



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ENERGIA HIDROELECTRICA O ENERGIA NUCLEOELECTRICA  
¿ Cual de las dos debe impulsarse en México y en el Mundo ?

*TESIS PROFESIONAL*

Que para obtener el Titulo de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
p r e s e n t a n

JAIME ARTURO CABRERA LLAMAS  
MARIO CASTRANOVO SOLANA  
JOSE ANTONIO CALVO IGLESIAS  
ELIER ZURITA GOMEZ



Director de Tesis:  
ING. MANUEL VIEJO ZUBICARAY

MEXICO, D. F.

1990

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

INTRODUCCION	I
ANTECEDENTE	IV
	Pag.
Cap.I.- Hidroenergética a nivel mundial	1
I 1.- Historia de la energía hidráulica	2
I 2.- Tipos de turbinas	4
I 3.- Desarrollo de la energía hidroeléctrica	17
I 4.- Accidentes de plantas hidroeléctricas	21
I 5.- Situación actual de la energía hidroeléctrica en el mundo	23
Cap.II.- Hidroenergética de México	40
Cap.III.- Nucleoenergética a nivel mundial	55
III 1.- Historia de la energía nuclear	56
III 2.- Tipos de reactores	61
III 3.- Desarrollo de la energía nuclear	70
III 4.- Accidentes de plantas nucleares	74
III 5.- Situación actual de la energía nuclear en el mundo	79
Cap.IV.- Nucleoenergética de México	104
Cap.V.- Conclusiones y recomendaciones	112
V 1.- Conclusiones referente a la energía nucleoelectrica	113
V 2.- Conclusiones referente a la energía hidroeléctrica	117
V 3.- Recomendaciones	120
Cap.VI.- Comentarios de la prensa	123
Bibliografía	

## INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación es el resultado del trabajo realizado como Seminario de la Carrera Ingeniero Mecánico-Electricista, de la Facultad de Ingeniería, perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México y designado bajo el título de; Energía Hidroeléctrica o Energía Nucleoeléctrica, cual de las dos debe impulsarse en México y en el Mundo?

El desarrollo de nuestro Seminario de la Carrera, nos permitió compilar la información que existe en la actualidad, y conocer así el grado o estado que ambos tipos de energía han alcanzado a nivel mundial y en particular en México, y de esta manera hacer un análisis cualitativo y cuantitativo.

Pues observando los distintos programas energéticos de los países tanto a nivel Mundial como de México encontramos que, el petróleo y el gas siguen siendo los más utilizados en la Generación de Energía Eléctrica, esta dependencia excesiva y la poca utilización de los otros energéticos, nos llevó a realizar este trabajo de investigación.

El primer capítulo trata, de unos de los tipos de energía conocida en la antigüedad, la hidráulica, pues su uso data del tiempo de los romanos, hace 2 000 años. Esta se desarrolló lentamente por espacio de 18 siglos. Reunimos la información que se tiene al respecto, tanto de su desarrollo histórico como de su evolución actual, mostrando cuales son los mayores aprovechamientos hidroeléctricos a nivel mundial, su potencial teórico y factible de explotar así como sus plantas en operación, bajo construcción y planeadas, sin dejar de tomar en cuenta que existen proyectos hidroeléctricos de apoyo, conocidos con el nombre de plantas de almacenamiento por bombeo.

También incluimos cuales son las mayores presas, haciendo referencia a la cortina (altura), volumen y capacidad así como las de mayor capacidad instalada en Mw(e).

Por otro lado, incluimos a los elementos en los cuales tiene lugar la conversión de la energía y que se llaman turbinas hidráulicas, que conocemos como turbinas Pelton, Kaplan, Francis y de tipo Bulbo, además sus características, ventajas y aplicación, de cada una. Mencionamos de manera breve dos accidentes ocurridos en plantas hidroeléctricas.

El segundo capítulo lo hemos dedicado al desarrollo hidroenergético de nuestro país, donde desde el punto de vista técnico, México cuenta con una rica experiencia en el aprovechamiento de su potencial hidráulico, y que a nivel mundial son dignos de mencionar proyectos como los de Chicoacán por la altura de su cortina y la de Infiernillo porque ocupa un lugar importante entre las de Latinoamérica, además de que sus turbinas en el año de 1965 fueron las mayores del mundo occidental.

En la actualidad se tienen estudios hechos del potencial teórico y con factibilidad de ser explotado por entidad federativa. por otro lado, hemos incluido parte de las ponencias realizadas sobre la problemática del Agua y Energía, efectuadas durante la campaña presidencial del Lic. Carlos Salinas de Gortari y organizadas por el IEPES.

En el tercer capítulo analizamos y presentamos a manera de resumen la información a nivel mundial de la energía nuclear, su desarrollo histórico y evolución a través de los años, es decir, desde los albores de su nacimiento con los aportes hechos por los científicos Pedro y Marie Curie, Niels Bohr, Max Born, Otto Hahn y Fritz Strassman, Wigner y Szilard y desde luego Enrico Fermi y Albert Einstein, hasta su aplicación más reciente como es su aprovechamiento en la generación de la energía eléctrica, los países que cuentan con esta tecnología, tipo de reactores utilizados y su grado de desarrollo que han alcanzado, y las reservas de Uranio que tienen algunos países.

En el cuarto capítulo, abordamos el tema nuclear en nuestro país, hacemos un análisis de como se originó y cuales fueron las causas que permitieron que este proyecto se estableciera, como una alternativa para diversificar las diferentes fuentes de energía bajo las cuales se apoya el desarrollo económico, político y social de nuestro país, implementado a través de los diferentes programas de energía, surgidos en los sexenios de los presidentes: Luis Echeverría Álvarez, José López Portillo y Miguel de la Madrid Hurtado, así como del actual, Lic. Carlos Salinas de Gortari.

Los balances energéticos presentados en el programa Nacional de Energéticos 1984-1988, nos muestran, que los hidrocarburos han sido la principal fuente de energía primaria utilizada en los sectores, transporte, industrial, y en el eléctrico para la generación de la energía eléctrica a través de las plantas térmicas convencionales, los cuales representaron el 70% de la generación bruta, repartida bajo un consumo del 50% del combustóleo, el 10% del diesel y 12% aproximadamente de gas, en 1979.

En el quinto capítulo presentamos nuestras conclusiones y recomendaciones de cada tipo de energías: la Nucleoeléctrica y la Hidroeléctrica, tanto a nivel mundial como a nivel nacional de nuestro país.

El sexto capítulo lo hemos incluido en nuestra tesis, ya que lo consideramos como una material de apoyo durante el desarrollo de nuestro Seminario, pues se trata de los comentarios hechos en la prensa tanto a nivel nacional como a nivel internacional, por las diferentes agencias informativas, las cuales nos permitió conocer, el estado actual que alcanzaron los diferentes programas nucleares en los países poseedores de esta tecnología y aquellos que se decidieron a desarrollarla como es el caso de México entre estos.

A nivel nacional estos comentarios hechos por especialistas en el tema y por grupos interesados así como de personas en general nos dejó ver que tan aceptado es el programa nuclear llevado a cabo por el Gobierno Federal, pues el retraso que ha tenido la planta nuclear de Laguna Verde de entrar en operación se ha visto amenazada por muchos factores entre los que destacan el económico para terminar el segundo reactor, el político ha sido cuestionado fuertemente por los diferentes partidos durante la campaña presidencial y que tuvo que ser sometido a un debate en la actual Cámara de Diputados, en el Social ha causado temor entre la población aledaña a la planta pues se afirma que podría suceder un accidente similar a los ocurridos en las plantas de Three Miles Island en E.U.A. y de Chernobyl en la URSS.

## ANTECEDENTES

Hoy en día el mundo vive una gran crisis energética debida a la variación en los precios del petróleo y de los combustibles nucleares, aunado a los problemas de contaminación a que su uso conduce, el mundo da todavía mayor importancia a los recursos hidroenergéticos que aunque escasos en muchos países, estos recursos son renovables en nuestro planeta, factor que no se aplica ni al petróleo, carbón o combustible nuclear.

En efecto, el llamado problema de los energéticos ocupa un renglón importante en la vida de los países tanto Desarrollados como en vías de Desarrollo, mostrando así día con día, su relevancia y repercusiones a Corto, Mediano y Largo Plazo, forzando a la población a darse cuenta del hecho y a los Estados (Gobiernos) a modificar sus planes de desarrollo.

Debemos entender que todas las formas de generar electricidad tienen sus problemas. La hidroelectricidad como ya la hemos mencionado quizá es una de las más aceptadas de todas las formas, aunque en algunos casos se tengan que inundar Valles fértiles o desaparecer grandes Saitos de Agua y Cañones de gran belleza.

Por otro lado, sin embargo las Plantas Nucleares son complejas y con problemas potenciales, pues su uso conlleva a que éstas tengan la más alta seguridad en cuanto a su Operación, aunque estas plantas establecidas ya, en varios países del mundo, (Desarrollados y en vías de desarrollo), produzcan y generen Electricidad de un modo confiable seguro y económico.

La Nucleoenergética y la hidroenergética ambas, en su aplicación son utilizadas para la obtención de energía eléctrica.

En su origen la primera se obtiene a partir de la energía concentrada en los núcleos de los átomos más pesados de la tabla periódica como es el Uranio, que se encuentra en una proporción del 99.3% de U-238 y en un 0.7% como U-235, en estado natural, siendo ambos considerados como isótopos.

En cuanto a la segunda su origen es hidráulico cuyo elemento nos es muy familiar, pues es vital en el desarrollo de nuestra vida como seres humanos, otra característica del agua es la energía que trae asociada durante todo su recorrido a través de los diferentes ríos del planeta, y la cual no se debe desaprovechar para que esta fluya libremente al mar.

**Capítulo No. I****Hidroenergética a Nivel Mundial**



## HISTORIA DE LA ENERGIA HIDRAULICA

Existen indicios de que la primera aplicación de la energía hidráulica consistió en ruedas hidráulicas que movían cadenas de cangilones, utilizadas en Sumeria para elevar agua.

Vitruvio propuso en el siglo I a.n.e. un diseño de molino hidráulico con el eje horizontal y la rueda vertical, probablemente inspirado en el ingenio hidráulico llamado rueda persa. Ésta consistía esencialmente en recipientes dispuestos alrededor de la circunferencia de una rueda, la cual giraba mediante energía humana o animal, elevaba el agua al introducir en ella los recipientes en la parte inferior de la rueda, allí se llenaban y en la parte superior se vaciaban. Aunque la rueda persa ya se utilizaba en Egipto en el siglo II a.n.e., Vitruvio descubrió una variante mejorada, la rueda de cangilones o noria.

