



Central Nuclear Embalse

Hoja informativa | Versión 1.1

Construcción y diseño¹

En 1967 la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) de Argentina inició el estudio de factibilidad para la construcción de la Central Nuclear Embalse (CNE) y en 1973 firmó un contrato con la Atomic Energy of Canada Limited (AECL) y la Società Italiani Impianti P.A. (IT) para la instalación de una planta de energía nuclear tipo CANDU-PHWR (agua pesada a presión como moderador y refrigerante, con Uranio natural como combustible) de 600 MWe en Embalse, en la Provincia de Córdoba, Argentina, en la península de Almafuerde, junto a la orilla sur del Lago de Río Tercero.



La construcción de la central comenzó en mayo de 1974 y la operación comercial en enero de 1984. En la actualidad, el propietario de la CNE es Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA), y la planta proporciona una potencia eléctrica neta de 600 MWe al Sistema Argentino de Interconectado (SADI).

La central está diseñada para la operación comercial, como carga de base. Contiene un equipo turbina generador alimentado con vapor suministrado por un reactor nuclear de tipo CANDU-PHWR. Este diseño ha sido utilizado en todas las centrales nucleares canadienses construidas hasta la fecha, con la excepción de Gentilly-1.

Además, la planta también posee componentes, equipos y subsistemas necesarios para el funcionamiento de los grandes sistemas ubicados en las secciones "nuclear" y "convencional".

El reactor tipo CANDU-PHWR utiliza agua pesada como moderador y como medio de transporte de calor. El combustible es Uranio natural en forma de manojo y retirado del reactor durante la operación a potencia. Su potencia térmica es de 1987 MWt. Posee además un circuito cerrado de refrigeración para transferir el calor del combustible y para producir vapor de agua liviana en los generadores de vapor. El ciclo de la turbina es similar al utilizado para otras plantas de este tipo.

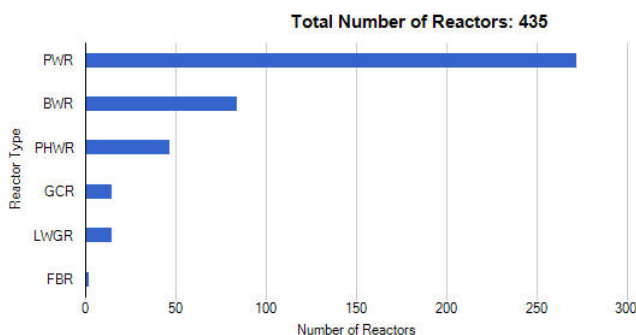
¹ "Informe Nacional sobre Seguridad Nuclear", Autoridad Regulatoria Nuclear, 2010:
http://www.arn.gov.ar/images/stories/informes_y_documentos/informe_nacional_de_seguridad/informe_nacional_sobre_seguridad_nuclear_2010.pdf

El escenario nuclear global y los reactores CANDU-PHWR

En la actualidad existen 435 centrales atómicas que generan aproximadamente el 6 por ciento de la producción energética global. Para duplicar esta cifra sería necesario construir un número correspondiente de plantas nucleares en los próximos años. A pesar de ese enorme esfuerzo, la contribución de la energía nuclear a la producción energética mundial no se duplicaría sino que se reduciría ya que, en términos absolutos y en un escenario convencional, se espera que la demanda energética mundial aumente en, al menos, un 50 por ciento en los próximos 25 años. Por lo tanto, para duplicar la participación de la energía nuclear, no bastaría duplicar sino que sería necesario triplicar el número de reactores: habría que conectar a la red energética no 440 sino 1.320 nuevos reactores nucleares en los próximos 25 años.²

Incuso cuadruplicando la flota global actual de reactores nucleares, un escenario altamente improbable, las emisiones de CO₂ se reducirían sólo un 6% y recién luego de 2020. Por los largos tiempos de construcción de las plantas atómicas, esta marginal reducción llegaría muy tarde a 2015, fecha límite establecida por los científicos del Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC) para reducir las emisiones de GEI.

