

C. N. E. A. Bibliotecas	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	Año
1	1980

00.80.15

ASOCIACION ARGENTINA  
DE TECNOLOGIA NUCLEAR



**ACTAS**  
de la  
**VII REUNION CIENTIFICA**

6 al 10 de noviembre de 1978

SAN RAFAEL  
Provincia de Mendoza

COSTO DE EXPLCACION DE LA  
CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA.

OSCAR J. QUIHILLALT

C.N.E.A.

INTRODUCCION

El presente trabajo refleja el cálculo que se efectuara en el mes de Octubre de 1978 y que fuera elevado a la Secretaría de Estado de Energía a los efectos de determinar las tarifas a aplicar durante el Año 1979 por la Central Nuclear en Atucha, para las transacciones económicas originadas en las prestaciones de potencia y energía previstas para dicho período entre las empresas integrantes del Despacho Unificado de Cargas del Sistema Gran Buenos Aires-Litoral al cual se encuentra interconectada y vende su energía y potencia dicha Central.

En el mismo figuran descriptos los datos básicos adoptados y la metodología adoptada para calcular el costo unitario de la potencia puesta a disposición (con lo cual debe recaudarse lo necesario para hacer frente a los costos fijos de la Central) y el costo unitario de la energía generada (con el cual debe recaudarse lo necesario para hacer frente a los costos variables de la Central que básicamente están constituidos por los elementos combustibles).

La composición de ambos costos arroja un valor promedio de 21,1237 Mills U\$S/Kwh.

Los gastos y cargos correspondientes al año 1979

se han calculado con los niveles de precios y salarios vigentes al 30 de septiembre de 1978, con la paridad cambiaria de 1 U\$S = 870 \$ y siguiendo la metodología aprobada por la Secretaría de Estado de Energía en su Resolución N° 308 del Año 1976.

Para el cálculo de la potencia puesta a disposición y la energía suministrada durante el Año 1979, se consideró que la Central efectuará una detención de un mes a partir del primero de marzo para realizar una serie de trabajos de mantenimiento entre los que pueden mencionarse:

- 1) Reparación de una tubería en el sistema de separación de humedad del vapor a la salida de la etapa de alta presión.
- 2) Cambio de la máquina de recambio de elementos combustibles.
- 3) Inspección de los canales de refrigeración del Reactor
- 4) Extracción de probetas de irradiación.
- 5) Inspección del condensador principal y cambio de los tubos dañados.
- 6) Inspección de tuberías del moderador.
- 7) Instalación de un nuevo filtro de resinas del sistema de limpieza de agua pesada.
- 8) Realización de las pruebas repetitivas anuales que deben ser efectuadas con la Central detenida.

Durante el resto del año la Central operará con un factor de disponibilidad y de utilización del 91,5% obteniéndose así como valores promedio para el Año 1979 un 83,5% de factor de disponibilidad y utilización, equivalente a 3.680.420 KW-mes puestos a disposición y 2.633.372 Mwh brutos suministrados, para una potencia

bruta instalada de 367 MW (Ver detalle del cálculo en el Anexo I).

Se observa que en el caso de la Central Nuclear en Atucha de los 21,1237 Mills U\$S/Kwh del costo total, 10,7183 Mills U\$S/Kwh (50,74%) corresponden a costos fijos (Personal, Amortizaciones, Cargas Financieras, Bienes de Consumo, Servicios y Pérdidas de Agua Pesada) y 10,4054 Mills U\$S/Kwh (49,26%) a costos variables (quemado de elementos combustibles). (Ver detalle en el Anexo III).

AÑO 1979INGRESOS POR POTENCIA

Potencia Bruta Instalada = 367.000 Kw  
 Factor de Disponibilidad = Promedio Anual = 0,83548  
 Potencia Disponible Anual = 3.608,420 Kw-mes (Ver detalle Anexo I)

De acuerdo al punto 4.12 del Anexo a la Resolución S.E.E.Nº 308/76 la fórmula a aplicar y correspondiente coeficiente de corrección para el Año 1979 resulta:

$$P_A = K_A \left( 4.784,90 \frac{D}{870} + 2.020,28 \frac{S}{197.910} \right) \quad (\text{Ver Anexo II})$$

donde:

$$K_A = \frac{11391,39 \frac{D}{870} + 2020,28 \frac{S}{197.910} - 11120,16 \frac{C}{53.790}}{4784,90 \frac{D}{870} + 2020,28 \frac{S}{197.910}}$$

(Ver cálculo de  $K_A$  en Anexo III)

Para Setiembre de 1978 en que  $D = D_0$ ,  $S = S_0$  y  $C = C_0$ ,

$$K_A = 0,33673$$

Resultando una tarifa para el KW-mes puesto a disposición para Setiembre de 1978 de:

$$P_A = 0,33673 (4784,90 + 2020,28) \text{ \$/KW-mes} =$$

$$P_A = 0,33673 \times 6805,18 \text{ \$/KW-mes} = 2.291,51 \text{ \$/KW-mes}$$

$$\underline{P_A = 2.291,51 \text{ \$/KW-mes}}$$

El monto de ingreso por potencia puesta a disposición en el Año 1979 con base Setiembre 1978 ascendería entonces a:

$$P = 2.291,51 \text{ \$/KW-mes} \times 3.608.420 \text{ KW-mes/año} =$$

$$\underline{\underline{P = 8.268.731 \text{ Miles\$/año}}}$$

INGRESOS POR ENERGIA

De acuerdo al cálculo efectuado en el punto 3 del Anexo II del presente, a valores de Setiembre de 1978, resulta una tarifa promedio a percibir por la Central Nuclear en Atucha en concepto de energía generada de  $E_A = 15,23766 \text{ \$/Kwh}$ .

