 6.500 personas en 1985. Al presente la reducción de las cifras es muy importante debido a la recisión de algunos contratos importantes y detención en las construcciones de las obras ya iniciadas.

En cuanto al presupuesto de la C.N.E.A. en 1982 alcanzó a ser el 2,5% del PBI, y en 1983 fue del 1,6% ya en 1984 bajó a 1.18% y en 1985 bajó aún más. En cuanto a las inversiones que realiza en investigación y desarrollo en un período largo tuvo alrededor del 30% del presupuesto dedicado a ciencia y tecnología, hecho que le permitió realizar varios desarrollos tecnológicos que actualmente son o serán transferidos a la actividad privada.

Entre las actividades que realizan los organismos a nivel nacional, la C.N.E.A. es miembro permanente de ellos o es consultada con gran asiduidad por la capacidad desarrollada y el interés que demostró tener en todos los temas y promovió para su desarrollo.

Si comparamos con lo presentado en el punto 5, veremos que hay diferencias notorias en el desarrollo actual de la Argentina con el que presentan otros países. La mayoría no presenta ya tener un solo organismo tan centralizador de las actividades, posiblemente lo más parecido que encontramos, es en el pasado el Commissariat de Energie Atomique de Francia,

que con la construcción en forma masiva de las centrales de potencia, hizo que el CEA integrara una cantidad de empresas y se reservara la investigación, el desarrollo y otras actividades de largo plazo. Lo mismo ocurrió con los centros de investigación nuclear en Gran Bretaña que han perdido el manejo de las centrales nucleo-eléctricas y el tema pasó a manos de las empresas de electricidad, reservándose el liderazgo de las actividades más directas con el desarrollo y la investigación.

Podemos decir que en la Argentina la acción promotora tuvo un esquema de acción de tipo "technology push", impulsando crear el mercado local para luego iniciar sus acciones en el mercado internacional. Así pues en 197 ganó un contrato en Perú para la construcción de un reactor productor de radioisótopos y sus instalaciones auxiliares con algunos laboratorios, además de dar entrenamiento a ese personal y transferir algunas tecnologías. Posteriormente se realizaron ventas de equipos desarrollados por la C.N.E.A. a Rumania, India y en 1985 se firmó contrato con el gobierno de Argelia para realizar varias provisiones y prestar asesoramiento y capacitación.

Presentamos en el punto siguiente un resumen de los logros obtenidos en el desarrollo de proveedores para crear una industria nuclear y para-nuclear, habiendo contado en los propósitos lograr una industria capaz de responder a una demanda de un plan de construcción de una central cada 3 o 4 años, además de sus instalaciones auxiliares y provisión de los insumos más importantes.

En la construcción de las dos primeras centrales nucleares se logró contar con una participación nacional hasta el 40%, previéndose en los objetivos fijados en 1977 llegar a un 80% en la sexta central, que sería construida hacia fines de la década del 90. El plan previsto no se puede cumplir debido a varias razones, siendo una de ellas que en la planificación

del consumo se consideró un crecimiento del país del 5 % y llegó a cifras mucho más bajas, otra razón importante es la disponibilidad de fuentes hidro-eléctricas que además comprometieron al país con las relaciones de los países ve cinos, por ende hubo que iniciar obras de gran envergadura como es la obra Yaciretá Apipe y otras sobre ríos importantes del sur del país. Además el país tuvo un gran endeudamiento con el exterior y cuenta en la actualidad con magros recursos como para realizar obras con capital propio.

7.- Participación de la industria argentina en los proyectos nucleares.

La política de desarrollo industrial llevada a cabo alrededor de los proyectos nucleares, ha sido un elemento esencial para lograr una estrategia de largo plazo que se ejerció a través de las tomas de decisiones gerenciales de la C.N.E.A. Encarar el desarrollo de una industria global de centrales nucleares resulta un factor central para fortalecer la estructura a nivel nacional y luego consolidarse como vendedor de instalaciones nucleares en el exterior.

Para lograr la participación de la industria nacional en la construcción de centrales nucleares, se fueron definiendo parámetros importantes de autonomía tecnológica. Esta capacidad permitió competir en el comercio internacional, ya que se ganó la adjudicación del Instituto Peruano Nuclear al que se proveyó de un reactor de 10 MW y otras instalaciones auxiliares y laboratorios. Recientemente se firmó contrato con el gobierno de Argelia para la provisión de un reactor de investigación similar al reactor argentino RA-6, determinados productos a Rumania, Turquía, etc.

7.1. Centrales nucleares de potencia.

Los tres proyectos de centrales nucleo-eléctricas fueron obras de gran envergadura para el país de tal manera que permitieron desarrollar una política de desarrollo industrial en un período de más de 20 años.

Se consideró a cada proyecto como un paquete que debe conocerse su contenido, y dicho conocimiento enriquecerlo en forma pausada y por etapas.

Las etapas consideradas desde el inicio para lograr la mayor integración nacional en ingeniería e industria fue dividida en cinco partes:

Etapla 1: Adquisición en paquete cerrado.

Etapla 2: Análisis detallado de los suministros, su origen y precios.

Etapla 3: Adquisición de algunos sub-paquetes pertenecientes a los sub-sistemas de la central en el país.

Etapla 4: Asumir la Dirección del Proyecto.

Etapla 5: Realizar modificaciones importantes en la ingeniería o en la concepción de la planta original.

La etapa 1, de mínima autonomía, requiere un mínimo de capacidad de implementación que se materializa en los aspectos jurídico-administrativos de la contratación. La capacidad técnica es muy reducida y tiene por objeto asesorar respecto a diferentes alternativas, en esta etapa los porcentajes de desición local y de riesgos asumidos son practicamente nulos. Podemos decir que en el sector nuclear ningún proyecto perteneció a esta etapa.

La etapa 2, de análisis detallado de los suministros, representa una etapa con cierto grado de autonomía que se refleja en el comienzo de la toma de decisiones para comprar productos en el país. Para ello se requirió una capacidad técnica y de implementación que debió apoyarse en la estructura desarrollada a través de haber construido los reactores de investigación y otras instalaciones nucleares menores.

La etapa 3, de adquirir algunos sub-paquetes en el país implicó asumir la responsabilidad sobre un porcentaje importante de suministros y servicios argentinos para cada proyecto. Este porcentaje fue creciendo de un proyecto al siguiente en volumen y calidad.

En esta etapa se requirió una sustantiva ampliación de la capacidad de implementación. Esto se manifiesta a través

de la organización de una estructura de gestión adecuada, la realización de una parte significativa de la gestión financiera, del análisis económico de las alternativas, del desarrollo de proveedores, del funcionamiento de una estructura de control de las operaciones, etc. En las fases avanzadas de esta etapa, el conjunto del funcionamiento de las tareas mencionadas requerirá una organización unificada y descentralizada. Esta etapa además se integra con un aumento importante de la capacidad técnica que se manifiesta a través del análisis de especificaciones, desarrollo de algunos equipos, asistencia a los proveedores locales y a los montadores, participación en las operaciones de aseguramiento de calidad y licenciamiento de instalaciones y como contrapartida en esta etapa se asumen riesgos significativos por parte del comprador.

La etapa 4, implica cesar de depender de contratistas extranjeros para la dirección del proyecto, lo que significa la posibilidad de comenzar a dominar localmente los aspectos esenciales de la obra. Esto permite una autonomía sustancial en las decisiones tecnológicas. En esta etapa la capacidad de implementación debe alcanzar prácticamente para cubrir todas las funciones necesarias para construir la central excepto algunas relativas a algunos desarrollos experimentales. El porcentaje de decisiones tecnológicas locales se eleva drásticamente y se asumen gran parte de los riesgos tecnológicos de la obra.

En la quinta y última etapa, se alcanza un dominio tal de los conocimientos técnicos incluídos en el paquete que es posible retener casi todas las decisiones y asumir la mayoría de los riesgos. La capacidad técnica local ya se encontrará suficientemente madura como para proponer y realizar variaciones mayores y menores en la ingeniería o para desarrollar novedades en la concepción de la planta.

El desarrollo en etapas para llevar a cabo un proyecto ha sido denominado de "blanqueo de la caja negra", que va desde tener un paquete cerrado al que le corresponde el nombre de caja negra e ir transformándose en caja gris (serían las etapas 2 y 3) y que continuará blanqueándose en la medida que se alcancen las etapas 4 y 5.

7.1.a.- Metodología de evaluación de la participación nacional.

Para analizar y decidir sobre la participación nacional en el proyecto, se fueron elaborando metodologías de evaluación, considerándose listas de componentes y sistemas que debían ser provistas localmente. Es así que desde el primer proyecto se trabajó sobre listas de componentes que se llamaron listas positiva, probable y negativa de acuerdo al origen de la provisión de cada componente.