Los reactores de tipo PHWR, como el de Embalse, representan sólo el 10% del total de reactores en el mundo y cada vez se construyen menos, principalmente por una inadecuación a los máximos estándares internacionales de seguridad nuclear, así como sus altos costos. Los CANDU-PHWR no sólo tienen un gran costo de construcción, sino también un enorme costo de vida media, en lo que respecta a extender la vida útil de estas plantas. Estos altos costos han llevado a los operadores nucleares a ejercer un fuerte lobby en Canadá, para flexibilizar las medidas de seguridad abaratando así los proyectos. Este lobby por parte de AECL y operadores del sector, resultó en el despido de la Directora del organismo regulador nuclear canadiense (CNSC), Linda Keen, luego de la propuesta de Keen de adaptar los estándares de Canadá a los máximos internacionales propuestos por la AIEA, principalmente en lo que respecta a la amenaza de la reactividad positiva, como se verá a continuación.³ Esto despertó cuestionamientos y dudas alrededor sobre la imparcialidad de la CNSC.⁴ La única empresa que continúa impulsando el mercado de reactores



² “Energía Nuclear: ninguna solución al Cambio Climático”, Greenpeace Argentina, 2004: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/informes/energ-a-nuclear-ninguna-solucion-2/>

³ “Lessons Canada needs to learn from Fukushima”, por Shawn-Patrick Stensil, Analista Nuclear en Greenpeace Canadá: <http://www.greenpeace.org/canada/en/Blog/lessons-canada-needs-to-learn-from-fukushima/blog/39293/>

⁴ “Nuclear regulator’s impartiality questioned”, The Star, Diciembre 2009:

<http://www.thestar.com/business/article/732811--nuclear-regulator-s-impartiality-questioned>

Hoja informativa

Central Nuclear Embalse

CANDU-PHWR es SNC-Lavalin, una empresa vinculada al régimen de Gaddafi en Libia⁵, luego que ésta adquiriera en agosto de 2011 la división de negocios CANDU que, hasta entonces, era administrada por la estatal canadiense AECL.

Esta baja participación de reactores PHWR en el total global y el virtual cese en su construcción, no sólo es motivada por los altos costos tanto en su construcción como en su extensión de vida. Uno de los motivos más importantes es que los PHWR poseen un coeficiente de reactividad en vacío positivo, propiedad física desaconsejada por la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), a partir de la experiencia de Chernobyl. La reactividad positiva significa que, en caso de accidente, la reacción atómica tiende a incrementarse haciendo más probable una excursión de potencia. Esta propiedad fue una de las principales facilitadoras del desastre de Chernobyl (un reactor RMBK) y es compartida por los reactores RMBK y los PHWR. De aplicarse los últimos estándares internacionales en forma estricta, la construcción o extensión de vida de un reactor como el de Embalse no sería viable.

Asimismo, específicamente los reactores CANDU-6 representan una grave amenaza a la proliferación bélica y la diversificación de los residuos generados, de modo tal de producir Plutonio para utilizar en armas nucleares, como la arrojada por los Estados Unidos sobre Nagasaki, Japón, el 9 de agosto de 1945.

El CANDU-6 permite recambio de elementos combustibles en línea –sin la necesidad de detener la reacción en el núcleo. Si bien esto es proclamado como un beneficio, porque mejora el rendimiento de generación de la planta, facilita la diversificación del combustible gastado. El CANDU-6 utiliza Uranio natural y permite recambio en línea. Un país que pueda extraer Uranio localmente, puede utilizar un reactor CANDU-6 para facilitar el incremento de su arsenal nuclear; con los efectos que esto conllevaría en la política internacional.