Luego el monto del ingreso por energía suministrada en el Año 1979 con base Setiembre 1978 ascendería a:

$$E = 15,23766 \text{ \$/Kwh} \times 2.633.372 \text{ Kwh/año} =$$

$$\underline{\underline{E = 40.126.427 \text{ Miles \$/año}}}$$

INGRESOS TOTALES EN EL AÑO 1979

	<u>Miles \$/año</u>	<u>\$/Kwh</u>	<u>Mills/Kwh</u>	<u>%</u>
Potencia	8.268.731	3,13998	3,60917	17,09
Energía	40.126.427	15,23766	17,51455	82,91
<u>Ingreso Total</u>	<u>48.395.158</u>	<u>18,37764</u>	<u>21,12372</u>	<u>100,00</u>

Dicho ingreso total es coincidente con el costo de generación total que figura en el Anexo N° III según el siguiente detalle:

	<u>Miles \$/año</u>	<u>\$/Kwh</u>	<u>Mills/Kwh</u>	<u>%</u>
Potencia	24.555.947	9,3249	10,7183	50,74
Energía	23.839.126	9,0527	10,4054	49,26
<u>Costo Total</u>	<u>48.395.073</u>	<u>18,3776</u>	<u>21,1237</u>	<u>100,00</u>

Solamente se observa una distinta proporción respecto al valor total, entre los costos por potencia y energía respecto a los ingresos por los mismos conceptos.

ANEXO I  
CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA  
AÑO 1979

POTENCIA PUESTA A DISPOSICION Y ENERGIA SUMINISTRADA

A) POTENCIA

1) Factor de Disponibilidad Promedio

$$\frac{\text{meses de invierno} \quad \text{meses de verano}}{367 \text{ MW} \times 7 \text{ ms.} \times 0,915 + 350 \text{ MW} \times 4 \text{ ms.} \times 0,915 =}$$

$$\frac{367 \text{ MW} \times 7 \text{ meses} + 350 \text{ MW} \times 5 \text{ meses}}{= \frac{2.350,64 \text{ MW-mes} + 1281,00 \text{ MW-mes}}{2.569 \text{ MW-mes} + 1.750 \text{ MW-mes}} = \frac{3.631,64 \text{ MW-mes}}{4.319 \text{ MW-mes}} = \underline{\underline{0,84085}}}$$

2) Potencia bruta puesta a disposición

Menos:

Potencia recibida de AyEE:

$$12.000 \text{ KW} \times 11 \text{ meses} \times 0,085 + 12.000 \text{ KW} \times 1 \text{ mes} =$$

$$= 11.220 \text{ KW-mes} + 12.000 \text{ KW-mes} = \underline{\underline{23.220 \text{ KW-mes}}}$$

$$\underline{\underline{POTENCIA PUESTA A DISPOSICION CNA = \underline{\underline{3.608.420 \text{ KW-mes}}}}}$$

3) Factor de Disponibilidad Neto

$$\text{f.d.} = \frac{3.608.420 \text{ KW-mes}}{4.319.000 \text{ KW-mes}} = 0,83548 \quad \text{f.d.} = \underline{\underline{0,83548}}$$

B) ENERGIA

1) Energía Suministrada

$$367 \text{ MW} \times 7 \text{ ms.} \times 730 \text{ hs/mes} \times 0,915 + 350 \text{ MW} \times 4 \text{ ms.} \times 730 \text{ hs/mes} \times 0,915 =$$

$$= 1.715.964 \text{ MWh} + 935.130 \text{ MWh} = 2.651.094 \text{ MWh}$$

$$\underline{\underline{2.651.094 \text{ MWh}}}$$

Menos:

2) Energía recibida de AyEE:

a)  $12 \text{ MW} \times 11 \text{ meses} \times 730 \text{ hs/mes} \times 0,085 = 8.191 \text{ MWh}$

b)  $12 \text{ MW} \times 1 \text{ mes} \times 730 \text{ hs/mes} = 8.760 \text{ MWh}$

c)  $0,080 \text{ MW} \times 12 \text{ meses} \times 730 \text{ hs/mes} \times 1,10 = 771 \text{ MWh}$

(autoconsumo transformador de arranque) \_\_\_\_\_

TOTAL 17.722 MWh

ENERGIA SUMINISTRADA POR CNA 2.633.372 MWh

3) Factor de utilización neto

$$\begin{aligned}
 \text{f.u.} &= \frac{2.633.372 \text{ MWh}}{367 \text{ MW} \times 730 \text{ hs/mes} \times 7 \text{ meses} + 350 \text{ MW} \times 730 \text{ hs/mes} \times 5 \text{ meses}} = \\
 &= \frac{2.633.372 \text{ MWh}}{1.875.370 \text{ MWh} + 1.277.500 \text{ MWh}} = \frac{2.633.372 \text{ MWh}}{3.152.870 \text{ MWh}} = \underline{\underline{0.83523}}
 \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{\text{f.u.} = 0.83523}}$$

NOTA: Para la generación de energía se adoptó que no será necesario efectuar ciclos por la entrada de Salto Grande a mediados de 1979. De ser así la energía será menor.

A N E X O I ICENTRAL NUCLEAR EN ATUCHADATOS BASICOS PARA EL CALCULO DE LA TARIFA A APLICAR DURANTE EL AÑO 19791. - COSTO DE LA POTENCIA PUESTA A DISPOSICION1.1 - REMUNERACIONES GENERACION (PERSONAL)

El monto de Miles \$ 3.800.000, fue extraído del rubro Gastos en Personal del presupuesto de la Central Nuclear en Atucha elaborado para el año 1979. Dicho monto corresponde a un rol total de 431 personas (1,174 Pers./MW inst.), e incluye cargas sociales y horas extras, arrojando un sueldo neto sin dichos emolumentos de 294.873 \$/mes a valores septiembre de 1978. (Ver Anexo IV)

1.4 - AMORTIZACIONES Y CARGAS FINANCIERAS

Los valores de este rubro fueron calculados mediante la metodología del fondo amortizante, adoptando un factor de recuperación de capital de 0,08883, correspondiente a una tasa anual del 8% y 30 años de depreciación.