La rueda hidráulica de Vitruvio es esencialmente una rueda de cangilones que funciona a la inversa que la noria. En los más antiguos molinos de este tipo, la parte inferior de la rueda se introducía en la corriente y giraba por el empuje del agua en los cangilones o arcaduces. Más tarde se descubrió que la rueda era más eficiente si se movía también desde arriba, de esta forma el agua cae sobre la parte superior de la rueda y llena algunos de los cangilones sujetos en su circunferencia, el peso del agua hace girar la rueda y los cangilones llenos se vacían, se sumergen en la corriente y son impulsados por ésta.

El molino vitruviano no se utilizó de forma corriente en el imperio romano sino hasta los siglos III y IV o sea más de tres siglos después de la operación del diseño de Vitruvio.

En el siglo XI se empleaban molinos de marea en las costas francesas e inglesas del canal de la Mancha; pero el uso de los molinos hidráulicos no se extendió sino hasta la última parte de la Edad Media, paralelamente a la expansión comercial e industrial que caracterizó a este período conocido como Baja Edad Media, que corresponde a los siglos XII y XIII. La energía hidráulica no sólo se utilizó para la molienda de grano, sino también para herrerías, batanes, molinos de martinets para la forja de metales, molinos para triturar mineral, llamados nocartes, y otros usos más.

Como ya se mencionó anteriormente, que las primeras máquinas usadas fueron las ruedas tangenciales hidráulicas en los molinos cuya modificación se atribuye a Vitruvio, y así lo registra la historia.

El primer documento histórico en donde se muestra gráficamente una turbina aparece en la siguiente figura No.1, la cual es una reproducción del famoso documento Códice Atlántico, la idea del dibujo se atribuye a Leonardo Da Vinci. El dispositivo se basa en el tornillo de Arquímedes, pero el motor es una rueda tangencial precursora de la rueda Pelton.

La otra figura No.2 muestra una instalación hidráulica del siglo XVI.

Se puede observar dos tipos de rueda, una tangencial la de la derecha y la otra rueda podría decirse que es el rodete de una turbina de acción sin el anillo interior.

La siguiente figura No.3 publicada más tarde en Francia en el año 1737, muestra la realización que se tenía en ese tiempo de las turbinas hidráulicas.

A pesar de los dos siglos transcurridos, los conocimientos de hidráulica, no habían adelantado en las ideas de las turbinas. La figura nos muestra que el agua llegaba a la rueda por un canal abierto el cual se tomaba como un dispositivo regulador.

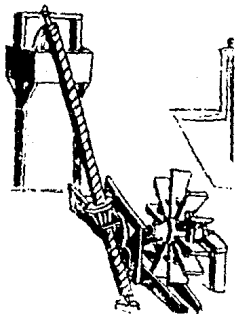


Figura 1 Una de las primeras ideas sobre ruedas tangenciales acoplada a una máquina de elevación de agua. Publicación de Coudier Atlantico.



Figura 2 Grabado del Siglo XVI, mostrando las ruedas precursoras de las turbinas.

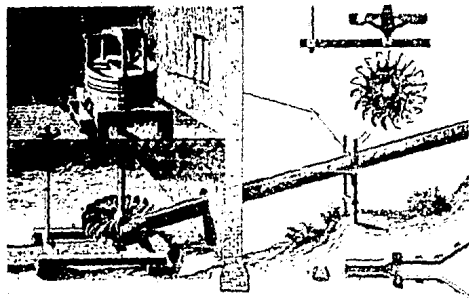


Figura 3. Dibujo de una instalación tratada elevada en Fezoria a principios del Siglo XVIII.

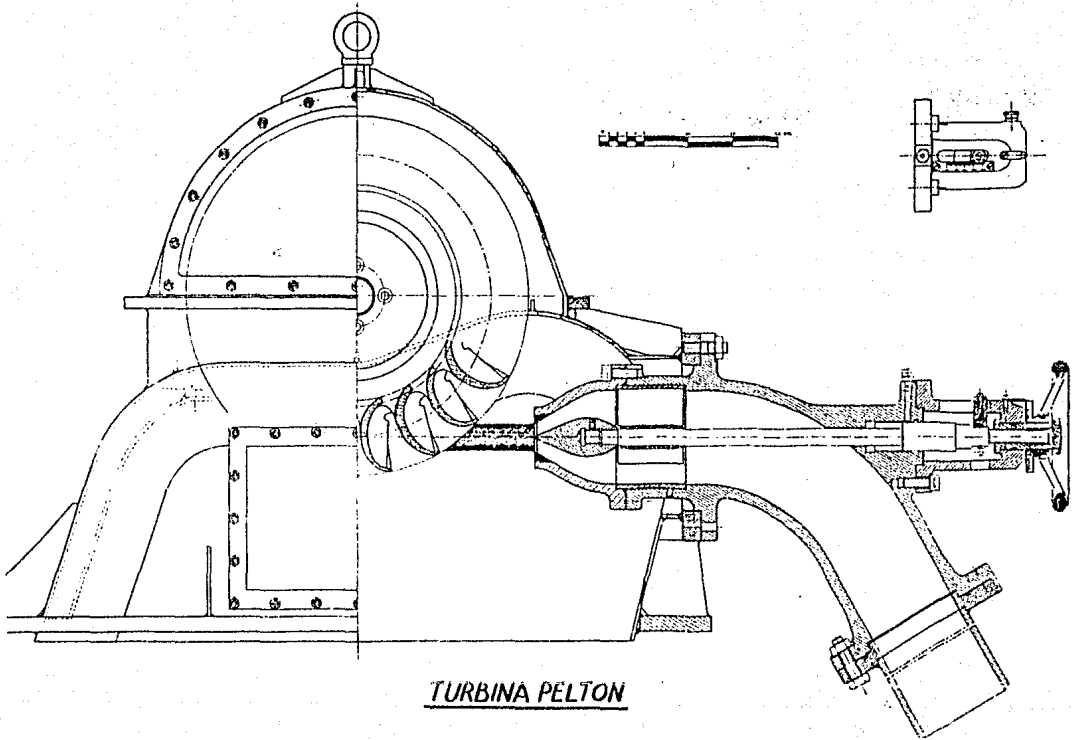
A través del tiempo se han desarrollado diferentes tipos de turbinas para cada tipo de flujo o caída, es por ello que a continuación presentamos una clasificación de los principales tipos de estas así como de sus características. Estas se subdividen en dos grandes grupos:

1.- De impulso o de acción, dentro de estas se encuentran la turbina Pelton.

A la turbina Pelton también se conoce como rueda Pelton, estas fueron las primeras turbinas hidráulicas, cuentan con una serie de cangilones ( paletas ) contra las cuales se hace incidir un chorro de agua, su funcionamiento y características se detalla a continuación.

- Con la ayuda de un chiflón se lanza el agua en forma de chorro a -- alta velocidad contra los cangilones montados en un rodete el cual comunica un par mecánico que es aprovechado en la flecha del rodete.
- La mejora esencial introducida por Pelton fue la adopción de cangilones dobles, simétricamente colocados en relación con un plano --- vertical. La costilla central divide el chorro en dos las cuales -- son deflectados hacia los lados, la parte extrema del cangilón es -- cortada cuidadosamente en forma semicircular, con objeto de que el chorro incida en el con eficiencia máxima, sin interferir con el -- siguiente cangilón, evitando que el líquido dé, en la parte posterior de un cangilón que ya trabaja.
- La cantidad de agua del chorro es regulado por una aguja en el chiflón la cual se puede ajustar durante la operación.
- El agua después de incidir en los cangilones se reúne en una carcaza y es desalojada por una cámara especial llamada colector. Entre el nivel aguas abajo en esta cámara y el rodete existe un cierto -- espacio que evita salpicaduras.
- A diferencia de las turbinas Francis y Kaplan, que utilizan parte -- de la carga de la línea de centros del rodete hacia abajo, en las -- turbinas Pelton sólo se emplea la carga hasta la línea de centros -- del chiflón, para obtener una alta eficiencia es esencial que el -- chiflón este bien diseñado en su forma y tamaño.
- Las turbinas Pelton trabajan bajo cargas altas y gastos pequeños, -- en los chiflones la velocidad se incrementa acelerando a su vez los rodetes; consecuentemente la generación es a menor costo, el diámetro del rodete debe guardar cierta relación con el del chiflón.
- Los cangilones pueden ir montados en el rodete, o bien estar fundidos -- íntegramente con él, se recomienda la segunda opción ya que se ahorra altos costos de maquinado y ensamble. Antiguamente los cangilones eran reemplazables, sin embargo como el desgaste es el mismo, cambiar cangilones equivalla a cambiar la rueda.

- En las turbinas Pelton, el principal elemento que merece atención - en cuanto a la resistencia son los cangilones. La erosión en ellos es muy fuerte debido a la velocidad del agua y la arena que contiene esta, así como a la corrosión. Por lo que el material debiera ser de hierro, acero, acero aleado o acero inoxidable. El hierro sólo - se utiliza en ruedas muy pequeñas por su poca resistencia y su difícil soldadura.
- El agua fluye al chiflón a través de la tubería de entrada cuya --- pendiente desciende ligeramente hasta hacerse paralela al ojo de la aguja.
- Anterior a la sección de entrada se encuentra un tramo con su base anclada en un tubo para derivación del líquido aguas abajo. Este --- tramo entrará en funciones cuando se quiera evitar que el agua pase al rodete y todavía no se haya cerrado la válvula principal.
- El chiflón está unido por bridas a la tubería, es de hierro para -- cargas bajas y de acero para cargas altas, el acero es forjado y la parte del asiento debe estar perfectamente pulida.
- La flecha de la aguja es de acero tipo Siemens Martin, y está so--- portada en varios puntos, la fricción se reduce por una camisa interior de bronce, el pistón de balanceo sirve de guía, y es de acero inoxidable cuando hay arena o de bronce. Cuando hay desgaste de la aguja o del asiento estos se pueden ajustar con el pistón. El volante del extremo sirve para arrancar la turbina.
- Cuando la carga se rechaza bruscamente, el deflector del chorro la intercepta y evita que golpee al rodete. El deflector es de acero.
- La carcasa sirve para guiar el agua de los cangilones que ya trabajaron hacia el colector. En algunos casos son robustas y de hierro para que no ocurran vibraciones en la operación, y se fabrican en -- dos partes, la superior sirve para prevenir las perturbaciones por la acción del aire y la inferior proporciona el conjunto de montaje de la tubería y el chiflón.
- Hay una placa de acero opuesta al chiflón la cual previene de humedad al concreto, por la acción del agua desviada del chiflón. Tam--- bién en las paredes del colector hay serpentines para enfriar el -- aceite del gobernador y de las chumaceras con el agua de descarga. Las bobinas de enfriamiento se ponen en los lados del pozo de la -- turbina, debajo de la descarga.
- La flecha de la turbina es soportada por dos chumaceras, las cuales a su vez descansan en la base. En el caso de las turbinas grandes - estas pueden eliminarse y hacer que la chumacera del generador absorva dicha carga, obteniéndose así un ahorro económico. El diseño simétrico de los cangilones hace que no exista esfuerzo axial ---- apreciable, y para seguridad de las chumaceras se pone un collarín el cual impide cualquier desplazamiento de la flecha.