Estas listas se confeccionaron estimando las limitaciones e inconvenientes de los siguientes tipos: a) Limitaciones de oferta de componentes electromecánicos y servicios de ingeniería de índole predominantemente técnico-económico (por capacidad tecnológica, equipamiento, materiales, recursos humanos, etc.). En algunos casos de limitación de oferta para el sector nuclear se trabajó sobre componentes o servicios "equivalentes" que fueran originados en otros sectores y puedan coadyuvar a superar las limitaciones de la oferta. b) Limitaciones institucionales que obstaculizan organizar el volumen, regularidad y otras características de la demanda, por parte del comprador y por otro lado superar las limitaciones de la oferta por tamaño y capacidad de las empresas.

Bajo este enfoque se estudiaron las posibilidades de maximizar la participación nacional tratando de lograr resultados positivos en base a:

- 1) Estimando los costos necesarios para superar las limitaciones de la oferta.
- 2) Estimando los beneficios del aumento de producción resultante.

- 3) Determinando la conveniencia o no de promocionar tales actividades y señalando los mecanismos de promoción más idóneos.
- 4) Señalando las limitaciones institucionales o condiciones que obstaculicen el logro de los objetivos, indicando y evaluando las posibilidades de superarlas.
- 5) Estimando el tiempo de maduración para que se efectivice la eventual producción de tales componentes y servicios.

Con estas consideraciones se fueron analizando las actividades y reubicándolas para promoverlas a través de lietas positiva: que incluye los bienes y servicios de origen nacional, lista probable: que incluye los bienes y servicios para los cuales no se tiene plena seguridad de que puedan ser de origen nacional por insuficiencia técnica o por aspectos técnico-económicos que hagan necesaria su importación, lista negativa: incluye los bienes y servicios de origen importado por falta de oferta nacional.

En la C.N.E.A. estas listas fueron analizadas por un grupo especial que tuvo estrecho contacto con la industria a través de servicios de asesoramiento (-SATI- Servicio de Asistencia Técnica a la Industria) y de desarrollos especiales e intervino activamente en las gestiones de participación de la industrial local en todos los proyectos. Para el análisis de las ofertas de la tercer central nuclear se constituyó una comisión denominada CIIN (Comisión de Integración de la Industria Nuclear) para no solo analizar la participación nacional sino también la legislación desarrollada en el período de concreción del proyecto.

7.1.1. Central Nuclear Atucha I.

Esta central de 340 MW fue adquirida a la firma Siemens en el año 1968 y puesta en marcha en el año 1973, fue el primer proyecto en el que se utilizó la metodología de apertura del paquete. La compra se realizó con un contrato tipo llave en mano, pero se discutió y aprobó una cierta participación de la industria e ingeniería argentina tanto en la provisión de bienes de capital como en la construcción de la obra civil, montaje y puesta en marcha, lográndose los valores que se indican a continuación: En el contrato básico de la central se fijó la participación argentina en suministros y prestaciones incluidos obra civil, montaje, transporte, seguros y suministros electromecánicos en 100.000.000 DM (aproximadamente el 30% del monto básico del contrato). Esta cifra se dividió aproximadamente en:

a) Obra civil	60.000.000 DM
b) Montaje	22.000.000 DM
c) Transporte	4.000.000 DM
d) Seguros	1.000.000 DM
e) Suministros electromecánicos y repuestos.	13.000.000 DM

Al final de la obra la participación nacional pasó la cifra prevista y resultó ser:

	1	2	3
	Sobre costos directos de la central.	1+otros gastos del propietario	2+primer núcleo e inversión inicial D20
Central Atucha I	36,78%	41,96%	37,72%

Cuadro N° 1

En la provisión de componentes se llegó a 112 items por un monto aproximado a los 18 millones de marcos (de los 13×10^6 previstos) y que representó el 12% de todos los suministros. El hecho de haber negociado con una lista probable permitió durante la construcción ir aumentando y capacitando a la industria local por ello el 30% previsto en el contrato se elevó al 36,78% al finalizar la obra. La Central Nuclear de Atucha ha sido la primer obra pública argentina en la que se efectuó de manera internacional y en forma sistemática una apertura para tratar de obtener la más eficiente participación del esfuerzo local.

7.1.2. Central Nuclear Embalse.

Esta central tiene una capacidad de generación de 600 MW térmicos. Fue adquirida a un consorcio formado por las firmas Atomic Energy of Canada Limited e Italimpianti en el año 1973 y puesta en marcha en el año 1983. Para su contratación se elaboró un estudio de factibilidad y se analizó la participación nacional de acuerdo con las condiciones del mercado nacional e internacional. La compra se realizó de tipo llave en mano asumiendo responsabilidades, por lo que podemos considerar que se logró ingresar a la etapa 3 descripta anteriormente. El contrato original firmado con las dos firmas, fue sufriendo modificaciones durante la construcción de la central, asumiendo la C.N.E.A. después de 4 años de iniciada la construcción, la responsabilidad de la dirección y supervisión del montaje como subcontratista principal de construcción del área nuclear. Además por otras modificaciones en los rubros de suministros y servicios, se concretó la participación activa en la gestión de compras.

A la fecha del contrato la lista positiva de suministros electromecánicos llegó a 35.100.000 U\$, representando el 33,2% del total (105.600×10^3 U\$) a precios básicos locales de 1972, no incluyendo intereses ni reajustes (ver cuadro N° 3).

Los porcentajes de integración nacional logrados en forma general son:

	1	2	3
	Sobre costos directos de la Central.	1+otros gastos del propietario.	2+primer núcleo e inv.inicial de D2O
CENTRAL NUCLEAR EMBALSE	51,15%	56,04%	49,02%

Cuadro N° 2

Los valores que se obtuvieron en base a los valores contractuales son:

Origen	Valor U\$S $\times 10^3$	Porcentaje
Lista positiva nacional.	35.100 (+)	33,2%
Lista probable importación	7.000 (++)	66,8%
Lista negativa importación	63.500 (++)	---
	105.600 (++)	100%

Cuadro N° 3

(+) A precios básicos locales del 2 de mayo de 1972, no incluyen intereses.

(++) A precios externos de importación del 2 de mayo de 1972, no incluyen intereses ni reajustes.

RUBRO	Según contrato		Alcanzado hasta el 31-12-78 de Part.Nacional		%del rubro sobre el total de la obra.
	%P.E.	%P.N.	%P. N.	%P ef N.	
	1	2	3	4	5
Sistema nuclear de suministro de <u>va</u> por.	11.8	0.4	70	0.28	12.2
Turbogrup <u>o</u> y <u>ci</u> rcuito térmico.	18.1	2.8	50	1.40	20.9
sistemas eléctri <u>co</u> s.	0,9	4.4	95	4.18	5.3
Instalaciones auxi <u>li</u> ares.	2.7	3.2	90	2.88	5.9
Instrumentación y Control.	1.8	0.5	70	0.35	2.3
Repuestos, disposi <u>ti</u> vos y herramientas.	1.3	0.2	60	0.12	1.5
Subtotal suministros Electromecánicos.	36.6	11.5	80	9.2	48.1
Obra Civil	0.5	13.9	100	13.9	14.4
Ingeniería, montaje, puesta en marcha.	16.3	18.2	100	18.2	34.5
Transporte y seguros.	1.4	1.6	100	1.6	3.0
TOTAL	54.8	45.2	95	42.9	100.0

Cuadro N° 4

Distribución porcentual de participación argentina y extranjera en la construcción de la Central Nuclear Embalse.

* Según informe interno Grupo Industria Nacional 1972. Los porcentajes están calculados sobre totales sin tomar la primera carga de combustibles y el agua pesada.

% P.E.: Porcentaje participación extranjera del rubro con respecto al total.

% P.N.: Porcentaje participación nacional del rubro con respecto al total.

% P. ef N.: Porcentaje efectivo participación nacional logrado al 31-12-78 del rubro con respecto al total.

El cuadro N° 4 resume los porcentajes de participación efectiva lograda después de 5 años de iniciados la obra. Las columnas Nos. 1 y 2 presentan los porcentajes de participación extranjera y nacional por sistema, tomando los rubros más importantes en que se divide una Central Nuclear. La columna 3 da los valores alcanzados de los valores totales presentados en la columna 2 y la columna 4, se obtiene de multiplicar los valores de las columnas 2 y 3. Se observa que en determinados rubros se alcanzan los porcentajes estimados, por ejemplo los componentes de los sistemas eléctricos, las instalaciones auxiliares, y el 100% de lo previsto en obra civil, montaje y puesta en marcha, transporte y seguros.

En cuanto a la primer carga de elementos combustibles se previó tener participación nacional ya para la primer carga. Dado que el desarrollo de la fabricación total (que está en manos de C.N.E.A.) no pudo lograrse por falta de algunas máquinas para la fabricación y realizar en forma totalmente autónoma al desarrollo, hizo que el proyecto se demorara y recién en 1985 C.N.E.A. estuvo en

condiciones de entregar elementos combustibles a la central. Esta situación se irá regularizando en 1986 previéndose una entrega de 500 elementos combustibles, que representa 10 % de la carga total.

En cuanto a la provisión de agua pesada, se había previsto contar con participación nacional hacia fines de 1984, pero la obra se vio demorada por problemas técnicos y presupuestarios, se prevee la entrada en funcionamiento de la planta industrial en 1987.

