

TASACION DE LA CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I

Ingeniero Daniel Eduardo MARTÍN

Presidente de la Sala B del Tribunal de Tasaciones de la Nación



INTRODUCCIÓN:

La Central Nuclear Atucha I, primera en su género en Latinoamérica, se encuentra sobre la margen derecha del Río Paraná de Las Palmas, cerca de la localidad de Lima, Partido de Zárate, Provincia de Buenos Aires y a poco más de 100 km. de la Capital federal.

Esta Central es la primer planta generadora de energía eléctrica que funciona en el país a partir de la fisión nuclear.

El diseño y la construcción fueron realizados por la empresa Siemens, de la República Federal de Alemania. A través de un contrato 'llave en mano', la planta fue entregada a la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), su primera propietaria y operadora en 1974.

Primera puesta a crítico (arranque inicial, a potencia cero):	13/01/74
Primera sincronización (conexión a la red)	19/03/74
Recepción de la planta por parte de CNEA:	24/06/74
Llegada a 1100 MW (plena potencia inicial):	16/11/74
Llegada al nuevo valor de plena potencia (1179 MW):	06/05/77

En agosto de 1994, se creó la empresa Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima (NA-SA) para operar las centrales nucleares existentes. Inicialmente esta

empresa se formó con los sectores de la CNEA directamente involucrados a la ingeniería y operación de las centrales.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

La generación de la energía eléctrica está basada en un reactor nuclear de potencia tipo PHWR, reactor de agua pesada presurizada, que utiliza uranio levemente enriquecido como combustible y agua pesada como refrigerante y moderador. Tanto el sistema refrigerante como el moderador están contenidos en un recipiente presurizado de acero.

El reactor genera en promedio una potencia térmica de 1.179 MW, que dan como resultado posteriormente una potencia eléctrica de 357 MW, con 335 MW de potencia eléctrica neta

Como combustible se utiliza dióxido de uranio natural levemente enriquecido, en forma de pastillas, contenidas en barras de zircaloy que conforman el elemento combustible.

Cada elemento combustible está constituido por una barra central y otras 35 similares dispuestas en 3 anillos o coronas. El armado se completa con una barra estructural de zircaloy, y tiene una longitud total de alrededor de 6 metros.

El refrigerante, sistema primario, y el moderador se encuentran a la misma presión, 114 veces la atmosférica, pero el moderador está más frío, existiendo puntos de contacto físico y de intercambio de calor entre ambos. Al estar presurizados tanto el refrigerante como el moderador, se mantienen en estado líquido durante todo el proceso.

Existen dos circuitos o ramas para el refrigerante y otros dos para el moderador; cada uno de ellos posee una bomba para mantener la circulación.

El agua pesada del primario proveniente del recipiente de presión se dirige a los generadores de vapor, uno en cada circuito, donde el calor extraído del núcleo es transferido al agua liviana del secundario que se convierte en vapor saturado.

El secundario y el primario son dos sistemas independientes y cerrados que no están en contacto físico, no produciéndose mezclado entre ambos.

Posteriormente, el vapor acciona la turbina que hace girar el generador eléctrico para producir electricidad. El vapor remanente es enfriado en el condensador por agua del río, circuito terciario, pasando a estado líquido y reanudándose el ciclo.

La cantidad de fisiones que se producen por segundo y por consiguiente el número de neutrones presentes que están asociados al nivel de potencia del reactor se regulan por barras absorbentes de neutrones. Se utilizan 29 barras de control que se introducen en el núcleo y en el moderador desde la parte superior y que permiten controlar el reactor durante su operación a potencia, detenerlo y mantenerlo subcrítico en condiciones seguras.

Por seguridad, existe otro sistema de corte, que se acciona automáticamente en la eventualidad de que el reactor no se haya apagado instantáneamente con la caída de las barras; se trata de la inyección de ácido deuterobórico, es un elemento fuertemente absorbente de neutrones, en el moderador, por tres bocas de entrada independientes. Ambos sistemas garantizan el apagado del reactor frente a cualquier situación prevista o imprevista.

Como instrumentación nuclear se completa con detectores ubicados en el interior del moderador, que dan una estimación de la distribución de potencia dentro del núcleo.

Por seguridad, existe otro sistema de corte, que se acciona automáticamente en la eventualidad de que el reactor no se haya apagado instantáneamente con la caída de las barras; se trata de la inyección de ácido deuterobórico, el boro es un elemento fuertemente absorbente de neutrones, en el moderador, por tres bocas de entrada independientes. Ambos sistemas garantizan el apagado del reactor frente a cualquier situación prevista o imprevista.

El uranio, igual que cualquier otro combustible, se va consumiendo con el uso o "quemando", con una paulatina disminución en la producción de neutrones y en la cantidad de fisiones, con la consecuente reducción en el aporte de potencia.

