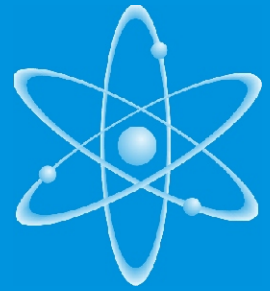


# Boletín Energético



**1er. Semestre 2003  
AÑO VI N° 11**

# 11

**Parada de Actualización y  
Mantenimiento de la Central  
Nuclear Atucha I**

**Conceptos de Generación  
Termoeléctrica: Combustibles  
Utilizados e Impactos Ambientales  
Segunda Parte**

**La Opción Nuclear**



**cneda**

**Comisión Nacional de Energía Atómica**

Dirección de la Publicación: Francisco C. Rey  
Compilación: Francisco C. Rey - Fernando Aguirre  
Colaboración en Redacción: Fernando Aguirre  
Gabriel Barcelo  
Roberto Corcuera  
Carlos Rubén Calabrese  
Cristina A. Delfino  
Roberto Ornstein  
Renato Radichella  
Sabino Mastrángelo  
Aníbal Nuñez

Diseño y Compaginación: Cristina A. Delfino

Impresión: Talleres Gráficos Centro Atómico Constituyentes - CNEA

Las opiniones expresadas en los artículos firmados de este boletín no representan necesariamente las del grupo de Prospectiva y Planificación Energética, que declina toda responsabilidad por las mismas.

Este Boletín es elaborado y distribuido por el  
Grupo de Prospectiva y Planeamiento Energético  
Ing. Francisco C. Rey  
Dr. Néstor Venturini  
Si Ud. desea recibirlo solicítelo por mail a [rey@cnea.gov.ar](mailto:rey@cnea.gov.ar)

Los temas de este boletín fueron elaborados con datos propios y datos extraídos de informes de CAMMESA, OIEA, Foro de la Industria Nuclear Española, Nuc Net. Banco Mundial, INDEC y la Secretaria de Energía de la Nación emitidos hasta junio de 2003.

# Boletín 11 Energético

## CONTENIDO

### **Parada de Actualización y Mantenimiento de la Central Nuclear Atucha I**

*José Manuel Guala*

### **Conceptos de Generación Termoeléctrica: Combustibles Utilizados e Impactos Ambientales Segunda Parte**

*Sabino Mastrángelo*

### **La Opción Nuclear**

*Aníbal Núñez*

- Potencia Instalada**
- Incorporaciones Previstas**
- Costo Variable de Producción y Orden de Despacho**
- Evolución de los Precios**
- Noticias**

## Editorial

### **Es Hora de Terminar la Construcción de Atucha II**

El Estado Nacional tiene opciones para resolver, o por lo menos mitigar, la crisis que se avecina en el suministro eléctrico. En este editorial nos estamos refiriendo sólo a la que puede producirse por la generación insuficiente para cubrir la demanda porque, aunque es más lejana en el tiempo, entendemos que es la de consecuencias más graves y de más difícil solución.

La falta de nuevas inversiones en el sector comienza aproximadamente en 1998, pero, hasta el invierno pasado no se sintió ningún efecto, esto pasó desapercibido para los usuarios debido a que la capacidad ya instalada hasta esa fecha además de la que estaba en ejecución y se completó en estos últimos años (inversiones del sector privado pero también del Estado Nacional) permitieron cubrir las necesidades.

La reciente crisis económica ayudó a postergar la crisis eléctrica con una disminución en la tasa de crecimiento de la demanda eléctrica y hasta provocó una disminución de esta última (como la ocurrida en el año 2002). Pero este año la situación se ha revertido, el país comenzó a ponerse en movimiento y, como siempre sucede en estos casos, la demanda eléctrica comenzó a mostrarlo aún antes de que se sintiera en la calle.

Como preveíamos en el editorial anterior, en el invierno de 2003 la eventual crisis de suministro alcanzó

sólo a elevar los precios en el mercado eléctrico mayorista y éstos no fueron trasladados a los usuarios. Pero, como también indicábamos en ese editorial, la probabilidad de que tengamos problemas en el año 2004 es mayor y dependerá de las medidas de mitigación y de la suma de diversos factores cuya ocurrencia simultánea, si bien cada vez más posible, no es aún una certeza.

El nivel de los embalses en Brasil está disminuyendo rápidamente por lo que, dependiendo de lo que llueva en el verano, es probable que el año 2004 nuestro vecino retomará las importaciones de energía eléctrica desde nuestro país. Todo indica que nos encaminamos hacia un año con, como mínimo, menor hidraulicidad que en el pasado y con alta probabilidad de que sea seco y, por lo tanto, con bastante menor generación hidráulica. Ello significa que deberemos tener mayor generación térmica para cubrir: la menor generación hidráulica, la mayor demanda y, como si esto fuera poco, lo que nos puede pedir Brasil.

Para resolver la eventual crisis del año 2004, o por lo menos mitigarla, sólo podemos tomar medidas para asegurar el suministro de gas natural a generadores eléctricos en invierno (o la existencia de combustibles líquidos sustitutos de éste), alguna inversión en transporte eléctrico, acordar con Brasil la importación de este país en las horas pico y eventualmente medidas para achatar este pico.

Pero pensando en algo más que en el corto plazo, e intentando dar soluciones que aumenten la independencia del sistema eléctrico de los problemas de suministro de gas (que actualmente están en manos de actores privados) y de la hidraulicidad (que tampoco está en nuestras manos decidir cuándo debe llover), **surge como única alternativa viable la generación eléctrica de origen nuclear.** En esto debemos ser categóricos **no existe otra respuesta realista.**

Se hace urgentemente necesario promover, desde el Estado Nacional, la inversión urgente en nuevas plantas de generación eléctrica, sin excepciones, pero también debe el Estado, cuando lo considere necesario, realizar las inversiones que el mercado no realice. En este caso el invertir en la generación eléctrica de origen nuclear es una buena forma de contribuir a la solución de la problemática señalada, procurando, además herramientas para balancear la oferta de electricidad en lo que a fuentes primarias se refiere y mejorar su capacidad de regulación del sistema.

La obra inconclusa de la Central Nuclear de Atucha II aparece como servida en bandeja para ayudar a mitigar la crisis en el mediano plazo, mantener abierta la opción nuclear y comenzar a delinear el futuro energético de nuestro país, con el beneficio adicional de que su ubicación geográfica la independiza de los problemas del sistema de transporte en alta tensión. **Debemos definir rápidamente su destino, que no puede ser otro que la finalización lo más rápido posible de la obra y su puesta en marcha, antes de que sea demasiado tarde.**

**Los Tiempos nos Corren, Hoy es el Momento de Atucha II**

# Parada de Actualización y Mantenimiento de la Central Nuclear Atucha I

José Manuel Guala

*Nucleoeléctrica Argentina S.A. (NASA) ha realizado una revisión de la central con importantes avances en la reparación integral del reactor, la instalación de un nuevo sistema de seguridad nuclear, y el mantenimiento programado de la*

*La Central Nuclear Atucha I (CNA I), de 360 MW de potencia eléctrica, tiene un reactor de vasija de presión que utiliza combustible de uranio levemente enriquecido y es refrigerado por agua pesada.*

*Fue construida "llave en mano" por la firma SIEMENS KWU y desde el inicio de la conexión al Mercado Eléctrico Nacional, el 24 de Junio de 1974, ha generado 55.917.817 MWh.*

*El 7 de mayo de 2002 la central salió de servicio debido a un disparo de turbina a causa de deterioros producidos en el transformador de bloque. Los ensayos e inspecciones realizadas, evidenciaron que se trataba de un daño severo en una bobina de alta tensión y puntos calientes en el núcleo. Sobre la base de estudios realizados, se determinó como solución más compatible con el arranque de la central la adquisición de un transformador de nuevo diseño entregado en el mes de marzo.*

*En este nuevo escenario, se modificó el alcance de la Parada Programada originalmente planificada para los años 2002 / 2003, permitiendo completar tareas de vital importancia en la Revisión Integral del Reactor, la instalación y puesta en marcha del Segundo Sumidero de Calor que es un nuevo sistema de seguridad nuclear acorde a las tendencias mundiales en este campo y la ejecución de tareas de inspección, mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo con los programas vigentes.*

*Se describen a continuación los temas de mayor relevancia que hicieron de esta parada un hecho singular por la magnitud, complejidad de las tareas y el valor agregado para la futura operación de la Central.*

Ing. José Manuel Guala. Gerente de la Central Nuclear Atucha I

José Manuel Guala

## Revisión del Reactor

Luego del incidente ocurrido en la Central Nuclear Atucha I en el año 1988, con la rotura del canal refrigerante de posición R06, comenzó para la planta un nuevo desafío, dado que hasta ese momento no existían programas de revisión y reemplazo de los internos del reactor.

En esa primera etapa se llevaron a cabo los trabajos necesarios para devolver la planta a operación y se comenzaron a dar los primeros pasos en cuanto a poder realizar inspecciones subacuáticas en altos campos de radiación y a distancias de aproximadamente 10 m. También se desarrollaron las primeras herramientas robotizadas que permitan trabajar a distancia y a través de los orificios de 10 centímetros de diámetro que quedaban libres al retirar canales refrigerantes.

Toda esta experiencia acumulada permitió a la NASA encarar un ambicioso programa que se denominó **Reparación Integral del Reactor**, que implicó el cambio de diseño de los internos del reactor y el reemplazo de los componentes originales por aquéllos de nuevo diseño.

Durante el año 2000 se realizó la planificación de dicho programa, que consta de tres revisiones programadas. La primera se llevó a cabo durante el año 2001, la segunda durante el año 2002, y la última a llevarse a cabo durante el año 2004.

Este ambicioso plan, implica el reemplazo de la totalidad de los canales refrigerantes, el reemplazo de la totalidad de los tubos guías de las barras de control de reactividad, el reemplazo de las barras de control que se encontraran fuera de especificación o con algún daño, el reemplazo de los tubos guía de sonda de medición de flujo neutrónico por otros de nuevo diseño, y la limpieza del fondo del tanque del moderador.

Durante la etapa de planificación se realizó un pormenorizado análisis de los trabajos realizados previamente consistentes en el reemplazo de algunos canales refrigerantes y 4 tubos guías de barras de control, a los efectos de encarar un recambio a gran escala de los mismos permitiendo optimizar los recursos disponibles.

El análisis realizado permitió visualizar la necesidad de desarrollar nuevas herramientas y dispositivos a los efectos de disminuir la dosis del personal y el tiempo de la intervención.

Por otra parte fue necesario realizar trabajos de ingeniería de gran magnitud, que permitieron diseñar el nuevo tubo guía de sonda de medición de flujo neutrónico, dado que el original no fue diseñado para ser reemplazado, además se llevaron a cabo las adaptaciones necesarias para poder utilizar canales refrigerantes, barras de control y tubos guías de barras de control de la Central Nuclear Atucha II.

Para asegurar el resultado final perseguido se enfatizó fundamentalmente la planificación, la ingeniería puesta al servicio de la intervención y el entrenamiento del personal en mock ups contruidos a tal efecto.

En el año 2001 se llevó a cabo la primera intervención prevista de la **Reparación Integral del Reactor**, en la que se reemplazaron sesenta y dos canales refrigerantes por otros tantos de nuevo diseño con foil 0.4 mm. Se cambiaron diez tubos guías de barras de control y se realizó la revisión completa de sus respectivas bobinas de accionamiento.

Además se colocó el primer tubo guía de sonda de medición de flujo neutrónico de nuevo diseño y se realizó una limpieza efectiva del fondo del tanque del moderador en las zonas liberadas por el retiro de los canales refrigerantes. Por último durante esta revisión se colocó la primera junta de estanqueidad a un manto de enclavamiento, de canales permitiendo una alternativa de reemplazo a los labios soldables para conseguir estanqueidad.

En la Parada del año 2002 se llevó a cabo la segunda etapa de la **Reparación Integral del Reactor**.