En cuanto a la provisión de componentes del sistema nuclear de suministro de vapor debemos mencionar que se lograron fabricar en el país componentes de mayor envergadura tecnológica al proyecto anterior (CNA-I), en especial las esclusas para entrada de hombre, las plataformas grúas de porte hasta 350 Tn, paneles de control en la isla nuclear, el sistema de tratamiento de agua etc.

En total se cubrieron 217 items, a diferencia de los 112 items de la Central Atucha I. En cuanto a ingeniería de montaje y montajes especiales debr srñalarse la ingeniería realizada de tuberías de los sistemas nuclear y convencional, el montaje del turbo-grupo de la central, el montaje de los canales de combustible, tarea de gran precisión y complejidad por requerir la implementación del sistema de calidad correspondiente al nivel I, con personal altamente calificado, etc.

Durante la ejecución de la obra se revisó entre los contratistas principales y C.N.E.A. en forma permanente la lista de "probable", analizando caso por caso el origen de cada compra. C.N.E.A. durante la ejecución de la obra ha realizado esfuerzos para promover a la industria y empresas de ingeniería locales para lograr una mejor y más efectiva participación nacional.

Continuando con la política de consolidar una industria capaz de atender a los requerimientos de obras nucleares se consideró de suma importancia afianzar un plan de obras con continuidad para permitir: a) promover el diseño y construcción de centrales nucleares con incremento

acelerado de la participación técnica e industria nacional para satisfacer la demanda futura de energía eléctrica (Decreto de presidencia de la Nación 3183/77).

b) Desarrollar una industria integral que asegure una producción adecuada de insumos nucleares de acuerdo con las necesidades nacionales. c) Promover una creciente participación de la industria e ingeniería nacionales en el equipamiento nuclear. d) Obtener el abastecimiento de suministros nucleares, dando creciente participación a la industria nacional. e) Incrementar la participación de la industria nacional en el ciclo de combustible.

Según está expresado en el Decreto presidencial N° 302/79 el plan nuclear argentino se fijó en construir 4 centrales nucleares hasta el fin del siglo con las instalaciones complementarias, y en su artículo 3° dice: "El Ministerio de Economía y la C.N.E.A. coordinarán las medidas pertinentes para la cobertura económica-financiera del programa nuclear a que se refiere el decreto. Asimismo someterán a la consideración del Poder Ejecutivo Nacional un régimen de promoción de la industria nuclear que compatibilice un progresivo incremento de la participación nacional con un razonable costo total del referido programa".

La primer central que se decidió su construcción del plan es la Central Nuclear Atucha II.

7.1.3. Central Nuclear Atucha II.

El llamado a concurso de esta central se realizó en 1979 y en la invitación se estableció que la central a ser ofertada debía ser de tipo uranio natural, agua pesada, con una potencia aproximada de 700 MW. Además en el pliego se solicitó a los posibles oferentes que presenten la oferta lo más desagregada posible hasta nivel de componentes, partes etc. y el origen previsto para cada una de las provisiones. En el detalle debía incluirse tanto la participación prevista para las empresas

argentinas en la ejecución de las ingenierías, los suministros, el montaje y la puesta en marcha. Además fue intención de C.N.E.A. adquirir las tecnologías más sensitivas para lograr mayor autonomía en el diseño y construcción de centrales. Por otro lado interesó a C.N.E.A. lograr la formación de una empresa asociándose o recibiendo asistencia del oferente para poder actuar como arquitecto-ingeniero del proyecto y realizar la ingeniería de las futuras centrales mencionadas en el Plan Nuclear Argentino.

Resultó adjudicataria la empresa Kraftwerk Union A.G., los contratos se firmaron en mayo de 1980. La adquisición se realizó por a) un contrato que cubrió una cierta cantidad de horas hombre para cubrir los servicios de ingeniería y otras tareas relacionadas para el montaje y puesta en marcha, b) un contrato para la provisión de los suministros importados, c) un contrato que cubrió las garantías de funcionamiento de una central nuclear, d) un contrato de transferencia de tecnología de la información relacionada con la ingeniería de centrales nucleares, para capacitar al personal, y para brindar asistencia técnica. Posteriormente se decidió la formación de una empresa entre CNEA y KWU con capital mayoritario estatal argentino denominada ENACE S.A. (Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas S.A.). Complementando los contratos mencionados, luego se fueron realizando las compras a los proveedores argentinos por los servicios de ingeniería, suministro de componentes, montajes, etc.

La desagregación realizada para este proyecto indica un gran avance sobre la obra anterior (Central Nuclear Embalse) pues la C.N.E.A. ya tomó responsabilidades sobre la dirección y ejecución del proyecto, habiendo avanzado una etapa más en el modelo descrito en el punto 3.1. Posteriormente describiremos los contratos celebrados para la obtención de las tecnologías de fabricación de varios componentes del SNSV.

7.1.3.1. Factores de evaluación utilizados para las ofertas recibidas de la Central Nuclear Atucha II.

Para la Central se recibieron las siguientes ofertas:

1) de la firma Kraftwerk Union A. G. por una Central de tipo PHWR y la integración de una empresa con aporte de capital de la firma.

2) De la firma Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL) por el sistema nuclear de suministro de vapor y brindar asesoramiento a una eventual empresa de ingeniería argentina.

3) De la firma General Electric Company-Canatom por el sistema del balance de planta, que complementaría al SNSV de AECL.

4) De la firma Italimpianti por el Sistema del balance de planta y diversas opciones de asesoramiento e integración con capital para la eventual empresa de ingeniería.

En C.N.E.A. se constituyeron varios grupos para el análisis de las ofertas cubriendo diferentes temas, siendo uno de ellos el análisis de la participación nacional para la Central Atucha II y resto del plan nuclear. El grupo de análisis estuvo formado por profesionales de las Direcciones de Investigación y Desarrollo y Centrales Nucleares, habiéndose constituido como grupo de trabajo con dependencia directa del Señor Presidente de la C.N.E.A. El grupo se denominó Comisión de Integración de la Industria Nuclear (CIIN) y entre sus funciones tuvo no solo la evaluación de las ofertas sino desarrollar aquellas acciones que fueran necesarias para cumplimentar los objetivos fijados en los Decretos 3183/77 y 302/79 relacionados con participación nacional de la industria y la ingeniería.

Aparte el Señor Presidente de C.N.E.A. formó un Comité de análisis y asesoramiento de las ofertas recibidas para la Central y además la compra de una planta industrial para producir agua pesada. Dicho Comité estuvo formado por todos los directores de la C.N.E.A. y algunos asesores.

Para el tema de participación nacional se fijaron los siguientes factores para evaluar y ponderar a cada oferente.

- 1.- Participación nacional en la ingeniería de la central.
- 2.- Participación nacional en el volumen de los suministros electromecánicos.
- 3.- Participación nacional en el montaje de la central.
- 4.- Accesibilidad tecnológica para fabricar componentes.
- 5.- Integración empresarial propuesta para dirigir y administrar los proyectos.
- 6.- Acuerdos de transferencia de tecnología.
- 7.- Componentes que condicionan la oferta.

En el cuadro N° 5 se presentan los temas desarrollados para cada punto, el valor asignado a cada uno de ellos, para completar el puntaje a 100.

PARTICIPACION NACIONAL	INGENIERIA BASICA	-Sistema nuclear de suministro de vapor -Turbogruppo, circuito termico y balance de planta -Sistemas electricos -Instrumentacion y control -Subtotal	5 2 1 2 10
	INGENIERIA DE DETALLE	-Sistema nuclear de suministro de vapor -Turbogruppo, circuito termico y balance de planta -Sistemas electricos -Instrumentacion y control -Subtotal	3 1 1 1 6
	INGENIERIA DE COMPRAS	-Sistema nuclear de suministro de vapor -Turbogruppo, circuito termico y balance de planta -Sistemas electricos -Instrumentacion y control -Subtotal	2 1 0.5 0.5 4
	SUMINISTROS ELECTROMECHANICOS	-Sistema nuclear de suministro de vapor -Turbogruppo, circuito termico y balance de planta -Sistemas electricos -Instrumentacion y control -Subtotal	8 5 4 3 20
	MONTAJE DE LA CENTRAL	-Sistema nuclear de suministro de vapor -Turbogruppo, circuito termico y balance de planta -Sistemas electricos -Instrumentacion y control -Subtotal	4 3 2 1 10
ACCESIBILIDAD TECNOLÓGICA PARA FABRICAR COMPONENTES		-Sistema nuclear de suministro de vapor -Turbogruppo, circuito termico y balance de planta -Sistemas electricos -Instrumentacion y control -Subtotal	10 4 2 4 20
INTEGRACION EMPRESARIAL		-Tipo de asistencia -Areas de colaboracion -Experiencia del oferente -Confiabilidad -Medios de transferencia de tecnologia -No condicionantes -Subtotal	1.8 1.8 1.8 1.8 1.8 1 10
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA		-Suministros -Ingenieria -Subtotal	7.5 7.5 15
COMPONENTES CONDICIONANTES		-Sistema nuclear de suministro de vapor -Turbogruppo, circuito termico y balance de planta -Sistemas electricos -Instrumentacion y control -Subtotal	2 1 1 1 5
TOTAL			100

VALORES OTORGADOS A LOS FACTORES DE EVALUACION DE
LAS OFERTAS RECIBIDAS PARA LA CENTRAL NUCLEAR ATUCHA II

7.1.3.1.a.- Alcance de cada uno de los sub-temas utilizados en la evaluación.