Como en los reactores de uranio natural es escasa la cantidad inicial de material físil, los isótopos de uranio 235, ó U-235, se hace imposible operar el reactor por largo tiempo sin reemplazar los elementos más gastados. Este recambio debe hacerse mientras el reactor está operando, lo que se suele llamar recambio "on-line".

El procedimiento de recambio de combustible es realizado por una máquina dirigida por un operador desde la sala de control de la planta. El traslado del combustible hacia y desde el núcleo se lleva a cabo bajo agua liviana, que cumple las funciones tanto de refrigeración como de blindaje ante las radiaciones provenientes de los elementos combustibles quemados, dado que el agua es un excelente absorbente de las mismas, incluyendo a los neutrones.

Los elementos combustibles que salen del reactor son depositados en grandes piletas con agua liviana. Pueden permanecer bajo agua por muy largo tiempo. De hecho, hasta el presente todos los combustibles utilizados siguen en el lugar. El depósito cuenta con sistemas que permiten garantizar la integridad de los elementos, la protección radiológica del ambiente y del personal encargado del manejo y control de los mismos.

INSTALACIONES NUCLEARES, DE GENERACIÓN Y AUXILIARES:

Se determinó el valor de reposición de las instalaciones y su depreciación.

En el equipamiento electrónico su valor se determinó por obsolescencia tecnológica.

Los materiales, equipos, máquinas, etc., son rigurosamente certificados por normas internacionales de calidad Nuclear, y éstas hacen elevar los costos de los productos por las horas hombre que insume cada proceso de certificación de las distintas etapas de fabricación de los componentes de la Central.

Dada las características de la obra de la Central Atucha I, se consideraron y se recomienda adoptar los siguientes plazos de depreciación en años:

DIRECCION DEL PROYECTO	42
SISTEMAS NUCLEARES	42
GENERACION DEL CALOR CONVENCIONAL	50
TURBO GRUPO Y GENERADOR ELECTRICICO	50
SISTEMAS Y COMPONENTES CIRCUITO AGUA VAPOR	50
SISTEMAS SECUNDARIOS	50
OBRA CIVIL (Nuclear)	120
SISTEMAS ELECTRICOS	50
INSTRUMENTACION Y CONTROL	35
DIRECCION DE OBRA Y TRANSFERENCIA TECNOLOGICA	42

TASACIÓN DEL AGUA PESADA:

La Central Atómica de Atucha I necesita para su operación y funcionamiento Agua Pesada (D₂O), que tiene la doble función de refrigeración de los elementos combustibles y la de moderación de los neutrones provenientes de la fisión nuclear.

El agua pesada no es radioactiva, pero se activa al someterla al bombardeo de neutrones ya que algunos núcleos de Deuterio (D) transmutan en Tritio (T), con lo cual se obtiene agua tritiada, en realidad agua pesada con contaminación de moléculas de agua con tritio.

El mercado de agua tritiada es más que limitado, no tiene valor comercial más que el de oportunidad, por tratarse de un agente que puede metabolizarse fácilmente en forma acuosa y ser el tritio un elemento de uso actualmente exclusivamente militar.

No existe en la Argentina una planta de destritiado y el costo de destritiar el agua tendría un valor elevado: a) porque implica el empleo de técnicas de separación isotópica que son procesos físico químicos de energía intensiva y b) por su riesgo de transporte. Esto implicaría una gran inversión, ya que la planta de destritiado debería estar junto a cada central con una tecnología que permita su montaje y desmontaje para ubicarla en otra central, para evitar las complicaciones adicionales del transporte del agua pesada tritiada.

Estas consideraciones, no invalidan que el agua pesada con tritio no tenga un valor para la Central Nuclear de Atucha I, ya que sin ella no puede operar.

La no existencia de un mercado no es sinónimo de falta de valor. El agua pesada tiene el valor de un material necesario para la fisión nuclear y existen reglas de ingeniería para determinar este valor. No se debe restringir el análisis a lo estrictamente económico o de mercado. Tiene su depreciación de valor en función de la concentración de tritio.

Hasta 19,51 Ci/kg de Tritio se considera que es material de Baja Actividad Específica (BAE II), que requiere un transporte y almacenamiento de menor costo.

La CNEA, en el año 1993, estudió la posibilidad de adquirir agua pesada a 16 Ci/l (14,54 Ci/kg), ya que las Centrales Argentinas operaban con una actividad de tritio superior a 20 Ci/l.

Hasta aquí podemos estimar que el agua pesada tritiada de las centrales argentinas tiene un valor técnico o de utilización necesaria. En particular el agua pesada de la Central de Atucha I, con niveles de actividad de tritio promedio de 21,4 Ci/kg., debe depreciarse para obtener su valor actual por medio de destritiado.

