

**CLICeT**  
Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas

Por Ricardo A. De Dicco y Alfredo Fernández Franzini  
Agosto de 2006

# Evolución histórica del Sistema de Generación Nucleoeléctrica de Argentina, periodo 1974-2006



*Ciencia y Energía*

Centro Latinoamericano de Investigaciones Científicas y Técnicas

***Evolución histórica del Sistema de Generación  
Nucleoeléctrica de Argentina, periodo 1974-2006***

**Por *Ricardo A. De Dicco* y *Alfredo Fernández Franzini***

**Buenos Aires, Agosto de 2006**

**TABLA DE CONTENIDOS**

<b>Evolución del Parque Nucleoeléctrico de Argentina .....</b>	<b>1</b>
<b>Competitividad de las centrales nucleoeléctricas.....</b>	<b>5</b>
<b>Disponibilidad del combustible nuclear .....</b>	<b>7</b>
<b>Posibilidad de participación de la energía nuclear en la matriz energética argentina de los próximos 20 años .....</b>	<b>8</b>
<b>A modo de conclusión .....</b>	<b>11</b>
<b>Apéndice de cuadros e imágenes.....</b>	<b>12</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>	<b>16</b>

## **Evolución del Parque Nucleoeléctrico de Argentina**

**E**l presente estudio, basado íntegramente en el Informe AREP026 del Área de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo del IDICSO-USAL,<sup>1</sup> abordará un breve análisis histórico del sistema de generación nucleoeléctrica de Argentina durante el período 1974-2006. Aquí se considera parque eléctrico al conjunto de centrales eléctricas de una región o de un país. La potencia del parque eléctrico sería la sumatoria de las potencias de las centrales eléctricas que lo conforman, la que se denomina potencia total instalada.

Argentina ha ocupado un lugar preponderante en el desarrollo de la energía nuclear, pues, desde 1950 cuenta con un organismo especializado, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Este organismo gubernamental se creó con el fin inicial de desarrollar especialistas e investigadores en el tema nuclear y proteger a la población del país de los efectos nocivos de las radiaciones provenientes de los materiales radioactivos que en esa época eran producidos por las explosiones nucleares que las principales potencias bélicas efectuaban como parte de la carrera armamentista nuclear en el contexto de la Guerra Fría.

Es importante destacar que la CNEA permitió al país ser el primero en América Latina en contar con una central nucleoeléctrica en operación, Atucha I (CNA-I), de 357 MWe de potencia bruta instalada (335 MWe netos),<sup>2</sup> que el 20 de Marzo de 1974 se conectó por primera vez al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Posteriormente, el 3 de Mayo de 1983 se inauguró la segunda central nuclear en Embalse Río Tercero (CNE), de 648 MWe de potencia bruta instalada (600 MWe netos). Ambas centrales se han desempeñado hasta la fecha con índices de carga y eficiencia que las ubican entre las primeras del mundo, lo que refleja el alto nivel de excelencia y capacidad del personal que las opera y mantiene.

En Julio de 1981 comenzó la construcción de la tercera central nuclear, Atucha II (CNA-II), de 749 MWe de potencia bruta (692 MWe netos), cuyo desarrollo se ha visto demorado por problemas presupuestarios y cambios en la política energética durante la administración Alfonsín,<sup>3</sup> y, particularmente, resultantes de la reforma del Estado implementada durante la gestión menemista. Este proyecto ha sido reactivado en 2004 (véase *“Plan Energético Nacional, 2004-2008”* publicado por la Secretaría de Energía

---

<sup>1</sup> Véase <http://www.salvador.edu.ar/csoc/idicso/energia.htm>

<sup>2</sup> Megawatts (o Megavatios), que se abrevia como MW, es una unidad de potencia. Potencia es la cantidad de energía que puede producir una central eléctrica (o consumir un proceso industrial, o un electrodoméstico) en un tiempo determinado, generalmente en un segundo. La unidad más común de potencia es el vatio (o Watt, W), y corresponde a la producción o consumo de una energía de un julio (o joule, J) en un segundo. Un múltiplo natural es el megavatio (o Megawatt, MW) que corresponde a la producción o consumo de 1.000.000 de J por segundo, y es igual a 1.000.000 de W. MWe es Megawatt eléctrico.

<sup>3</sup> Más precisamente durante la gestión del Ing. Jorge Lapeña en la Secretaría de Energía, quien paralizó el plan nuclear nacional con el argumento falaz de que Argentina era un país gasífero y que se debía emplear a este recurso natural no renovable para la satisfacción de las necesidades energéticas del aparato productivo nacional.

de la Nación el 11 de Mayo de 2004), estimándose su terminación para 2009,<sup>4</sup> si se superan los problemas organizativos y contractuales surgidos de reiniciar el mismo luego de varios años de abandono.