Participación nacional en ingeniería.

Una vez estudiadas las ofertas y visto el detalle de cada una de las tareas que consideraron involucradas por los oferentes, se decidió definir el alcance de cada una de las etapas de ingeniería y poder luego comparar en forma más equitativa cada una de ellas.

La ingeniería se dividió en tres rubros: ingeniería básica, de detalle y de compras.

A su vez cada una de ellas fue analizada por cada sistema, a saber: sistema nuclear de suministro a vapor, turbogruppo, circuito térmico y balance de planta, sistemas eléctricos e instrumentación y control. Total de puntos asignados 20.

Por ingeniería básica se entiende que es: la provisión de la información técnica necesaria para establecer el diseño básico de un sistema, estructura o componente y que está constituida por criterios de disposición de la obra civil y de los equipos, datos de interfase de la central, diagramas de procesos y control, especificaciones funcionales de sistemas y hojas de datos, diagramas eléctricos unifilares, requerimientos de instrumentación y control, información para la preparación de los pedidos de cotización.

Por ingeniería de detalle se entiende que es la información requerida para todos los análisis detallados necesarios, para la realización de cálculos e ingeniería definitivos de acuerdo con el diseño básico, a fin de proveer la documentación para:

a) emitir las órdenes de compra para los fabricantes y subcontratistas, montaje (sin las instrucciones de montaje) y puesta en marcha que incluye: adaptación de los pedidos de cotización provistos por el

que realiza el diseño básico de la central a las condiciones del mercado nacional, preparación de los pedidos de cotización para eventuales subcontratistas, evaluación de licitaciones y selección de subcontratistas.

Por ingeniería de compra se entiende que es la preparación de las especificaciones de compras, con los requerimientos técnicos de detalle, planos, descripciones, requerimientos de materiales, normas, información referente a la gestión de compra y otros tales como los requerimientos necesarios para la fabricación o compra de componentes, sistemas, materiales o servicios.

Además incluye la verificación de la aceptabilidad de la ingeniería y la adaptación técnica con las especificaciones, supervisión de las inspecciones a plantas de fabricantes y observación de ensayos de laboratorios para verificación de requerimientos de materiales, componentes o equipos, seguimientos de todos aquellos aspectos de las etapas de fabricación, envío y suministro que aseguren el cumplimiento.

por participación nacional en los suministros electro-mecánicos se consideró a la provisión de equipamiento y material, relacionado a un ítem dado, incluyendo la performance de la garantía de calidad de fabricantes y tantas pruebas e inspecciones como sean necesarias para asegurar que el suministro conforma los requerimientos de la compra.

Por participación nacional en el montaje de la planta se consideró a la realización del montaje de sistemas o partes de los mismos, incluyendo al personal de categoría como ser supervisores y personal de montaje, excluyendo la dirección de obra.

Por accesibilidad tecnológica se interpretaron a cuales serían las posibilidades que tendría la industria nacional para fabricar los componentes y de aquellas empresas de ingeniería como para realizar los trabajos a partir de su propio grado de desarrollo.

Por acuerdos de transferencia de tecnología se interpretaron las ofertas y la disponibilidad y predisposición de cada una de las empresas de sus ofrecimientos. Además se analizó en detalle el dominio que tenían sobre las tecnologías de fabricación, de las ingenierías, etc. Hubo varios casos que los oferentes sólo podían transferir tecnologías que ellos mismos habían desarrollado pero sin poder acceder a otras provisiones por estar muy condicionada la transferencia por parte del poseedor de la misma (especialmente ocurre en los casos de empresas de ingeniería y que no tengan asociadas a los fabricantes de componentes).

Por componentes condicionantes, se interpretaron a todas aquellas cláusulas que condicionaron la validez de las ofertas ya sea por obligatoriedad de que se adquirieran determinados sistemas, o por tener que obtener componentes a los mismos proveedores que lo hacían habitualmente los oferentes, etc.

Por integración empresarial se refirió a la invitación realizada por la C.N.E.A. para la formación de una sociedad entre el oferente y la C.N.E.A. para actuar como arquitecto industrial de las centrales nucleares u otra forma de asistencia a ser otorgada para llevar adelante dicha tarea, tomando como base la estructura de la C.N.E.A. para su realización. Para ello, este rubro a su vez fue analizado en los siguientes items:

Tipos de asistencia: En consultoría o en asociación.

Áreas de colaboración: Coordinación del proyecto.

Ingeniería del proyecto.

Ingeniería de balance de planta nuclear de vapor.

Ingeniería del balance de planta y circuito térmico.

Experiencia del oferente: Coordinación del proyecto.

Ingeniería del SNSV

Ingeniería del balance de planta nuclear

planta nuclear de vapor.
Ingeniería de balance de planta
y circuito térmico.

Confiabilidad.

Medios de transferencia de tecnología: Sociedad
Otros mecanis
mos.
Ninguno.

No condicionantes.

Este item fue tan desagregado pues se recibieron tal variedad de propuestas, que para poder determinar la mayor o menor conveniencia del punto de vista nacional fue necesario el detalle presentado. El punto otorgado a no condicionantes se incluyó para premiar al oferente que no condicionó su oferta para permitir la participación nacional en este tema.

Metodología de evaluación de las ofertas.

Cada oferta fue analizada punto por punto de acuerdo a los conceptos descriptos. Todas las ofertas se presentaron con planillas en que presentaban en forma discriminada la participación nacional, por ejemplo,

Nombre del componente	Ing. bas.	Ing. det.	Ing. comp.	origen del suminis	Mon taje	Puesta en marcha
	E.E.	E.E.	E.A	E.A	E.A	E.A

E.E.: empresa extranjera

E.A.: empresa argentina

En general se observó en las ofertas que si el suminis
tro se preveía de origen argentino, también lo sería
su montaje y puesta en marcha.

Se fueron agrupando las tablas por cada sistema y en
especial en las ingenierías hubo una tarea importante
de homologación de los diversos oferentes de acuerdo
al alcance definido anteriormente. Luego a cada porcen
taje obtenido de la oferta se lo multiplicó por el fac
tor de peso que se presenta en la tabla N° 5.

Los puntos asignados a cada item se relacionó con la
importancia asignada desde el punto de vista de la
participación nacional. Así pues tanto a la ingeniería
de la central como a los suministros, se asignó igual
valor 20 puntos a cada uno, Dado que a C.N.E.A. le in
teresó aumentar el nivel de participación de la indus
tria trató por ello de obtener las mejores condiciones
y especialmente de aquellos tipos de componentes en
los cuales la adaptación a la fabricación será factible,
por ello se le dió 20 puntos, queriendo con ello favore
cer a la oferta que presentó sistemas o tipos de comp
o
nentes accesibles a una industria mediana.

La subdivisión en los cuatro sistemas se debió a que
interesó más las posibilidades de participar en el
SNSV que al sistema eléctrico o en instrumentación y
control. El sistema del balance planta se le asignó
menos puntos que al SNSV, pues son tecnologías de mayor
difusión en el mercado mundial y es de más fácil acceso.
Una vez obtenidos los valores por sistema y por empre
sa, se volcaron todos los datos a una tabla final como
la N° 5 con columnas para cada oferente. La oferta de
KWU cubrió todos los rubros de la tabla, mientras que
la oferta de AECL se consideró con las otras dos ofer
tas, la de la empresa NIRA y con GEC-Canatom, es decir
al final tuvimos tres datos para que luego sean confron
tados y estudiados por el Comité Plan Nuclear de CNEA
luego se pasó su estudio a un Comité ad-hoc integrado
por representantes de varios Ministerios y Secretarías
de Estado que se expidieron con su recomendación al

Poder Ejecutivo Nacional.

Después de este análisis minucioso, se decidió otorgar el contrato a la firma KWU, previéndose una participación global del orden de 40%.

7.1.4. Central Nuclear IV.

De acuerdo como se había establecido en el Decreto 302/79 se debió comenzar la construcción de la 2da. Central del plan nuclear y 4ta. de las Centrales instaladas en el país alrededor de 1985. Por ello en el año 1982 se inició un estudio completo de la factibilidad técnica y económica de construir una central tipo CANDU utilizando la información y experiencia existente en el país y con el fin de maximizar la participación nacional.

Se realizó un estudio de factibilidad de una cuarta central nuclear utilizando la experiencia lograda en la construcción, montaje y puesta en marcha de la Central Nuclear Embalse. En el estudio se tomó como objetivo principal la optimización de la participación nacional en todos los aspectos inherentes al diseño, ingeniería básica, de detalle, de fabricación, fabricación de componentes y partes, montaje, puesta en marcha, analizando toda la información disponible en el país ya sea la adquirida a través de los contratos de la obra, como por los acuerdos de transferencia de tecnología, de otros proyectos y aplicables a la central, normas utilizadas y aplicables, códigos de cálculo, conocimiento disponible en las empresas, etc.