El valor de reposición actual y total de las 316,29 Tn de Agua Pesada de la Central Nuclear de Atucha I es de \$ 379.548.000, - (U\$S 126.516.000, - a \$/U\$S 3,00), considerando los informes recabados de ENSI y NASA.

El valor de mercado del agua pesada en la Argentina ronda los \$/kg. 1.200, - a \$/kg. 1.350,- (U\$S/kg 400,- a U\$S/kg 450,-). Para esta valorización se consideró el valor del Agua Pesada virgen en \$/kg. 1.200,- (U\$S/kg 400,-).

El valor internacional actual de destritiado de agua pesada es de U\$S/Kg 220,-, según fuentes de Canadá. Y en el caso de Atucha I el agua pesada a destritiar es 316.290 Kg.

El costo del destritiado es de U\$S 69.583.800,-, por lo tanto el valor del agua pesada de la Central Nuclear Atucha I sobre el total de las 316,29 Tn, es de \$ 170.796.600,- (U\$S 56.932.200,- a razón de U\$S/Kg 180,-).

El agua pesada tendría un valor mayor si se pusiera en práctica el proceso de destritiado con tecnología láser de INVAP, con un costo menor de destritiado, de 130 U\$S/kg de agua pesada. A hoy la factibilidad de una planta económicamente

competitiva está demostrada e INVAP tiene un concepto de planta modular láser transportable entre una central y otra.

Por todo lo expuesto, el valor del agua pesada que se encuentra en operación en la Central Nuclear Atucha I es de \$ 199.262.700,- (U\$S 56.932.200,-) y el mismo podría incrementarse de construirse una planta de destriado en la Argentina.

El análisis anterior no ha considerado los ahorros en gestión de residuos radioactivos que el destriado del agua pesada aparejaría y que es otra forma de analizar y agregar valor al agua pesada en uso.

TASACION:

El valor de reposición de la Central Nuclear de Atucha I es de U\$S 1.157.945.000,- (U\$S UN MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL), obteniéndose un valor unitario de U\$S/KW 3.244,-, que se ajustaría a los valores internacionales de costo / potencia, para Centrales Nucleares del tipo PHWR.

Por todo lo expuesto, este organismo ha determinado el valor actual de las construcciones, instalaciones y bienes de la Central Nuclear Atucha I, sobre la base del valor de reposición de la Central, determinado por las Normas Nacionales de Valuación.

El valor de las construcciones e instalaciones de la Central Nuclear Atucha I a fecha de tasación del 31 de diciembre de 2004 es de U\$S 433.172.000,- (U\$S CUATROCIENTOS TREINTA Y TRES MILLONES CIENTO SETENTA Y DOS MIL), obteniéndose un valor unitario de U\$S/KW 1.213,-. Que en moneda nacional es la suma de \$ 1.299.516.000,- (PESOS: UN MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE MILLONES QUINIENTOS DIECISEIS MIL).

ANALISIS ECONÓMICO:

El Tribunal de Tasaciones de la Nación considera que ningún bien físico puede ser valorizado por el método de flujo de fondos.

Este método es apropiado para la determinación de la actividad económica de una empresa, de un negocio, de una locación o de una inversión, pero no puede este criterio trasladarse a bienes o activos físicos, porque el bien tiene un costo de construcción o fabricación y por ende un precio de obtención, que no puede deprimirse o estimarse por medio de una tasa de interés financiera.

Existen lineamientos económicos que proponen para las centrales de generación eléctrica un valor por su capacidad de generación, que comúnmente se denomina valor de utilización económica.

Si existió ingeniería en la construcción del bien, también existen soluciones dentro del ámbito de la ingeniería para obtener su valor en el estado en que se encuentre.

El valor de la Central Nuclear Atucha I, no puede valorarse por flujo de fondos por lo siguiente:

1. La decisión estratégica de su construcción no es solamente por una rentabilidad económica del negocio de venta de energía.
2. La consolidación y ampliación del dominio de la Tecnología Nuclear deberían ser políticas de Estado no mensurables económicamente.
3. La consolidación de dominio de la construcción y operación, tecnología que se mide en términos de recursos humanos, tampoco es medible en dicho cálculo.