COUNTRY	Cumulative Discharge of Plutonium (kg)		
	1961-1993	1994-2010	1961-2010
ARGENTINA	5,970	12,200	18,170

La descarga acumulada de Plutonio en Argentina entre 1961 y 2010 fue de más de 18.000 kg⁶. Un isótopo de Plutonio-239 es un elemento fisionable (que puede partirse generando una reacción en cadena en forma sostenida) no natural, producido a partir de la operación de las plantas nucleoelectricas, o bien en reactores específicamente diseñados para ese fin. El Plutonio-239 tiene una vida media de 24.000 años, por lo que su generación representa una de las mayores amenazas a la humanidad en las

⁵ “**SNC-Lavalin's man in Libya and his ties to Gadhafi's son**”, The Globe and Mail, Febrero 2012: <http://www.theglobeandmail.com/news/world/snc-lavalins-man-in-libya-and-his-ties-to-gadhafis-son/article2335018/>

⁶ Cuadro tomado del informe “**Risks of Operating CANDU-6 Nuclear Power Plants**”, elaborado por el Dr. Gordon Thompson del IRSS, para Greenpeace en Canadá. Noviembre 2008: http://www.greenpeace.org/canada/en/campaigns/end-the-nuclear-threat/Resources/Reports/candu6_report/

generaciones futuras. Los reactores CANDU-6 contribuyen significativamente a la proliferación de este letal elemento.

Vida útil de la CNE

La Licencia de Operación original de la CNE le otorgó 210.240 HEPP (Horas Efectivas a Plena Potencia) de funcionamiento. Considerando el Factor de Capacidad (FC) promedio de la planta, de un 84%⁷, la planta operó durante 28 años. El 3 de marzo de 2012 NASA informó el cumplimiento de 210.000 HEPP, por lo que la central debería haber salido de servicio por el vencimiento de su licencia original de diseño. Sin embargo, el 18 de mayo la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) emitió la Resolución N° 98/12 a través de la cual modifica la licencia de Embalse extendiendo sus HEPP a 225.000.

Esta modificación más allá de la vida útil de diseño otorgada para la planta representa un riesgo adicional que la CNE está corriendo al continuar en funcionamiento. Ricardo Sainz, Gerente de Proyecto de Extensión de Vida de la CNE, declaró en 2008 a La Voz del Interior que *“el momento en que deje de funcionar [la central] no depende de un decreto, sino de los sistemas mismos”*. La ARN parece subestimar los riesgos que representa el desgaste de los componentes críticos de la planta.

Representa una incógnita la operación de la CNE entre marzo y mayo de 2012, fechas en las cuales se vencieron las HEPP de la licencia original y se oficializó la resolución de la ARN extendiendo el permiso de operación por 15.000 HEPP más.

Plan de extensión de vida útil de la CNE

En 2006, el Gobierno Nacional retomó el Plan Nuclear de la última dictadura militar. En el mencionado plan se destaca la Central Nuclear Embalse como un caso inédito. Es la primera vez que una planta atómica llega al fin de su vida útil en Argentina y debe tomarse un rumbo en cuanto al cierre definitivo o la extensión de vida de reactores con vida útil vencida.

En noviembre de 2009 se aprobó la Ley 26.566⁸ en la cual se declaró de Interés Nacional la extensión de vida de la CNE y la construcción de una cuarta planta atómica. Además se le otorgan una serie de beneficios impositivos y exenciones que favorecen el avance de estos planes con fondos del Tesoro Nacional.

De acuerdo a los anuncios realizados por el ministro de Planificación Federal, Julio De Vido, la CNE saldría de servicio en noviembre de 2013 para entrar en un proceso de

⁷ “Power Reactor Information System”, Agencia Internacional de Energía Atómica:
<http://www.iaea.org/pris/CountryStatistics/ReactorDetails.aspx?current=4>

⁸ Ley 26.566, “Declárense de interés nacional las actividades que permitan concretar la extensión de la vida de la Central Nuclear Embalse”, Noviembre 2009:
<http://infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/160000-164999/162106/norma.htm>

recambio de sistemas durante 21 meses, culminando así el proceso de extensión de vida. El costo estimado en anuncios de autoridades nacionales es de US\$ 1.366 millones.⁹