En esta oportunidad se realizó el reemplazo de noventa y tres canales refrigerantes por los de nuevo diseño con foil 0.4 mm. Con esto se logró un objetivo muy importante, ya que se retiraron todos los canales originales,

eliminando así una fuente importante de cobalto.

En esta revisión también se llevó a cabo el cambio de quince tubos guías de barras de control y la revisión de sus respectivas bobinas de accionamiento, completando el reemplazo de la totalidad de los tubos guías de las barras de control de reactividad y la revisión completa de sus bobinas de accionamiento.

Cabe señalar que en la intervención a las barras de control se logró una mejora significativa en el trabajo respecto a lo realizado en el año 2001, ya que se ejecutó un 50% más de trabajo, insuñiendo un 10,36% menos de tiempo por unidad y un 34,74% menos de dosis por unidad intervenida.

Por otra parte se llevó a cabo el reemplazo de cuatro tubos guías de sondas de medición de flujo neutrónico por otros tantos de nuevo diseño.

Además se retiraron los dos tubos guías de sonda de medición de nivel del tanque del moderador existentes, con lo cuál fueron retirados del reactor todos los tubos guías de sondas de medición de viejo diseño.

Por último se colocaron dos canales instrumentados para sensar el nivel del refrigerante principal y se realizó la limpieza efectiva del fondo del tanque del moderador en las zonas liberadas por el retiro de los canales refrigerantes.

La tercera y última etapa prevista contempla el reemplazo de los 52

canales refrigerantes restantes por los de nuevo diseño de foil 0.4 mm, la instalación del tubo guía de sonda de medición de flujo neutrónico restante y la limpieza del fondo del tanque del moderador en la zona central.

Una vez finalizada esta última intervención se habrá finalizado el reemplazo de los internos originales del Reactor de la CNA I por otros de nuevo diseño.

Cuando hablamos del reemplazo de los internos originales del Reactor por otros de nuevo diseño nos da una idea de la magnitud de la tarea emprendida y la misma se agiganta aún más si tenemos en cuenta que fue llevada a cabo por la organización de operación de una Central Nuclear y no contratada a una empresa externa, por caso al diseñador.



Vista de las barras de control del reactor, y a la izquierda la estructura usada para el recambio

## Transformador AT

El día 7 de mayo de 2002 a las 6:39:26 se activó la protección Buchholz del Transformador de Bloque AT, generando como consecuencia la inmediata salida de servicio de la central.

Efectuados los primeros ensayos

eléctricos, se determinó que la falla del AT era grave, por lo que el equipo fue intervenido en forma urgente a efectos de realizar el diagnóstico y evaluar el daño producido. Se desvinculó eléctricamente el transformador de la instala-



ción, se desconectaron los sistemas auxiliares, se evacuó el aceite, se trasladó el equipo a la sala de máquinas para su desarme e inspección, verificando la existencia de un cortocircuito entre las espiras del bobinado de alta tensión de la fase U.

A efectos de determinar las posibles causas de la falla y el alcance de la reparación se extrajeron muestras de papel aislante de los distintos arrollamientos. Dichas muestras, realizadas por triplicado, se entregaron para su análisis en diferentes laboratorios con el objetivo de determinar el grado de polimerización del papel y de esta forma establecer la vida útil remanente de la máquina. Los resultados indicaron una vida remanente del orden de 3 a 5 años.

De acuerdo con la información disponible, se concluyó que la causa probable de la falla pudo atribuirse a una combinación del envejecimiento del papel aislante y a la debilidad del diseño de los arrollamientos de alta tensión en zona de transposiciones, dado que la actual falla presenta características similares a la ocurrida en la misma fase en diciembre de 1976.

Frente a este diagnóstico se determinó, en primera instancia, que era necesario efectuar una reparación integral del transformador cambiando los bobinados de baja tensión, alta tensión y de regulación de las tres fases, por arrollamientos de nuevo diseño.

Esto permitiría extender la vida útil del AT a un tiempo compatible con la esperada

para la central.

A posteriori de lo indicado, durante la etapa de desarme del transformador, en dependencias de la empresa contratista para la reparación, pudo constatarse la presencia de puntos calientes en el núcleo de la máquina. Del análisis de los mismos, por parte de la mencionada y en particular del diseñador original del AT (Siemens), se informó que la única solución admisible del problema es la sustitución del núcleo por uno nuevo.

En una tercera etapa, ya durante la ejecución de las tareas de revisión y en carácter complementario a la reparación del AT, se dispuso la adquisición de un transformador de nuevo diseño a efectos de adelantar el arranque de la central, independizándolo así de la reparación original.

Dicho transformador, de 400 MVA-245/21 KV 50 Hz, fue fabricado por la empresa Faraday S.A. y arribó a Planta el 4 de mayo de 2003.

Luego del montaje de la máquina y de sus sistemas auxiliares, se realizó el proceso de secado bajo vacío y posterior llenado con aceite.

Por último se efectuaron los ensayos eléctricos de acuerdo con las normas correspondientes (IEC), quedando el transformador habilitado para su energización. Dicha maniobra fue realizada el 12 de Marzo de 2003, quedando los consumos propios de la CNA I alimentados desde el nuevo transformador.



Nuevo transformador de bloque instalado en la central

## Segundo Sumidero de Calor: un Nuevo Sistema en Pro de la Seguridad de la Central

Con respecto a la seguridad nuclear, la Central Nuclear Atucha I ha dado un paso muy importante, que la pone al nivel de los estándares internacionales en la materia.

En 1998, NASA solicitó a su proveedor principal FRAMATOME ANP, asistencia técnica para definir la ingeniería conceptual de un sistema de seguridad, adicional a los existentes, que tuviera la capacidad de asegurar la refrigeración del núcleo del reactor ante la pérdida de todo el suministro eléctrico externo e interno (black-out), la sala de control principal o todo otro sistema asegurado de refrigeración del núcleo. Este nuevo

concepto de diseño dio lugar al así llamado Segundo Sumidero de Calor.

En pocas palabras este sistema es una planta de bombeo de agua desmineralizada que alimenta a los generadores de vapor de la central, y una estación de venteo, a la atmósfera, del vapor producido en éstos, haciendo posible, de esta forma, la evacuación del calor del núcleo del reactor.

A tal fin se dispone de un edificio propio que contiene la cantidad de agua necesaria para enfriar la planta, salas de máquinas, recintos de equipos eléctricos y su propio sistema de control, vinculado al ya existente sistema de protección del

reactor. Para entender como funciona, podemos decir que, desde un único tanque conteniendo 400 m<sup>3</sup> de agua, ubicado en la parte superior del edificio, abastece a sendos trenes de bombeo, los cuales alimentan a cada uno de los generadores de vapor con que cuenta la central. Allí el agua se evapora tomando energía calórica proveniente del núcleo del reactor, y el vapor producido es liberado a la atmósfera.

Cada uno de los trenes de bombeo, está formado por un motor diesel, al cual están acoplados un generador eléctrico, una bomba centrífuga del tipo multicelular, y las cañerías asociadas.

El sistema debe actuar bajo circunstancias muy especiales, se debe ser muy preciso al momento de ordenar su arranque, lo que es posible gracias a la tecnología de control de última generación con la que cuenta el mismo.

Para ello, el sistema cuenta con los componentes electrónicos necesarios, que integran el denominado "sistema de protección del reactor" donde se vigila el estado de la planta y se decide el momento exacto en el cual se debe actuar. Se debió afrontar un fuerte desafío técnico ante la necesidad de vincular la tecnología utilizada al momento de construir la planta con la nueva. Con un conjunto de computadoras de proceso las cuales se encargan de recolectar los datos de la planta se toman las decisiones de disparar las acciones necesarias y controlar la

operación de los equipos. Esto es logrado con la tecnología Teleperm XS, diseñada específicamente para sistemas de protección del reactor en centrales nucleares.

Para compatibilizar el funcionamiento de ambas tecnologías, se debió modificar el actual sistema de protección del reactor, verdadero cerebro de la instalación. Esta tarea demandó que los ingenieros de FRAMATOME (proveedores de la ingeniería del proyecto) y la ingeniería de NASA que posee la experiencia operativa, trabajaran durante dos años en forma conjunta para lograr los resultados esperados. Para lograr la operación segura, se debió realizar un programa de entrenamiento muy exhaustivo. Podemos mencionar el entrenamiento en Alemania del personal encargado de la puesta en marcha y posterior operación del nuevo sistema de protección del reactor, el entrenamiento en el centro de capacitación (que posee la planta) del personal de montaje eléctrico, mecánico y al grupo mismo de operación de la central. Efectuando un adecuado manejo de este proyecto de alta complejidad, se ha logrado completar los trabajos y ejecutar la puesta en marcha del Segundo Sumidero de Calor en conjunción con el arranque de la Central, lo que representa un hito significativo en la modernización y confiabilidad en el funcionamiento futuro de Atucha I.



Grupo motor diesel, generador y bomba ubicada en el edificio del segundo sumidero de calor

## Trabajos de Inspección y Mantenimiento

Desde el año 2001, el personal de la central se encontraba dedicado a las tareas de planificación de la Parada Programada prevista originalmente para el mes de agosto de 2002.

Ante el nuevo escenario ocasionado por la salida de servicio anticipada, se reprogramaron actividades que se llevaron a cabo durante el nuevo período, concentrando gran parte de la actividad en seis semanas de trabajo intensivo en los meses de septiembre y octubre.

Las tareas de mayor relevancia ejecutadas, en el marco del programa de mantenimiento preventivo, correctivo e inspecciones de paradas, fueron las siguientes:

**Turbina Principal.** Inspección de álabes rotóricos de las últimas dos filas de las

tres etapas de baja presión. Inspección de cojinetes. Revisión de regulación electrohidráulica.

**Generadores de Vapor.** Inspección por corrientes parásitas del 100 % de tubos y taponamientos de los observados con desgaste excesivo en el Generador I. Cambio de 8 amortiguadores de sujeción en ambos generadores.

**Inspección en Servicio.** Realización de 391 ensayos en área nuclear y convencional, llegando al 75,2 % de las inspecciones obligatorias para el intervalo 1996 - 2007.

**Condensador Principal.** Limpieza de tubos y cajas, inspección de tubos y taponamiento de tubos con daños.

**Botella Basculante del Sistema de Transporte de Elementos Combustibles Gastados.** Cambio de perno de accio-

namiento hidráulico.

**Grandes Bombas.** Revisión de acuerdo con el Programa de Mantenimiento Preventivo de dos bombas de agua de alimentación, dos bombas del sistema de refrigeración asegurado y una bomba de refrigeración del condensador principal.

**Motores Diesel de Emergencia.** Revisión de dos equipos de acuerdo con instrucciones del fabricante.

**Sistemas Eléctricos.** Revisión y pruebas de baterías, transformadores de alta, media y baja tensión, interruptores, barras e instalaciones anexas.

### Gestión de la Parada

Es importante considerar que para poder llevar a cabo una revisión de la magnitud de la ejecutada en la Central Nuclear Atucha I, se debieron ejecutar y coordinar numerosas acciones de apoyo a los grupos de intervención directa en los trabajos.

La planificación previa a la parada se ejecutó con la participación de todos los sectores de planta, para ejecutar acciones anticipadas en temas tales como ingeniería, suministros, contratos, selección de personal y entrenamiento. Se efectuó un riguroso programa ALARA (Disminución de dosis como sea razonable lograr) en los distintos trabajos sujetos a campos de radiación, lográndose disminuciones del orden del 21 % en la dosis colectiva comparando a oportunidades anteriores. Como es habitual en el ámbito nuclear, el desem-

### Grandes Motores y Generadores.

Revisión del motor de la Bomba Principal del sistema primario de transporte de calor. Revisión del generador de la turbina hidráulica y mediciones en el alternador principal.