4. La necesidad de energía en el país está relacionada al crecimiento económico y en particular a los requerimientos para otros emprendimientos productivos.
5. La inversión original fue del Estado Nacional (CNEA) y los futuros costos de cierre de la central también serán del Estado Nacional.
6. El tiempo de desmantelamiento de la Central insume aproximadamente 20 años, entre desarme de componentes, tiempo de espera de decaimiento de la actividad y retiro de materiales, cuyo costo será absorbido por el Estado Nacional y no está incorporado al estudio de flujo de fondos.
7. El futuro costo de tratamiento y disposición de los residuos radioactivos será afrontado por el Estado Nacional y por lo tanto un estudio financiero actual no lo contemplaría.
8. Existe un aspecto de beneficio social para el suministro de energía que no puede mensurarse por medio de una tasa de interés.
9. Las transferencias de las tecnologías necesarias para la construcción de la central, implican beneficios impositivos que son un costo adicional a la obra que absorbe el Estado Nacional y no se reflejan en un estudio financiero por flujo de caja.
10. Los valores de las tarifas eléctricas no se obtienen por reglas de mercado, sino que se encuentran reguladas en función de necesidades económicas y aspectos sociales que no son objeto de discusión en este trabajo, pero que según un observador interesado en el negocio eléctrico pueden ser deficientes, suficientes o buenas, por lo que una variación menor en dicha tarifa hace variar el resultado del pretendido cálculo.
11. Las variaciones coyunturales de los combustibles sobre la base de hidrocarburos para centrales térmicas, o condiciones climáticas adversas, para las centrales hidroeléctricas, pueden incidir directamente en las tarifas eléctricas, salvo decisión en contrario de las autoridades regulatorias. Evidentemente no se puede partir de una tarifa eléctrica para calcular el valor de una central nuclear.
12. La comparación de tarifas de electricidad con otros países o valores internacionales, pueden arrojar resultados erróneos, ya que cada país tiene una política energética que puede ser de mayor o menor dependencia del recurso petrolero, haciendo variar los valores de la tarifa sustancialmente.
13. Dado el monto de la inversión en juego (del orden de los U\$S 1.158.000.000.-) para una central tipo PHWR nueva de 357 MWe, es improbable que un inversor privado asuma este costo para construirla, siendo el Estado Nacional el único con interés en la generación de energía, que políticamente justifique esta inversión, y que además, es el único con facultades para determinar la tarifa.
14. Calcular el valor de la Central Nuclear Atucha I por medio del flujo de fondos es desconocer la inversión realizada por el Estado Nacional, e independientemente que actualmente NASA S.A. sea por Ley su administradora, no realizó la inversión original.

CONCLUSIÓN:

El valor de la Central Nuclear Atucha I, calculado por el supuesto valor de utilización económica, resulta un 3,62 % del valor a nuevo y un 9,69 % de su valor actual. Es evidente que el método de flujo de fondos no garantiza valor es razonables.

Valor a nuevo: U\$S 1.158.000.000,- U\$S/Kw 3.244,-

Valor Actual (TTN): U\$S 433.172.000,- U\$S/Kw 1.213,-
 Valor Utilización Económica: U\$S 41.984.000,- U\$S/Kw 118,-

SALA B:

Presidente de Sala: Ingeniero Daniel Eduardo MARTÍN

Director de Sala: Ing. Rubén Agustín BERRAONDO

EQUIPO DE TRABAJO:

Coordinación: Ingeniero Daniel Eduardo MARTÍN

Instalaciones Nucleares y Electromecánicas: Ingeniero Oscar Enrique SARAVIA,
 Ingeniero Francisco Alfredo ARIAS, Ingeniero Pablo Víctor DI GREGORIO.

Obras Civiles: Ingeniero Angel Mauro MARTIN, Arquitecto Andrés CIGLIANO, Ing.
 Héctor FACHIN.

Informática: Licenciado Claudio Antonio MICHALINA, Señor Carlos FOSATTI.

Análisis Económico: Lic. Daniel Fernando MARTINEZ

TASACIONES DE LAS TRES CENTRALES NUCLEARES ARGENTINAS REALIZADAS POR EL TRIBUNAL DE TASACIONES DE LA NACIÓN.

El siguiente es un cuadro comparativo de la tasación de las tres Centrales Nucleares Argentinas realizadas por el Tribunal de Tasaciones de la Nación.

Valores en U\$S	C. N. Embalse		C. N. Atucha I		C.N. Atucha II	
	Valor	U\$S/Kw	Valor	U\$S/Kw	Valor	U\$S/Kw
Potencia Eléctrica Mw	600		357		743	
Valor Nuevo	1.593.538.000	2.656	1.158.000.000	3.244		
Valor TTN Actual	973.255.000	1.622	433.172.000	1.213	2.419.729.000	3.257
Valor Privatización	455.000.000	758	41.984.000	118		
Entró en Servicio	20/01/1984		24/06/1974			

El valor de privatización de Atucha II, no se cuentan con datos.

El valor a nuevo de Atucha II no se informa por estar actualmente en construcción.

El valor de Atucha II del cuadro es: el tasado por el TTN fue de US\$ 1.732.729.000,-, más el del Agua Pesada a instalar US\$ 220.000.000,- y el valor estimado para finalizar la obra de US\$ 467.000.000,-, que suma US\$ 2.419.729.000,-