TURBINA PELTON

- Las turbinas pequeñas están equipadas con coples asegurados por cuñas, en las más grandes se usan coples de bridas forjadas.
- Para frenar rápidamente algunas turbinas, se tiene una conexión antes de la válvula de la turbina de donde parte un chiflón que golpea la rueda al reverso.

#### TURBINAS CON VARIOS CHIFLONES

- Si el agua disponible se distribuye entre varios chiflones se podrán obtener velocidades más altas, y consecuentemente generadores de menor precio. Como los chorros tienen que golpear a la rueda tan lejos como sea posible y no crear interferencia, se necesitará mayor espacio con lo cual el precio de ésta se incrementará.
- Con turbinas horizontales, el máximo de chiflones es dos, mientras que en las verticales se han usado 2, 4 y hasta 6.

II.- De reacción, dentro de estas se tienen a las turbinas Francis, - Kaplan y las de Bulbo.

#### TURBINA FRANCIS

Las turbinas Francis se utilizan en cargas medianas entre 300 y 400 metros así como gastos bastante grandes, aún cuando también se usan para gastos menores. Según sea la carga se puede elegir entre varios tipos de rodets, es decir lentos, normales, rápidos y extra-rápidos, denominación que se basa en la velocidad específica y no en la velocidad angular, también los rodets se diferencian entre sí por la forma.

- Turbina Francis Normal tiene un rodete en el cual el diámetro de entrada D1 es ligeramente mayor que el tubo de enfogue D3. El agua atraviesa el rodete, desviándose de la dirección radial a la axial por lo cual entra al tubo de aspiración.
- Turbina Francis Lenta la diferencia entre D3 y D1 así como el cambio de dirección son mucho más pronunciadas.

##### Características:

- La sección de entrada es estrecha.
- El diámetro de salida es chico y el de entrada es más grande.
- Flujo radial - axial.
- Se utiliza en caídas grandes.
- Turbina Francis Rápida con ella se obtienen velocidades de operación más altas para el mismo salto.

##### Características:

- El entrehierro es grande.
- El diámetro de entrada es chico y el de salida es grande.
- Flujo casi axial.
- Se utiliza en caídas pequeñas.

## PRINCIPIO DE OPERACION

El agua procedente de la tubería forzada entra en la cámara espiral. después al distribuidor y finalmente en la rueda motriz, donde transforma su energía hidráulica en energía mecánica transmitiéndola por el eje de la turbina. El agua sale por el tubo de desfogue al canal aguas abajo.

La carcaza muchas veces llamada voluta, tiene forma de espiral y convierte la presión en velocidad, debido a un cambio gradual de áreas, también tiene por objeto alimentar uniformemente toda la periferia del rodete.

A diferencia de la carcaza de las turbinas Pelton, la carcaza de la turbinas Francis efectua un trabajo y está sujeta a la presión, razón por la cual debe tener una resistencia mecánica mucho mayor. Los materiales usados son hierro para saltos pequeños y acero fundido o lámina de acero para saltos grandes.

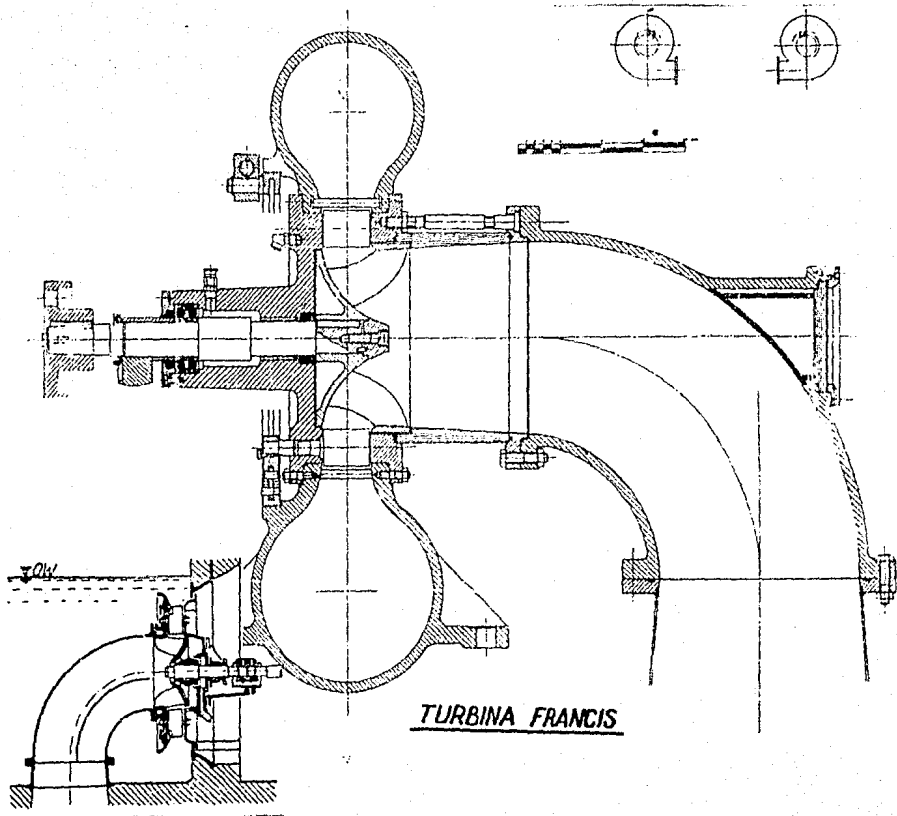
La sección de entrada está provista de una brida para conectarla a la tubería que contiene la válvula de entrada, la tubería de desfogue también va unida a la carcaza. El asiento de la carcaza está constituido por pies fundidos con la misma carcaza o bien soldados a ella, la carcaza se puede hacer en una o varias partes, según las posibilidades de transporte y montaje. El distribuidor es una corona con álabes, ya sea fijos o móviles dispuestos a lo largo de todo la periferia del rodete entre esta y la espiral.

### FUNCIONES DEL DISTRIBUIDOR

- Guiar el agua en la dirección más conveniente a los álabes del rodete para obtener la óptima eficiencia.
- Regular el gasto que penetra al rodete.
- En un caso de emergencia puede servir como válvula.

Para lograr esto, el perfil de los álabes directrices es hidrodinámico y su superficie lo más lisa posible. Para regular el caudal se imprime a los álabes un movimiento giratorio durante el servicio. Estos se apoyan en soportes que tienen pernos y que giran en unos casquillos de bronce lubricados por grasa, todos ellos montados sobre anillos.

El movimiento de los álabes directrices se efectúa mediante el anillo de regulación, por medio de las bielas y palancas. El mecanismo de regulación se encuentra por lo tanto completamente fuera del agua, evitándose así un desgaste excesivo. El rodete es más eficiente, si es de una sola pieza fundida, el cual puede ser de hierro, acero, acero aleado o acero inoxidable, éste tiene orificios para el balanceo de la presión axial.





## TURBINAS HORIZONTALES

La flecha es de acero Siemens Martin, y está provista de un sólo soporte el cual transmite la presión axial. Los cojinetes en 4 piezas revestidos de material antifricción de la mejor calidad, pueden ser fácilmente reemplazados, soportan carga axial y radial. El tubo de desfogue en las turbinas horizontales consta únicamente de un codo, seguido de un tubo rectilíneo, vertical u oblicuo, este debe ser fácilmente desmontable para fines de inspección.

## TURBINAS VERTICALES

Los principales elementos siguen los mismos principios considerados que en las turbinas horizontales, la cámara espiral queda hormigonada, parcial o totalmente, de esta forma se mantiene sólidamente anclada, el mecanismo de regulación y el soporte guía van montados sobre la tapa del distribuidor. El rodete esta atornillado a un plato del eje, transmitiendole el momento de torsión por medio de una chaveta transversal.

La tubería de descarga sirve para disminuir la presión axial de la rueda y descargar el prensaestopas, la fuerza para la regulación de los álabes del distribuidor es suministrada por servomotores de presión de aceite.

El tubo de desfogue puede ser de chapa, montado verticalmente hacia abajo, o bien de concreto armado en forma de codo, el cual conduce el agua al canal aguas abajo en dirección horizontal.

## TURBOMAQUINAS HIDRAULICAS DE GRAN POTENCIA

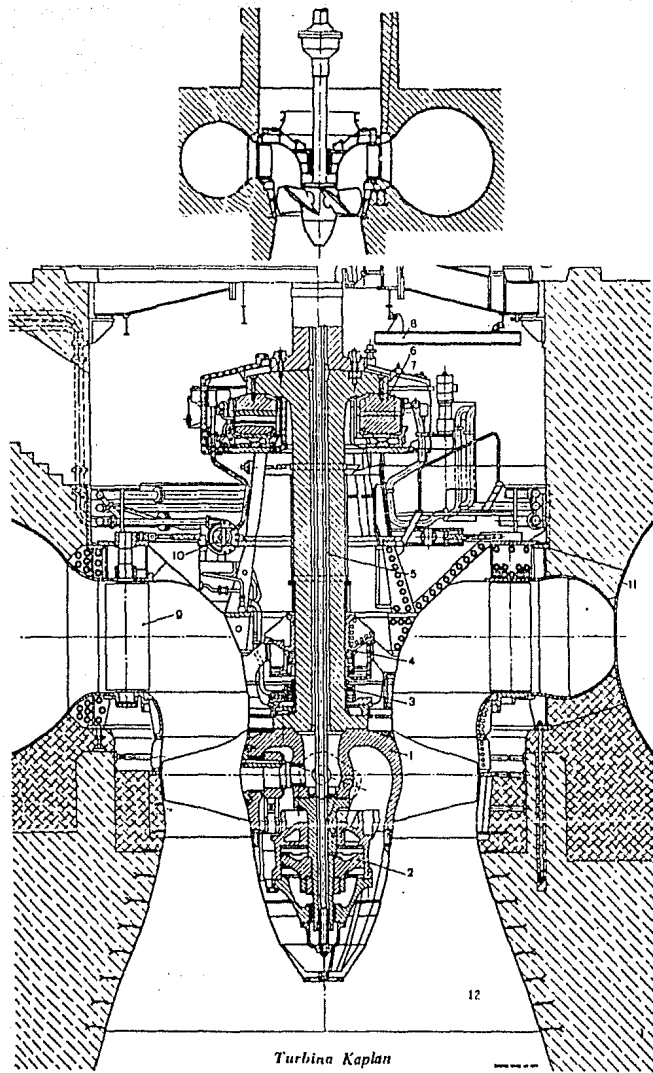
El estudio de la economía global de las instalaciones hidroeléctricas conduce a clientes y constructores a considerar potencias unitarias cada día más elevadas. Una década fue suficiente para que las potencias unitarias de las turbinas Francis pasaran de 200 Mw., a más de 600 Mw, algunos habian de 1 000 y hasta 1 500 Mw. Recordamos que las plantas hidroeléctricas se caracterizan por un factor de utilización excelente y exigen un tiempo mínimo de ajuste y mantenimiento. Además, la rapidez de entrega y servicio, así como la posibilidad de utilización desde el funcionamiento en vacío hasta la carga completa sin esfuerzos especiales, constituyen ventajas excepcionales de explotación.