Tareas varias en intercambiadores de calor, válvulas, bombas, cañerías, tanques y sistemas de instrumentación y control de planta. Cabe mencionar que se ejecutó un número superior de trabajos de mantenimiento en comparación con paradas anteriores, lo que significa una sensible mejora en el estado de la instalación en general.

peño de las actividades se llevó a cabo en el marco del Programa de Garantía de Calidad de la Central, lo que obligó a cumplir con exigencias en materia de documentación, calificaciones, controles y registros, en armonía con la confiabilidad requerida en los equipos y sistemas intervenidos.

Se ejecutaron programas, por tareas principales y tareas globales, para hacer un minucioso seguimiento de tiempos y coordinación de actividades, como así también del estado de la configuración de los sistemas de seguridad de la planta. Referente a los recursos, de horas del personal propio y contratado, compras y servicios contratados, se realizó un control detallado relacionado con las tareas, lográndose un gasto inferior a lo presupuestado.

### Segundo Sumidero de Calor

En el diseño original de la planta no habían sido evaluados en detalle accidentes con pequeña pérdida de refrigerante (pequeño LOCA) en la rama fría del circuito primario. Este tipo de accidente no se evaluó porque la CNA-I fue diseñada de acuerdo al criterio de "Máximo Accidente Creíble" el que, de acuerdo con los criterios vigentes en esa época, solamente tiene en cuenta el máximo LOCA. Durante un pequeño LOCA, la despresurización del circuito primario es muy lenta y en consecuencia retarda la correspondiente inyección de agua desde el sistema de refrigeración de emergencia del núcleo. Tal situación podría verse complicada por elementos extraños que todavía pudieran estar presentes en el circuito del moderador como resultado del evento. Estos dos factores y la necesidad de incrementar la seguridad en términos de reducción de la probabilidad de daño al núcleo determinada en el análisis probabilístico de seguridad nivel I, indicaron la conveniencia de instalar un sistema adicional de extracción del calor residual del núcleo independiente del actual, a través del sistema secundario vía generadores de vapor.

Esta mejora consiste en proveer a los generadores de vapor con un sistema independiente de alimentación de agua con capacidad suficiente para remover el calor residual del núcleo durante algunas horas, con el objeto de lograr el gradiente de enfriamiento suficiente para el manejo de diversas situaciones accidentales.

### Canales de Refrigeración

Al igual que otras centrales de su generación, la CNA I posee algunos componentes internos del reactor y del circuito primario y del moderador sometidos a diversos fenómenos de corrosión y desgaste. Con el objeto de disminuir tales efectos, esos componentes fueron recubiertos con una aleación no ferrosa que contiene 60% de cobalto conocida como Stellite-6 (por ej. las guías de los canales de refrigeración, las bombas de circuito primario y los asientos de las válvulas). Como resultado de la activación de dicho material por el flujo neutrónico presente en el núcleo del reactor se forma Cobalto 60.

### Equipo de Medición de Flujo Neutrónico

Es el desarrollo, diseño, caracterización de materiales y procesos, fabricación de prototipos, ensayos y emisión de documentación técnica. Cada lanza contiene siete detectores autoenergizados de vanadio a distintas alturas, lo cual permite tener una indicación del flujo neutrónico del núcleo a lo largo del mismo. Los cables que transmiten la señal de los detectores (de aislación mineral) pasan a través de agujeros realizados en un tapón del recipiente de presión. Para sellar este pasaje se realiza una soldadura estanca al helio entre los cables y el tapón.

## La Conclusión de un Gran Desafío

Cabe concluir que en el camino del desarrollo nucleoelectrico del país, la Central Nuclear Atucha I ha ejecutado, en la presente parada, importantes tareas de actualización y modernización.

Trabajando en forma continuada y silenciosa fue posible concretar un desafío de dimensiones poco habituales en los aspectos tecnológicos y de gestión. Gracias al esfuerzo sostenido del personal de la central, de los grupos de apoyo y de industriales comprometidos con el desarrollo tecnológico, la primera Central Nuclear de Latinoamérica ha logrado cumplir con los más exigentes y modernos requerimientos de seguridad en este campo.

De esta forma Nucleoelectrica Argentina contribuye con el desarrollo industrial y tecnológico, poniendo a disposición del país una fuente confiable y segura de producción energética.

# Conceptos de Generación Termoeléctrica: Combustibles Utilizados e Impactos Ambientales.

## Segunda Parte

**Sabino Mastrángelo**

### Usinas Termoeléctricas

Las usinas termoeléctricas convencionales acarrearán diversos impactos negativos al medio ambiente debido a la quema de combustibles. Estos impactos presentan diferencias significativas dependiendo de cada combustible utilizado.

Las Termoeléctricas de tipo convencional con combustibles derivados del petróleo, carbón mineral, gas natural presentan características específicas, diferentes de las termoeléctricas nucleares y de las termoeléctricas a biomasa. Por eso, se resolvió separar en estas tres categorías para una rápida indicación de las principales diferencias entre ellas. (Ver Boletín Energético N° 10).

### Centrales Termoeléctricas Convencionales

El impacto ambiental de estas centrales depende bastante del tipo de combustible y de la tecnología utilizada.

El combustible tiene un papel importante, dado que las emisiones atmosféricas son determinadas por los subproductos del proceso de combustión, que dependen mayormente de la composición química del mismo.

En general, las termoeléctricas con

El énfasis específico dado a las centrales termoeléctricas a biomasa es debido principalmente al papel importante que ellas pueden presentar bajo un paradigma de desarrollo sustentable.

De un modo general, el análisis que sigue enfoca solamente los impactos de la producción de energía eléctrica en sí, no teniendo mayor preocupación en analizar los impactos generales relacionados con cada combustible, desde su extracción hasta la entrega en la usina, y posterior reingreso al medio ambiente. En un análisis completo, tales factores son naturalmente de gran importancia ya que pueden causar problemas de salud, desastres ecológicos, etc.

combustible derivado del petróleo se caracterizan por la predominancia de emisión de  $CO_x$ , las de carbón emiten principalmente  $CO_x$  y  $SO_x$  dependiendo de la calidad del carbón.

Las tecnologías disponibles y utilizadas para mejorar el desempeño de las centrales termoeléctricas, tales como la utilización de filtros, la combustión en lecho fluidizado, la gasificación, etc.;

implican costos y muchas veces otros problemas que deben ser considerados en un análisis más detallado del que se propone aquí.

Esta descripción trata de mostrar los principales efluentes de una central. Los atmosféricos son aquellos que presentan mayor potencial polucionante.

## Emisiones Atmosféricas

### Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) Efecto Invernadero

Es el principal efluente gaseoso del mundo, no sólo es producido por la generación eléctrica, sino también por los transportes y las actividades industriales. El CO<sub>2</sub> representa el 66% de las emisiones de gases, de los cuales el 95% se originan en el hemisferio norte. El CO<sub>2</sub> contrariamente a otros contaminantes no es nocivo en sí mismo, teniendo la particularidad de participar activamente en la fotosíntesis y el crecimiento de las plantas

Hoy en día, el principal problema asociado al CO<sub>2</sub> está en la quema de combustibles fósiles que liberan reservas de ese gas que fueron almacenadas durante millones de años. Esto aumenta la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Contribuyendo a la formación del efecto invernadero o calentamiento global. Como es disociable en agua, la presencia de CO<sub>2</sub> en la atmósfera contribuye también a la formación de la lluvia ácida, con el ácido carbónico. Su exceso puede causar dificultades respiratorias, principalmente en la gente de edad avanzada y recién nacidos.

Los efluentes líquidos pueden afectar el suelo, las aguas superficiales y subterráneas tanto física como químicamente.

Más allá de estos hay otros efluentes como los provenientes del vaciamiento de los tanques de combustible, sellos de bombas, fallas en válvulas, etc. que también son altamente contaminantes.

Factores IPCC de Emisión de Carbono y Dióxido de Carbono

Combustible	Factor de Emisión	
	Kg de C/GJ	Kg de CO <sub>2</sub> /GJ
Gas Natural	15.3	56.2
LPG	17.2	63.1
Nafta	18.9	69.4
Kerosene	19.5	71.6
Kerosen para Aviación	19.5	71.6
Petróleo crudo	200	73.4
Gas Oil	20.2	74.1
Fuel Oil	21.1	77.4
Bitumen	22.0	80.7
Carbón Bituminoso	25.8	94.7
Carbón Sub bituminoso	26.2	96.2
Coque e Petróleo	27.5	100.9
Lignito	27.6	101.3
Turba	28.9	106.1
Coque	29.5	108.3

Panel Intergubernamental sobre factores de Emisión en los Cambios Climáticos = IPCC



## Efecto Invernadero

---

La relativa estabilidad del clima resulta de un equilibrio entre energías radiantes recibidas y emitidas por el planeta. Actualmente los gases contaminantes impiden la libre salida de los rayos infrarrojos reflejados por la superficie de la Tierra.

El recalentamiento de las capas inferiores de la atmósfera se debe, entonces, a la acción combinada de estos gases: el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), los CFC (clorofluorocarbonados) y el polvo. Si se tiene en cuenta que la mayor contaminación proviene de la combustión de fósiles (excepto los CFC), ésta se diferencia en función de la fuente utilizada, de la contribución del  $\text{CO}_2$  y su grado de importancia.

En particular la incorporación masiva de  $\text{CO}_2$  implica introducir en la atmósfera una sustancia que no es tóxica ni contaminante en el sentido tradicional y que, por otra parte, es imposible de evitar aún cuando se produzca correctamente la combustión.

Por estas razones, hasta no hace mucho tiempo no se consideraba esta emisión como contaminante, como un inconveniente de importancia, no obstante, en la medida que su concentración atmosférica fue creciendo se hizo claro que la producción de este gas constituye, sin lugar a dudas, el problema más serio en la continuidad del empleo de sustancias

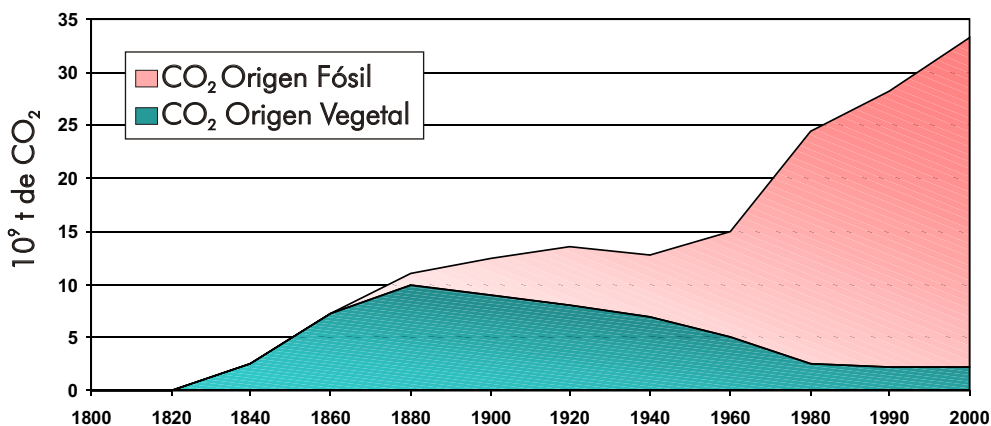
fósiles como combustibles.

Hace ya tiempo que la capacidad de la vegetación terrestre para reprocesar el dióxido de carbono mediante el proceso de fotosíntesis fue superado por la mayor utilización del carbón e hidrocarburos.

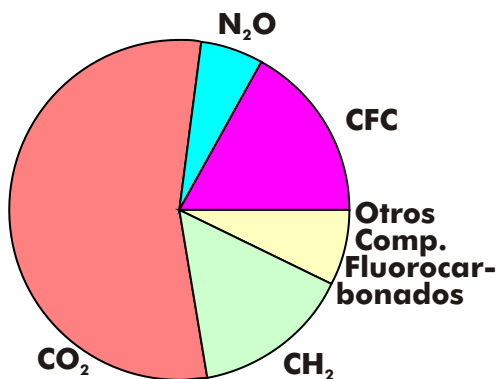
Los estudios realizados muestran una definida tendencia creciente en el contenido de este gas en la atmósfera. La evolución del mismo registrada históricamente a través de la determinación de su concentración en el aire ocluido en bloques de hielo correspondientes a distintas épocas del período cuaternario, pone en evidencia que el crecimiento observado en este último siglo es mucho más intenso que en cualquier otro momento de la historia conocida.