La performance de las centrales nucleares argentinas mencionada anteriormente es el argumento fundamental para la continuación del programa de construcción de centrales nucleares que será necesario para reemplazar en la generación eléctrica el uso de los hidrocarburos de origen local, cuyo nivel de extracción se encuentra ya en la etapa de franca declinación, y de los importados cuyo precio irá en incontenible aumento.

El desempeño referido abarca no sólo la disponibilidad y confiabilidad de las centrales, sino también las excelentes características ambientales de las mismas ya que no producen gases de efecto invernadero, lluvia ácida, deterioro de la capa de ozono, ni tampoco otro tipo de contaminación, y desmitificando el famoso “problema insoluble” de los residuos nucleares, ya que luego de 32 años de operación de Atucha I todos los elementos combustibles<sup>5</sup> usados están almacenados en forma segura en la misma central.

Además estos combustibles usados contienen aún el 96% de la energía original, que puede ser aprovechada reprocesando los mismos para producir nuevos elementos combustibles.

A continuación se presenta la evolución de los factores de disponibilidad del parque nucleoelectrico nacional y de los porcentajes de participación nuclear sobre el total generado en el SADI:

---

<sup>4</sup> Aunque recientemente autoridades de la CNEA y de Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NA-SA, empresa pública cargo de la operación de las centrales nucleares) anunciaron que las obras en Atucha II estarían terminadas hacia el segundo semestre del año 2010.

<sup>5</sup> Los elementos combustibles son los responsables de producir energía en los reactores o centrales nucleoelectricas, generando calor durante dicho proceso, como cualquier otro tipo de combustible. Al hablar de elementos combustibles de los reactores basados en la reacción de fisión (es decir, todos los reactores comerciales actuales y una buena parte de los reactores de investigación), generalmente se considera como tal a un dispositivo que comprende al combustible propiamente dicho (uranio, plutonio), los materiales que resultan contenedores de los mismos y la disposición geométrica que este conjunto toma en base al diseño.

**Cuadro 1. Factores de disponibilidad del parque nucleoelectrico argentino y porcentaje de participación nuclear sobre el total generado en el SADI, período 1974-2005 (en GWe y %)**

Año	CNA-I (%)	CNE (%)	Energía bruta generada CNA-I (GWe)	Energía bruta generada CNE (GWe)	Energía bruta generada CNA-I + CNE (GWe)	Participación % sobre el Total generado en el SADI
1974	70,01	0,00	1.036	0,00	1.036	12,69
1975	86,66	0,00	2.517	0,00	2.517	15,33
1976	88,32	0,00	2.572	0,00	2.572	15,38
1977	52,41	0,00	1.637	0,00	1.637	8,31
1978	92,77	0,00	2.896	0,00	2.896	13,90
1979	86,22	0,00	2.692	0,00	2.692	11,82
1980	76,17	0,00	2.340	0,00	2.340	9,51
1981	92,04	0,00	2.816	0,00	2.816	10,68
1982	81,39	0,00	1.870	0,00	1.870	6,93
1983	91,62	0,00	2.517	0,00	2.517	8,90
1984	97,88	73,30	1.878	2.763	4.641	15,14
1985	90,26	93,70	1.613	4.153	5.766	16,62
1986	89,91	66,54	2.360	3.352	5.711	15,03
1987	48,10	88,47	1.494	4.971	6.465	15,09
1988	27,36	86,92	858	4.940	5.798	13,17
1989	0,00	88,93	0	5.039	5.039	11,97
1990	59,75	95,69	1.869	5.412	7.280	16,85
1991	92,58	89,37	2.895	4.876	7.771	17,02
1992	75,96	84,24	2.382	4.699	7.081	14,78
1993	81,86	90,43	2.560	5.134	7.694	14,55
1994	86,03	97,68	2.690	5.545	8.235	14,30
1995	91,08	74,32	2.848	4.219	7.067	11,79
1996	69,78	92,60	2.188	5.271	7.459	11,65
1997	92,74	89,14	2.900	5.060	7.961	11,50
1998	80,95	86,72	2.532	4.921	7.453	10,47
1999	47,65	99,07	1.490	5.616	7.106	9,33
2000	57,00	77,21	1.787	4.390	6.177	7,47
2001	48,66	97,56	1.522	5.537	7.059	8,33
2002	34,44	83,92	1.077	4.744	5.821	7,49
2003	68,82	95,48	2.152	5.414	7.566	9,34
2004	92,84	87,57	2.903	4.965	7.869	8,59
2005	68,19	83,89	2.133	4.724	6.857	7,08
<b>ACUMULADO *</b>	<b>72,46</b>	<b>87,40</b>	<b>67.024</b>	<b>105.743</b>	<b>172.767</b>	<b>11,16</b>

Notas:

\* Acumulado desde entrada en servicio hasta el 31/Dic/2005.