Sin embargo, estos datos no se condicen con la realidad. La experiencia canadiense – país dueño de la tecnología CANDU– evidencia un escenario muy diferente. Al momento, la central Point Lepreau, en la provincia de New Brunswick, ha registrado demoras que llevaron el proceso de extensión a alrededor de 4 años. Los anuncios oficiales estimaban una parada de sólo 18 meses –se estimaba su reconexión en 2009. Sus costos durante el proceso aumentaron más de mil millones de dólares.¹⁰ Además, se produjeron una serie de fallas técnicas que llevaron a dos descargas de agua pesada en el lago adyacente a la planta en diciembre de 2011¹¹ y mayo de 2012¹²¹³.

Por otro lado, en octubre de 2012, la empresa a cargo del proceso de extensión de la central nuclear Gentilly-2, Hydro-Québec, anunció que contrariamente a los planes previstos de extender la operación de la planta, cesaría definitivamente su operación e iniciaría el proceso de cierre y decomisionamiento a partir de diciembre de 2012. Motivó la decisión un nuevo estudio económico en el corriente año que evidenció que el verdadero costo de extender la operación de la planta sería de US\$ 4.300 millones, más de cuatro veces de lo estimado en 2004 (US\$ 1,1 millones, similar a lo prometido para la CNE).¹⁴

Las estimaciones realizadas por la dirigencia nacional distan de la realidad demostrada en Canadá y amenazan con priorizar cuestiones económicas por sobre las medidas necesarias para garantizar la seguridad de la población y el ambiente.

Peligrosidad y falta de preparación para un accidente

La planta atómica de Embalse, como cualquier reactor atómico, representa un riesgo inherente para el ambiente, la población y las generaciones futuras. El máximo accidente posible en un reactor atómico, la fusión de su núcleo, pone en riesgo a más de cuatro millones de personas en 300 km. a la redonda de la planta; de acuerdo al alcance que las emisiones radiactivas han demostrado alcanzar en Chernobyl y Fukushima. Asimismo,

⁹ “La jefa de Estado firmó los contratos para la extensión de vida de la Central de Embalse”, Presidencia: <http://www.en.argentina.ar/informacion/conferencias/25345>

¹⁰ “Point Lepreau restart further delayed”, CBC News, Septiembre 2012: <http://www.cbc.ca/news/canada/new-brunswick/story/2012/09/24/nb-point-lepreau-power-test-fail.html>

¹¹ “Small spill of heavy water at the Point Lepreau Generating Station”, Comunicado de NB Power, 14 de diciembre de 2011: http://www.nbpower.com/html/en/about/media/media_release/pdfs/ENPLGSspillDec142011.pdf

¹² Comunicado oficial del CNSC. “Heavy water spill at Point Lepreau Generating Station”, 23 de mayo de 2012: <http://nuclearsafety.gc.ca/eng/mediacentre/updates/2012/May-23-2012-point-lepreau-heavy-water-spill.cfm>

¹³ “Point Lepreau reports second spill in six months”, The Chronicle Herald, Mayo 2012: <http://thechronicleherald.ca/canada/100118-point-lepreau-reports-second-spill-in-six-months>.

¹⁴ Comunicado oficial Hydro-Québec. “Hydro-Québec confirms Gentilly-2 closure at the end of 2012”, 3 de octubre de 2012: <http://media.hydroquebec.com/en/communiqués/communiqué/hydro-quebec-confirms-gentilly-2-closure-at-the-end-of-2012>

Hoja informativa Central Nuclear Embalse

enormes porciones de tierra cultivable, fundamentales para la economía de la Provincia de Córdoba, podrían quedar infértiles y contaminadas con radiactividad durante siglos.

Uno de los mayores riesgos es la reactividad positiva antes mencionada, por deficiencias en el diseño CANDU-PHWR compartidas con los RBMK como el reactor número 4 de Chernobyl. Esto haría más incontrolable la reacción en cadena del núcleo ante una pérdida de refrigerante aumentando las probabilidades de una excursión de potencia y una posible fusión de núcleo, el máximo accidente posible en una planta nuclear. La operación de una planta pre Chernobyl como Embalse es un riesgo adicional para la población que es absolutamente prescindible.