En el estudio participaron las empresas de ingeniería calificadas y los fabricantes que participaron en otros proyectos nucleares. En total se trabajaron en ingeniería 43.214 horas hombre y 40 empresas de fabricación (no tenemos el N° de horas hombre absorbidas por el estudio entre los fabricantes).

La participación nacional que se estima en la actualidad y las inversiones a ser realizadas, se muestran en valores en la tabla siguiente:

RUBRO	INVERSION		MONEDA NAC.		MON.EXT.	
	U\$S x 10 ³	%	% de 2	% total	% de 2	% tot.
	1	2	3	4	5	6
Obra civil	175.000	16,3	98,3	16,0	1,7	0,3
Suministros Electromecánicos.	408.000	38,0	49,7	18,9	50,3	19,1
Montaje	136.000	12,7	97,1	12,3	2,9	0,4
Ingeniería	32.000	3,0	08,1	2,1	31,2	0,9
Dirección y Administración	102.000	9,4	06,1	9,0	3,9	0,4
Agua pesada	132.000	12,3	100,0	12,3	0,0	0,0
Primer núcleo de elementos combustibles.	17.000	1,6	100,0	1,6	0,0	0,0
Repuestos y consumibles.	22.000	2,0	59,1	1,2	40,9	0,8
Transportes	33.000	3,0	100,0	3,0	0,0	0,0
Seguros	18.000	1,7	100,0	1,7	0,0	0,0
TOTAL	1.075.000	100		78,1		21,9

PARTICIPACION NACIONAL Y EXTRANJERA PREVISTA PARA LA
CENTRAL NUCLEAR IV TIPO CANDU.

Cuadro N° 7

La columna 1 da los valores en U\$ para cada rubro, la columna 2 indica el porcentaje que le corresponde al rubro, la columna 3 da los porcentajes previstos a realizar del total según 2, la columna 4 da los porcentajes del rubro referido al total. La misma interpretación le corresponde a las columnas 5 y 6 pero para moneda extranjera.

Como puede observarse, de los datos presentados para la Central Atucha I, Embalse y Atucha II el porcentaje de participación nacional fue creciendo, previéndose para la cuarta central una posible participación del orden del 78%. No se realizó aún el estudio de una central tipo recipiente de presión como es la Central Atucha II, ya que estamos en pleno desarrollo de dicho proyecto. Posiblemente si el proyecto hubiera seguido el ritmo previsto al comienzo de su construcción, estaríamos capacitados de tener valores de participación, pero como hubo muchas demoras en los últimos años por dificultades de adquirir los suministros nacionales, hubo grandes cambios en la estructura empresarial dedicada a suministros nucleares y en estos días sería difícil de dar una cifra para una cuarta central.

8. Estructura de la Industria Nuclear Argentina.

La estructura de la industria nuclear argentina, está centralizada en la organización de Investigación y Desarrollo e ingeniería que posee el Estado con un rol secundario para fabricantes, empresas de ingeniería, constructoras y montadoras.

El Estado a través de la Comisión Nacional de Energía Atómica dependiente de la Presidencia de la Nación, ha desarrollado una gran capacidad tanto para el manejo de proyectos nucleares como en el conocimiento científico y técnico de los más diversos temas relacionados con las reacciones nucleares. Cuenta en la actualidad con un plantel aproximado de 6.000 personas, distribuidas en cinco direcciones, con un plantel de casi 2.000 profesionales y técnicos.

La C.N.E.A. previó desde sus comienzos, año 1955, lograr autonomía en el desarrollo de sus proyectos cubriendo todos los aspectos que hacen al ciclo de combustible como a la ingeniería, construcción, montaje y operación de sus instalaciones.

La industria que acompaña a la C.N.E.A., que la mayoría es de capital privado, tiene una estructura estable ya que casi todas se dedican a otros sectores no quedando totalmente ligados al quehacer nuclear.

La industria nuclear logró su desarrollo a través de los proyectos que encaró la C.N.E.A. desde la segunda mitad de la década del 50, que tuvo una cierta continuidad en los pedidos, habiéndose interrumpido en los últimos años por falta de recursos locales. El desarrollo de los proveedores se realizó a través de las órdenes de compra y se abonaron sobre precios a los existentes internacionalmente para lograr la implementación de los equipos necesarios. Como no se contaron con mecanismos de promoción por parte de la Secretaría de Industria que sean propios para el sector, la C.N.E.A. trató de apoyar los desarrollos a través de sus presupuestos.

Hubo varios intentos, con los diferentes gobiernos, de lograr cierta promoción sectorial como la tienen la industria petroquímica, naval, automotriz, etc. pero sin éxito.

Los sobre precios que se abonaron fueron desde un 20% calculado sobre precio FOB más gastos de seguro y transporte hasta cifras de varios cientos en temas que interesó lograr la provisión de componentes pertenecientes al SNSV.

Para tener un conocimiento cabal de la capacidad instalada se decidió realizar un relevamiento en 1978 de las empresas a través de un cuestionario que ellas respondieron en forma espontánea. Después de analizados los resultados, la C.N.E.A. tuvo un esquema más claro de cuales eran los rubros que necesitaban apoyo o debían ser promovidos por el estado y cuales serían realizados por la propia iniciativa de la actividad privada.

8.1. Evaluación y calificación de proveedores.

El sistema de calificación de los proveedores, se comenzó aplicando los criterios utilizados por la norma Canadiense Z-299 aplicada para la segunda central nuclear en 1974 y luego se implementó un sistema más estricto para otros proyectos de la C.N.E.A. utilizando en la actualidad el método similar al que utiliza la KWU para sus proyectos. A nivel nacional se encuentra en elaboración una norma para que sea aplicable a todas las empresas tomando como base las últimas guías de la International Standard Organization I.S.O. 6215 y la 9001 a 9004.

Para poder realizar toda ésta tarea, se comenzaron los primeros proyectos por un método de selección en base a auditorías a las empresas con conocimiento de su capacidad productiva, se acumularon todos los resultados tanto por los antecedentes previos, cumplimiento de los contratos, calidad del personal que opera en las plantas, etc. En el año 1978/79 previo a las decisiones que se tomaría sobre la participación nacional en la tercer central nuclear y futuro plan a desarrollarse hasta fines de si

glo, la C.N.E.A. distribuyó más de 600 cuestionarios entre las empresas del país para elaborar su banco de datos de proveedores. Este registro de proveedores complementa el vigente en el país denominado Registro de Proveedores del Estado, Decreto 5720/72, que está elaborado por el Ministerio de Economía de la Nación y es de cumplimiento obligatorio para todas las empresas del estado. Para que una firma esté registrada en el mismo debe cumplimentar determinados requisitos sobre los aspectos legales y contables de la empresa, pero es muy poco lo que se le pide para demostrar idoneidad técnica para el rubro en el cual se inscribe. Por ello dicho registro no satisfizo las necesidades de CNEA y decidió completar la información.

Para la evaluación de los proveedores se distribuyeron los cuestionarios entre empresas nacionales y se consultó sobre los aspectos siguientes:

- 1) Aspectos generales de la empresa, organización, fuentes de información técnica, tecnologías propias patentadas, nombrar las licencias que tiene del exterior.
- 2) Cuestionario sobre los sistemas de calidad de la empresa cubriendo preguntas sobre los aspectos administrativos, de control de compras, de control de recepción, almacenamiento de materiales, de control de procesos, inspección final, embalaje, control de diseño, control de materiales defectuosos, acciones correctivas y detalle de los elementos de medición y ensayos.
- 3) El cuestionario sobre procesos especiales de fabricación solicita el detalle en técnicas de soldadura, ensayos no destructivos, tratamientos térmicos y tratamientos superficiales.
- 4) El cuestionario sobre ingeniería solicita se detallen las capacidades existentes en horas hombre para diversas actividades de diseño, fabricación y sobre prestación de servicios y capacidad de computación.

Este cuestionario fue respondido por casi 300 empresas. (de las 600 invitadas). Del análisis de las respuestas recibidas, pudimos elaborar el perfil industrial existente en el país. Para la elaboración de las listas positiva, probable y negativa, esta información resultó de gran valor, pues en la mayoría de los casos se acercó a la realidad de las empresas. De todos modos antes de la adjudicación de las órdenes de compra, la C.N.E.A. o ENACE S.A. realiza las auditorías necesarias para ver cumplimentados todos los aspectos que la empresa declaró en el cuestionario que posee.

De los cuestionarios, podemos presentar los siguientes resultados.

8.1.1. Distribución de las empresas por facturación (a valores en dólares tomados de los balances de 1979).

Empresas grandes: cuya facturación es mayor a 100×10^6 U\$S.	Nº Empresas entre 10 y 15
Empresas medianas: cuya facturación es mayor de 50×10^6 U\$S.	entre 15 y 20
Empresas pequeñas: cuya facturación es mayor a 5×10^6 .	entre 30 y 35
cuya facturación está entre 1 y 5×10^6 U\$S.	entre 25 y 30

De los datos obtenidos observamos que el parque industrial no es muy numeroso, y la capacidad mayor es de escala mediana o chica.