Cabe destacar que CNA-I estuvo fuera de servicio dos meses por Parada Programada, durante el período comprendido entre el 19/Feb/2005 y el 19/Abr/2005.

Fuente: CNEA, 2006.

Los puntos singulares respecto de la energía generada anual que pueden apreciarse en el Cuadro 1 se deben a las siguientes causas:

- En 1977, por un cortocircuito en el transformador de salida de CNA-I ocurrido en Diciembre de 1976, obliga a adelantar la salida programada para 1977. Se pierden varios meses de generación hasta que se finaliza la reparación del transformador.
- En 1987 se realiza una parada programada en CNA-I que se había postergado por problemas en la obtención de divisas; durante ese año se producen, además, fallas repetidas en los tubos de los generadores de vapor que producen salidas de servicio. Durante la parada se soluciona el problema que producía estas fallas.
- A mediados de 1988 se produce la rotura de un canal de refrigeración en el reactor de CNA-I. La solución propuesta por Siemens, de abrir el reactor, implicaba varios años de parada. Se opta por un sistema robótico de reparación desarrollado por CNEA e INVAP S.E.,<sup>6</sup> el cual reduce este plazo en poco más de un año. Se pone nuevamente en marcha la central a comienzos de 1990.
- En 2001 se repite la falla del transformador de salida. Se fabrica uno nuevo en el país, lo que insume varios meses de parada. Luego de su instalación y puesta en marcha se repara el antiguo transformador, que queda de repuesto.
- En 2002 luego de una prueba de rutina se observa que algunas barras de control tienen un tiempo de caída superior al normal. La investigación posterior determinó que los tubos guías por los cuales se desplazan las barras habían sufrido deformaciones, por lo que resulta necesario efectuar el cambio de los mismos, lo que implica una parada de la central de varios meses.

---

<sup>6</sup> Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado (INVAP) inició sus actividades a partir de 1976, por un acuerdo entre la CNEA y la Provincia de Río Negro. Sus instalaciones principales están ubicadas en San Carlos de Bariloche (Río Negro). INVAP ha colaborado con la CNEA en diversos desarrollos tecnológicos en el campo nuclear, y ha construido, además, reactores de investigación en Argentina, Argelia, Australia, Egipto y Perú.

## Competitividad de las centrales nucleoeléctricas

En el Cuadro 2 se presentan los costos comparativos de diferentes tipos de centrales eléctricas, donde las nucleoeléctricas se destacan por su competitividad frente a las restantes opciones:

<b>Cuadro 2. Análisis comparativo de la estructura de costos de las centrales eléctricas</b>				
<b>Tipo de central generadora</b>	<b>Costo Variable \$/MWh</b>	<b>Costo Fijo \$/MWh</b>	<b>Costo de Capital \$/MWh</b>	<b>COSTO TOTAL \$/MWh</b>
<b>Nuclear CNA-II 750 MW</b>	5,96	7,99	9,84	23,78
<b>Nuclear CANDU 600 MW</b>	4,81	7,99	24,25	37,05
<b>Térmica CC 800 MW (gas U\$S 3/MBTU)</b>	19,05	3,42	8,60	31,08
<b>Térmica CC 800 MW (gas U\$S 4/MBTU)</b>	25,52	3,42	8,60	37,55
<b>Térmica CC 800 MW (gas U\$S 5/MBTU)</b>	31,81	3,42	8,60	43,84
<b>Hidroeléctrica CORPUS CHISTI 4.600 MW</b>	0,00	1,71	45,40	47,11
<b>Eólica 50 MW</b>	0,00	2,85	61,93	64,78
<b>Solar 50 MW</b>	0,00	4,57	204,36	208,93

Fuente: Francisco Carlos Rey (2004).

Para esta tabla se emplearon tres tipos de costos: variable, fijo y de capital. Se entiende por costo variable al combustible, mantenimiento y suministros varios. Por costo fijo se entiende masa salarial, seguros y servicios de seguridad. Y por costo de capital se entiende la amortización del capital necesario para construir la central durante el período de vida útil de la misma.

Cabe destacar que el costo de capital considerado para CNA-II corresponde al requerido para finalizar las obras de la misma, las cuales se encuentran en un 80% de avance desde 1987, año en que fue paralizada por decisión política de la Administración Alfonsín.

Nótese que en el costo variable de las centrales de ciclo combinado se han considerado 3 escenarios posibles en relación al precio del gas natural: U\$S 3 el millón de BTU, U\$S 4 el millón de BTU y U\$S 5 el millón de BTU.

En dicha tabla se ha considerado una tasa de amortización anual del 10%; la vida útil de las centrales se ha tomado en 40 años para las nucleares, 20 años para las de ciclo combinado (abastecidas con gas natural), 50 años la hidroeléctrica y 10 años para las de energía solar y eólica.