Aprovechando que el contenido de los isótopos de masa 13 y 14 del átomo de carbono es diferente en los combustibles fósiles y en las sustancias vegetales se han podido llevar a cabo distintas mediciones cuyo resultado se presenta en la gráfica.

Estas determinaciones muestran que mientras la madera fue el combustible mayoritario, el  $\text{CO}_2$  atmosférico era de origen puramente orgánico, en tanto que, a partir del momento en que el carbón empezó a tomar importancia como combustible, la contribución del  $\text{CO}_2$  de origen fósil también aumentó.



Impacto de los gases en el efecto invernadero y su responsabilidad en el cambio climático durante el período 1980-1990.



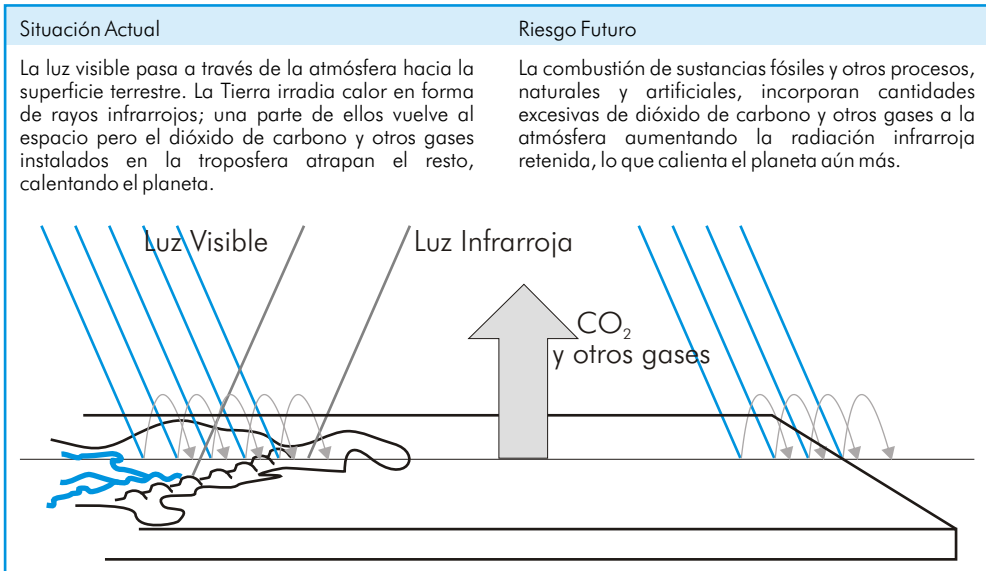
CO <sub>2</sub> Dióxido de Carbono	55%
N <sub>2</sub> O Óxido de Nitrógeno	6%
Compuestos de CFC	17%
Otros compuestos de FC	7%
Metano CH <sub>2</sub>	15%

Fuente: IPCC 1990 Report

Existe una clara vinculación entre el contenido de CO<sub>2</sub> del aire y la temperatura ambiente. La capacidad de la molécula de este gas de absorber radiación infrarroja pone en marcha el fenómeno de sobrecalentamiento de la atmósfera conocido como efecto invernadero o green house.

Esta relación unida al hecho de que el nivel actual de CO<sub>2</sub> en el aire es el más

alto del que se tenga noticia en los últimos 700.000 años, y a que, de acuerdo con las tendencias, ese contenido continuará creciendo, apuntan a una modificación sustancial de las condiciones térmicas del planeta que muestran una tendencia al aumento de la temperatura media que, de acuerdo con los datos, es mucho mayor en el hemisferio sur que en el norte.



Para combatir el aumento de la temperatura media de la Tierra se espera cumplir con el objetivo de "estabilizar las concentraciones de gases que provocan el efecto invernadero en la atmósfera, a niveles tales que permitan prevenir los efectos de interferencias antropogénicas en el sistema climático".

Esta propuesta tiene en cuenta que la combustión de combustibles fósiles constituye el 66% de las emisiones artificiales de  $\text{CO}_2$  y es necesario reducirlas, ya que la participación del petróleo, el gas natural y el carbón sostiene todavía el irreversible desarrollo humano.

En este sentido vale recordar que la feroz industrialización registrada en el último siglo, cuando se inician los grandes proyectos industriales basados en la

utilización intensiva del carbón, petróleo, petroquímica y más tarde el gas y la energía nuclear, ha provocado una particular agresión al planeta.

El fenómeno del aumento de la temperatura desde 1900 y su aceleración a partir de 1980, debido a la gran concentración de gases producida por la actividad industrial y humana, son sus signos más evidentes.

Algunos de los modelos planteados por los expertos indican que como resultado de estas perturbaciones se producirá, en una primera fase, la licuación de grandes masas de hielo en las regiones polares, con la consecuente elevación del nivel del mar, al tiempo que desertificarán enormes extensiones de tierra y ampliarán las temporadas de sequía en zonas templadas con los consiguientes

efectos sobre las cosechas. La segunda fase se caracteriza por una fuerte evaporación en las zonas ecuatoriales que por acción de los vientos contralios, producirá un aumento importante de la nubosidad en las regiones de alta latitud con la consiguiente reducción de la cantidad de radiación solar incidente en estas zonas.

Como consecuencia de ello, luego de un período de inducción que puede alcanzar de varias décadas a algunos siglos durante el cual prevalecerá la situación descrita como efecto inverna-

dero, se establecería un equilibrio dinámico en el que se tendría una masa de agua considerablemente mayor que la actual en circulación atmosférica, con dos zonas térmicas extremas: una ecuatorial cálida y otra fría con una banda templada intermedia que se iría reduciendo a medida que avanza la fría.

Esta predicción del modelo es conocida como "efecto invernadero diferencial" y coincide con el hecho que las glaciaciones importantes fueron precedidas históricamente por altos niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

## Óxidos de Azufre (SO<sub>x</sub>)

---

Se originan en los procesos químicos sufridos por el azufre durante la combustión. El principal de estos óxidos es el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). En la atmósfera, los óxidos de azufre se oxidan dando origen a sulfatos y partículas de ácido sulfúrico.

Las emisiones sulfurosas de las usinas a combustible líquido son, en general, superiores a aquéllas de las usinas de carbón, dado que los derivados de

petróleo poseen normalmente un tenor de azufre mayor que el carbón mineral.

Los óxidos de azufre son responsables de los problemas respiratorios en la población que vive cerca de las usinas que no controlan sus emisiones.

Dependiendo de su concentración en la atmósfera puede posibilitar el surgimiento de lluvia ácida y de otros efectos ambientales aún a considerables distancias del lugar de emanación.

## Material Particulado

---

Son las cenizas formadas durante el proceso de combustión o presentes en el combustible que son arrastradas por el flujo de gases por la chimenea y lanzadas a la atmósfera.

Este material afecta al medio ambiente por los efectos resultantes de su deposición en bienes inmuebles y su nocividad

para el sistema respiratorio de personas y animales, en plantas e incluso en la visibilidad atmosférica.

El tenor de particulado producido en una central a carbón es mucho mayor que una central a líquido ya que los tenores de cenizas de los carbones minerales son siempre más altos que en los

líquidos.

Las cenizas son residuos del proceso de combustión de dos tipos: cenizas volantes (fly ash) o cenizas pesadas (bottom ash).

Las cenizas no deben abandonarse en el medio ambiente dado que pueden formar efluentes polucionantes con la ayuda de lluvias y vientos contaminando la atmósfera, el suelo y el agua.

## Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

---

Son formados durante el proceso de combustión, dependiendo de la temperatura, de la forma de combustión y de los tipos de quemadores.

Derivan del nitrógeno existente en el combustible y del aire utilizado en la

combustión.

En concentraciones altas los NO<sub>x</sub> provocan un agravamiento de las enfermedades pulmonares, cardiovasculares y renales, así como la reducción del crecimiento de las plantas.

## Monóxido de Carbono (CO) e Hidrocarburos

---

Son emitidos debido a la quema incompleta de combustible. El mayor peligro de los hidrocarburos deriva de su reacción fotoquímica con los óxidos de nitrógeno, generando compuestos

oxidantes. El monóxido de carbono es un ítem importante para el control de la eficiencia de operación de un proceso de combustión por lo que es permanentemente monitoreado.

## Efluentes Líquidos

---

Ningún proceso térmico es completamente eficiente, produciéndose necesariamente en plantas térmicas (fósil o nuclear) emisiones térmicas.

Teóricamente son necesarias 860 kcal para generar 1 kWh, actualmente en plantas térmicas convencionales se requieren entre 1500 y 3000 kcal/kWh.

La diferencia entre los valores indicados equivale a la emisión térmica de las plantas de generación.

Esta emisión se realiza principalmente a través de los gases de descarga de

combustión que tienen una temperatura apreciable y la torre de enfriamiento o el condensador en los ciclos vapor, que calientan el agua del río o lago del cual se abastece.

**Purga de Calderas.** Un problema constante en las calderas a vapor es la formación de incrustaciones debido a la presencia de sales en el agua. Este problema es minimizado utilizando agua desmineralizada de alta calidad y la adición de productos químicos con la finalidad de minimizar los sólidos en suspensión en el interior de las calderas.

Esta purga es continua y del orden del 1% del flujo, produciendo con esto el retiro de los sólidos en suspensión y el exceso de productos químicos. Este efluente es potencialmente polucionante de las napas freáticas, cursos de agua, etc.

### Líquidos para Limpieza de Equipamien-

## Centrales Termoeléctricas Nucleares

---

En la década del 70, la tecnología nuclear fue vista como una de las principales alternativas para la generación de energía eléctrica. Aunque no haya emisión gaseosa de poluentes, los residuos nucleares tienen carácter permanente, representando un riesgo constante para el medio ambiente. Ninguna otra forma de generación enfrenta tantas presiones populares contra su implantación, debido a la percepción de riesgo asociada a este tipo de usinas.

Tales factores resultaron en un crecimiento de la generación de usinas nucleares muy por debajo de lo previsto hace 30 años.

## Centrales Termoeléctricas a Biomasa

---

La biomasa es una de las fuentes más antiguas de energía utilizada por la sociedad y aún hoy es un combustible esencial para la mayoría de los países en desarrollo.

En áreas rurales pobres, la leña combustible y otros residuos provenientes de la biomasa son las mayores fuentes de

to. Los dispositivos que se acumulan en los equipamientos de quema y de generación de vapor dificultan el intercambio de calor y necesitan de la remoción periódica con productos químicos. Estos productos químicos son sólidos potencialmente polucionantes del medio ambiente.

De hecho las estimaciones de generación realizadas en ese momento son cuatro veces mayores que lo realmente generado.

La energía nuclear ocupa el cuarto lugar en la matriz energética mundial, adelante de la energía hidroeléctrica.

Actualmente la industria nuclear está buscando el desarrollo de tecnología volcada a minimizar los problemas de seguridad y ambientales.

La introducción efectiva de estas tecnologías podrá rehacer la confianza en las termoeléctricas nucleares y tomarlas nuevamente en consideración como una alternativa atrayente para el futuro.

energía utilizada para calentamiento y cocción. El extenso debate sobre la escasez de leña como combustible en los años 70 dio origen a innumerables proyectos para aumentar la eficiencia del fogón casero de leña y para estimular la plantación de árboles en áreas taladas. En esa época la biomasa era

todavía una fuente de energía transitoria, dentro del esquema de evolución energética que deberían haber seguido las sociedades en desarrollo.

Esa situación cambió considerablemente y hoy la biomasa es considerada una de las fuentes de energía renovable con mayor perspectiva para el futuro. De hecho, más allá de los beneficios sociales, el uso de la biomasa, en la generación de energía, puede contribuir a la mejoría de las condiciones ambientales siempre y cuando las fuentes generadoras fueran administradas adecuadamente.