Aplicando dicho factor sobre el valor de origen de la central de U\$S 190.909.293 (incluye: costo de la central, primer núcleo de elementos combustibles, agua pesada e inversiones complementarias efectuadas por CNEA (Ver Anexo IV), arroja un total anual para el rubro Fondo de Amortización de Capital de U\$S 16.958.472 equivalentes a (870 \$/U\$S) Miles \$ 14.753.870, que más un 4% de dicho valor en concepto de Capital Circulante equivalente a Miles \$ 590.155, hacen un total de Miles \$ 15.344.025 para el rubro Amortizaciones y Cargas Financieras.

1.7 - MATERIALES Y OTROS GENERACION1.7.1 y 1.7.2 BIENES DE CONSUMO Y SERVICIOS

Los montos correspondientes fueron extraídos del presupuesto de la Central Nuclear en Atucha elaborado para el año 1979, en que se incluyen para Bienes de Consumo U\$S 1.600.000 equivalentes a Miles \$ 1.392.000 y Miles \$ 1.740.000 y para el rubro Servicios U\$S 157.605 equivalentes a Miles \$ 137.117 y Miles \$ 1.750.000 (Ver Anexo IV).

1.7.3 - PERDIDAS DE AGUA PESADA

De acuerdo a los datos estadísticos con que se cuenta respecto a pérdidas de agua pesada, hasta setiembre de 1978 inclusive se han perdido 1578,63 Kg. equivalentes a 2.105 Kg. por año, a los que se le adicionaron 45 Kg. para la parada, re-

sultando un total de 2.150 Kg. para el año 1979 que en valores monetarios al costo de 210 U\$S/Kg., representan un total de U\$S 451.500 equivalentes a Miles \$ 392.805.

2.3 - COSTO DE LA ENERGIA SUMINISTRADA

- Datos básicos:
- 1) Quemado medio año 1979: 5.400 MW<sub>d</sub>/t<sup>U</sup>
  - 2) Contenido de Uranio de cada E.C.:  
0,1525 t<sup>U</sup>/EC.
  - 3) Costo del concentrado de Uranio por E.C.:  
18.729 U\$S/EC. 29,5 %
  - 4) Costo de Fabricación por E.C.:  
44.847 U\$S/EC 70,5 %
  - 5) Costo Total de 1 EC: 63.576 U\$S/EC 100,0 %
  - 6) Energía Bruta Generada en el año  
1979: 2.651.094 MW<sub>eh</sub> (Ver Anexo I)
  - 7) Potencia Térmica de la Central: 1179 MW<sub>t</sub>
  - 8) Potencia eléctrica Bruta: 367 MW<sub>e</sub>
  - 9) Número de elementos combustibles consumidos en el año 1979:

$$N = \frac{1179 \text{ MW}_t \times 2.651.094 \text{ MW}_{eh} \times 365 \text{ d/año}}{5400 \text{ MW}_t \text{d/t}^U \times 0,1525 \text{ t}^U/\text{EC} \times 367 \text{ MW}_e \times 8760 \text{ hs/año}}$$

$$= 431 \text{ EC}$$

- 10) Costo total de la Energía Generada  
431 EC x 63.576 U\$S/EC = 27.401.256 U\$S
- 11) Energía Bruta aportada a la red (descontando 17.722 MWh recibidos del sistema durante paradas) = 2.633.372 MWh.
- 12) Costo del KWh aportado a la red:  
 $\frac{27.401.256 \text{ U$S}}{2.633.372 \text{ MWh}} = 10,4014 \text{ Mills/KWh} = 9,0527 \text{ \$/KWh}$
- 13) Por concentrado de Uranio (29,5%) =  
 $= 3,0654 \text{ Mills/KWh} = 2,6669 \text{ \$/KWh}$
- 14) Por fabricación EC (70,5%):  
 $7,3400 \text{ Mills/KWh} = 6,3858 \text{ \$/KWh}$
- 15) Costos totales por suministro de energía previsto para 1979:

Concentrado de Uranio:	2,6669 \$/KWh x 2.633.372 MWh=	Miles \$ 7.022.940
Fabricación EC	: <u>6,3858 \$/KWh</u> x 2.633,372 MWh=	<u>Miles \$16.816.186</u>
<u>TOTAL</u>	: <u>9,0527 \$/KWh</u> x 2.633.372 MWh=	<u>Miles \$23.839.126</u>

3. - CALCULO DEL COEFICIENTE DE CORRECCION EN LA FORMULA DE REAJUSTE DEL COSTO DE LA POTENCIA PUESTA A DISPOSICION

$$\text{Siendo } P_A = K_A \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) \text{ \$/KW - mes} \quad /1/$$

puede demostrarse que:

$$K_A = \frac{\left( a + 730 \frac{FU}{FD} g \right) \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} - \left( 730 \frac{FU}{FD} e \right) \frac{C}{C_0}}{a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0}} \quad /2/$$

donde para el año 1979 resultó:

a = 4.784,90 \$/KW-mes (parte del costo de la potencia reajutable con el dólar)

FU = 0,83523 (Factor de utilización)

FD = 0,83548 (Factor de disponibilidad)

g = 9,0527 \$/KWh (Costo de la energía de origen nuclear)

D = Cotización del dólar estadounidense definido en el Artículo 4.12 del Anexo de la Resolución SEE N° 308/76.