## Disponibilidad del combustible nuclear

**H**asta el momento se ha explorado solamente el 20% del territorio del país, y se ha certificado la existencia de unas 11.000 toneladas de uranio, suficientes para cubrir las necesidades de cuatro centrales por 60 años de vida útil cada una.

Este horizonte de vida de las reservas uraníferas se basa en el uso de reactores de uranio natural y agua pesada, y con ciclo de combustible abierto. Si se utiliza uranio ligeramente enriquecido y con un ciclo de combustible cerrado con reprocesamiento, dichas reservas se multiplican 2,3 veces por cada ciclo de reprocesamiento, cubriendo las necesidades de nuestro país por varios cientos de años, y con la ventaja de reducir apreciablemente el volumen de residuo radioactivo a procesar y almacenar.

Cabe destacar que en el proceso de enriquecimiento del U se necesitan 8 Kg de Unat (0,7% U235) para producir 1 Kg de U enriquecido al 3,5% y quedan 7 Kg de "cola" de U "empobrecido" con 0,3% de U235. El U enriquecido al 3,5% tiene unos 35 gramos de U235 por kilo de U.

Cuando se saca del reactor como EC "quemado" tiene 10 gr de U235, 10 gr de Pu239 y unos 30 gr de residuos de fisión. Con el reprocesado se sacan los 30g de residuos y se le agregan 15g de U235 para llevar la mezcla a los 35g/Kg de material fisil que tenía el EC original.

Para obtener estos 15g de U235 solo hacen falta 3,4 Kg de Unat, o sea que por cada Kg de combustible reprocesado solo hace falta 3,4 Kg de Unat en lugar de los 8Kg para el Kg de U enriquecido original. Esto nos da el aumento de 2,3 veces de las reservas cuando se hace el reprocesamiento del combustible gastado, además de reducir la masa de residuos a almacenar, de 1 Kg a 30g.

Nuestro país dispone de la tecnología necesaria para lograr la meta de llegar a un ciclo de combustible autónomo que abarque todas las etapas del ciclo cerrado mencionada antes.

Pero, entre otros problemas, se encuentra el autoabastecimiento.

La Provincia de Mendoza contribuyó estratégicamente al desarrollo de la energía nuclear del país, lo cual se refleja en la actuación conjunta de la CNEA y de la Universidad Nacional de Cuyo, posicionándose, junto a Chubut, en la provincia con las mayores reservas uraníferas del país, y con la mayor producción acumulada. Pero los yacimientos del distrito de Sierra Pintada cesaron su producción en 1999, por razones "menemistas" vinculadas a la caída del precio internacional (U\$S 20/kg). Desde entonces Argentina importa uranio de Brasil, pagándolo hoy a precio internacional (U\$S 86/kg), cuando la explotación uranífera de Sierra Pintada podría tener hoy un costo de U\$S 45/kg.

Ahora la demora en la reapertura del complejo uranífero de Sierra Pintada se debe a diferencias en cuestiones medioambientales entre la Dirección de Ambiente mendocina y la CNEA. Si bien la CNEA presentó en Junio de 2004 un informe medioambiental perfectamente compatible con lo estipulado por la Ley Nacional N° 24.585 (de Protección Ambiental), la Dirección de Ambiente no ha emitido ninguna respuesta.

## **Posibilidad de participación de la energía nuclear en la matriz energética argentina de los próximos 20 años**

### *1. Etapa intermedia de plantas importadas*

**E**n paralelo con la reactivación del proyecto CNA-II se debe analizar la factibilidad de iniciar la construcción de un segundo reactor CANDU de 700 MWe en CNE, y definir un nuevo módulo a construir para Atucha III (CNA-III). Asimismo iniciar los estudios para la localización de un tercer sitio para futuros módulos de 1.000 MWe o superiores, sobre la costa del Río Paraná y cerca de las líneas troncales de 500 Kv.

Estas acciones están condicionadas por la disponibilidad de recursos financieros y humanos. El primero puede ser salvado por una línea de financiamiento adecuada y el segundo por un plan intensivo de incorporación y formación de personal, que también finalmente termina en un problema de financiación, pero con un condicionamiento adicional que es el tiempo necesario para la formación del personal.

La reactivación del programa nuclear argentino permitirá también optimizar la utilización de la capacidad existente para producción de elementos combustibles en Ezeiza (CONUAR), de agua pesada en Arroyito, Provincia de Río Negro (ENSI\_PIAP) y de los yacimientos uraníferos de las provincias de Mendoza y Chubut.

### *2. Desarrollo de la tecnología nuclear argentina de reactores de potencia*

Adicionalmente es necesario completar el desarrollo ya iniciado con la tecnología nacional de reactores de potencia, realizada hasta el momento por la CNEA e INVAP, y plasmada en el concepto de reactor de cuarta generación CAREM (Central Argentina de Elementos Modulares), en una gama posible de 27 a 350 MWe.