## TURBINAS KAPLAN

Algunas de sus características son las siguientes:

- Es una turbina de reacción y su flujo es completamente axial, sus álabes son móviles, modificación implementada por el profesor -- Kaplan.
- Se usa para grandes caudales con saltos pequeños y medianos, las -- características que la han hecho insustituible para tales casos -- son:

- a) Dimensiones reducidas.
  - b) Velocidad
  - c) Rendimiento con cargas variables
  - d) Notables capacidad para sobrecargas
- El rodete cuenta con pocos álabes, dispuestos en sentido radial y sin corona exterior, el agua atraviesa el rodete en forma axial. -- Los álabes tienen perfil hidrodinámico con poca curva, lo cual resalta pérdidas e imprime mayor velocidad del agua ello permite reducir el diámetro del rodete, alcanzándose por consiguiente mayores velocidades que sobrepasan el doble de las que se conseguían en turbinas Francis de carga baja, esto reduce el tamaño y costo de los generadores.
  - La movilidad de los álabes nos da elevados rendimientos a la carga parcial y la capacidad de sobrecargar la turbina, los álabes pueden girar sobre el cubo de la rueda. El rodete va precedido del distribuidor, cuyos álabes directrices son generalmente móviles. Estos -- se pueden regular durante la marcha con el fin de obtener el rendimiento máximo.
  - En saltos pequeños, la entrada del agua a la turbina se efectúa a -- través de una cámara de concreto abierta a baja presión. Para saltos más elevados la carcasa se fabrica en chapa de acero similar a la de las turbinas Francis, estas se revisten parcial o totalmente con cemento.
  - El generador está montado en la parte superior de la turbina a una cota superior a las de las crecidas máximas con el fin de protegerlo. Sobre la cruceta de este se coloca casi siempre además de la -- excitatriz, el cojinete de suspensión, el cual debe soportar la -- carga axial de todas las partes móviles, incluyendo el empuje hidráulico. Las flechas tanto de la turbina como del generador deben ser huecas para poder alojar todos los elementos de regulación que accionarán los álabes del rodete situados en el cubo de la turbina.
  - Cuando el agua deja el rodete, todavía tiene una velocidad muy elevada, por consiguiente una energía cinética aprovechable, que si se perdiera reduciría a la eficiencia. Para recuperar la mayor parte -- de esta se hace uso de un tubo de aspiración o desfogue, cuya operación es la siguiente.
    - a) Convierte la energía en velocidad con que el agua abandona el -- rodete, en energía de presión
    - b) Permite obtener una presión ( vacío ) menor a la atmosférica, -- que ayudará al flujo y aumentará la carga con que trabaja la --- turbina.
    - c) Evita que el agua salga directamente a la atmósfera, regulando -- la salida y permitiendo que se instale la turbina a un nivel más elevado que el nivel de aguas abajo. La forma más adecuada para este tubo es la de un codo de sección variable, casi siempre construido de metal o de concreto, que además por su poca altura ofrece la ventaja de reducir los trabajos de excavación para la central.



*Turbina Kaplan*

Fig. 5.1 Sección de una turbina Kaplan de 67.700 KW, bajo 34 m de carga y 225 m<sup>3</sup>/seg de caudal, instalada en Ribarroja, sobre el río Ebro, España. El diámetro del rotor es de 5,7 m.

- 1) Cubo. 2) Servomotor del rotor. 3) Sello. 4) Cojinetes. 5) Tubos de lubricación. 6) Chumacera de carga. 7) Bomba para lubricación de la chumacera. 8) Grúa. 9) Alabe del distribuidor. 10) Servomotor del distribuidor. 11) Caracol metálica. 12) Tuba de desfogue.

(Cortesía Esther Wüst)

- d) La potencia unitaria de los Bulbos está limitada por las posibilidades de enfriamiento del alternador. En las microcentrales, el generador de 1 a 1.5 m. se encuentra sumergido en aceite. Los grupos de gran potencia tienen el interior del Bulbo lleno de aceite.
- e) Los límites actuales son:
- Diámetro del rodete 7 m.
  - Potencia 40 000 Cv ( 29.44 Mw ).
- f) Existen distintas clases de turbinas Bulbo.
- El primer grupo comprende los Bulbo de microcentrales. Están reservadas a las potencias bajas inferiores a 1 500 Cv (1.104 Mw) así como a las caldas de poca importancia ( hasta, 10 m ), el diámetro del rodete es de 2 a 2.5 m., a lo más. Constituyen un conjunto de una pieza, que comprende una turbina hélice que acciona directamente un generador asíncrono. Este se encuentra encerrado herméticamente. El aceite además de servir como refrigerante lubrica a los cojinetes, aísla el estator y sella todo el conjunto contra entradas de aguas, por encontrarse a presión ligeramente mayor.

Disposición interesante es la colocación de estos Bulbos dentro de un sifón, para las caídas muy bajas. Tal ordenamiento es extremadamente económico debido a la supresión de todas las compuertas de protección, pues el corte de corriente está provocado por el vaciado rápido del sifón por medio de una válvula de entrada de aire.

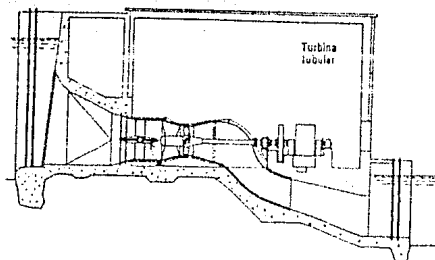
- El segundo grupo comprende lo que llamamos los Bulbos de río de accionamiento directo, enfriados por aire. Estos se utilizan en ríos importantes y en plantas maremotrices. Este tipo de plantas pueden ser construidas en lugares donde existan gran diferencia entre la marea alta y la baja. Una región famosa es la existente en el Canal de la Mancha donde se tienen diferencias hasta de 13 metros. La Bahía de Fundy en Canadá también destaca por la altura de sus mareas, otros lugares están en Argetina, en la URSS, - E.U. y en menor escala ( 6 metros ) en el Golfo de California en México. Sus diámetros comprenden de 3 a 4.5 metros y se utilizan para altas potencias.

#### VENTAJAS

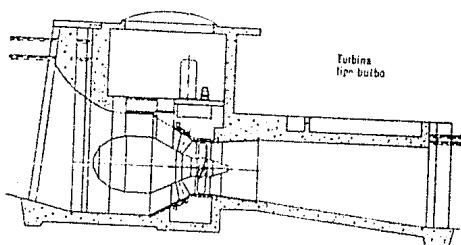
A continuación presentamos un resumen de las ventajas de las turbinas de impulso y de las de reacción, así como una clasificación de las mismas tomando en cuenta la velocidad específica y la altura del salto.

- Ventajas de las turbinas de impulso.

- a) Menor mantenimiento
- b) No presentan empuje axial
- c) No necesitan tubo difusor



Turbina bulbo, peso y tubular para caudal mínimo y grandes caudales.



Turbina BULBO. Corte longitudinal. [Cortesía NEYRPRIC]

- d) Dispositivos de alivio sencillos
- e) Mayor eficiencia a carga parcial
- f) No presentan grandes problemas de cavitación

- Ventajas de las turbinas de reacción.

- a) Menor costo inicial
- b) Mayor eficiencia a plena carga
- c) Se aprovecha totalmente la caída hasta el nivel de aguas libres.

#### CLASIFICACION DE LAS TURBINAS RESPECTO A :

Velocidad Especifica	Tipo de Turbina	Altura del Salto (m)
De 1 a 18	Pelton con 1 Tobera	800
De 18 a 25	Pelton con 1 Tobera	800 a 400
De 26 a 35	Pelton con 1 Tobera	400 a 100
De 26 a 35	Pelton con 2 Toberas	800 a 400
De 36 a 50	Pelton con 2 Toberas	400 a 100
De 51 a 72	Pelton con 4 Toberas	400 a 100
De 55 a 70	Francis Lentisima	400 a 200
De 70 a 100	Francis Lenta	200 a 100
De 120 a 200	Francis Media	100 a 50
De 200 a 300	Francis Veloz	50 a 25
De 300 a 450	Francis Ultraveloz	25 a 15
De 400 a 500	Helice Velocisima	hasta 15
De 270 a 500	Kaplan Lenta	50 a 15
De 500 a 800	Kaplan Veloz	15 a 5
De 800 a 1100	Kaplan Velocisima	5

## DESAROLLO HISTORICO DE LA ENERGIA HIDROELECTRICA

El uso de la energía hidráulica data del tiempo de los romanos hace 2000 años. Se desarrolló lentamente por espacio de 18 siglos, debido al inconveniente de que las instalaciones deberían situarse junto a los ríos; mientras que las máquinas de vapor se podían instalar en cualquier lado.

Al evolucionar la tecnología de la transmisión eléctrica, ésta permitió el gran desarrollo de las plantas hidroeléctricas, que se inició en 1910.

En 1925, la capacidad hidroeléctrica instalada era de 26 400 Kw y la generación anual de 80 000 Gw-Hr. La energía total consumida en 1925 era de 13 millones de Gw-Hr; por consiguiente, sólo el 0.6% de la energía consumida en aquel tiempo fue producida hidroeléctricamente.

En 1971, la generación hidroeléctrica mundial fue de 1 307 000 Gw-Hr, que representa un incremento de 15 veces con respecto a 1925. La capacidad instalada en 1971 fue de 300 000 Mw.

El mayor incremento en capacidad, se produjo en Rusia y en algunas partes de Africa y Sudamérica. Mientras que en 1925 Europa Occidental, América del Norte y Japón representaban, el 94% de la producción hidroeléctrica, ahora esa proporción se ha reducido al 70%. Si se incluye a Rusia la proporción aumentaría a 81%. Las primeras grandes centrales hidroeléctricas fueron las de Niágara.