D<sub>0</sub> = 870 \$/U\$S (Cotización arriba mencionada vigente al 30-9-1978)

b = 2.020,28 \$/KW-mes (Parte del costo de la potencia reajutable con las remuneraciones)

S = Sueldo básico definido en el Artículo 4.12 del Anexo de la Resolución SEE N° 308/76.

S<sub>0</sub> = 197.910 \$/mes (Sueldo básico arriba mencionado vigente al 30-9-1978).

e = 15,23766 \$/KWh (Costo de la energía generada en centrales eléctricas del servicio público de electricidad a fuel-oil, ver detalle de cálculo al final).

C = Precio básico promedio de la tonelada de fuel-oil de 9.800 cal/Kg. definido en el Artículo 4.12 del Anexo de la Resolución SEE N° 308/76.

C<sub>0</sub> = 53.790 \$/t.F.O. (Precio básico arriba mencionado vigente al 30-9-78, incluyendo 10% de flete y acarreo)

Cálculo de e:

De acuerdo a la facturación provisoria del DUC hasta setiembre de 1978 la C.N.A. generó los siguientes MWh en cada período (Ver detalle en Anexo VII):

<u>Período de intercambio</u>	<u>MWh generados hasta set./1978 (Ver Anexo VII)</u>	<u>Por ciento sobre total</u>
Pico 17,30 a 23,30 hs.	540.288,25	25,09
Valle 23,30 a 07,30 hs.	715.525,25	33,23
Hs. restantes 07,30 a 17.30 hs	<u>897.351,00</u>	<u>41,68</u>
Totales	2.153.164,50	100,00

Se adopta dicha distribución para el año 1979 y considerando las calorías por KWh asociadas a cada período de intercambio según el Artículo 3.1 del Anexo de la Resolución SEE N° 308/76, resulta el siguiente valor promedio:

$$0,2509 \times 3.500 \text{ Cal/KWh} + 0,3323 \times 2.200 \text{ Cal/KWh} + \\ + 0,4168 \times 2.800 \text{ Cal/KWh} = 878,15 \text{ Cal/KWh} + 731,06 \text{ Cal/KWh} \\ + 1.167,04 \text{ Cal/KWh} = 2.776,15 \text{ Cal/KWh}$$

$$e = \frac{2.776,15 \text{ Cal/KWh} \times 53,790 \text{ \$/Kg.FO}}{9.800 \text{ Cal/Kg.FO}} = 15,23766 \text{ \$/KWh}$$

$$e = 15,23766 \text{ \$/KWh} = 17,51455 \text{ Mills U\$S/Kwh}$$

Reemplazando en /2/ resulta:

$$K_A = \frac{(4.784,90 + 730 \times \frac{0,83523}{0,83548} \times 9,0527) \frac{D}{870} + 2.020,28 \frac{S}{197.910} - (730 \times \frac{0,83523}{0,83548} \times 15,23766 \frac{C}{53.790})}{4.784,90 \frac{D}{870} + 2.020,28 \frac{S}{197.910}}$$

Para el 30-9-1978 en que  $D = D_0$ ,  $S = S_0$  y  $C = C_0$  resultó:

$$K_A = \frac{2.291,51}{6.805,18} = 0,33673 \quad K_A = \frac{2.291,51}{6.805,18} = 0,33673$$

Reemplazando en /1/ resulta:

$$P_A = 0,33673 \times 6.805,18 \text{ \$/KW-mes}$$

$$\underline{P_A = 2.291,51 \text{ \$/KW-mes}} \quad \text{Costo de la potencia corregida al 30-9-1978}$$

## CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

## COSTOS DE GENERACION INCLUIDOS EN EL CALCULO DE LA TARIFA PARA EL

## 1 COSTO DE LA POTENCIA PUESTA A DISPOSICION

AÑO 1979

R U B R O S	Ajuste Variación Dólar en Miles \$ (1)	Ajuste Variación Remuneraciones en Miles \$ (2)	TOTAL en Miles \$ (3) = (1) + (2)	Ajuste Variación Dólar en \$/Kw-mes (4) = (1) / (P)	Ajuste Variación Remuneraciones en \$/Kw-mes (5) = (2) / (P)	TOTAL en \$/Kw-mes (6) = (3) / (P) (7) = (5) / (E)	TOTAL en \$/Kw h (8) = (7) / (D)	TOTAL en Mills. US\$/Kw h (9)
1.1	-----	3.800.000	3.800.000	-----	1.053,09	1.053,09	1,4430	1,6586
1.2	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1.5	-----	3.800.000	3.800.000	-----	1.053,09	1.053,09	1,4430	1,6586
1.4								
1.4.1	14.753.870	-----	14.753.870	4.088,73	-----	4.088,73	5,6027	6,4398
1.4.2	590.155	-----	590.155	163,55	-----	163,55	0,2241	0,2576
1.5	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1.6	15.344.025	-----	15.344.025	4.252,28	-----	4.252,28	5,8268	6,6974
1.7								
1.7.1	1.392.000	1.740.000	3.132.000	385,76	482,21	867,97	1,1893	1,3671
1.7.2	137.117	1.750.000	1.887.117	38,00	484,98	522,98	0,7166	0,8237
1.7.3	392.805	-----	392.805	108,86	-----	108,86	0,1492	0,1715
1.8	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1.9	1.921.922	3.490.000	5.411.922	532,62	967,19	1.499,81	2,0551	2,3623
1.10	17.265.947	7.290.000	24.555.947	4.784,90	2.020,28	6.805,18	9,3249	10,7183

F.D = 0,83548 equiv.a 3.605.420 Kw-mes = (P)  
 F.U = 0,83523 equiv.a 2.633.372 Kw-h = (E)  
 Nivel de Precios Internos = Setiembre 1978  
 Tasa de cambio = 1 US\$ = \$ 870  
 Salario = 197.910 \$/mes  
 Fuel = 53.790 \$/t