Cabe destacar que las “generaciones” de reactores se originan en los primeros reactores pequeños para generación nucleoelectrica derivados de los reactores de propulsión naval. Los siguen los de segunda generación diseñados en los ‘70, de mayor potencia (800 a 1200 MWe) y en operación en el presente. La tercera generación, que comienza a construirse, es una mejora de estos diseños, incorporando los avances en sistemas de control y mejoras y simplificaciones en los sistemas de seguridad, y en la estandarización de componentes y prototipos que faciliten el licenciamiento y la fabricación. La cuarta generación marca un cambio radical en el diseño, con la incorporación de sistemas de seguridad pasivos, que no requieren energía ni acción iniciadora para mitigar los efectos de alguna falla de la operación.

Ahora bien, el primer paso es concretar la realización de un primer prototipo de 27 MWe que permita confirmar y probar los conceptos de diseño teórico y ensayos de elementos y conjuntos individuales realizados hasta ahora, tales como elementos combustibles, mecanismos de accionamiento de los controles de reactividad y otros, que necesitan ser probados en conjunto para confirmar los parámetros dinámicos teóricos.

Luego de estos ensayos se encararía la construcción de un prototipo de 350 MWe, que es el módulo de tamaño adecuado a las necesidades estructurales de nuestro país, así

como también de otros países de desarrollo similar, lo que permitiría la exportación de esta tecnología, como ya se ha hecho con los reactores experimentales y de investigación que exporta INVAP S.E. (Perú, Argelia, Egipto, Australia).

### *3. Beneficios del CAREM*

Entre los beneficios directos de la central nucleoeléctrica CAREM, según INVAP S.E. se observa que un ejemplar de 27 MWe de potencia instalada podría generar electricidad para abastecer a una localidad de 100 mil habitantes, o bien a una ciudad de menos habitantes y con un parque industrial intensivo en energía, o bien suministrar agua desalinizada y electricidad a una región aislada, o bien conectarse al SADI de energía eléctrica. En cualquiera de los casos mencionados, una central CAREM con la potencia mencionada podría generar alrededor de 175.200 MWe/h anuales, reduciendo las consecuencias para el aparato productivo nacional de su actual dependencia de centrales térmicas abastecidas con gas natural y derivados de petróleo, recursos naturales no renovables cuyas reservas se encuentran cerca de su agotamiento.

No obstante, además de lograr una considerable reducción en el impacto del precio de los hidrocarburos en la economía nacional (y del descontrol por parte del Estado respecto a la cadena hidrocarburífera), con el ingreso al SADI de un primer CAREM se dejarían de emitir a la atmósfera, según INVAP S.E., un millón de toneladas de dióxido de carbono (gas de efecto invernadero), 31 mil toneladas de óxido de azufre y 12 mil toneladas de óxidos de nitrógeno (gases precursores de lluvia ácida).

Otros beneficios adicionales inmediatos son: la creación de miles de puestos de trabajo debido a la construcción en serie de las centrales, en su mayoría altamente calificados; la creación de una industria de servicios técnicos de apoyo, especialmente a ejecutar durante las paradas programadas.

Entre otros beneficios indirectos, INVAP S.E. estima que la industria nacional podría proveer alrededor del 70% del suministro de partes y componentes de ese primer reactor CAREM. Esta participación podría incrementarse para la segunda planta creando nuevos proveedores calificados, y extendiendo así los beneficios económicos para el país. Algunos componentes que no sean fabricados *in situ* (como ser el recipiente de presión) podrían adquirirse en Brasil, favoreciendo la Integración Regional Sudamericana.

Cabe señalar que, según INVAP S.E., la seguridad del CAREM “*sería superior a la de casi todo otro reactor operativo en el mundo, al menos hasta que fueran construyéndose otras propuestas de cuarta generación*”.

En relación al precio, el costo total de la central CAREM sería bajo dado su tamaño; no obstante, el costo del kilovatio instalado inicial podría ser alto (considerando que se trataría de un prototipo), tomando como referencia internacional el precio del kilovatio instalado del reactor nuclear de tercera generación francés EPR1600 (de 1.600 MWe), el cual fluctúa entre los U\$S 1.500 y U\$S 1.800 para las primeras unidades, estimándose que podría bajar a los U\$S 1.000 para la producción en serie. Es decir, que el costo del kilovatio instalado inicial de una central CAREM podría fluctuar entre los U\$S 3.000 y

U\$S 3.600, reduciéndose a U\$S 1.000 la construcción en serie (varias docenas, con componentes estandarizados) para unidades superiores a los 100 MWe.

En suma, pasar de 27 MWe a 150 MWe y luego a 300/350 MWe de potencia instalada con mínimas modificaciones de ingeniería, posibilita lograr economías de escala muy considerables.