Después de 1930, proliferaron las centrales hidroeléctricas por varias razones; por el gran incremento en la demanda de electricidad, crear empleos durante la gran depresión económica que se inicia en 1929, y el gran desarrollo en la tecnología de ingeniería civil, para la construcción de grandes presas.

En aquella época se construyeron grande presas en el río Tennessee en los Estados Unidos y en el Volga en Rusia.

Después de la Segunda Guerra Mundial se construyeron muchas plantas hidroeléctricas en algunos países, y se iniciaron en otros, como Egipto, China Popular, Zambia, Rodhesia, Ghana, Brasil, India, Pakistán y Turquía etc.

La mayoría de los países conocen su potencial hidroeléctrico y tal vez sólo Sudamérica en la cuenca del Amazonas, y Africa necesitan hacer estudios más a fondo.

En 1975 la generación hidroeléctrica mundial fue de 1 466 819 Gw-Hr, la cual representa el 22.4% del total que se generó, que fue de 6 526 655 Gw-Hr., la capacidad instalada fue de 372 403 Mw, la cual corresponde a un 23.18% del total que fue de 1 606 073 Mw.

En 1983 las cifras correspondientes fueron las siguientes, la generación fue de 1 943 197 Gw-Hrs. siendo el 22.089% del total que fué de 8 796 938 Gw-Hrs. con una capacidad instalada de 526 193 Mw, siendo el 23.37% de 2 251 130 Mw, a nivel mundial.



## CATARATAS DEL NIAGARA

Las primeras grandes centrales hidroeléctricas fueron las del Niágara. El potencial de la fuerza hidráulica en las cataratas del Niágara había intrigado a Ingenieros y fabricantes por décadas antes de 1890.

Un gran canal desde arriba de las cataratas, había sido propuesto en 1842, para un embalse localizado aguas abajo del acantilado. Diseñado en 1846-1847 y finalmente terminado en 1881, tenía 35 pies de ancho, 8 pies de profundidad y 4400 pies de largo.

Varias fábricas se establecieron sobre los márgenes del embalse y para 1882 había una pequeña planta hidroeléctrica la cual energizaba las lámparas de arco, con sólo 7000 Hp ( 5.2 Mw ) del potencial teórico de los ríos en esa localidad de más de 6.000.000 de Hp ( 4476 Mw ).

Estas pequeñas fábricas así como también casas privadas arriba de las cataratas, fueron totalmente visibles desde la primera Área turística de la catarata misma y fueron consideradas como mirador. En 1878 Canadá deseó construir un parque público internacional en las cataratas, el primero se estableció en 1883 del lado de E.U.A. y en 1885 el segundo parque en el lado Canadiense.

Este interés por el valor turístico del área, complicó el problema del uso de la fuerza hidráulica del río. Un plan en 1886 contempló un canal corto más arriba de las cataratas, conduciendo a un número separado de turbinas y sus respectivas cámaras.

Estas turbinas operarían bajo una caída de cerca de 140 pies (42.67 m) y descargarían dentro de un largo túnel común a todas ellas. Este largo túnel descargaría los, aguas abajo de las cataratas lo cual sería poco llamativo.

Este plan fue adoptado, y la construcción de los 7000 pies (2133.6 m) de longitud del túnel de descarga y las turbinas comenzaron en 1891, para comienzos de 1892 la transmisión de energía eléctrica de AC, fue establecida y solamente cuestión de fase y frecuencia fue la diferencia.

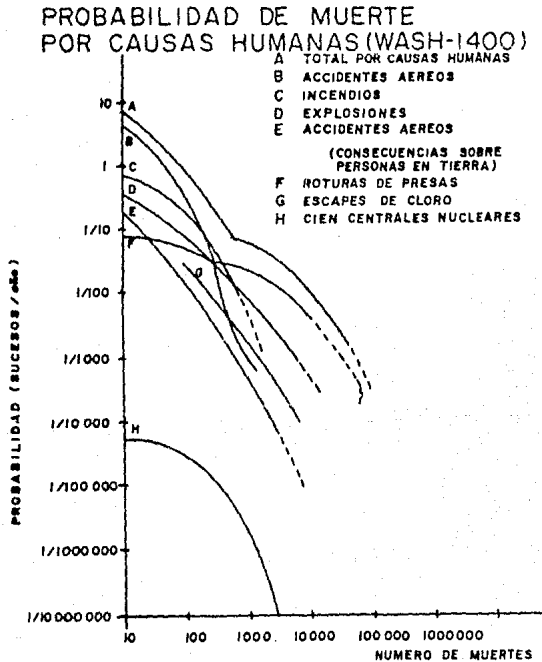
Para finales de 1893, un sistema de dos fases operando a 25 Hertz fue seleccionado y la Westinghouse Electric obtuvo el contrato. La primer energía generada en las cataratas del Niágara por este sistema, fue entregada el 26 de Agosto de 1895, a la planta procesadora de aluminio en las cataratas del Niágara de la compañía reductora de Pittsburgh, la cual más tarde se convirtió en Alcoa.

Hoy múltiples canales en ambos lados tanto de Canadá como de los Estados Unidos, con gran embalse de almacenamiento por bombeo en cada lado, permitió establecer centrales generadoras de energía del Niágara, para suministrar unos 4 000 000 de Kw a sus consumidores.

Esto es, más de 360 veces la energía suministrada por los 3 generadores originales de las cataratas del Niágara puestos en servicio hace casi un siglo. De esta forma se dió inicio a la generación de energía hidroeléctrica a gran escala.

## ACCIDENTES HIDRAULICOS

En la figura se puede apreciar los riesgos provocados por rotura de presas, es por lo menos 1 000 veces superior, en los Estados Unidos, al riesgo de morir por un accidente de una de 100 centrales nucleares, esto significa que si en este país fuera posible substituir las centrales nucleoeléctricas, el riesgo en la población en vez de disminuir aumentaría considerablemente. No debería ser extraño pues las fallas de presas son relativamente frecuentes y pueden ser desastrosas, por ejemplo, el accidente ocurrido en 1979 y que registró la historia como la peor ruptura de la presa de Morvi en la India y que casi nadie recuerda, dejando un saldo aproximado de 15 000 muertos y gran número de damnificados.



Otro accidente que registra la historia es el de la presa South Fork, en los Estados Unidos, en 1889, según se aprecia en la figura del capítulo correspondiente a los comentarios hechos en la prensa, donde el muro de esta cedió y se pusieron en movimiento 20 millones de toneladas de agua las cuales se precipitaron hacia el valle, donde se encontraba el poblado de Jhonstown, esta inundación ocurrida hace un siglo, destruyó casas, escuelas y vías de comunicación (Ferrocarri) en total fueron 2 209 personas las que sucumbieron, las pérdidas materiales ascendieron a casi 17 millones de dólares.

Existen otros comentarios hechos en la prensa referente a que en los últimos 20 a 25 años, han muerto entre 20 y 25 mil personas por fallas asociadas a centrales hidroeléctricas, lo cual se trata de muertes reales y no estimaciones de muertes potenciales.

También se mencionó a nivel nacional la fisura encontrada en la presa de Necaxa Puebla, el día 28 de marzo de 1989.

Según la prensa internacional divulgó que por lo menos 3 presas construidas durante los años 40's, reventaron en la región oriental de Baviera, Alemania Federal y el río Rhin subió su nivel de agua unos 30 Cm., llegando a una altura de 10 metros sobre el embarcadero de Colonia; este fenómeno no ocurre desde 1840.

## MAYOR CAPACIDAD DE RESERVA EN EL MUNDO

LUGAR	NOMBRE	PAIS	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )
1	Owen Falls	Uganda	2 700 000
2	Bratsk	URSS	169 270
3	Aswan	Egipto	168 900
4	Kariba	Zambia	160 368
5	Akosombo	Ghana	148 000
6	D. Johnson	Canada	141 852
7	Guri Leoni	Venezuela	138 000
8	Krasnoyarsk	URSS	73 300
9	Bennett W. AC.	Canada	70 309
10	Zeya	URSS	68 400
11	Cabara Bassa	Mozambique	63 000
12	La Grande 2	Canada	61 715
13	Chapeton	Argentina	60 600
14	La Grande 3	Canada	60 020
15	Ust llim	URSS	59 300
16	Boguchany	URSS	58 200
17	V. I. Lenin	URSS	58 000
18	Sao Felix	Brasil	55 200
19	Caniapiscau	Canada	53 800
20	Upper Wainganga	India	50 700
21	Bukhtarma	URSS	49 800
22	Ataturk	Turquia	48 700
23	Bakun	Malasia	48 300
24	C. Colorados	Argentina	48 000
25	Irkutsk	URSS	46 000

## MAYOR VOLUMEN DE CONSTRUCCION EN EL MUNDO

LUGAR	NOMBRE	PAIS	VOLUMEN (m <sup>3</sup> X10 <sup>3</sup> )
1	Syncrude Tailings	Canada	540 000
2	Chapeton	Argentina	296 200
3	Pati	Argentina	238 180
4	New Carnelia	USA	209 500
5	Tarbela	Pakistan	153 000
6	Fart Peck	USA	96 050
7	Lower Usuma	Nigeria	93 000
8	Cipasang	Indonesia	90 000
9	Ataturk	Turquia	84 500
10	Guri	Venezuela	77 971
11	Rogun	URSS	75 500
12	Oahe	USA	70 339
13	Gardiner	Canada	65 440
14	Mangla	Pakistan	65 379
15	Tucuri	Brasil	64 300
16	Afsluitdijk	Holanda	63 430
17	Yacyreta-Apipe	Paraguay-Arg.	61 200
18	Oroville	USA	59 635
19	San Luis	USA	59 559
20	Nurek	URSS	58 000
21	Garrison	USA	50 845
22	Cochiti	USA	50 230
23	Oosterschelde	Holanda	50 000
24	Tabqua	Siria	46 000
25	Aswan	Egipto	44 300