Actualmente se están desarrollando nuevas tecnologías, muy eficientes, para obtener combustibles líquidos, gas, electricidad y calor.

Las fuentes utilizadas son diversas e incluyen madera, caña de azúcar, plantaciones energéticas, residuos agrícolas y productos vegetales. Tecnologías avanzadas están actuando sobre la gasificación de la biomasa para perfeccionar su utilización energética.

Grandes esfuerzos se están realizando para aumentar el uso de la biomasa en la generación eléctrica, aunque los resultados de estas experiencias son poco divulgados.

En Suecia por ejemplo, el aumento de precios de los combustibles, la creciente preocupación del impacto ambiental causado por los combustibles fósiles y la controversia en torno de la generación nuclear obligaron al país a crear una

política energética volcada al uso de la biomasa en gran escala. En los comienzos de los años 80, fueron canalizados incentivos para el sector y hoy el 18% de la energía generada en Suecia proviene de la biomasa.

Las tecnologías desarrolladas por el uso de la biomasa en gran escala, son opciones reales para los países que disponen de gran cantidad de residuos agrícolas y vegetales, o que tienen grandes áreas para cultivos energéticos. Aunque los riesgos de competencia por el uso de la tierra deben ser cuidadosamente considerados. En algunos países podría ser necesaria una modernización de técnicas agrícolas para la liberación de tierras para agricultura energética. No obstante, desde el punto de vista ambiental, ese proceso debe ser cuidadosamente implantado dado que la intensificación de la agricultura puede resultar en impactos negativos debido al aumento de los insumos energéticos y químicos.

Es importante destacar que las tecnologías para el uso de la biomasa en gran escala exige una infraestructura compleja para su implantación. Una central generadora utilizando diversos tipos de insumos, tales como residuos agrícolas y productos vegetales y cosechas energéticas requieren de una red de actores, incluyendo hacendados, industrias agrícolas y empresas de reforestamiento. Las variaciones climáticas influyen en el mercado de las industrias involucradas y pueden afectar el almacenamiento

y la disponibilidad de insumos. Idealmente el área de recolección no debe ser demasiado amplia para no anular la ganancia con el gasto de la energía invertida en la recolección.

Todo esto significa que un sistema moderno de utilización de biomasa con fines energéticos requiere de una cantidad considerable de esfuerzos coordinados para operar en gran escala. El soporte gubernamental es

imprescindible para proveer las bases e incentivos necesarios para iniciar y organizar la actividad.

Es difícil implantar una nueva tecnología energética si el mercado está distorsionado con subsidios para las fuentes de energía no renovables o ambientalmente peligrosas. En este caso podrá ser muy difícil hacer que la biomasa sea atractiva y competitiva.

### Impactos Ambientales Ilustrativos del Suministro de Electricidad

<p><b>Carbón</b></p>	<p>Contaminación de aguas subterráneas.                  Trastornos al terreno, cambios en los usos del mismo y a largo plazo destrucción de ecosistemas.                  Emisiones de partículas de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> que alteran la calidad del aire.                  Metales pesados lixiviados de la ceniza y de desechos de escorias.                  Cambios climáticos globales por las emisiones de CO<sub>2</sub>.                  Acidificación de lagos y pérdidas de comunidades a causa de acumulaciones de ácidos.</p>
<p><b>Petróleo y Gas</b></p>	<p>Contaminación del mar y costas por derrames.                  Daños a las estructuras, cambios de suelos, degradación de bosques, acidificación de lagos por emisión de S y N.                  Contaminación de aguas subterráneas.                  Impacto por las emisiones de gases de invernadero.</p>
<p><b>Hidroelectricidad</b></p>	<p>Destrucción de tierras, cambios en el uso de la tierra, modificación de la sedimentación.                  Destrucción de ecosistemas y pérdidas de especies.                  Cambios en la calidad del agua y en la vida marina.                  Desplazamiento de poblaciones.</p>
<p><b>Energía Nuclear</b></p>	<p>Contaminación de aguas superficiales y subterráneas (minería)                  Cambios en el uso del suelo y destrucción del ecosistema.                  Contaminación potencial de tierras y mares causadas por radionucleídos (accidente).</p>
<p><b>Fuentes Renovables</b></p>	<p>Contaminación de la atmósfera y del agua.                  Cambios en el uso del suelo y del ecosistema.                  Ruido producido por el funcionamiento de las turbinas eólicas.</p>



## Resumen Agentes Polucionantes

Contaminante	Comentario	Efectos
<b>CO</b> Monóxido de Carbono	Gas inodoro e incoloro muy tóxico. Surge de la quema incompleta de combustibles fósiles.	Al combinarse con la hemoglobina forma carboxihemoglobina, sustancia que dificulta el transporte de oxígeno a la sangre. Enfermedades Cardíacas.
<b>NO</b> Monóxido de Nitrógeno	Este gas se origina en la quema de sustancias orgánicas a altas temperaturas. Los principales emisores son las usinas generadoras (combustibles fósiles y automotores).	Reacciona con hidrocarburos y luz solar para formar oxidantes fotoquímicos.
<b>NO<sub>2</sub></b> Dióxido de Nitrógeno	Gas tóxico que se origina por la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) en presencia de radiación solar. Reacciona con hidrocarburos y luz solar para formar oxidantes fotoquímicos. Su presencia reduce la capacidad del proceso de fotosíntesis de las plantas.	Daños en vías respiratorias. Disminuye la capacidad pulmonar y aumenta la frecuencia de infecciones respiratorias.
<b>H<sub>2</sub>S</b> Sulfuro de Hidrógeno	Gas venenoso e incoloro (Gas sulfhídrico).	Provoca la descomposición, en ausencia de oxígeno (anaeróbica), de la materia orgánica.
<b>SO<sub>2</sub></b> Dióxido de Azufre	Surge de la quema de combustibles líquidos y carbones.	Irritante de las vías respiratorias. Bronco constricción y conjuntivas oculares (empeorada en presencia de partículas y/o alta humedad ambiental). Destruye materiales calcáreos como mármol y cemento.
<b>SO<sub>3</sub></b> Trióxido de Azufre	Producto de la reacción del SO <sub>2</sub> y la luz, es decir resultante de una reacción fotoquímica.	Produce daños sobre el aparato respiratorio y lesiones en las hojas.
<b>CO<sub>2</sub></b> Dióxido de Carbono	Gas que se encuentra en la atmósfera tal como se origina. La quema de bosques y de combustibles, la descomposición bacteriana de arrozales anegados, las emisiones de metano que se desprenden de las deposiciones del ganado son causas importantes del efecto invernadero. Todos estos agentes aumentan la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Los niveles atmosféricos se han incrementado desde unas 280 ppm hace un siglo a más de 350 ppm en la actualidad.	Forma una capa que absorbe la radiación solar que refleja la Tierra provocando un calentamiento global o efecto invernadero.

## Resumen Agentes Polucionantes (cont)

Contaminante	Comentario	Efectos
<p><b>O<sub>3</sub></b>  <b>Oxidantes Fotoquímicos</b>            (fundamentalmente ozono [O<sub>3</sub>]; también nitrato peroxiacetílico [PAN] y aldehídos)</p>	Se forman en la atmósfera como reacción a los óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y luz solar.	Bronco constricción. Irritación de mucosas.
<p><b>Pb</b>  <b>Plomo</b></p>	Se lo encuentra en la atmósfera como material particulado proveniente de las descargas de los automóviles que utilizan naftas con plomo como antidetonante.	Provoca graves intoxicaciones, daños cerebrales convulsiones y muertes prematuras.
<p><b>C<sub>x</sub>H<sub>x</sub></b>  <b>Hidrocarburos No Metálicos</b>            (etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetileno)</p>	<p>Son los gases que intervienen en las reacciones químicas que dan como resultado los agentes derivados más agresivos.</p> <p>Los hidrocarbonados más sencillos como el metano CH<sub>4</sub> contribuyen al calentamiento de la Tierra o al efecto invernadero constituyendo el mayor porcentaje de gas que participa en este fenómeno</p> <p>Reacciona con los óxidos de nitrógeno y la luz solar para formar oxidantes fotoquímicos.</p>	Tienen un elevado grado de toxicidad, pueden causar desde leve irritación de las mucosas hasta condicionar el desencadenamiento de algún tipo de cáncer.
<p><b>F</b>  <b>Fluor</b></p>	Es lanzado a la atmósfera como gas o como material particularizado. El fluor se utiliza en la industria del aluminio y en la de fertilizantes fosfatados.	Efectos tóxicos sobre las fibras vegetales, productoras del alimento que se transmite a lo largo de la cadena alimentaria.
<p><b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>  <b>Ácido Sulfúrico</b></p> <p><b>HNO<sub>3</sub></b>  <b>Ácido Nítrico</b></p>	<p>Surgen de las reacciones de los óxidos de azufre y de nitrógeno con el vapor de agua.</p> <p>Las lluvias ácidas provocan la corrosión de diversos materiales, así como la esterilización de los suelos y aguas. A raíz de las corrientes de aire, las lluvias ácidas son desplazadas hasta grandes distancias desde su lugar de origen llevando sus efectos destructivos a zonas donde estos gases ni siquiera son observados normalmente.</p> <p>El ácido sulfúrico es incoloro y de alta densidad (1.84 g/cm<sup>3</sup>).</p>	<p>El ácido nítrico produce una coloración amarillenta sobre la piel al reaccionar con ciertas proteínas y formar ácido xantoproteico.</p> <p>El ácido sulfúrico destruye la piel y la carne.</p> <p>Las lluvias ácidas perjudican los bosques particularmente los de coníferas, las plantas se debilitan por la acción combinada del ácido sulfúrico y nítrico que arrastra el agua de las lluvias.</p>
<p><b>PTS</b>  <b>Partículas en Suspensión</b></p>	Compuestos de carbón, nitratos, sulfatos y metales como: plomo, cobre, hierro y cinc.	Disminución de la capacidad respiratoria. Aumento de la frecuencia de cáncer pulmonar.

## Resumen Agentes Polucionantes (cont)

Contaminante	Comentario	Efectos
Smog	<p>Es una combinación de humo y niebla que cubre principalmente la atmósfera de las grandes urbes del mundo. Es extremadamente nocivo para la salud especialmente de ancianos niños y enfermos asmáticos.</p> <p>El smog sulfuroso se produce por la composición, en la atmósfera, de gases de azufre que se unen con niebla.</p>	Produce irritación de ojos y garganta, vómitos, ronquera, anemia, fatiga.

## Principales Efectos de las Diferentes Fuentes Energéticas de Producción de Electricidad en el Medio Ambiente

	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
<b>Combustibles Sólidos</b>			
Efectos Locales Solamente	<p>Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.</p> <p>Contaminación terrestre, marina y costera.</p> <p>Contaminación terrestre y acuática por lixiviados de metales pesados de desechos sólidos.</p> <p>Contaminación aérea por partículas de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, hidrocarburos, materia orgánica.</p>	Perturbaciones en tierras y destrucción del ecosistema.	
Efectos Regionales Principalmente		<p>Contaminación marina y oceánica con pérdida de especies.</p> <p>Daño a estructuras cambios del suelo y degradación de bosques por emisiones de SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.</p>	Acidificación de lagos y pérdidas de comunidades por depósitos ácidos.
Efectos Globales			Cambios climáticos producidos por CO <sub>2</sub> y otros gases de invernadero (posibles efectos relacionados comprenden el aumento del nivel de los mares).

### Principales Efectos de las Diferentes Fuentes Energéticas de Producción de Electricidad en el Medio Ambiente (cont)

	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
<b>Nuclear</b>			
Efectos Locales Solamente	Contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	Perturbaciones en tierras y destrucción del ecosistema.  Contaminación terrestre y acuática con radionucleidos en condiciones de accidente.	
Efectos Regionales Principalmente			Efectos radiológicos sobre la salud y contaminación de tierra y agua en condiciones de accidente grave.
<b>Fuentes Energéticas Renovables</b>			
Efectos Locales Solamente	Contaminación atmosférica.	Cambios en la vida marina y calidad del agua.	Pérdida de especies y efectos de sedimentación.  Destrucción de tierras y modificación de ecosistemas.
Efectos Regionales		Cambios en pautas hidrológicas y calidad del agua.	