## **A modo de conclusión**

**L**as acciones propuestas en este informe están orientadas a lograr recuperar el terreno que nuestro país ha perdido en el campo de la energía nuclear, como resultado de reformas estructurales absurdas (cuyo único objetivo fue conducir al país hacia el subdesarrollo), y preparar en todo lo posible al mismo para que logre paliar la futura falta del recurso energético hidrocarburífero con esta alternativa energética autóctona que permita manejar la crisis con la mayor cuota de independencia económica, tecnológica y política posible.

Este es uno de los caminos necesarios y posibles para lograr transformar nuestra actividad económica de un perfil productor y exportador de materias primas de bajo valor agregado a una de productor y exportador de productos industriales avanzados de alta tecnología y valor agregado, generador de demanda de mano de obra altamente calificada.

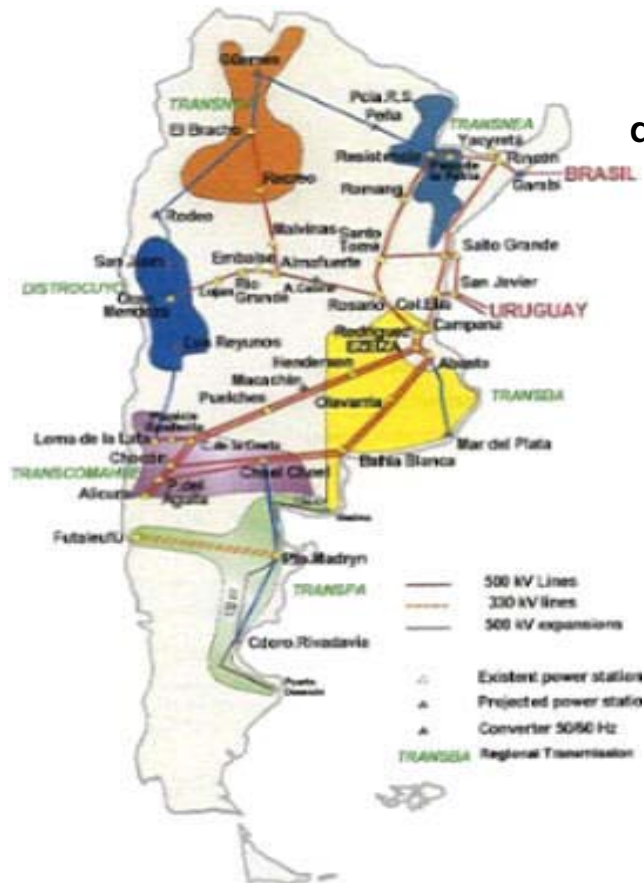
*Ricardo De Dicco y Alfredo Fernández Franzini*

**Buenos Aires, 17 de Agosto de 2006**

Apéndice de cuadros e imágenes

Potencia bruta instalada por fuentes de Generación de Energía Eléctrica (MEM + MEMSP), 31/Dic/2005 (en MW y porcentajes)		
Tipo de generación	Potencia bruta instalada (MW)	Participación (%)
<b>Termoeléctrica</b>	<b>13.141</b>	<b>54,6</b>
• MEM	12.882	98,0
• MEMSP	259	2,0
<b>Hidroeléctrica</b>	<b>9.934</b>	<b>41,2</b>
• MEM	9.415	94,8
• MEMSP	519	5,2
<b>Nucleoeléctrica</b>	<b>1.005</b>	<b>4,2</b>
• MEM	1.005	100,0
• MEMSP	0	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>24.080</b>	<b>100,0</b>
• MEM	23.302	96,8
• MEMSP	778	3,2

Fuente: elaboración propia en base a datos de CAMMESA (2006c).