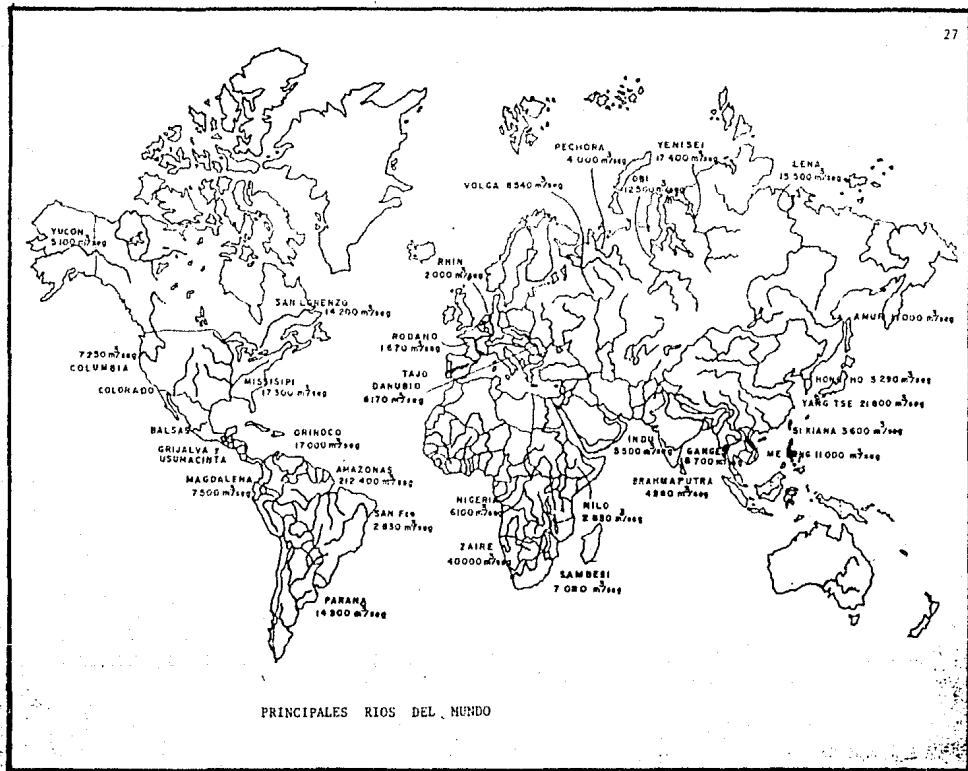
## MAYOR ALTURA DE CONSTRUCCION EN EL MUNDO

LUGAR	NOMBRE	PAIS	ALTURA ( m )
1	Kogun	URSS	335
2	Nurek	URSS	300
3	Gran Dixence	Suiza	285
4	Inguri	URSS	272
5	Boruca	Costa Rica	267
6	Vaiont	Italia	262
7	Chicoasen	México	261
8	Tehri	India	261
9	Kishua	India	253
10	Sayano-Shushensk	URSS	245
11	Guavio	Colombia	243
12	Mica	Canada	242
13	Ertan	China	240
14	Mauvoisin	Suiza	237
15	Chivor	Colombia	237
16	Chirkei	URSS	233
17	Oroville	USA	230
18	Bhakra	India	226
19	El Cajon	Honduras	226
20	Hoover	USA	221
21	Contra	Suiza	220
22	Miratinje	Yugoslavia	220
23	Dabaklamm	Austria	220
24	Seti	Nepal	220
25	Dorshak	USA	219

## PLANTAS HIDROELECTRICAS DE MAYOR CAPACIDAD EN EL MUNDO

LUGAR	NOMBRE	PAIS	CAPACIDAD ( Mw )	
			ACTUAL	PLANEADA
1	Turukhansk	URSS		20 000
2	Itaipu	Brasil	7 000	12 600
3	Grand Coulee	USA	6 494	10 830
4	Guri	Venezuela		10 300
5	Tucuri	Brasil	3 960	8 000
6	Sayano	URSS	6 400	6 400
7	Corpus Posadas	Arg. -Paraguay		6 000
8	Krasnoyarsk	URSS	6 000	6 000
9	La Grande 2	Canada	5 328	5 328
10	Churchill	Canada	5 225	5 225
11	Tarbela	Pakistan	1 750	4 678
12	Bratsk	URSS	4 500	4 500
13	Ust-Ilim	URSS	3 675	4 500
14	Cabora Bassa	Mozambique	2 425	4 150
15	Yacyreta-Apipe	Arg. -Paraguay	2 760	4 140
16	Rogun	URSS		3 600
17	Oak Creek	USA	3 600	3 600
18	Paulo Alfonso I	Brasil	1 524	3 409
19	Pati	Argentina		3 300
20	Iiha Solteira	Brasil	3 200	3 200
21	Brumley Gap	USA	3 200	3 200
22	Chapeton	Argentina		3 000
23	Gezhouba	China	2 715	2 715
24	John Day	USA	2 160	2 700





Si hacemos un pequeño análisis de la tabla anterior, podemos darnos cuenta del país que en estos momentos cuenta con el mayor número de plantas de gran capacidad es la URSS, después se encuentran Brasil y USA. Se observa también que varios países cuentan con plantas hidroeléctricas de gran capacidad por lo cual la hidroelectricidad no sólo es de unos cuantos.

Es importante recordar que en la actualidad existen alrededor de 140 plantas con una capacidad instalada mayor a los 1000 Mw., lo que significa un gran avance en este tipo de generación de electricidad.

Si bien es cierto que son contados los ríos que pueden ser aprovechados en el mundo, tanto por sus características topográficas como por el caudal que conducen, podemos decir que en el mundo existen una buena distribución de estos ríos.

Por ejemplo el río Volga localizado en la URSS y que tiene a lo largo de su cauce 6 plantas con más de 1 000 Mw., cada una, también en la URSS está el Yenisei con 4 plantas, en Estados Unidos tenemos el río Columbia con 8 plantas, el San Lorenzo entre la frontera de Estados Unidos y Canadá, en Brasil y en el Paraná, también son importantes los ríos Hong Ho, Yang Tse, Ganges, Indu en Asia, el Nilo, Zaire, Niger en Africa, en Europa tenemos el Danubio, el Rhin, Ródano y Tajo, en América el Amazonas, Orinoco, Misissipi, Grijalva y Usumacinta.

Además de esto debe tomarse en cuenta que se tienen grandes precipitaciones pluviales en las áreas tropicales en Sudamérica, Sudáfrica y en el Sureste Asiático, así como en las regiones montañosas en Canadá, Chile, Centroamérica, Japón, Noruega, Gran Bretaña y Nueva Zelanda.

En cambio las zonas áridas del mundo son principalmente, las subtropicales de Africa, Asia, Australia, México sin olvidar las regiones Árticas y la Subártica de Asia y Norteamérica, las regiones semi-áridas de Asia central, el Sureste de Africa, el Oeste de Estados Unidos así como el Sur de Sudamérica.

La capacidad instalada en el mundo es cerca de 460 000 Mw con una producción de energía de alrededor de 1 850 000 Gw-h. La siguiente tabla muestra la distribución de esta energía por regiones del mundo actualmente y se compara con los datos de 1971.

## DISTRIBUCION DE LA ENERGIA HIDROELECTRICA POR ZONAS-PAISES

ZONA-PAIS	CAPACIDAD INSTALADA EN 1971 ( Mw )	GENERACION ANUAL EN 1971 ( Gw-h )	CAPACIDAD INSTALADA EN 1988 ( Mw )	GENERACION ANUAL EN 1988 ( Gw-h )
Europa	97 822	366 533	109 132	413 064
E.U.A.	53 404	256 781	70 364	303 472
Canada	32 501	178 169	57 609	307 643
Japón	19 897	82 270	20 690	87 073
URSS	31 500	123 000	55 000	235 000
Brasil			35 300	172 050
China			35 600	90 000
Latino América	23 078	109 799	22 481	56 813
Resto del Mundo	48 929	190 705	52 309	154 996
TOT. MUNDIAL	307 131	1 307 257	458 493	1 820 111

Nota: En 1971 Brasil se encuentra incluida en Latinoamérica.

En 1971 China se encuentra incluida en el Resto del Mundo.

Como podemos observar en esta tabla la generación a base de plantas hidroeléctricas crece en todas partes del mundo, ya que cada una de las regiones incrementa su producción al igual que lo hacen las grandes potencias en esta materia.

Es importante notar que entre seis países se produce cerca del 65% de la energía total en el mundo y solamente el 35% en el resto del mundo. Es por ello que haremos un análisis de la energía hidroeléctrica en estos países y en algunas zonas importantes en el mundo donde mencionaremos los principales productores de estas zonas.

## EUROPA

Todos los países que forman Europa producen alrededor del 23% de la energía hidroeléctrica total producida en el mundo, y no obstante sólo cuentan con el 12% de los recursos totales.

## ESPAÑA

España se encuentra situada en la Península Ibérica; limita al Norte con el mar Cantábrico, Andorra y Francia; al Este con el mar Mediterráneo; al Sur con el mar Mediterráneo y el Océano Atlántico; y al Oeste con el Océano Atlántico y Portugal.

SUS grandes desarrollos hidroeléctricos se hallan en los ríos: Ebro, Duero, Mino, Tajo, Guadiana y Guadalquivir, que son las únicas corrientes fluviales que tienen una longitud mayor a los 500 Km. España tiene un relieve variado y un clima notablemente irregular que condicionan la hidrografía peninsular.

Las aguas corrientes se alimentan de las lluvias y en algunas regiones de la fusión de nieve. Como las precipitaciones son escasas e irregulares, los ríos españoles son casi todos de pobre caudal y régimen irregular.

A pesar de que en España el potencial hidroeléctrico teórico es del orden de 127 900 Gw-h, solamente y debido a su relieve es posible explotar 69 900 Gw-h y de este potencial actualmente se explotan 33 185 Gw-h, para lograr esta generación se cuenta con una capacidad instalada de 14 700 Mw.

En proyectos se encuentran en construcción plantas que tendrán una capacidad instalada de 2 000 Mw, pero no se cuenta con nuevos proyectos, aunque es probable una generación anual cercana a los 10 700 Gw-h. A continuación mencionaremos las principales plantas de generación que hay en España.

NOMBRE	RIO	CAPACIDAD INSTALADA ( Mw )
Canales	Genil	2 425
Almendra	Tarres-Duera	810
Aldeadavila	Duero	730
Alcántara	Tajo	500
Villarino	Tarres	450
San Esteban	Sil	331
Mequinenza	Ebro	310
Ribarraja	Ebro	265
Valdecanas	Tajo	225
Belsar	Mino	190
Peares	Mino	159

## FRANCIA

Este país europeo produce el 16.5% de la energía hidroeléctrica que se genera en este continente; para lograr esta generación de energía cuenta con una capacidad instalada de más de 23 000 Mw ( 21.2% de la capacidad instalada en este continente ), con la cual genera 68 200 Gw-h. Se está instalando una capacidad de 100 Mw los cuales se espera generen 450 Gw-h, además se tiene planeado instalar 1 450 Mw, con lo cual se podrá obtener 2 250 Gw-h.

La hidrografía francesa esta naturalmente determinada por su clima y régimen de lluvias, combinado con el relieve y la naturaleza del suelo. Los ríos de Francia son en conjunto de mediana longitud ( sólo el Loira, con sus 1 020 Km, excede el millar ) de mediano caudal, suave pendiente y régimen bastante regular.