Por otra parte, luego de que el combustible es retirado del reactor, es almacenado durante unos siete años en piletas de almacenamiento donde el agua actúa como aislante natural y enfriamiento de la alta actividad radiactiva que poseen estos materiales. El reactor está protegido por la estructura de contención de grueso concreto y plomo. Sin embargo, el sensible edificio de almacenamiento de combustible gastado se encuentra fuera del edificio de contención. Un accidente o error humano podría provocar la filtración de agua de las piletas dejando los elementos combustibles expuestos sin contención y facilitando la dispersión de elementos radiactivos al ambiente.

Asimismo, en audiencias públicas realizadas en Saint John, Canadá, previo al licenciamiento de la central Point Lepreau, se admitió que el sobrecalentamiento del combustible irradiado en la pileta de almacenamiento de un reactor CANDU podría disparar una reacción química exotérmica entre el revestimiento de zirconio de los elementos combustibles con el vapor generado. Esto provocaría calor y la generación de gas hidrógeno, creando el escenario para una explosión química y la liberación de enormes porciones de elementos radiactivos al ambiente, como evidenciaron las explosiones en los edificios de piletas del reactor 4 de Fukushima, Japón, en marzo de 2011.¹⁵

Los motivos que pueden provocar la pérdida de refrigerante en el núcleo, o un accidente en la estructura de la planta son varios. Entre ellos, uno de los mayores es que la CNE se encuentra emplazada sobre una falla sísmica, la de Santa Rosa. La cuestión sísmica es muy sensible en lo que respecta a la seguridad de una planta atómica, motivo por el cual es absolutamente inconveniente la operación de centrales en zonas sísmicas. La magnitud de un sismo probable es usualmente desconocida y el impacto que este podría tener sobre una central es generalmente subestimado. La normativa argentina¹⁶ no establece claramente la magnitud del potencial sísmológico de la zona ni la preparación de la CNE para resistirlo. Especialistas de la Universidad de Río Cuarto como Guillermo Sagripanti, han advertido que la zonificación de la región debe adecuarse al conocimiento actual, y pidió que no se subestime el probable impacto de un sismo en la Central

¹⁵ “**Comments on the CNSC Action Plan on the CNSC Fukushima Task Force Recommendations**”, por Gordon Edwards, Ph.D., Presidente de la Coalición Canadiense por la Responsabilidad Nuclear: http://www.ccnr.org/CCNR_Action_Plan_Comments.pdf

¹⁶ **Norma AR 3.10.1**, Autoridad Regulatoria Nuclear: http://www.arn.gov.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/marco_regulatorio/normas_regulatorias/3-10-1_R1.pdf

Nuclear. Estiman que en la región podrían producirse sismos de 6,6 grados en la escala Richter.¹⁷

Entre otros accidentes probables fuera de la base de diseño que son omitidos por las medidas de seguridad de la CNE se encuentran, por ejemplo, el impacto de un jet comercial, un ataque terrorista, o bien el impacto de un explosivo atómico sobre el edificio de contención. Si bien la probabilidad de ocurrencia es baja, ninguna de estas cuestiones puede ser subestimada ni desconsiderada.

Ante la evidente falta de esfuerzos invertidos en prevención de accidentes nucleares graves, los esfuerzos en mitigación deberían ser mayúsculos. Sin embargo, el Plan de Emergencia Nuclear Nacional dista groseramente de la realidad. En el mismo se establecen 3 kilómetros a la redonda de la planta como zona de evacuación y hasta 10 como zona de potencial impacto, con distribución de pastillas de Ioduro de Potasio para evitar la concentración de Iodo-131 (radiactivo) en la glándula tiroides, reduciendo la probabilidad de contraer cáncer.