**Oferta y Demanda de Energía Eléctrica (2005)**

Potencia Instalada (nominal)  
**24.080 MW**

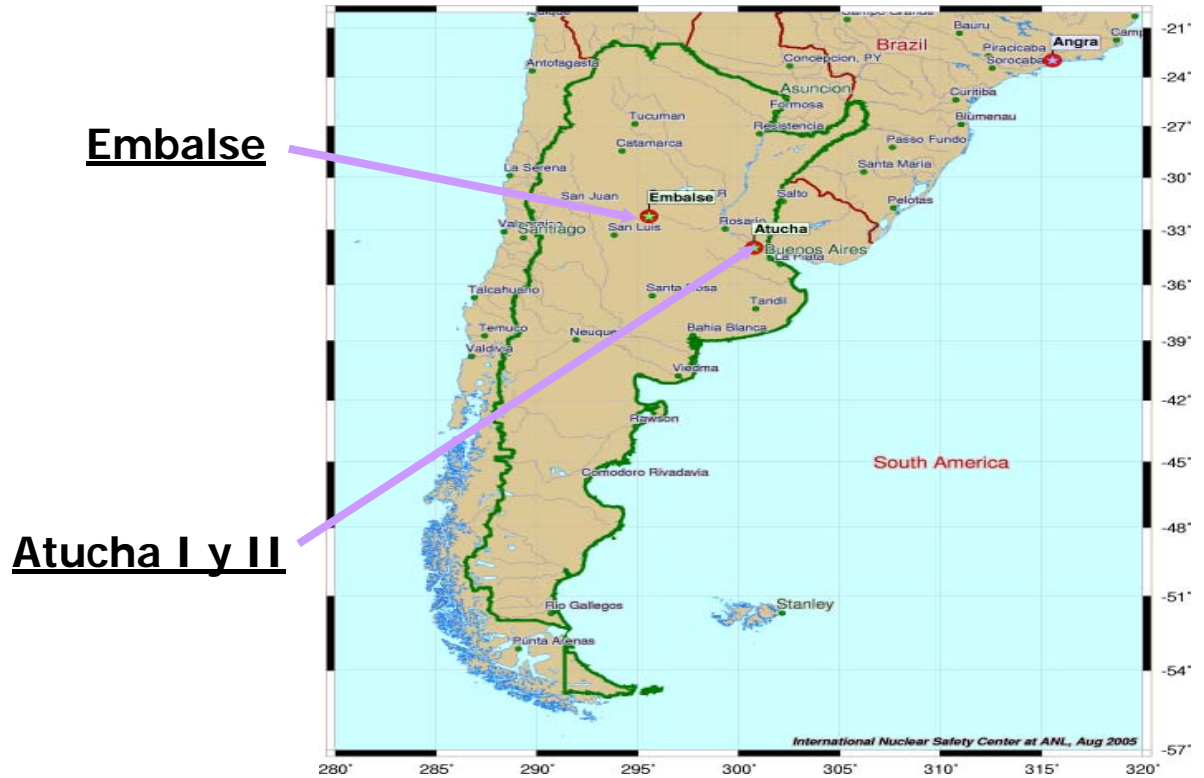
Potencia Instalada (real)  
**18.000 MW**

Potencia Demandada  
**17.500 MW**

**GDP GROWTH 8%**

Fuente: CNEA e IDICSO.

Ubicación geográficas de las centrales nucleares argentinas



Fuente: CNEA.

### Cuota de mercado de la Energía Nuclear

- Central Nuclear Atucha I – PHWR (1974) 357MW
- Central Nuclear Embalse – CANDU (1983) 648MW

8%



Arriba: centrales nucleares Atucha I y II.

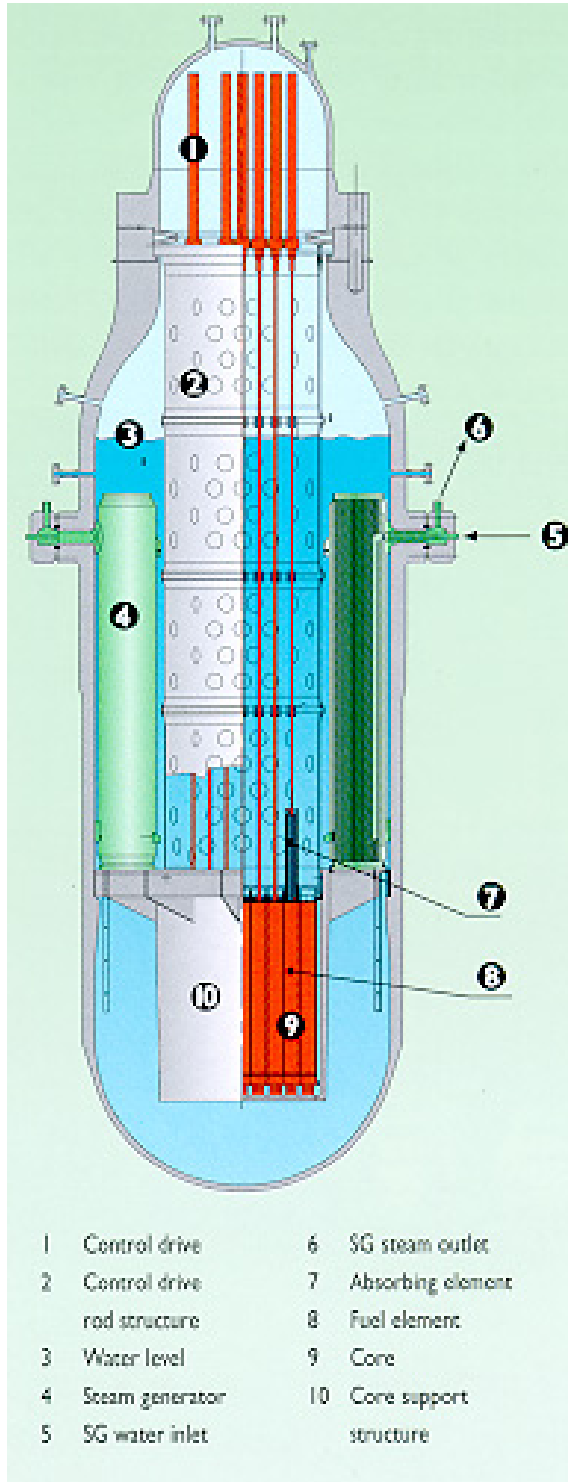
Abajo: Central Nuclear Embalse.