ANEXO III

CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA  
COSTOS DE GENERACION INCLUIDOS EN EL CALCULO DE LA TARIFA PARA EL  
COSTO DE LA POTENCIA PUESTA A DISPOSICION  
AÑO 1979

2 COSTO DE LA ENERGIA SUMINISTRADA

R U B R O S	Ajuste Variación Dólar en Miles \$ (1)	Ajuste Variación Remuneraciones en Miles \$ (2)	TOTAL en Miles \$ (3) = (1) + (2)	(4)	(5)	(6)	TOTAL en \$/Kw h (7) = (3) / (E)	TOTAL en Mills, US\$/Kw h (8) = (7) / (D)	TOTAL en \$ (9)
2.1	7.022.940	-----	7.022.940	-----	-----	-----	2,6669	3,0654	14,51
2.2	16.816.186	-----	16.816.186	-----	-----	-----	6,3858	7,3400	34,75
2.3	23.839.126	-----	23.839.126	-----	-----	-----	9,0527	10,4054	49,25

3 COSTO DE GENERACION TOTAL

3.1	Costo de Generación Total (1.10 + 2.3)	41.105.073	7.290.000	48.395.073	-----	-----	18,3776	21,1237	100,00
-----	---	------------	-----------	------------	-------	-------	---------	---------	--------

A N E X O I V  
CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA  
AÑO 1979

DATOS BASICOS INTERNOS1.1 Remuneraciones (Base setiembre 1978)

a) Sueldo neto mensual promedio	=	294.873 \$/mes
15% Horas extras	=	<u>44.231 \$/mes</u>
Sub-total	=	339.104 \$/mes
100% Cargas sociales	=	<u>339.104 \$/mes</u>
Sub-total	=	678.208 \$/mes

Sueldo anual promedio = 678.208 \$/mes x 13 meses/año = 8.816.705 \$/año

Total Personal = 8.816.705 \$/año x oper. x 431 oper. =  
= Miles \$ 3.800.000 / año

b) Comparación respecto al año 1977 en que el total fue  
Miles \$ 1.120.000:

Mes	% Aumento para personal A.P.N.	Nuevo Indice
Sept. 1977	---	1,00
Nov. 1977	15%	1,15
Ene. 1978	45%	1,6675
Mayo 1978	50%	2,5013
Sept. 1978	36%	3,4017

Luego: Miles \$ 1.120.000 x 3,4017 = Miles 3.809.904  $\approx$   
 $\approx$  Miles \$ 3.800.000

1.4.1 Fondo Recuperación de Capital

(Relación 1 U\$S = 2,5727 DM junio 1976)

1) Contrato Siemens: DM 371.576.105:	144.430.406 U\$S
2) Computadora: DM 4.683.335:	1.820.397 U\$S
3) Primer núcleo elementos combustibles:	
Concentrado de uranio:	1.726.386 U\$S
Fabricación EC = DM 12.023.991:	<u>4.673.686 U\$S</u>
Total elementos combustibles:	6.400.072 U\$S
4) Agua pesada:	24.675.760 U\$S
5) Inversiones complementarias CNEA:	<u>13.582.293 U\$S</u>
Inversión TOTAL:	<u><u>190.909.293 U\$S</u></u>

2.1.3 Costo del seguro marítimo

Puede demostrarse que la tasa total (incluye tasa  
contra todo riesgo y tasa por guerra y huelga)

1.7.1 Bienes de consumo

Según Presupuesto:

En moneda extranjera = U\$S 1.600.000 x 870 \$/U\$S = Miles \$ 1.392.000En moneda local = Miles \$ 1.740.0001.7.2 Servicios

Según Presupuesto:

En moneda extranjera = U\$S 157.605 x 870 \$/U\$S = Miles \$ 137.117En moneda local = Miles \$ 1.750.0002. Costo del elemento combustible2.1 Costo del concentrado de uranio2.1.1 Costo de producción: 95 U\$S/kg U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>Se precisan 12.400 kg U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> para fabricar 65 EC, luego por EC:

$$\frac{12.400 \text{ kg U}_3\text{O}_8}{65 \text{ EC}} = \underline{190,77 \text{ kg U}_3\text{O}_8/\text{EC}}$$

Costo por EC = 95 U\$S/kg U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> x 190,77 kg U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>/EC = 18.123 U\$S/EC2.1.2 Costo del transporte marítimo: 65 EC pesan 18 toneladas brutas2.1.2.1 Básico de ELMA: 205 DM/t = 102,5 U\$S/t (1 U\$S = 2 DM)

$$102,5 \text{ U$S/t} \times 18,0 \text{ t} = \underline{1.845 \text{ U$S}}$$

2.1.2.2 1,5% al valor FOB: Si el mismo supera los 4.200 DM/t (caso costo de los EC) que es 95 U\$S/kg U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> x 12.400 kg U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> = 1.178.000 U\$S)

$$\text{Luego } 0,015 \times 1.178.000 \text{ U$S} = \underline{17.670 \text{ U$S}}$$

2.1.2.3 17,5% de la suma de las cantidades anteriores (1.845 U\$S + 17.670 U\$S = 19.515 U\$S) por recargo de combustible

$$\text{Luego } 0,175 \times 19.515 \text{ U$S} = \underline{3.415 \text{ U$S}}$$

2.1.2.4 Costo total transporte marítimo concentrado de uranio para 65 EC = 22.930 U\$S

para asegurar el transporte de concentrado de uranio vía marítima es

$$S = 13,43683 \% = 1,343683 \%$$

$$\text{Luego } 0,01343683 \times 1.178.000 \text{ U$S} = \underline{15.829 \text{ U$S}}$$