Luego del accidente de Fukushima, el gobierno japonés debió ordenar la evacuación masiva de hasta 30 kilómetros a la redonda de la planta –diez veces más que el plan argentino–, y amplió la zona hasta 80 kilómetros de evacuación voluntaria. Fueron evacuadas 150.000 personas, muchas de las cuales aún no pueden regresar a sus hogares, y 13.000 km² de tierra resultaron contaminados, además de la mayor descarga de elementos radiactivos al Océano Pacífico. Asimismo, se conoció que el gobierno nipón preparó un plan para evacuar la Ciudad de Tokio, a 250 kilómetros de Fukushima, luego de considerar un escenario posible en el cual los vientos podrían haber trasladado elementos radiactivos que emanaba la planta hasta la capital japonesa donde viven 33 millones de personas.¹⁸

La experiencia japonesa deja en evidencia que el plan de emergencia nuclear argentino no busca proteger a la población, sino minimizar la información disponible el impacto que tendría el máximo accidente nuclear posible y esconde las medidas que serían necesarias para mitigar y minimizar sus consecuencias. Dentro de una zona de evacuación masiva y obligatoria tal como la de Fukushima, se encontrarían ciudades densamente pobladas como las de Río Tercero, Río Cuarto e incluso la Ciudad de Córdoba.

La cantidad de factores que pueden disparar un accidente en la Central Nuclear Embalse y la falta de preparación de la provincia para lidiar con un accidente nuclear grave en la planta, evidencian la irracionalidad de seguir adelante con esta obsoleta usina eléctrica que sólo opera en detrimento de la población cordobesa y de provincias cercanas que podrían ser afectadas por sus impactos.

¹⁷ “**Calculan que en Córdoba podrían producirse sismos de 6,6 grados**”, La Voz del Interior, marzo de 2011: <http://www.lavoz.com.ar/noticias/sucesos/calculan-que-cordoba-podrian-producirse-sismos-66-grados>

¹⁸ “**Las lecciones de Fukushima**”, Greenpeace, Marzo 2012: <http://www.greenpeace.org/argentina/es/informes/Las-lecciones-de-Fukushima/>

Datos generales de la CNE¹⁹

Datos generales de la planta	
Tipo de reactor	CANDU-PHW horizontal pressure tube. [tubo de presión horizontal] Modelo: CANDU 6
Potencia eléctrica nominal	600 MWe
Potencia eléctrica nominal total	648 MWe
Potencia térmica autorizada	2015 MWt

Datos del núcleo del reactor	
Tipo de combustible	Uranio natural
Forma del elemento combustible	37 - vaina combustible
Largo del elemento combustible	495 mm
Número de canales de combustible	380
Material de las vainas	Zircaloy 4
Elemento combustible por canal	12
Recarga de combustible	En marcha
Refrigerante y moderador	Agua pesada

Datos del Sistema Primario de Transporte de Calor	
Presión en el colector de entrada del reactor	11,24 MPa
Presión en el colector de salida del reactor	9,99 MPa
Temperatura en el colector de entrada del reactor	268°C
Temperatura en el colector de salida del reactor	310°C
Flujo del refrigerante primario	32750 t/h
Concentración de agua pesada	Más del 99,75% (en peso)

Datos del turbogruppo	
Etapas	1 alta presión; 3 baja presión
Velocidad de salida	1500 rpm
Presión de vapor	46,2 kg/cm ²
Flujo de vapor	3366 t/h
Flujo del refrigerante en el condensador	163800 m ³ /h
Tipo de generador	Acoplamiento directo, 3 fases, 4 polos, refrigerado con hidrogeno/agua
Factor de potencia del generador	0,85
Voltaje de salida del generador	22 kV
Frecuencia del generador	50 Hz

**Campaña de Energía
Diciembre 2012**

¹⁹ “Informe Nacional sobre Seguridad Nuclear”, Autoridad Regulatoria Nuclear, 2010:
http://www.arn.gov.ar/images/stories/informes_y_documentos/informe_nacional_de_seguridad/informe_nacional_sobre_seguridad_nuclear_2010.pdf