8.1.2. Distribución de empresas por provisión.

Para analizar la participación nacional en la provisión de envergadura, analizamos aquellos que han sido clasificados por el OIEA, con números que van de 1 a 4 según su complejidad y cuyo costo relativo es importante clasificarlos también de 1 a 4. Se señala en la tabla aquellos que después de analizar los cuestionarios consideramos su factibilidad de ser fabricados en el país, y al final de cada sistema damos el

EQUIPOS

SISTEMA NUCLEAR SUMINISTRO VAPOR Y CLASE 1		PROV. NAC.	G.DE C.	COSTO RELATIVO
1	ESFERA DE CONTENCION	X	2-3	3
2	RECIPIENTE DE PRESION INTERNOS DEL REACTOR CALANDRIA, TUBOS DE PRESION, ELEMENTO COMBUSTIBL.	X	4	4
3	GENERADOR DE VAPOR	X	3-4	4
4	PRESURIZADOR	X	3-4	2
5	BOMBAS DEL PRIMARIO	-	3-4	3
6	TUBERIAS DEL PRIMARIO Y VALVULAS.	-	3	3
7	SOPORTES	-	2	2
8	RECIPIENTE PARA COMBUSTIBLE QUEMADO.	X	2	2
9	COMPUERTAS Y PENETRACIONES.	X	2	2
10	SIST. DE TRATAMIENTOS DE AGUA Y COMPONENTES.	X	2	2
11	FILTROS DE AIRE.	X	3	1
12	MAQUINAS DE RECAMBIO DE COMBUSTIBLE.	-	4	3
13	BARRAS DE CONTROL Y MECANISMOS DE CONTROL.	-	4	3
14	TURBINA DE VAPOR.	-	4	4
15	GENERADOR	-	3	3-4
16	CONDENSADOR	PARCIAL	2-3	2-3
17	TUBERIA DEL SECUNDARIO Y VALVULAS	-	2	2

N° EMPRESAS ENTRE 3 y 5

BALANCE DE PLANTA

18	INTERCAMBIADOR DE CALOR, BOMBAS Y VALVU <u>L</u> LAS.	X	2-3	2-3
19	TANQUES	X	1-2	2
20	CALENTAMIENTO, VENTILACION ACONDICIO <u>N</u> NADOR DE AIRES.			
21	SISTEMA DE DEMINERALIZACION	X	2	2
22	GRUAS	X	2-3	1-2

N° EMPRESAS: ALREDEDOR DE 90

SISTEMA ELECTRICO

23	TRANSFORMADORES PRINCIPALES	X	2-3	3
24	CABLES	PARCIAL	1-2	1-2
25	MOTORES	X	1-2	1-2
26	ILUMINACION E INSTALACIONES	X	1	1
27	GENERADOR DIESEL Y SISTEMAS AUXILIARES DE POTENCIA.			

<u>INSTRUMENTACION Y CONTROL</u>		<u>PROV.</u>	<u>G.DE C.</u>	<u>COSTO RELATIVO</u>
28	INSTRUMENTACION DE SALA DE CONTROL.	X	3	3
29	COMPUTADORA.	-	3-4	2
30	EQUIPAMIENTO DE MONITOREO DE RADIACION.	X	2	2
31	OTRA INSTRUMENTACION.	X	1-2	1-2
N° EMPRESAS: ALREDEDOR DE 30				
32	INGENIERIA EMPRESAS DE CONSTRUCCION Y MONTAJE			
N° EMPRESAS: ALREDEDOR DE 20				
G. de C.= Grado de Complejidad				
1= baja 2= mediana 3= alta 4= muy alta				

TABLA N° 8

CLASIFICACION DE LOS COMPONENTES POR SU COMPLEJIDAD Y COSTO, N° DE EMPRESAS ARGENTINAS CAPACES DE PROVEERLOS.

MATERIALES	PROV.NAC.	GRADO DE COMPLEJIDAD
CEMENTO	SI	2-3
ACEROS PARA ESTRUCTURAS	SI	2-3
ACEROS ESPECIALES	NO	3-4
ZIRCALOY	NO	4
AGUA PESADA	NO	4
OTROS MATERIALES ESPECIALES		
UO2	SI	4
PINTURAS	PARCIAL	
RECUBRIMIENTO NO METALICO.	PARCIAL	
LIQUIDOS PENETRANTES.	PARCIAL	
APORTE PARA SOLDADURA.	PARCIAL	
1= bajo	2= mediano	3= alta
		4= muy alta

TABLA N° 9

CLASIFICACION DE LOS MATERIALES POR SU COMPLEJIDAD Y POSIBILIDADES
DE SER PROVISTOS POR EMPRESAS ARGENTINAS.

número de empresas capaces de hacer las provisiones. En la tabla - se discriminan los materiales con los cuales se fabrican mucho de los componentes y que resultan de importancia vital para la industria nuclear. Señalamos con si y no origen de la provisión, si corresponde a provisión nacional.

Varias de las provisiones indicadas fueron encaradas directamente por la C.N.E.A. esos son los casos de los elementos combustibles, la provisión del UO_2 , el zircalloy, parte de la instrumentación y control de la central, algunas tareas de montaje especialmente en el sistema CANDU, etc. Para ello a través de los años, se realizaron muchos esfuerzos de investigación y desarrollo hasta llegar a escala de plantas piloto y luego se formaron empresas con capital 100% del estado y mixtas con capitales privados nacionales y extranjeros, Hasta la fecha tenemos formadas las siguientes empresas INVAP S.E., Nuclar Mendoza S.E., CONUAR S.A., ENACE S.A.

NOMBRE DE LAS EMPRESAS CON PARTICIPACION DE LA C.N.E.A.

INVAP S.E. (Investigación Aplicada Sociedad del Estado).

NUCLAR MENDOZA S.E.

CONUAR S.A. (Combustibles Nucleares Argentinos S.A.)

ENACE S.A. (Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas Soc. Anónima).

Fábrica de Aleaciones Especiales S.A. (en formación).

TABLA N° 10

La empresa INVAP S.E., constituída entre la C.N.E.A. y el gobierno de la Pcia. de Río Negro, se constituyó para la realización de desarrollo de procesos, elaboración de métodos de fabricación a nivel de planta piloto y en fabricaciones de pequeña escala. INVAP, constituída como sociedad trabaja como cualquier sociedad comercial, a diferencia de la C.N.E.A. que debe ajustarse a las leyes que le son propias a cualquier organismo del estado. Las ordenes de trabajo a INVAP cuentan con gran colaboración por parte de la C.N.E.A. y en muchos casos son desarrollos conjuntos. En la actualidad se cubren una gran diversidad de temas como ser procesamiento de minerales, fabricación de componentes, construcción del reactor experimental RA-6, ultimamente han encarado temas de gran complejidad tecnológica como es la construcción de un reactor de 20 MW, tomografos computados, fibra óptica, etc.

La empresa Nuclear Mendoza S.A. está constituída entre la C.N.E.A. y el gobierno de la Pcia. de Mendoza. Su objetivo es de participar en la obtención de la ingeniería construcción, montaje, operación y obtención de productos que son necesarios para el plan nuclear. Casi exclusivamente colabora en los programas de exploración y explotación de minerales de uranio, apoya a la construcción, montaje y operación de plantas de concentración, purificación y conversión de uranio y otros suministros para estas plantas como ser SO_4H_2 .

La empresa CONUAR S.A. se constituyó en 1982 con mayoría de participación del capital privado para la fabricación de elementos combustibles de las centrales nucleares. En este caso la C.N.E.A. ha desarrollado la tecnología y puesto a punto los métodos de fabricación de los elementos y ha transferido el know-how y el personal especializado necesario para realizar la fabricación de los elementos combustibles de las centrales de potencia habiéndose calificado su producto en un período muy corto de tiempo desde la operación de la planta. Además cuenta con apoyo permanente de C.N.E.A. para nuevos desarrollos así como asistencia a través de C.N.E.A. de la firma KWU.

La empresa ENACE S.A. se constituyó con la participación mayoritaria de la C.N.E.A. y el resto por la firma KWU. La empresa de ingeniería fue formada simultáneamente con la firma por la parte de C.N.E.A. de los contratos para la construcción de la central nuclear Atucha II. La empresa actúa de arquitecto industrial de la obra y desarrollará en el futuro la ingeniería de las próximas centrales. Cuenta con el apoyo y la transferencia de know-how de KWU a través de un contrato de transferencia de tecnología, que contempla la transferencia de información técnica, capacitación del personal en las más diversas áreas, cubriendo ingeniería de detalle, lay-out de planta, preparación de especificaciones, garantía de calidad, etc. Además se desarrolló un programa de asistencia por parte de delegados de la firma licenciante en diversas áreas técnicas llevado a cabo en forma intensa en los primeros años de operación de la firma.