### Riesgos para la Salud Derivados de Fuentes Renovables de Producción de Electricidad

Ocupacional	Poblacional
<b>Geotérmica</b>	
<p>Exposición a las emisiones de ácido sulfhídrico (tóxico y odorífero), amoníaco, mercurio, boro, benceno y fugas de radón.</p> <p>El tratamiento de los fluidos hidrotérmicos de desecho produce grandes cantidades de lodos con efectos tóxicos potenciales.</p>	<p>Exposición de aire y agua a emisiones tóxicas, en especial ácido sulfhídrico gran riesgo por cáncer. Riesgos por exposición a mercurio.</p> <p>Los lodos tóxicos derivados de fluidos de desecho pueden contaminar las fuentes de agua potable, con el consiguiente riesgo para la salud de la población. El riesgo depende en gran medida de la localización de los desechos y de la tecnología para su control.</p>

## Riesgos para la Salud Derivados de Fuentes Renovables de Producción de Electricidad (cont)

Ocupacional	Poblacional
<b>Solar/Biomasa</b>	
Exposición a plaguicidas y herbicidas en los bosques madereros. Riesgo de accidentes durante la tala de árboles y equipo mecánico para manejo de la madera.	Riesgos sobre la salud por posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas con plaguicidas, herbicidas y fertilizantes. La madera produce menos emisiones contaminantes de SO <sub>2</sub> que el carbón y el petróleo; pero produce más partículas, especialmente de materia orgánica policíclica.
<b>Solar/Hidráulica</b>	
Los riesgos más importantes son por accidentes durante la construcción de las instalaciones.	Los esquemas de desarrollo para los sistemas hidráulicos, en regiones tropicales, a menudo han creado ambientes ecológicos favorables a la proliferación de las enfermedades por parásitos y las derivadas del agua contaminada; esquistosomiasis, dengue y fiebre hemorrágica del dengue, infecciones por platelmintos, filiarisis de Bancorffian y malaria. El crecimiento de plantas alrededor de los depósitos de agua proporciona un hábitat apropiado para que la mosca tsé-tsé transmita la tripanosomiasis o enfermedad del sueño. Las fallas de las presas pueden causar inundaciones, daños a la propiedad y pérdidas de vidas. La acumulación de agua, propiciada por el desarrollo de grandes proyectos hidráulicos, puede causar deslizamiento de suelos.
<b>Solar/Fotovoltaica</b>	
Los riesgos más importantes se derivan de la exposición, intensa accidental o continua de baja intensidad, a gases tóxicos (arsina, fosfina) o peligrosos (silán).	Emisiones accidentales de contaminantes tóxicos del aire usados en la fabricación de foto celdas.
<b>Solar/Eólica</b>	
Accidentes en labores de mantenimiento.	Ningún riesgo importante para la salud: sin embargo la contaminación por ruido es una cuestión que preocupa a los proyectistas.
<b>Solar/Térmica</b>	
Accidentes asociados con la operación normal de las instalaciones. Accidentes derivados del reflejo de la luz (ceguera) y por los fluidos tóxicos que se emplean (sales de sodio eutécticas).	El riesgo más importante se deriva de la exposición accidental de la vista a los reflejos.

Ing. Sabino Mastrángelo. Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A.(CAMMESA)  
e-mail: sabino@mastrangelo.com.ar

## La Opción Nuclear

Ing. Aníbal Núñez

A pesar de que, en los últimos años, la política energética argentina fue fijada por el mercado, no deberíamos descuidar, desde el punto de vista del Estado, la posibilidad de realizar un análisis serio sobre la realidad de nuestros recursos y delinear una estrategia conducente a cubrir nuestras expectativas de crecimiento futuro.

Las variables a manejar son muchas y algunas muy complejas, no obstante considero que es imprescindible aportar, a quienes deben tomar decisiones, información inteligente sobre el presente y el futuro energético, a los efectos de que se direccionen las políticas, se estimulen las inversiones y se salvaguarde, en el largo plazo, el mercado eléctrico necesario sobre la base de un desarrollo sustentable.

No podemos dejar de lado, en dicho análisis, la fuerte influencia de la protección ambiental, fundamentalmente a través de la reducción de los porcentajes de emisión de dióxido de carbono, que está tomando suficiente fuerza en todo el mundo.

Debería superarse la inhibición ambientalista de algunos grupos, que niegan la participación en dichos esquemas de la energía nuclear y clarificar a la sociedad sobre las verdaderas ventajas de dicha alternativa.

La garantía de suministro energético

debe ser la base de la política a diagramarse. Así se está planteando en casi todo el mundo y con mucha mayor intensidad después de los sucesos del 11 de setiembre.

La diversificación de fuentes e incluso de tecnologías, como así también un criterioso proceso de integración regional, deberían conducir a la atracción de inversiones enmarcadas en las necesidades sociales demandantes.

En este contexto es muy importante la relevancia que tendrá la opción nuclear, opción que, en nuestro país, ha ido perdiendo vigencia, a través de la demora en la terminación de Atucha II, pero que es imprescindible revertir.

Los excelentes resultados de Atucha I y Embalse no sólo deberían estimular la continuidad de la construcción de Atucha II, sino también en la de una cuarta central.

La gran asignatura pendiente en la opción nuclear es la resolución exitosa del manejo de los residuos y el entendimiento claro del tema por parte de la opinión pública.

Si bien mucho se ha avanzado tecnológicamente sobre el primero de estos propósitos la aceptación pública sigue siendo muy crítica, debido al manejo mediático de los grupos opositores y a la insuficiente defensa de quienes estamos a favor.

Una gran parte del mundo aún no acepta a la energía nuclear como alternativa para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, e inclusive los gobiernos no terminan de ratificar el Protocolo de Kioto, están fuera nada menos que EEUU y Rusia, quizás como algunos predicen, puede que esta actitud se modifique cuando el problema se ponga crudamente de manifiesto en el segundo período del Protocolo de Kioto (2010-2018)

En general se están observando índices muy significativos de un resurgimiento nuclear: Finlandia ha decidido construir una quinta central, EEUU, desde marzo 2000 hasta la fecha, ha extendido licencias de explotación de 40 a 60 años a un total de 14 unidades, otras 16 están en vías de renovación y antes de fin de año se espera la aprobación de las solicitudes por otras 10 unidades, seguidas de otras 8 en 2004. También se presentó en este país aprobación por aumento de potencia, el mayor del 20% fue en el 2001 y hacia finales de este año se prevé la presentación de otra solicitud para un aumento del 20% en una sola unidad.

Japón, China, Corea del Sur, India, son algunos de los países que más apuestan a este tipo de generación. Canadá ha puesto a punto algunas de sus plantas cerradas y reiniciado su operación.

La UE ha advertido a los países miembros, que tienen previsto el cierre de algunas plantas, que dificultarán aún más el cumplimiento de las reducciones

de emisiones establecidas en el protocolo de Kioto. La Comisión Europea para la Energía consideró necesario mantener abierta la opción nuclear para todos los estados miembros que la deseen. En el Reino Unido una Comisión Parlamentaria ha criticado el Libro Blanco del Gobierno, diciendo que las fuentes energéticas renovables no se ponen en marcha con suficiente rapidez y que la energía nuclear tendrá que llenar la laguna.

Podríamos seguir mencionado ejemplos de las diferentes actitudes que se forman en el mundo al respecto, pero considero que lo más importante es qué actitud tomará nuestro país. Tenemos conocimiento y tenemos experiencia, sólo nos falta buscar un ámbito de discusión y buscar un consenso que permita diseñar el camino.

Sabemos perfectamente que la opción nuclear será viable si se respetan algunos principios fundamentales:

- Capacidad Científica y Técnica
- Estructura Legal y Regulatoria adecuada
- Aceptación Pública

En nuestro país, contamos con recursos humanos y tecnológicos suficientes para sostener este sistema. Seguramente que necesitamos muchos más y no debemos descuidarnos en la formación y capacitación de nuevos profesionales y técnicos.

La construcción de Atucha I y Embalse, como los 30 años de operación de la

primera y los 20 de la segunda, nos dan una experiencia muy importante para enfrentar la terminación de Atucha II y su posterior operación.

Los 53 años de la CNEA y los logros obtenidos durante su historia garantizan la posibilidad de contar con un importante plantel científico-técnico.

Las empresas del sector nuclear complementan, en parte, una necesidad de integración que debería analizarse a los efectos de que se conduzca a una reducción de costos y no a una simple definición de autoabastecimiento.

La energía nuclear debe pugnar económicamente con otras fuentes y aquí debemos ser muy cuidadosos, pues en Argentina estamos dentro de un mercado muy amplio y competitivo.

La existencia de la Autoridad Regulatoria Nuclear, desde 1994 como institución independiente, permitió una mayor transparencia en las relaciones entre regulador y regulados. La experiencia tanto local como internacional de la ARN, cosechada a lo largo de muchos años, permite vislumbrar una apropiada tarea regulatoria que transmita a la sociedad, seguridad y tranquilidad.

Quizás, donde no estemos suficientemente preparados es en la transmisión al público de las ventajas de la energía nuclear.

El mayor trabajo y la constancia con que lo hacen, algunas ONG, nos ha dejado retrasados y debilitados ante la aceptación pública.

No obstante, la veracidad de nuestros argumentos y el manejo honesto y serio de la información, tendrán que ser cotejados contra aquéllos que también honesta y seriamente opinen lo contrario y que la sociedad saque sus conclusiones.

Por último, deberíamos incluir en un estudio sobre el mercado eléctrico, a mediano y largo plazo, los aspectos económicos y financieros, donde también la energía nuclear ha sido duramente atacada.

En este sentido deberíamos diferenciar claramente, todo lo que se ha escrito y hablado sobre Atucha II, de lo que puede significar una central nueva.

Los números que se han manejado en estos últimos tiempos han sido relacionados con la inversión faltante para terminar una obra cuyo avance es del 81%, en consecuencia no sirven para comparar entre proyectos alternativos.

Sin dudar, la terminación de Atucha II mejorará los resultados sobre una planta nuclear futura, fundamentalmente por los beneficios de escala que incidirán en los elementos combustibles y el agua pesada, como una mayor participación de ingeniería, suministros nacionales y así también en montaje y puesta en marcha.

Es conveniente que prontamente la sociedad, las instituciones, los funcionarios, iniciemos el debate sobre el futuro energético que deseamos y que se exponga claramente y sin prejuicios el



rol que puede representar la energía nucleoelectrica como una opción a la satisfacción de la demanda.

La selección de las fuentes de energía futuros implican decisiones complejas porque involucran no sólo análisis de recursos, de costos-beneficios, sino también del modelo de sociedad que se

pretende.