Cuatro cuencas fluviales se reparten casi todo el suelo francés, tres Atlánticas: Sena, Loira y Garona, y una Mediterránea: Ródano. A continuación se muestran las más importantes construcciones para la generación de la energía hidroeléctrica.

## PLANTAS HIDROELECTRICAS EN FRANCIA

NOMBRE	CAPACIDAD INSTALADA ( Mw )
Gran Maison	1 224
Monteziu	920
Revin	760
Super Bissorte	720
Le Cheylas	490
Le Coche	350
La Rance	315

Francia tiene calculado teóricamente una generación de electricidad por medio de plantas hidroeléctricas de 266 000 Gw-h de los cuales son factibles de explotar 72 000 de los cuales actualmente genera 68 000, lo que significa que explota el 94% de su energía hidroeléctrica factible de explotar.

Esta es una de las razones aunada a los escasos recursos de hidrocarburos con los que cuenta, por lo que ha decidido enfocar sus proyectos de generación eléctrica hacia la energía nuclear.

## NORUEGA

Otro país europeo importante en la generación de electricidad a base de la energía hidráulica es Noruega, ya que genera el 25% del total de Europa, e internamente el 99% de su energía eléctrica lo genera en base a la hidroelectricidad. Actualmente tiene una capacidad instalada de 24 140 Mw con lo que genera cerca de 102 000 Gw-h, también se encuentran plantas en construcción con una capacidad de 2 360 Mw que generarán 5 400 Gw-h, pero además se tienen proyectos para instalar 19 000 Mw con una generación de 64 600 Gw-h, con lo cual explotaría su potencial hidroeléctrico factible en este país el cual es de 172 000 Gw-h, aunque teóricamente este potencial podría ser del orden de 550 000 Gw-h, pero debido a las características físicas y tecnológicas esto no es posible.

En la siguiente tabla se muestran algunas de las principales plantas hidroeléctricas de Noruega.

## PRINCIPALES PLANTAS HIDROELECTRICAS DE NORUEGA

NOMBRE	RIO	CAPACIDAD INSTALADA ( Mw )
Kvilldal	Ulladalsana	1 212
Sima	Bioreia	1 120

## ESTADOS UNIDOS

Este país cuenta con un potencial hidroeléctrico teórico de 528 510 Gw-h, de los cuales son factibles de aprovechar alrededor de 375 972 Gw-h o sea el 71% del potencial total, actualmente cuenta con una capacidad instalada de 70 364 Mw, con lo cual genera 303 472 Gw-h, o sea el 16.7% de la generación mundial.

Estados Unidos tiene en construcción plantas hidroeléctricas con una capacidad instalada de 1 293 Mw las cuales generarán cerca de 4 685 Gw-h, además se tiene en proyecto la instalación de 2 827 Mw con lo que se generaría 6 870 Gw-h.

Los principales recursos hidroeléctricos de Estados Unidos están en el río Columbia ( 35% ), en Alaska ( 25% ) y en los montes Apalaches y California ( 40% ). También se debe mencionar los grandes aprovechamientos del Río Tennessee, las Cataratas del Niágara y el Río Colorado.

La cuenca hidroeléctrica del Río Columbia y del Yenisei en la URSS son las mayores del mundo; el Río Columbia ocupa el cuarto lugar entre los más grandes de Norteamérica, la corriente del Río Columbia es 10 veces superior a la del Río Colorado y 2.5 veces mayor a la del Nilo, drena una cuenca más grande que toda Francia.

## PRINCIPALES PLANTAS HIDROELECTRICAS EN ESTADOS UNIDOS

NOMBRE	RIO	CAPACIDAD INSTALADA ( Mw )
Grand Coulee	Columbia	10 830
Oak Creek	Yampa	3 600
Brumley Gap		3 200
John Day	Columbia	2 700
Chief Joseph	Columbia	2 030
Mc. Nary	Columbia	2 030
Lundington	Lake Michigan	1 979
Saunders	St. Lawrence	1 824
The Dalles	Columbia	1 813
Racoon Mountain	Tennessee	1 530
Hoover	Colorado	1 345
Wanapum	Columbia	1 327
Glen Canyon	Colorado	1 320

En la tabla anterior podemos observar como la mitad de estas grandes plantas hidroeléctricas se encuentran en la cuenca del Rio Columbia, lo que nos muestra la gran importancia de éste. Si bien Estados Unidos es el mayor país consumidor de energía, esta es generada principalmente a base de combustibles nucleares o de hidrocarburos, cabe señalar que no todos sus ríos son aprovechables para la generación de energía eléctrica ya que la mayoría de ellos tienen poca pendiente.

Es importante mencionar que Estados Unidos tiene una planta hidroeléctrica colocada entre las primeras 25 en cuestión de la construcción más alta, ocupa el 25º lugar y es Dworshak con una altura de 219 m, también cuenta con plantas ubicadas dentro de las de mayor volumen de construcción y estas son:

LUGAR	NOMBRE	CAPACIDAD ( $m^3 \times 10^3$ )
4	New Cornelia Tailings	209 500
6	Fort Perk	96 050
12	Oahe	70 339
18	Oroville	59 635
19	San Luis	59 559
21	Garrison	50 845
22	Cochiti	50 230

En el renglón de las plantas con mayor capacidad instalada en el mundo, los Estados Unidos ocupan los siguientes lugares:

LUGAR	NOMBRE	CAPACIDAD INSTALADA ( Mw )
3	Grand Coulee	10 830
16	Oak Creek	3 600
20	Brunley Gap	3 200
24	John Day	2 700

#### CANADA

Sus enormes reservas constituyen un factor preponderante en el desenvolvimiento económico del país. La energía generada por dichas fuentes, permite la explotación en gran escala tanto de sus bosques como de sus reservas mineras. Este país posee una gigantesca reserva, como son sus numerosos lagos, ríos y cascadas con los cuales genera electricidad.

Según los últimos estudios realizados, Canadá cuenta con un potencial hidroeléctrico teórico de 147 000 Gw-h, lo cual lo coloca como uno de los países con más potencial hidroeléctrico posible de explotar.

Entre las instalaciones más poderosas de la región oriental se hallan las Cataratas del Niágara y el Río San Lorenzo, en el oeste las instalaciones de Kemano. También las provincias marítimas, aunque con ríos de corto curso disponen de considerable energía por la abundancia de las lluvias, mientras que las provincias de las praderas son bastante pobres en este aspecto, pero lo compensan con sus riquezas en combustibles minerales especialmente en Alberta.



Las zonas montañosas de Columbia Británica y territorio de Yukon ofrecen muchas posibilidades de aprovechamiento, y la primera de ellas solo superada por Quebec y Ontario. De los 30/ 643 Gw-h generado en 1986, de la cual Quebec produce 40%, Ontario 30%, Columbia Británica el 13% y proporciones menores en Manitoba, Alberta y otras. Las plantas hidroeléctricas que se tienen en construcción cuentan con una capacidad instalada de 4 180 Mw con lo que se generarán 10 000 Gw-h, además se tienen planes para generar otros 11 970 Gw-h.

PRINCIPALES PLANTAS HIDROELECTRICAS DE CANADA

NOMBRE	RIO	ESTADO	CAPACIDAD INSTALADA ( Mw )
La Grande 2	La Grande	Quebec	5 328
Churchill Falls	Churchill	New Foundland	5 225
Bennett, WAC	Peace	British Columbia	2 730
Mica	Columbia	British Columbia	2 660
La Grande 4	La Grande	Quebec	2 650
La Grande 3	La Grande	Quebec	2 304
Saunders	St. Lawrence	Ontario	1 824
Revelstake	Columbia	British Columbia	1 800
Kemano	Nechako	British Columbia	1 790
Beauharnois	St. Lawrence	Quebec	1 574
Daniel Johnson	Manicougan	Quebec	1 292
Kettle Rapids	Nelson	Manitoba	1 272
Sir Adam Beck	Niagara	Ontario	1 224
Manicougan 2	Manicougan	Quebec	1 183
Manicougan 3	Manicougan	Quebec	1 113
Bersimis N. 1	Bersimis	Quebec	1 050
Long Spruce	Nelson	Manitoba	1 020

Estas son algunas de las instalaciones de gran importancia en la generación de hidroelectricidad en Canadá, con estas instalaciones y algunas más, cuenta con una capacidad instalada de 56 849 Mw. Dentro de la escala mundial, podemos observar que Canadá se encuentra situado en un lugar de gran importancia, ya que destaca en casi todos los aspectos.

Respecto a mayores construcciones Canadá cuenta con la planta Mica con una altura de 242 m la cual ocupa el 12º lugar en las de mayor volumen de construcción, cuenta con Syncrude Toilings con 540 millones de m<sup>3</sup>, con la cual ocupa el primer lugar y con Gardiner el 13º lugar con 65 440 000 m<sup>3</sup>.

Respecto a la capacidad de reserva, Canadá tiene 5 plantas colocadas entre las 25 mayores del mundo en este aspecto y ocupan las siguientes lugares.

#### PLANTAS HIDROELECTRICAS CON MAYOR CAPACIDAD DE RESERVA EN CANADA

LUGAR	NOMBRE
6	Daniel Johnson
9	Bennett W.A.C.
12	La Grande 2
14	La Grande 3
19	Caniapiscau

Dentro de las de mayor capacidad en el mundo ocupa el noveno con La Grande 2 y el décimo con Churchill Falls, con lo que demuestra su poderío en este ámbito.

#### JAPON

Este país ocupa en estos momentos un buen lugar a nivel mundial en lo que a producción hidroeléctrica se refiere. Japón ha desarrollado fuertemente sus recursos hidroeléctricos, pero ahora debe apresurar su incremento, debido a que en su territorio no cuenta ni con petróleo ni con gas.

Durante varios años le resultó barato generar electricidad a base de hidrocarburos importados, hoy la situación ha cambiado y se acelera -

el aprovechamiento de los recursos hidráulicos. Cuando Japón utilice al máximo dichos recursos podrá producir 134 200 Gw-h, aunque teóricamente tiene un potencial de 717 600 Gw-h.

Los ríos de Japón son cortos y rápidos; los principales son el Shinano, Ishikari y Tone. Japón se ha dedicado especialmente a las plantas de bombeo que permiten una mejor utilización del agua.