8.1.3. Calificación según niveles de calidad.

La calificación que se realizó de las empresas desde el punto de vista del aseguramiento de la calidad, fue variando con el tiempo y con los proyectos. Así pues durante la construcción de la Central Nuclear Embalse se utilizó el sistema de calidad de las normas canadienses Z-299 versión 1974 con cuatro niveles para el sistema nuclear de suministro de vapor. La calificación fue realizada por AECL con los siguientes resultados:

Nivel 1 : para 2 empresas

Nivel 2 : para 12 empresas

Nivel 3 : para 90 empresas

Nivel 4 : para 161 empresas

Nivel de inspección y liberación se otorgó a 578 empresas,

Entre niveles 2 y 3 hubo 8 empresas.

Entre niveles 3 y 4 hubo 13 empresas, y no aplicable nivel a 59 empresas.

Para el proyecto de la central nuclear Atucha II, se utilizan requerimientos más exigentes de calidad, de acuerdo al programa elaborado por KWU y adaptados por la empresa nacional ENACE S.A., donde se califica a cada ítem y luego se verifica la posibilidad de cumplimiento por parte de la empresa. Es así que a la fecha se cuenta calificadas con nivel 1 en caldería: 1 empresa, con nivel 1 en ingeniería: 2 empresas. En el nivel 2 calderería: 2 empresas, para bombas: 1 empresa e ingeniería civil: 2 empresas, construcciones y montaje: 1 empresa y en provisión de válvulas: 2 empresas.

Como se puede observar los valores cambiaron sustancialmente entre 1974 y 1984, los requerimientos de aseguramiento en calidad por parte del comprador a su proveedor son mucho más exigentes y los esfuerzos de inspección por parte del comprador son mucho menores, habiendo implementado C.N.E.A. y ENACE S.A. grupos de auditoría de calidad para la supervisión de los programas, procedimientos y revisión de cálculos.

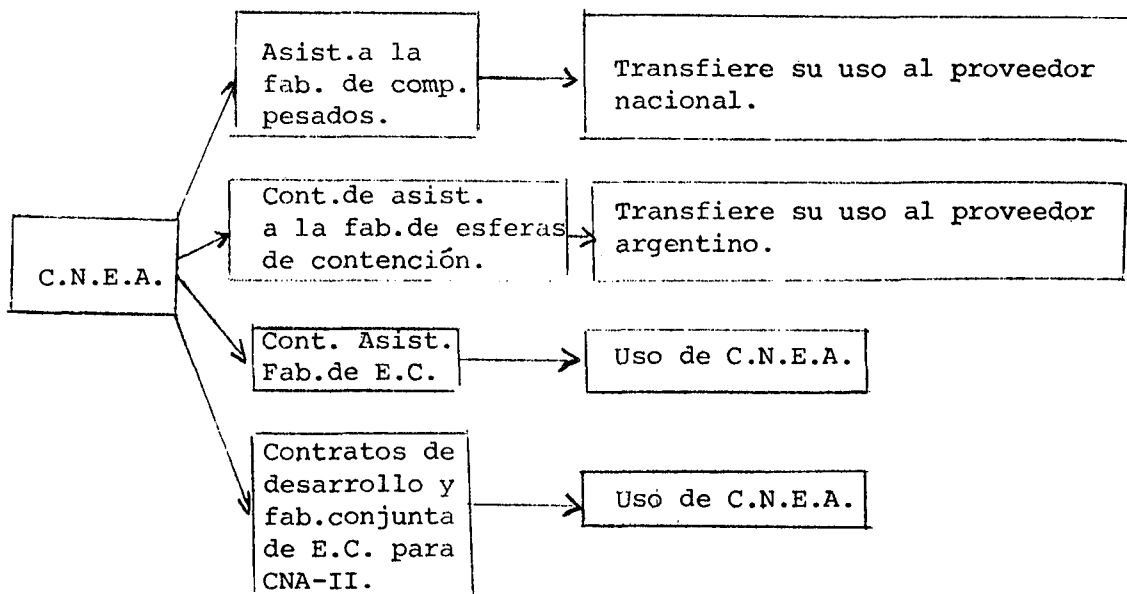
8.2. Adquisición de tecnologías del exterior.

La C.N.E.A. ha adquirido tecnologías para los diversos proyectos siendo el primer contrato el que firmó con AECL para obtener información relacionada con ingeniería de centrales y utilizó dicho contrato para entrenar a su personal y recibir asistencia técnica. Luego se firmaron otros contratos relacionados con montajes especiales y para ingeniería de fabricación de algunos componentes para la Central Nuclear de Embalse por parte de C.N.E.A. como por las empresas privadas que trabajaron para el proyecto. Entre los contratos más destacados están el de asistencia técnica para el montaje del turbo-grupo, provisión de información para la fabricación de guías de hasta 380 Tn., las esclusas de acceso al reactor, etc. Ya para la tercer central, es decir Atucha II la C.N.E.A. decidió adquirir a su cargo las licencias para fabricar

determinados componentes del sistema nuclear de suministro de vapor en especial de generadores de vapor, esfera de contención, elementos combustibles, enfriadores del moderador y presurizadores. Estas licencias luego podrán extenderse a otros elementos del sistema hasta llegar al recipiente de presión.

Para lograr una real transferencia la C.N.E.A. retuvo para sí la selección de la tecnología, los términos del Contrato y administración del mismo, haciendo uso de la información transferida, y pasó a las empresas fabricantes el uso del programa de capacitación, asistencia técnica e información. Para otros componentes de menor envergadura por su precio y complejidad tecnológica la C.N.E.A. promovió que sus proveedores consigan por sus propios medios las tecnologías necesarias, debemos mencionar que se firman contratos de licencia para válvulas, esclusas, bombas, guías, montajes, etc.

El esquema que siguió C.N.E.A. para adquirir y transferir las tecnologías es el siguiente.



C.N.E.A. firmó el contrato con un consorcio formado por las firmas KWU, Voest Alpine, A.G. y Man GHH, para la fabri
cación de varios componentes del SNSV, luego le transfi
rió el uso del contrato a una empresa argentina. La pro
moción de los proveedores se realizó a través de hacerse
cargo C.N.E.A. de todos los gastos de iniciación hasta lo
grar calificar al proveedor. Para ello se previeron las
inversiones en: a) entrenamiento del personal para realizar
la ingeniería de modelos, b) adquisición de la ingeniería
de los modelos, c) adquisición de los materiales para la
fabricación de modelos en escala y para calificar procesos
de fabricación, d) asistencia técnica de las empresas li
cenciantes, e) entrenamiento y calificación de personal
en el país y en el extranjero, f) compensación a las em
presas licenciantes por compartir el riesgo de la provi
sión de componentes de seguridad por parte de un proveedor
nuevo.

Para la fabricación de la esfera de contención, se utilizó
un esquema similar al anterior, C.N.E.A. firmó un contrato
con la firma Voest Alpine A G para la provisión de la inge
niería y procedimientos de fabricación de una esfera, con
la firma KWU la provisión de todos los materiales neces
arios.

Con las empresas argentinas se firmaron tres contratos,
uno de ellos para el conformado de las chapas y realizar
la soldadura para unir chapas de a dos, con otra empresa
de ingeniería y montaje se firmó un contrato para realizar
la ingeniería de detalle y el montaje completo de la esfera
de contención y un tercer contrato se celebró con otra
empresa que realizaría todos los tratamientos superficiales
y pintura.

Dada la complejidad de la construcción y queriendo la
C.N.E.A. realizar la obra dentro de un cronograma apretado
para la obra, decidió requerir de la firma Voest-Alpine
asistencia en la dirección del proyecto y asegurar la
calidad del prducto final a través de asistencia en la
supervisión de las tareas más importantes.

Otra licencia que se tomó de la firma KWU es por el uso de la información relacionado con la fabricación de elementos combustibles, cuyo usuario directo es la misma C.N.E.A. y además extendió su uso a la firma proveedora de elementos combustibles CONUAR S.A.

Estos contratos se firmaron por un período de 15 años para permitir integrar en los proyectos de centrales futuras a otras tecnologías y aumentar la participación nacional en la fabricación de dichos componentes.

Los temas que cubre cada uno de los contratos de transferencia de tecnología, fueron muy discutidos y analizados por cada una de las partes intervinientes especialmente los aspectos de capacitación por los temas seleccionados, lugares que recibirían el entrenamiento, personas que lo recibirían de acuerdo a su capacidad, conocimientos previos e idiomas. En cuanto a la asistencia a ser brindada por los licenciantes, fue tema de muchas discusiones, y de gran importancia para lograr una real transferencia en las fábricas. Se trató de optimizar los meses hombre abonados a las empresas licenciantes para lograr formar al personal local en aquellas disciplinas que no se posee conocimiento en el país en especial se dio énfasis en técnicas de soldadura, sistemas de calidad, elaboración de procedimientos, ingeniería de detalle, etc. El tema del idioma y características de los programas de entrenamiento y asistencia por parte de los delegados resultaron temas espinosos y después de mucho diálogo se lograron programas acorde con las capacidades locales especialmente para los soldadores.