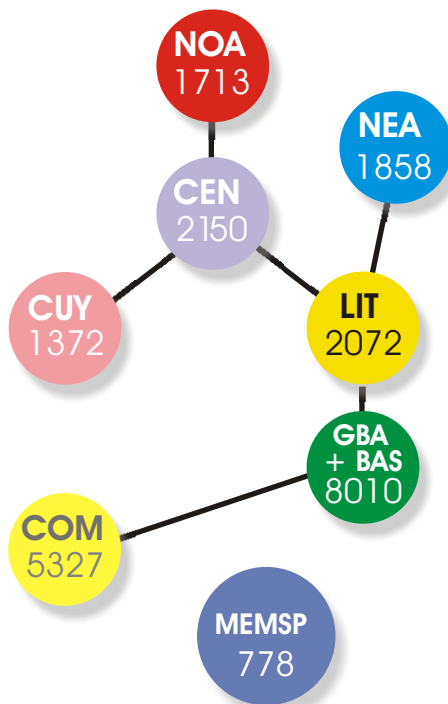
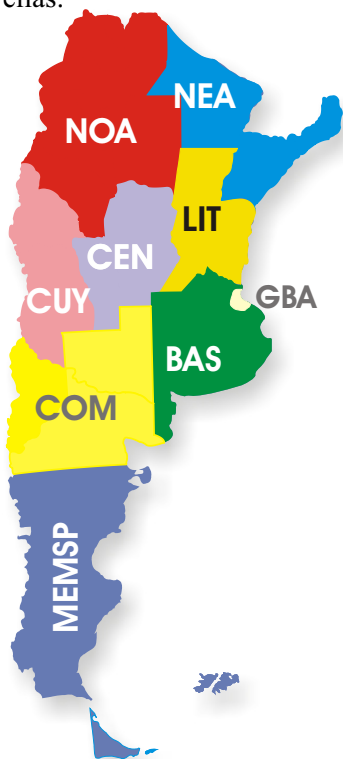
Lo que no se puede es seguir demorando el debate esperando que el mercado lo resuelva por sí mismo. Por supuesto que no está exento del mismo la discusión sobre las tarifas eléctricas, motor indiscutible en la selección de los distintos proyectos.

## Potencia Instalada

El parque generador de energía eléctrica de nuestro país, está compuesto por numerosos equipos de distinto tipo distribuidos en toda su extensión.

Según su ubicación geográfica los equipos de generación pertenecen a ocho regiones principales, estas son: Cuyo (CUY), Comahue (COM), Noroeste (NOA), Centro (CEN), Buenos Aires/Gran Buenos Aires (GBA-BAS), Litoral (LIT), Noreste (NOA) y Patagonia (PAT). La suma de ellas constituye el Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Todas las regiones se encuentran interconectadas entre sí salvo la región Patagónica que opera en forma aislada del resto. En la parte interconectada opera el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y en la región Patagónica, donde se encuentra el Sistema Interconectado Patagónico (SIP) opera el Mercado Eléctrico Mayorista del Sistema Patagónico (MEMSP).

En el mapa pueden observarse las regiones señaladas y las vinculaciones existentes entre ellas.



La potencia bruta total instalada al 30 de junio de 2003 en los dos sistemas (MEM y MEMSP) es de 23 280 MW.

Los equipos instalados en MEM y MEMSP se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo con el recurso natural que utilizan: Térmico Fósil (TER), Nuclear (NUC) o Hidráulico (HID). Los térmicos a combustible fósil a su vez se pueden subdividir en cuatro tipos tecnológicos de acuerdo con el tipo de ciclo térmico que utilizan para aprovechar la energía: Turbina de Vapor (TV), ciclo Rankine, que utiliza la energía del vapor de agua; Turbina de Gas (TG), ciclo Joule Bryton que utiliza la energía contenida en los gases producidos en la combustión; Turbina de Gas en Ciclo Combinado (CC), Rankine + Joule-Bryton combinación de los tipos anteriores donde se aprovecha la alta temperatura de los gases de escape de la turbina de gas para producir vapor y los Motores Diesel (MD), ciclo Diesel.

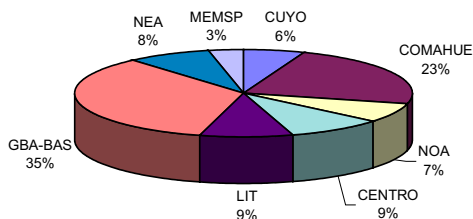
Existen en nuestro país otros tipos tecnológicos como los eólicos, geotérmicos y solares, aunque de baja significación en cuanto a la potencia instalada. Ninguno de estos equipos se encuentra en el ámbito de lo que se denomina MEM o MEMSP. Algunas de estas instalaciones se encuentran operando en forma aislada y otras producen energía en cooperativas, descontando demanda al momento de efectuar las compras al Mercado Eléctrico.

La tabla siguiente expone la potencia térmica instalada (en MW) a junio de 2003 clasificada por región y tipo de equipo.

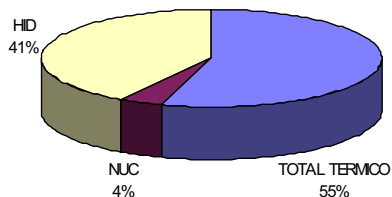
Región/Tipo	TV	TG	CC	MD	Total TER	NUC	HID	Total
<b>CUYO</b>	120	90	374		584		788	1372
<b>COMAHUE</b>		578	264		842		4485	5327
<b>NOA</b>	261	439	829	4	1533		180	1713
<b>CENTRO</b>	227	297	64		588	648	914	2150
<b>LIT</b>	242	40	845		1127		945	2072
<b>GBA-BAS</b>	3640	571	3442		7653	357		8010
<b>NEA</b>	25	123			148		1710	1858
<b>Total MEM</b>	<b>4515</b>	<b>2138</b>	<b>5818</b>	<b>4</b>	<b>12475</b>	<b>1005</b>	<b>9022</b>	<b>22502</b>
<b>MEMSP</b>		196	63		259		519	778
<b>Total</b>	<b>4515</b>	<b>2334</b>	<b>5881</b>	<b>4</b>	<b>12734</b> 54.7%	<b>1005</b> 4.3%	<b>9541</b> 41.0%	<b>23280</b>

Las diferencias respecto al semestre anterior (ver Boletín Energético N° 10) se deben a que una parte de la central de Agua del Cajón pasa a ser autogenerador (478 MW), al ingreso de la segunda Turbina de Plus Petrol Norte (116 MW) y a ajustes de potencia en Dock Sud y Central Puerto.

A continuación se muestra la relación porcentual de la potencia instalada por región y por tipo de combustible a junio de 2003.

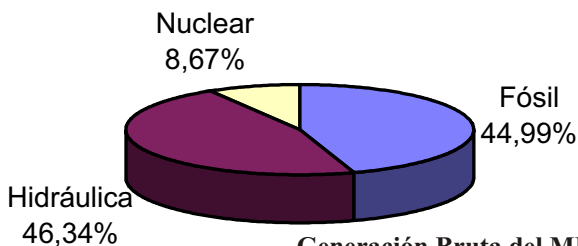


**Potencia Instalada por Regiones**



**Potencia Instalada por Combustible**

En el siguiente gráfico podemos apreciar como fue la generación eléctrica bruta de esas mismas fuentes durante primer semestre del año 2003.



**Generación Bruta del MEM - 1er semestre 2003**

Dentro de la generación que no opera en el Mercado se destaca la eólica, que aporta casi 14 MW y representa el 0,07 % del total del sistema. La mayor parte de ésta, 8 MW, se encuentra en el SIP y los 6 MW restantes se ubican principalmente en el sur de la provincia de Buenos Aires.

## Incorporaciones Previstas

CAMMESA no tiene previstas, ni modeladas nuevas incorporaciones al MEM en el corto plazo. Por otra parte, informa sobre otros proyectos, que tienen posibilidades de concretarse pero con fecha de incorporación aún no definida, que suman 3750 MW, ver tabla. Estas cifras, de concretarse su incorporación, representan un incremento del parque actual de 16,4 %.

La mayoría de este equipamiento (salvo la central nuclear de Atucha 2) corresponde a equipos térmicos que utilizan combustibles fósiles.

Hay que tener en cuenta que estos generadores (al no disponer de fecha de incorporación) requieren un tiempo mínimo de dos o tres años para su concreción.

**Tabla Incorporaciones sin fecha definida de puesta en marcha** (de difícil concreción antes de 3 años)

Empresa	Grupo Generador	Tipo	Potencia (MW)	Potencia Acumulada (MW)
NASA	ATUCNU02	NUC	745	745
ENARGEN	ENARCC01	CC	480	1225
C. Las Playas	LPLACC01	CC	250	1475
GENELBA	GEBACC02	CC	850	2325
Central Piedrabuena	BBLACC01	CC	780	3105
CAPEX	LDLACV01	CV	200	3305
Termoandes	TANDCC01	CC	203	3508
C.T. NOA	INDECC01	CC	242	3750

Fuente: CAMMESA Enero 2003

## Costo Variable de Producción y Orden de Despacho

Debido a que la demanda tiene importantes variaciones a lo largo del día, CAMMESA debe decidir con qué unidades generadoras la va a cubrir; para ello realiza el despacho económico de las unidades, manteniendo como función objetivo la minimización de la suma del Costo Variable de Producción (CVP), el Costo Variable de Transporte (CVT) y la valorización de la Energía No Suministrada (ENS), todo ello con ajuste a las restricciones de transporte, disponibilidad de combustibles y de agua y demás limitantes operativas.

Con este objetivo confecciona un orden de mérito con las unidades generadoras y si la demanda aumenta o disminuye les solicita que ingresen o salgan del sistema, respetando ese orden de mérito con algunas excepciones.

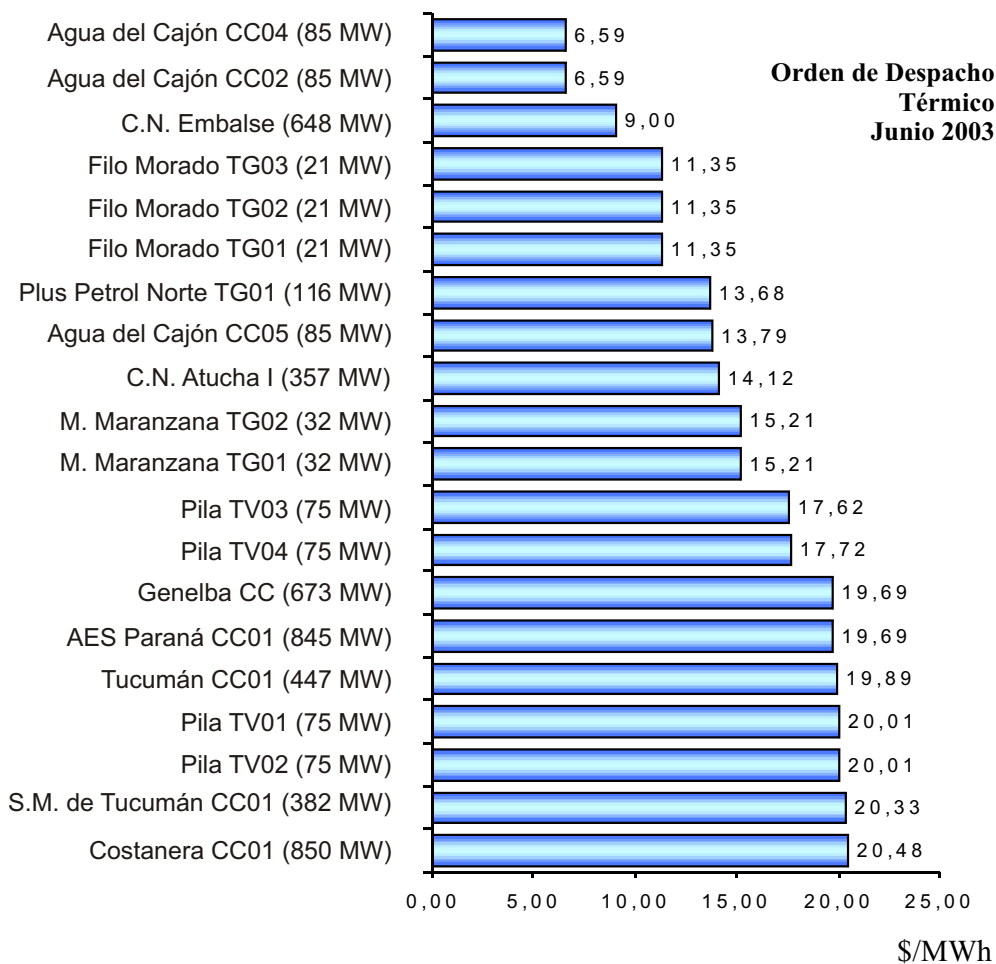
Hasta hace un tiempo, este orden de mérito consideraba la incidencia del combustible en el costo de generación y otros costos variables no combustibles, pero estos últimos con un tope del 15% del valor del combustible.