2.1.4	<u>Costo de transportes internos en Europa</u>	=	<u>650 U\$S</u>
2.1.5	<u>Resumen costo del concentrado por EC</u>		
2.1.5.1	Costo de producción	=	18.123 U\$S/EC
2.1.5.2	Costo del transporte marítimo $\frac{22.930 \text{ U$S}}{65 \text{ EC}}$	=	353 U\$S/EC
2.1.5.3	Costo del seguro marítimo = $\frac{15.829 \text{ U$S}}{65 \text{ EC}}$	=	243 U\$S/EC
2.1.5.4	Costo de transportes internos en Europa =		
	= $\frac{650 \text{ U$S}}{65 \text{ EC}}$	=	<u>10 U\$S/EC</u>
	<u>Costo total del concentrado de uranio por EC</u>	=	<u><u>18.729 U\$S/EC</u></u>

## 2.2 Costo de fabricación del elemento combustible

### 2.2.1 Costo de fabricación

Según contrato con RBU CEC-8 a abril de 1977 el precio es de 71.050 DM/EC estimándose un 5% de aumento por año durante los años 1978 y 1979 por aplicación de la fórmula de reajuste incluida en dicho contrato.

$$\begin{aligned} \text{Luego } 71.050 \text{ DM/EC} \times 1,05^2 &= 78.333 \text{ DM/EC} \\ \text{a } 1,90 \text{ DM/U$S} \text{ equivalen a} &= \underline{41.228 \text{ U$S/EC}} \end{aligned}$$

### 2.2.2 Costo del transporte marítimo

De acuerdo con comunicado de ELMA el costo del transporte es del 3,5% al valor FOB, más un 17,5% de esta cantidad en concepto de recargo por combustible.

$$\text{Valor FOB} = 18.729 \text{ U$S/EC} + 41.228 \text{ U$S/EC} = 59.957 \text{ U$S/EC}$$

$$\begin{aligned} \text{Luego: Costo transporte} &= 0,035 \times 59.957 \text{ U$S/EC} = 2.098 \text{ U$S/EC} \\ \text{Recargo por combustible} &= 0,175 \times 2.098 \text{ U$S/EC} = \underline{367 \text{ U$S/EC}} \end{aligned}$$

$$\underline{\text{Costo del transporte marítimo}} = 2.465 \text{ U$S/EC}$$

### 2.2.3 Costo del seguro marítimo

Idem que en 1.3 puede demostrarse que para EC vía marítima es

$$S = 19,07511 \% = 1,907511 \%$$

$$\text{Luego } 0,01907511 \times 59.957 \text{ U$S/EC} = \underline{1.144 \text{ U$S/EC}}$$

### 2.2.4 Costo del transporte EC de puerto a Atucha = 650 U\$S = 10 U\$S/EC

2.2.5	<u>Resumen costos de fabricación por EC</u>		
2.2.5.1	Costo de producción	=	41.228 U\$S/EC
2.2.5.2	Costo del transporte marítimo	=	2.465 U\$S/EC
2.2.5.3	Costo del seguro marítimo	=	1.144 U\$S/EC
2.2.5.4	Costo del transporte del puerto a Atucha	=	<u>10 U\$S/EC</u>
	<u>Costo total de fabricación del elemento comb.</u>	=	<u>44.847 U\$S/EC</u>
3.	<u>Costo total de un elemento combustible</u>		
3.1	Concentrado de uranio = 18.729 U\$S/EC	=	29,5%
3.2	Fabricación = 44.847 U\$S/EC	=	<u>70,5%</u>
3.3	<u>COSTO TOTAL = 63.576 U\$S/EC</u>	=	<u>100,0%</u>

ANEXO VDEMOSTRACION DE LA EXPRESION PARA CALCULAR EL COEFICIENTE DE CORRECCION  $K_A$  A APLICAR A LA FORMULA DE REAJUSTE DEL COSTO DE LA POTENCIA PUESTA A DISPOSICION DE LA CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA PARA COMPENSAR LOS MAYORES INGRESOS POR ENERGIA SUMINISTRADA

El ingreso total por potencia puesta a disposición durante un año es igual a:

$$I_p = \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) \text{PPD} \quad (1)$$

donde:

$I_p$  = Ingreso en pesos por potencia puesta a disposición

$a$  = parte del costo de la potencia en \$/Kw-mes variable con el dólar estadounidense.

$D$  = Cotización del dólar estadounidense definida según Art. 4.12 del Anexo a la Resolución S.E.E. N°308/76 (Índice para costos en moneda extranjera).

$D_0$  = Cotización arriba mencionada vigente a la fecha de referencia del cálculo para determinar el valor de  $a$ .

$b$  = Parte del costo de la potencia en \$/Kw-mes reajutable con las remuneraciones.

$S$  = Sueldo básico definido en el Artículo 4.12 del Anexo a la Resolución S.E.E. N°308/76 (Índice para costos en moneda local).

$S_0$  = Sueldo arriba mencionado vigente a la fecha de referencia del cálculo para determinar el valor de  $b$ .

PPD = Potencia total puesta a disposición durante el año en Kw-mes.

Dado que la energía suministrada por la Central Nuclear en Atucha se abona al mismo precio que la generada por centrales térmicas a fuel-oil, cuyo costo es superior al de la energía de origen nuclear, debe restarse del total de ingresos por potencia este exceso de ingresos por la energía suministrada.