Después de haber pasado varios años de la firma de los respectivos contratos podemos decir que el personal logró capacitarse en los períodos previstos, la información recibida no colmó las expectativas esperadas, la asistencia técnica brindada a los fabricantes fue mejor que la recibida en la empresa de ingeniería.

Es interesante señalar, que habiendo consultado los contratos que se encuentran registrados oficialmente en el Registro de Contratos de Transferencia de Tecnología hasta fines de 1984, observamos la siguiente distribución de contratos.

<u>RUBRO</u>	<u>N° CONTRATOS</u>
Industria Nuclear	22
Industria Metalúrgica	180
Industria Petrolera	167
Industria Química	138
Sector Hidroeléctrico	125
Industria Textil	69
Industria Alimenticia	62
Industria Minera	53
Industria Papelera	52
Industria Naval	41
Industria del Transporte	29
Comunicaciones	14
Industria Forestal	2

Estos valores indican que determinados sectores cuentan con un número importante de licencias, mientras que el sector nuclear, a pesar del desarrollo logrado tiene firma dos pocos contratos. Posiblemente el número de contratos no refleje la magnitud de la tecnología recibida pero es indicativo del esfuerzo que se realiza en el país en materia de tecnología.

Debido a cambios en la legislación sobre el tema se observaron en el país grandes variaciones en pagos por regalías llegando en 1983 a enviar divisas al exterior equivalente al 0,7 % del PBI.

9. Desarrollo local de componentes.

Haremos un resumen de aquellos temas de mayor envergadura o complejidad tecnológica.

En la experiencia de desagregación de la C.N.E.A. se trató de desarrollar la tecnología local en algunas ramas.

Uno de los casos más ilustrativos es el de los elementos combustibles y otro el de la instrumentación de reactores y centrales nucleares.

En el rubro de la instrumentación nuclear se ha logrado una estrecha colaboración entre los fabricantes locales, los laboratorios oficiales y la participación de una de las empresas de la C.N.E.A.. Se logró producir un 5% de los equipos de control y comando de una central nuclear y todo el equipamiento de control del reactor RA-6 y del RP-10.

Por su lado los grupos de investigación y desarrollo de la C.N.E.A., han desarrollado toda la ingeniería básica y de detalle de varios equipos y luego transfirió esta información a empresas locales para que termine el desarrollo, los fabrique y los entregue al cliente (AECL en caso de la C.N.E., el Instituto Nuclear Peruano en el caso del RP-10 o INVAP en el caso del RA-6).

Los grupos de investigación y desarrollo además desarrollaron los procedimientos y realizaron los controles y supervisaron la producción, ya que son componentes con nivel 2 de calidad. Los mecanismos e incentivos vigentes permiten promover el desarrollo de componentes con tecnología local si se cuenta con condiciones especiales. Por ejemplo, la existencia de personal de nivel científico experimentado en el tema, una estructura institucional especial en la que el comitente es a su vez subcontratista, y en especial un grupo de funcionarios que tratan de dar oportunidades a los proveedores locales, permitió transferir al sector productivo el know-how y sustituir por provisión local a productos importados.

El caso de los elementos combustibles.

Este fue el primer componente del reactor que C.N.E.A. desarrolló, realizó inversiones importantes en investigación básica de los materiales que lo forman, desarrolló procesos especiales como ser de laminación para los elementos combustibles tipo placa, procesos de sinterización de óxidos de uranio y aluminio para los elementos combustibles de bajo enriquecimiento, técnicas de soldadura en vainas de zircalloy para los elementos de centrales de potencia, etc. Con la capacidad desarrollada instaló plantas de producción para los elementos tipo placa para los reactores de investigación y realiza toda la producción necesaria para los reactores de investigación argentinos y los que se exportaron al Perú y a Argelia.

Para los reactores de potencia, adquirió todo el equipamiento necesario para realizar la producción a escala de planta piloto, calificó a su personal y entrenó además al personal de CONUAR. Además equipó sus laboratorios de ensayos para realizar todos los ensayos necesarios en la recepción de materiales, y construyó las facilidades de ensayo de los componentes o partes en circuitos de baja y alta presión para realizar desarrollos de nuevos diseños, modificaciones, etc.

Para el combustible en sí, que es el dióxido de uranio, se desarrollaron todas las etapas hasta llegar al producto final que es la pastilla a partir de la extracción del mineral, el tratamiento del mineral y se llega al polvo de U3O8 para luego transformarlo en UO2, en su complejo fabril de Córdoba.

Simultáneamente con la realización de la producción los primeros 200 elementos combustibles y haberlos colocados en la central para su quemado con resultados muy satisfactorios, se construyó una planta para la producción industrial, CONUAR recibió los equipos, parte del personal calificado y el know-how para la producción a escala industrial. La planta comenzó a operar en 1982 con la línea de

Atucha I y en la actualidad está recibiendo la tecnología de fabricación de la segunda línea de producción que es el combustible para la central nuclear de Embalse. Ya para la tercer central nuclear el desarrollo del nuevo elemento y la fabricación de los primeros prototipos se están realizando en forma conjunta entre la firma licenciante KWU y la C.N.E.A.

Otra de las partes importantes de los elementos combustibles son las vainas, separadores, etc. de zircalloy con un consumo importante y por ser material sensible C.N.E.A. decidió comenzar las primeras investigaciones a nivel laboratorio a comienzos de los años 70. Posteriormente se incluyeron líneas de desarrollo en los procesos de fabricación, para ello se construyó una planta piloto y en el año 1976 se comenzó con la construcción de una planta industrial. En la actualidad esta planta está equipada para las etapas de fundición y laminaciones finales con todos los requisitos de garantía de calidad. Se encuentra en formación una empresa de tipo Sociedad Anónima con mayoría de capital privado, formada por CONUAR S.A. y C.N.E.A.

10. CONCLUSIONES.

Podemos resumir en síntesis que:

- 1) El mercado nuclear argentino se fue desarrollando de acuerdo a las necesidades del país en especial referido a la generación de energía.
- 2) Se logró desarrollar una industria nuclear basada íntegramente en la industria existente en el país, especializando sólo algunas empresas en temas exclusivamente nucleares. Esta metodología permitió que no se sobredimensionara al sector nuclear, pues dicho sector depende casi exclusivamente de las obras del mercado local.
- 3) La continuidad en la construcción y operación de varios proyectos dio lugar a un afianzamiento técnico y tecnológico que luego se difundió a otros sectores de la industria y obras de envergadura.
- 4) El programa nuclear llevado a cabo a lo largo de más de 30 años de actividad ininterrumpida y que fue promovido, ejecutado y administrado por un organismo centralizado logró que el mismo llegara a estar a nivel similar al de los países más desarrollados del mundo. Esta organización demostró además, ser la más adecuada para un país que ha tenido varios cambios importantes en su conducción a diferencia de otras organizaciones mucho más descentralizadas de países políticamente más estables.
- 5) El objetivo fijado para el primer reactor nuclear de maximización la participación nacional se mantuvo para todo el resto de los proyectos de instalaciones nucleares, cualquiera sea la inversión requerida, logrando porcentajes de integración nacional importantes. A la par de los proyectos se consolidó una es

estructura científico-técnica capaz de responder a muchas necesidades. Dicha estructura afianzó la capacidad de realizar desarrollos tecnológicos y dar apoyo adecuado a la estructura industrial en la adecuación o adaptación de tecnologías nuevas, procesos de fabricación, contar con personal calificado, seleccionar las tecnologías a ser adquiridas, transferir tecnologías al sector productivo, etc.

REFERENCIAS GENERALES:

- 1.- Estudio de preinversiones de una central nuclear para la zona del gran Buenos Aires -Litoral (Volúmen IV Capítulo 5B, posible contribución de la industria nacional a la construcción y operación de la Central Nuclear Buenos Aires) C.N.E.A. informe interno 1965.
- 2.- Energía Atómica e Industria Nacional.
J. Sábato, O. Wortman, G. Gargiulo, Publicación OEA SG/P1 PTT/47, 1978.
- 3.- Obra pública nuclear y centrales nucleares.
Ing. B. Murmis 3er. Congreso de Política de Ingeniería del CAI, Nov. 1985, Bs. As. Argentina.
- 4.- Apertura del paquete tecnológico para la Central Nuclear Atucha J. A. Sábato y O. Wortman.
- 5.- Centrales Nucleares en la República Argentina, su tecnología y su impacto regional. Publicación interna C.N.E.A. TE 35/137, coordinadores O. Wortman, O. Quihillalt, Bs. As. 1974.
- 6.- La experiencia de la desagregación en el programa de reactores y centrales nucleares argentino.
J. Cosentino, presentado en el Seminario Internacional sobre Desagregación de proyectos de inversión de empresas públicas en países de desarrollo. Bs. As. Nov. 1984.
- 7.- Canadian Nuclear Industry
Secor Incorporated - 1983.
- 8.- Evaluación de la capacidad industrial argentina y desarrollo de los proveedores para instalaciones nucleares.
Dra. Sara Volman de Tanis, presentado en el Seminar on Supporting industrial infrastructure requirements and development for nuclear power, Viena, abril 1986.