Recientemente, mediante la Resolución de la Secretaría de Energía SE N° 8, se han introducido algunas modificaciones a la mecánica de sanción de precios respetando los principios básicos antes mencionados, pero permitiendo la total recuperación de todos los costos variables.

Por lo tanto el CVP ahora incluye además los costos Variables de Operación y Mantenimiento que también tienen topes por rango y tipo de generación.

El despacho económico se realiza sobre la base de los CVP declarados y aceptados por CAMMESA. La sanción se efectúa con el mínimo valor entre el CVP declarado y el valor de referencia calculado por CAMMESA.

En principio y para dar una idea del orden de prioridad con el cual las máquinas térmicas cubren la demanda del SADI, se presenta la tabla con la lista de mérito de las 20 primeras unidades térmicas.



Los valores indicados en el gráfico corresponden a los CVP declarados por los generadores, divididos por los factores de nodo correspondientes a cada generador, con el objeto de trasladar estos valores al Centro de Carga del Sistema (CCS).

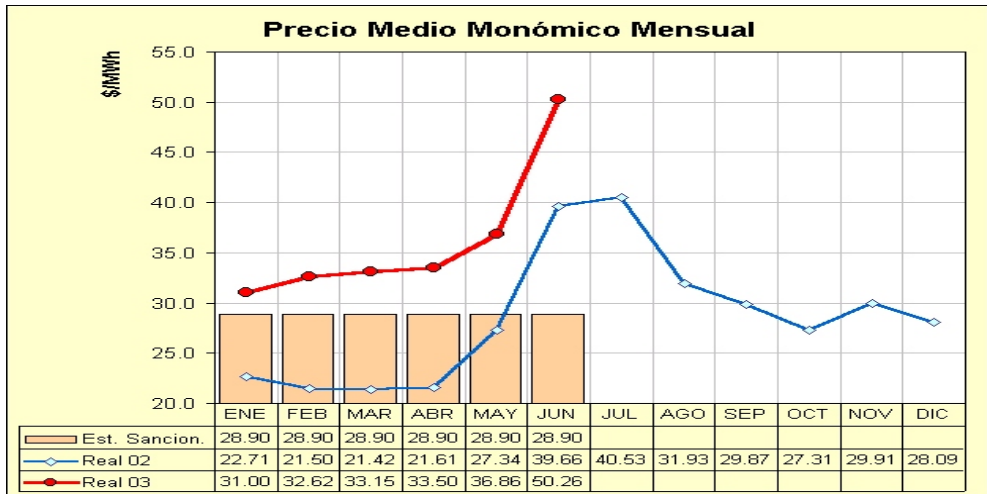
Una vez determinado el despacho de cada unidad se establece el precio en el mercado (el CVP de la máquina más cara que está entregando energía al sistema) y en cada nodo, esto equivale al costo de producir una unidad de energía adicional, respetando las restricciones establecidas.

Sobre la base de estos precios se remunera a los generadores que operan en cada momento, el precio que cada uno recibe equivale al precio en el CCS por el Factor de Nodo.

## Evolución de los Precios

Durante el primer semestre de 2003 el precio de la Energía Eléctrica en el MEM ha sido superior en pesos al correspondiente del año 2002, en cambio si consideramos la devaluación producida su valor en moneda constante ha sido muy inferior.

Se indica a continuación la evolución del precio en el mercado spot en pesos durante el primer semestre de 2003, durante 2002 y los precios estacionales sancionados por CAMMESA (ver figura siguiente).



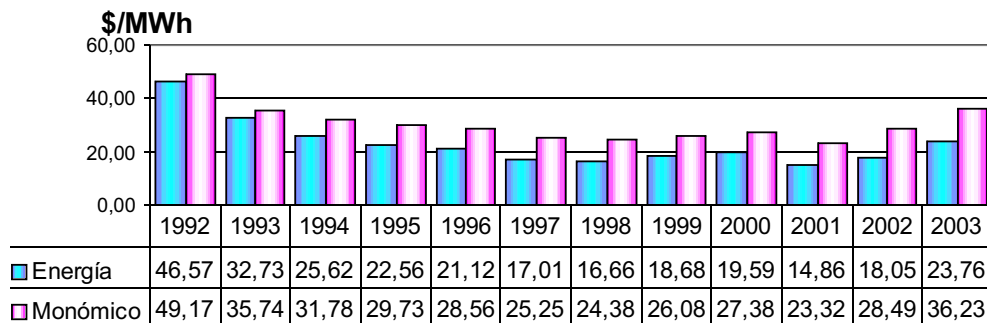
**Precios del MEM en el primer semestre de 2003**

Los precios anteriores son promedios mensuales extraídos del informe mensual de CAMMESA.

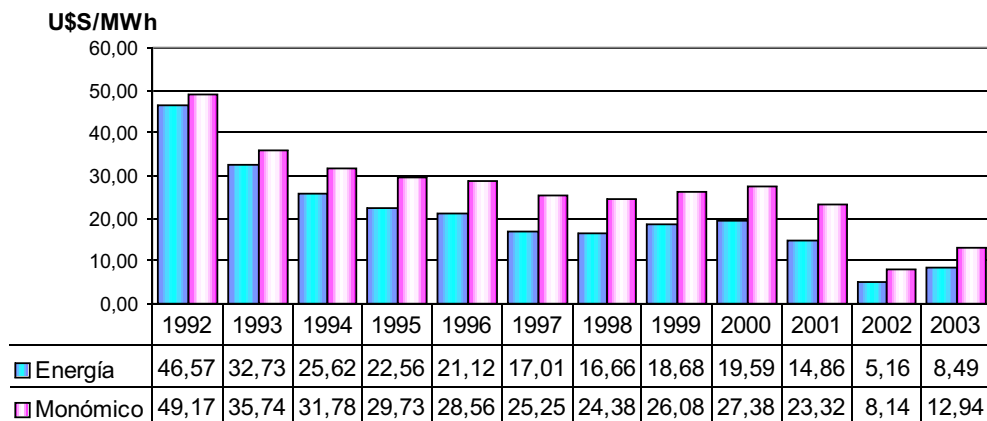
A continuación se indica la evolución del precio de la energía y el precio monómico desde el año 1992.

Los valores están expresados en pesos y hay que tener en cuenta para su comparación que en el año 2002 se produjo una importante devaluación.

Si tomáramos en cuenta los valores a moneda constante (U\$S) los valores correspondientes al año 2003 serían muy inferiores a los correspondientes a años anteriores como se puede apreciar en la tabla.



**Precios Promedio Anuales**



**Precios Promedio Anuales**



**Países Bajos**

(Flash, Foro de la industria Nuclear Española)

La central nuclear de Borssele (un PWR de 481 MW) podrá funcionar hasta 2013 tras cuarenta años de operación, según ha aprobado el nuevo Gobierno neerlandés, resultante de las últimas elecciones. Grupos antinucleares habían solicitado su cierre en 2003.



## Un Referéndum en Suiza Rechaza dos Propuestas Antinucleares

(Flash, Foro de la industria Nuclear Española)

El pasado 18 de mayo se celebró en Suiza un referéndum en el que se rechazaron dos propuestas antinucleares. Las dos propuestas antinucleares eran apoyadas por partidos de izquierda y ecologistas.

La primera, denominada "Electricidad sin Nuclear", pedía el cierre paulatino de los cinco reactores nucleares suizos hasta 2014, el fin del reproceso del combustible nuclear gastado y el cambio a fuentes energéticas no nucleares y sin emisiones de CO<sub>2</sub>. Fue rechazada por el 66,3 % de los votantes.

La segunda, "Moratoria Plus" pedía la continuación, por 10 años, de la moratoria establecida en 1990, cuando el 54,4 % de los suizos votó en contra de la construcción de nuevas centrales nucleares. Pedía además limitar la operación de las centrales a 40 años, contra la opinión de prolongar el funcionamiento de cada reactor en 10 años. Ésta fue rechazada por el 58,4 % de los suizos.

Las centrales nucleares suizas producen un 38 % de la electricidad del país, por lo que su cierre produciría un aumento de costos de decenas de miles de millones de francos suizos.

De los 26 cantones suizos, 25 votaron en contra de las dos iniciativas.

## Estados Unidos Aprueba el Uso de Carne Vacuna Irradiada en las Comidas de las Escuelas Públicas

(Flash, Foro de la industria Nuclear Española)

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos ha aprobado la utilización de carne picada irradiada de vacuno en el Programa Nacional de Comidas de las escuelas públicas, uno de los mayores del mundo, por el que 27 millones de niños de dicho país reciben el almuerzo los días escolares.

noticias noticias noticias noticias noticias noticias  
noticias noticias noticias noticias noticias noticias  
noticias noticias noticias noticias noticias noticias

Esta aprobación es consecuencia de la realizada en 1997 por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de la irradiación de carne de vacuno y de aves, por haberse llegado a la conclusión de que la irradiación es un medio seguro de eliminar los microbios causantes de enfermedades tales como las producidas por la *Salmonella* y la *Escherichia coli*.

### **El Gobierno Federal Alemán Autoriza el Reactor de Investigación de Garching**

(Flash, Foro de la industria Nuclear Española)

El Ministro Federal de Medio Ambiente, J. Trittin, ha anunciado la concesión del permiso de funcionamiento del reactor de investigación de alto flujo neutrónico de Garching, cerca de Munich, conocido por las siglas FRM-II.

El Ministro ha dado su aprobación tras un largo proceso de requerimientos para demostrar su seguridad, unas veces desde el punto de vista ambiental y otras desde la proliferación nuclear. El combustible, de alto contenido en uranio-235, debía haber sido suministrado por Rusia en 2001, pero el acuerdo establecido para ello encontró la oposición de Estados Unidos, a lo que se sumó más tarde el nuevo Gobierno alemán verdirrojo con su política antinuclear.

La autorización requiere la adaptación del reactor antes de 2010 a un nuevo combustible que no pueda ser considerado apto para armas nucleares.

### **Las Centrales Nucleares Argentinas Obtuvieron la Certificación ISO 14001**

(Nucleoeléctrica Argentina SA.)

Nucleoeléctrica Argentina S.A. recibió la certificación IRAM IQNet en virtud de haber implementado un Sistema de Gestión Ambiental que cumple con los requisitos de la norma ISO

14001:1996 y que alcanza la totalidad de sus actividades.

A partir del 19 de agosto de 2003 NA-SA mantiene operativo su Sistema de Gestión Ambiental Certificado para la generación de energía eléctrica en la Central Nuclear Atucha I; la generación de energía eléctrica y producción de Cobalto 60 en la Central Nuclear Embalse; el mantenimiento de componentes, sistemas y edificios de la Central Nuclear Atucha II (en construcción); y para la dirección técnica y administrativa en su Sede Central.

Resulta meritorio el logro alcanzado por NA-SA, que con recursos y diseños propios pudo establecer un Sistema de Gestión Ambiental reconocido simultáneamente por el Instituto Argentino de Normalización (IRAM) y el International Certification Network (IQNet).

En el acto de entrega de los certificados realizado el pasado 2 de septiembre en el auditorio de IRAM, recibieron los mismos las autoridades de NA-SA: su presidente Ing. Eduardo Messi, su Vicepresidente Ing. Rubén Quintana y su Gerente General Ing. Ruben Semmoloni. Ellos destacaron la trascendencia de este logro para la empresa y la actividad nuclear en general, que no hace más que ratificar el compromiso que desde siempre mantiene sobre el cuidado y preservación del medio ambiente.



# Boletín Energético

Elaborado por la Oficina de  
Prospectiva sobre los Usos Pacíficos de la Energía Nuclear

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA**

Av. Libertador 8250. Capital Federal (C1429BNP)

Tel: 4704-1145

E-Mail: [rey@cnea.gov.ar](mailto:rey@cnea.gov.ar)

<http://www.cnea.gov.ar/energe/portada.htm>

cnea