Este exceso de ingresos  $\Delta E$  es igual a :

$$\Delta E = \left( e \frac{C}{C_0} - g \frac{D}{D_0} \right) E \quad (2)$$

donde:

- e = Costo en \$/Kwh de la energía generada en Centrales eléctricas del servicio público de electricidad a fuel-oil.
- C = Precio básico promedio de la tonelada de fuel-oil de 9800 Cal/kg definido según Artículo 4.12 del Anexo a la Resolución S.E.E. N° 308/76 (Índice para costo de la energía).
- C<sub>o</sub> = Precio arriba mencionado vigente a la fecha de referencia del cálculo para determinar el valor de e.
- g = Costo en \$/KWh de la energía de origen nuclear.
- E = Energía total suministrada durante el año en KWh.

Luego el ingreso por potencia puesta a disposición con la corrección arriba señalada resultó ser:

$$I_{PA} = \left( a \frac{D}{D_o} + b \frac{S}{S_o} \right) PPD - \left( e \frac{C}{C_o} - g \frac{D}{D_o} \right) E \quad (3)$$

siendo:

$$PPD = P \times 12 \text{ mes/año} \times FD \quad (4)$$

$$E = P \times 8.760 \text{ hs/año} \times FU = P \times 12 \text{ meses} \times 730 \text{ hs/mes} \times FU \quad (5)$$

donde:

P = Potencia eléctrica bruta de la central en KW.

FD = Factor de disponibilidad de la central previsto para el año del cálculo, igual al cociente entre la potencia total (en KW-mes) que se prevé poner a disposición al fin de año y la que teóricamente se podría haber puesto a disposición de haber funcionado durante todo el año la central a la potencia P.

FU = Factor de utilización de la central previsto para el año del cálculo, igual al cociente entre la energía total (en KWh) que se prevé generar al fin de año y la que teóricamente se podría haber generado de haber funcionado durante todo el año la central a potencia P.

Reemplazando en (3) PPD y E según (4) y (5) resulta:

$$I_{PA} = \left( a \frac{D}{D_o} + b \frac{S}{S_o} \right) P \times 12 \times FD - \left( e \frac{C}{C_o} - g \frac{D}{D_o} \right) P \times 12 \times 730 \times FU \quad (6)$$

Sacando factor común  $P \times 12 \times FD$  en (6) queda:

$$I_{PA} = \left[ \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) - \left( e \frac{C}{C_0} - g \frac{D}{D_0} \right) \times \right. \\ \left. \times 730 \frac{FU}{FD} \right] \underbrace{P \times 12 \times FD}_{PPD \text{ según (4)}} \quad (7)$$

Luego sacando factor común  $a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0}$  en (7) queda:

$$I_{PA} = \left[ 1 - \frac{\left( e \frac{C}{C_0} - g \frac{D}{D_0} \right) 730 \frac{FU}{FD}}{a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0}} \right] \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) \times PPD \quad (8)$$

Luego:

$$I_{PA} = \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} - e \frac{C}{C_0} 730 \frac{FU}{FD} + g \frac{D}{D_0} 730 \frac{FU}{FD} \right) \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) PPD \quad (9)$$

Agrupando:

$$I_{PA} = \underbrace{\left[ \frac{\left( a + 730 \frac{FU}{FD} g \right) \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} - 730 \frac{FU}{FD} e \frac{C}{C_0}}{a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0}} \right]}_{K_A} \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) PPD \quad (10)$$

Luego:

$$K_A = \frac{\left( a + 730 \frac{FU}{FD} g \right) \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} - 730 \frac{FU}{FD} e \frac{C}{C_0}}{a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0}} \quad (11)$$

Reemplazando en (10)

$$I_{PA} = K_A \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) PPD \quad (12)$$

y el precio unitario corregido de la potencia puesta a disposición en \$/KW-mes será:

$$P_A = K_A \left( a \frac{D}{D_0} + b \frac{S}{S_0} \right) \quad (13)$$

A N E X O VI  
=====

CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

GENERACION E INTERCAMBIO DE ENERGIA EN MWH HASTA SETIEMBRE DE 1978 INCLUSIVE

MES	PICO (17.30 hs. a 23.30 hs.)	VALLE (23.30 hs. a 7.30 hs.)	HS. RESTANTES (7.30 hs. a 17.30 hs.)	TOTAL
-ENERO	67.700,500	90.257,250	112.241,750	270.199,500
-FEBRERO	61.214,500	81.450,250	101.980,250	244.645,000
-MARZO	35.934,500	45.089,500	57.533,000	138.557,000
-ABRIL	65.748,750	87.451,500	109.262,750	262.463,000
-MAYO	68.045,250	90.464,000	113.263,250	271.772,500
-JUNIO	39.864,000	54.932,250	69.468,750	164.265,000
-JULIO	67.240,750	86.663,750	109.651,500	263.556,000
-AGOSTO	68.343,250	90.992,000	113.836,250	273.171,500
-SETIEMBRE	66.196,750	88.224,750	110.113,500	264.535,000
TOTALES	540.288,25	715.525,25	897.351,00	2.153.164,50
8	25,09	33,23	41,68	100,00

ANEXO VIICENTRAL NUCLEAR EN ATUCHARESUMEN FACTURACION MES SEPTIEMBRE 1978 SEGUN RESOLUCION S.E.E. N° 409/771) - POR POTENCIA

A y EE	=	54,057 MW-mes x 1.392.554 \$/MW-mes = \$	75.277.292
CIAE	=	35,607 MW-mes x 1.392.554 \$/MW-mes = \$	49.584.670
DEBA	=	55,280 MW-mes x 1.392.554 \$/MW-mes = \$	76.980.385
SEGBA	=	<u>222,789 MW-mes x 1.392.554 \$/MW-mes = \$</u>	<u>310.245.713</u>
TOTALES	=	367,733 MW-mes x 1.392.554 \$/MW-mes = \$	<u><u>512.088.060</u></u>