Fuente: CNEA.



### Reactor CAREM

Reactor de baja potencia de última generación, del tipo inherentemente seguro:



Fuente: INVAP

- Reactor PWR Integrado
- 25 MWe escalable hasta 300, multipropósito:
  - generación de energía eléctrica,
  - investigación y capacitación,
  - desalinización de agua de mar,
  - producción de radioisótopos,
  - producción de hidrógeno, etc.
- Refrigeración: convección natural de agua liviana.
- Sistemas de seguridad pasivos.

## Referencias bibliográficas

**Argentina - Comisión Nacional de Energía Atómica** (2006). *Boletín Energético N° 16, Segundo Semestre de 2005*. Oficina de Prospectiva sobre los usos pacíficos de la Energía Nuclear; Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Buenos Aires.

**Argentina - Secretaría de Energía de la Nación** (2004). *Plan Energético Nacional (2004-2008), Programa de Gestión*. Secretaría de Energía; Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios; Presidencia de la Nación. Buenos Aires.

**De Dicco, Ricardo** (2006). *La importancia del uranio mendocino*. Diario Ciudadano, Marzo de 2006. Mendoza.

**Fernández Franzini, Alfredo y Ricardo De Dicco** (2006). *Principales características del Parque Nucleoeléctrico de Argentina*. AREP026, Material del Área de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo del IDICSO-USAL. Buenos Aires.

\_\_\_\_\_ (2005). *Análisis comparativo de los reactores nucleares de 3ª y 4ª generación*. Informe del Área de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo del IDICSO-USAL. Buenos Aires.

**Rey, Francisco Carlos** (2004). *Planeamiento Energético: ¿para qué sirve?, ¿cómo se hace?* Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Buenos Aires.

### Sitios de Internet consultados:

<http://www.cnea.gov.ar> (Comisión Nacional de Energía Atómica)

<http://www.invap.com.ar> (INVAP S.E.)

## NOTAS SOBRE LOS AUTORES

### **Ricardo Andrés De Dicco**

- ❑ Integrante del equipo de investigación del Área de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo del Instituto de Investigación en Ciencias Sociales (IDICSO) de la Universidad del Salvador (USAL).
- ❑ Investigador del Área de Economía de la Energía del Centro de Estudios del Pensamiento Económico Nacional (CEPEN) de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA).
- ❑ Asesor de la Comisión de Energía y Combustibles de la H. Cámara de Diputados de la Nación.
- ❑ Profesor Invitado de la Cátedra *"América Latina frente a la Crisis Energética Mundial"* (Prof. Titular: Alejandro Álvarez) de la Escuela de Ciencia Política de la Facultad de Ciencias Sociales de la UBA.
- ❑ Consultor Internacional en Planificación e Infraestructura Energética.
- ❑ Autor del libro *2010, ¿Odisea Energética? Petróleo y Crisis*, publicado por Capital Intelectual, Colección "Claves para Todos", Buenos Aires, Agosto de 2006.

### **Alfredo Fernández Franzini**

- ❑ Ingeniero Mecánico con orientación energética de la Universidad Nacional de Rosario (UNR).
- ❑ Postgrado en Explotación Técnica de Ferrocarriles de la Universidad de Buenos Aires (UBA).
- ❑ Especialización en Operación y Mantenimiento de Centrales Nucleares de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).
- ❑ Se desempeñó como Ingeniero en diversas posiciones de operación, mantenimiento e ingeniería en la Central Nucleoeléctrica Atucha I entre 1975 y 1984.
- ❑ Director de la Central Nucleoeléctrica Atucha I entre 1984 y 1988.
- ❑ Posteriormente trabajó en empresas privadas como gerente de Ingeniería y Planificación en la industria hidrocarburífera entre 1988 y 1995.
- ❑ Jefe de Planificación en empresas ferroviarias de transporte metropolitano, 1995-2001.
- ❑ Consultor en materia de Control de Calidad y Auditorías de Garantía de Calidad (nuclear y convencional) entre 2001 y 2005.
- ❑ Líder de Proyecto de TECFOR Ingeniería SRL desde 2005 y sigue.
- ❑ Coordinador del Área de Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo del IDICSO-USAL desde 2004 y sigue.

Correo electrónico para realizar consultas sobre este material: [dedicco@yahoo.com.ar](mailto:dedicco@yahoo.com.ar)