2) - POR ENERGIA

A y EE	=	\$	492.814.965
CIAE	=	\$	424.140.046
DEBA	=	\$	853.350.294
SEGBA	=	\$	<u>2.038.060.486</u>
TOTAL	=	264.533,50 MWh = .....	<u><u>\$ 3.808.365.791</u></u>

3) - TOTAL GENERAL

TOTAL POR POTENCIA	\$	512.088.060
TOTAL POR ENERGIA	\$	<u>3.808.365.791</u>
TOTAL GENERAL.....	\$	<u><u>4.320.453.851</u></u>

4) - PRECIO UNITARIO TOTAL

$$\frac{\$ 4.320.453.851}{264.533.500 \text{ kwh}} = 16,3324 \$ / \text{wh}$$

$$\frac{16,3324 \$ / \text{kwh}}{0,870 \$ / \text{Mills U\$S}} = 18,7728 \text{ Mills U\$S / kwh}$$

**ANEXO VIII**  
**DESPACHO UNIFICADO DE CARGAS**  
 Central Nuclear en Atucha  
 Costo de potencia puesta a disposición en pesos

Conceptos	1976 (R. 308/76)	1977 (R. 8/77)	1978 (R. 409/77)	1979 (Previsión)
Potencia Instalada (MW) (kW-mes/año)	340 4.080.000	340 4.080.000	370 4.440.000	367 4.319.000
Potencia Disponible (MW) (kW-mes/año)	272 } 80% 3.264.000	255 } 75% 3.060.000	280 } 76% 3.360.000	306 } 83,5% 3.608.420
Costo Potencia Disponible (\$/kW-mes)	0,95217 x 1073,27 = 1021,94	0,981934 x 1858,71 = 1825,13	0,8276 x 3347,00 = 2770,00	0,33673 x 6805,18 = 2291,51
Componentes: Dólar Salarios (\$/kW-mes) (\$/kW-mes)	843,97 229,30 1.073,27	1.573,60 285,11 1.858,71	2.689,00 658,00 3.347,00	4.784,90 2.020,28 6.805,18
Coefficiente "k"	$K_A = \frac{5116 \frac{D}{140} + 795 \frac{S}{23229} - 2367 \frac{C}{3500}}{2927 \frac{D}{140} + 795 \frac{S}{23229}} = 0,95217$	$K_A = \frac{2780 \frac{D}{252} + 285,11 \frac{S}{26016} - 1240,27 \frac{C}{6000}}{1573,60 \frac{D}{252} + 285,11 \frac{S}{26016}} = 0,981934$	$K_A = \frac{5357 \frac{D}{475} + 658 \frac{S}{63067} - 3245 \frac{C}{15741}}{2689 \frac{D}{475} + 658 \frac{S}{63067}} = 0,8276$	$K_A = \frac{11391 \frac{D}{870} + 2020 \frac{S}{197910} - 11120 \frac{C}{53790}}{4785 \frac{D}{870} + 2020 \frac{S}{197910}} = 0,33673$
Fórmula de ajuste	$P_A = K_A (843,97 \frac{D}{140} + 229,30 \frac{S}{23229}) \frac{\$}{kW-mes}$	$P_A = K_A (1573,60 \frac{D}{252} + 285,11 \frac{S}{26016}) \frac{\$}{kW-mes}$	$P_A = K_A (2689 \frac{D}{475} + 658 \frac{S}{63067}) \frac{\$}{kW-mes}$	$P_A = K_A (4785 \frac{D}{870} + 2020 \frac{S}{197.910}) \frac{\$}{kW-mes}$

Frenisas de la previsión:  
 Dólar (D): 870 \$/US\$  
 Salarios (S): 197.910 \$/mes  
 Combustibles (C): 53.970 \$/Ton.F.O.

ANEXO IX

DESÍGACHO UNIFICADO DE CARGAS

CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA  
Costo de potencia puesta a disposición en dólares

Conceptos	1976 (R.308/76)	1977 (R.3/77)	1978 (R.409/77)	1979 (Previsión)
Período				
Potencia instalada (MW) (kW-mes/año)	340 4.080.000	340 4.080.000	370 4.440.000	367 4.319.000
Potencia Disponible (MW)	272 } 80% 3.264.000	255 } 75% 3.060.000	280 } 76% 3.360.000	306 } 83,5% 3.608.420
Costo Potencia Disponible (U\$S/kW-mes)	$0,95217 \times 7,666 = 7,299$	$0,981934 \times 7,376 = 7,243$	$0,8276 \times 7,046 = 5,831$	$0,33673 \times 7,822 = 2,634$
Componentes: Dólar (U\$S/kW-mes) Salarios (U\$S/kW-mes)	6,028 1,638 7,666	6,244 1,132 7,376	5,661 1,385 7,046	5,500 2,322 7,822
Coeficiente "K"	$K_A = 0,95217$	$K_A = 0,981934$	$K_A = 0,8276$	$K_A = 0,33673$
Fórmula de ajuste	$P_A = K_A \left( \frac{D}{140} + 1,638 \frac{S}{23.229} \right) \frac{U\$S}{kW-mes}$	$P_A = K_A \left( \frac{D}{252} + 1,132 \frac{S}{26.016} \right) \frac{U\$S}{kW-mes}$	$P_A = K_A \left( \frac{D}{475} + 1,385 \frac{S}{63.067} \right) \frac{U\$S}{kW-mes}$	$P_A = K_A \left( \frac{D}{870} + 2,322 \frac{S}{197.910} \right) \frac{U\$S}{kW-mes}$
DOLAR (D) (\$/U\$S)	140	252	475	870
SALARIOS (S) (\$/mes)	23.229	26.016	63.067	197.910
COMBUSTIBLES (C) (\$/Ton.F.O.)	3.500	6.000	15.741	53.790