#### PRINCIPALES PLANTAS HIDROELECTRICAS EN JAPON

NOMBRE	RIO	ESTADO	CAPACIDAD INSTALADA ( Mw )
Takase	Takase	Nagano	1 280
Kurokawa	Ichi	Hyogo	1 212
Seto	Setodani	Nara	1 206
Shintoyone	Onyu	Aichiquen	1 125
Kassa	Kassa	Nagooka	1 000
Ouchi	Ono	Fukushima	1 000

#### APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS BINACIONALES

##### EL RIO PARANA

Este río se convertiría en una fuente de primera magnitud para los países de Brasil, Paraguay y Argentina.

Las obras hidráulicas producirán una transformación geoeconómica profunda ya que además de la generación de la energía eléctrica impulsará el desarrollo regional, con una mejora sustancial de las comunicaciones terrestre y fluviales, la ampliación de las tierras de riego así como el crecimiento urbano e industrial. Existen tres grandes proyectos hidroeléctricos de aprovechamiento binacional en el río Paraná, estos tres proyectos son:

## ITAIPU

Es el más ambicioso proyecto hidráulico de todos los tiempos, ubicado en el tramo internacional de Paraná entre Brasil y el Paraguay, desde el salto de Guaira hasta la boca del río Iruazú, el caudal del río es de 10 000 m<sup>3</sup>/s, con desnivel de 120 m.

El desarrollo se inició en 1973 con la creación de la identidad Binacional Itaipú, dos años más tarde comenzaron las obras cuya terminación esta prevista para 1989, ya que desde 1983 funcionan los primeros generadores. Cuando el alcance tenga la capacidad instalada de 12.6 Gw., permitirá la generación anual de 75 000 Gw-hr., equivalente a 16 millones de toneladas de petróleo.

La inversión se estima en 11 mil millones de dólares en los que han colaborado el Banco Mundial, el Interamericano de Desarrollo, Citibank así como empresas multinacionales tales como Siemens la cual proporcionará 9 de los 18 generadores instalados.

Las Consecuencias económicas en Brasil a corto plazo serán para satisfacer sus urgentes necesidades energéticas que cubre con importaciones de petróleo. Paraguay vende a Brasil su parte de electricidad ( ambos países participan en un 50% de la energía producida ), este último dispondrá de 160 millones de barriles de petróleo anuales ( su consumo en 1980 fué de 402 millones de barriles ) lo que ayudará a aliviar el déficit de la balanza de pagos. El costo de la electricidad entregada por Paraguay a su vecino será de los más bajos, según las cláusulas del tratado entre ambos países, esto servirá a Brasil para el avance de la industrialización hacia el Sur, lo que favorecerá la desconcentración del triángulo industrial de Sao Paulo, Belo Horizonte y Río de Janeiro.

En cuanto a Paraguay a finales de la actual década se habrá convertido en primer exportador mundial de electricidad, de Itaipú dispondrá del 80%, lo cual le proporcionará a Paraguay ingresos de 600 millones de dólares anuales.

En Paraguay aparecen diferencias en lo económico para afrontar el futuro. Por un lado se quiere que se industrialice aceleradamente con empresas multinacionales con necesidad de gran cantidad de energía, y por el otro que el desarrollo se base en el fomento agropecuario y agro-industrial.

## YACYRETA

Esta alternativa está más acorde con la realidad Paraguaya por su abundancia de tierras fértiles. La cooperación de Argentina y Paraguay se ve en Yacvreta cuyos estudios se iniciaron en 1940 y para Corpus en 1929. Las obras de la central hidroeléctrica de Yacyreta comenzaron en 1966 en la zona de los rápidos de Apize, pero en 1979 se ultimaron los compromisos definitivos que supone una inversión de 7 500 millones de dólares, en lo que Argentina asume la entera responsabilidad.

La administración del complejo hidroenergético corresponde a la Entidad Binacional Yacyreta, creada en 1973. En 1986 funcionarán las primeras turbinas y la fase inicial quedará en 1989 en el que ascenderá a 2 700 Mw, la segunda y última fase será de 1 350 Mw con un total de 17 500 Gw-hr.

La construcción de Yacyreta aumentará la navegación fluvial por el Paraná. La construcción de una carretera internacional sobre la cresta de la presa principal, mejorando las comunicaciones terrestres entre Argentina y Paraguay, la cual da posibilidades a Paraguay para nuevos regadíos. Yacyreta contribuye al desarrollo agrícola e industrial de las provincias argentinas de Corrientes y Misiones así como crecimiento urbano en Encarnación ( Paraguay ) y Posadas (Argentina).

#### CORPUS

Corpus es el más rezagado de los proyectos hidroeléctricos Binacionales sobre el Paraná, este retraso se debe a las diferencias entre Brasil y Argentina. La firma de un acuerdo tripartita en 1980 puso siga a la presa de Corpus. Argentina verá provisiones formuladas en su Plan Nacional de Equipamiento Eléctrico, según las cuales la proporción de hidroelectricidad con respecto a la energía total producida pasará del 31% al 73% en 1995.

Capítulo No. II

Hidroenergética de México

## HIDROENERGETICA DE MEXICO

En el caso de México, debemos mencionar dos aspectos que son muy importantes para el desarrollo de su potencial hidroeléctrico: sin los cuales no se podría llevar a cabo dicho desarrollo.

**SU OROGRAFIA:** La cual está constituida principalmente de la siguiente manera;

La Sierra Madre Occidental, la cual atravieza buena parte de los Estados de Chihuahua, Sonora, Sinaloa, Durango, Nayarit y Jalisco la altura media de esta es de 2 100 m. aunque en dos estados de estos se alcanzan los 3 000 m. los ríos que allá nacen como son: el Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa y Culiacán, descienden a la vertiente del Pacífico.

La Cordillera de Baja California, tiene alturas entre los 300 m. y 3000 m. cuyos ríos que nacen allá no son de gran relevancia.

La Sierra Madre Oriental, la cual comienza desde los estados de Coahuila y Nuevo León, llega hasta el estado de Oaxaca.

La cordillera o Eje Volcánico transversal, incluye elevadas prominencias orográficas como son los volcanes de Colima y Nayarit, la Sierra Nevada; (Popocatepetl e Iztaccíhuatl), el Pico de Orizaba, el Nevado de Toluca, el Cofre de Perote y la Malinche.

Otras sierras transversales que determinan la formación de valles y cuencas se localizan en la Altiplanicie Meridional (centro de la república) y la Antiplanicie Septentrional (norte de la república).

La Sierra Madre del Sur, la cual se localiza en los Estados de Guerrero y Oaxaca, es considerada por muchos como un segmento de la Sierra Madre Oriental, hasta los "nudos" y el istmo.

Las dos últimas elevaciones montañosas se encuentran en el estado de Chiapas, entre las cuales se localizan los nacimientos de los dos ríos más grandes del país; el Usumacinta y el Grijalva.

**SU HIDROLOGIA:** Como Observamos, la República Mexicana tiene una configuración orográfica privilegiada, la mesa central constituye un receptor de lluvia de enorme extensión, la cual va acumularse en mantos subterráneos que dan nacimiento a numerosos manantiales en las vertientes del Golfo y del Pacífico. Por esto, no es extraño encontrar ríos de caudal casi constante en lugares situados a varios centenares de metros sobre el nivel del mar, también encontramos ríos de carácter torrencial en gran parte de la República.

Por sus características físicas del territorio, se ha estimado en 1 532 300 millones de m<sup>3</sup>, el volumen medio anual de lluvia, el cual está distribuido de manera irregular, pues casi el 50% se recibe en las regiones tropicales, (699 798 millones de m<sup>3</sup>), en tanto que las regiones secas y muy secas es de (340 000 millones de m<sup>3</sup>), de esta---

cantidad sólo el 15% escurre en los ríos de esta zona, mientras que más del 29% escurren por los ríos de las zonas tropicales. Disponiéndose de mayores caudales en estos últimos; por otro lado, la estructura montañosa del país conduce a modelar un curso accidentado de los ríos, los que, al descender de las Sierra Madre después de recorrer amplias zonas altas, se vierten rápidamente hacia las planicies costeras.

De este modo se aprovechan, el agua de numerosos ríos para producir energía y evitar así inundaciones en las partes más bajas de aquellos estados costeros del país mediante la construcción de cortinas en los sitios montañosos sobre todo en las Sierra Madre Occidental, Oriental, de Oaxaca y la de Chiapas.

Entre los ríos más importantes de la vertiente del Pacífico podemos mencionar a los siguientes: el Sonora, Yaqui, Mayo y Caborca - Altar, en Sonora; el Fuerte, Sinaloa, Humaya - Tamazula que forman el Culiacán, San Lorenzo, Presidio, Mocorito y Baluarte en Sinaloa; en Nayarit la corriente que nace en el estado de México con el nombre de Lerma y recorre todo el centro para desembocar en el Lago de Chapala y sale de él, con el nombre de Santiago. El Amecameca, Armería y Coahuayana, en Jalisco y Colima formando el último los límites entre Michoacán y Colima; el Balsas en los límites entre Michoacán y Guerrero, el Papagayo en el centro - sur de Guerrero, Verde y Tehuantepec en el estado de Oaxaca, además del Suchiate que sirve de límite internacional entre México y Guatemala, la Baja California sólo posee, en el extremo Noroeste las aguas del río Colorado.

En la vertiente del golfo merecen especial mención el río Bravo que, con sus 2 800 Km. es el más largo del país, el río Soto la Marina y el Tamesí en Tamaulipas, el Pánuco en los límites de Veracruz y Tamaulipas, el Tuxpan, Teclutia, Nautla, Blanco, Papaloapan y Coatzacoalcos en Veracruz, el Tonalá límite de Veracruz y Tabasco, los ríos Grijalva y Usumacinta que nacen en Chiapas y recorren la mayor parte del estado de Tabasco; por último el río Hondo es el límite internacional entre México y Belice.



## DESARROLLO DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO EN MEXICO

En 1974, la Comisión Federal de Electricidad y el Plan Nacional Hidráulico, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, actualizaron y publicaron un estudio del potencial hidroeléctrico de México, con patrocinio de la Comisión de Energéticos.

El estudio más reciente sobre este potencial, fue realizado y publicado por la Comisión Federal de Electricidad en 1978. Los resultados resumidos de este estudio aparecen en el boletín informativo de la Comisión de Energéticos perteneciente a la SEMIP. La siguiente tabla nos muestra la capacidad de plantas hidroeléctricas que están en operación, construcción, en estudio y lo que está pendiente por desarrollar, al 31 de Diciembre de 1979.

	POTENCIA		ENERGIA ANUAL		FACTOR DE PLANTA
	Mw	% del tot.	GW-H	% del total	%
En operación	5219	14.5	17 839	10.4	39.0
En construcción.	2070	5.8	6 855	4.0	37.8
En estudio	1889	5.3	6 452	3.7	39.0
Pendiente de desarrollar	26716	74.4	140 720	81.9	60.0
Total	35894	100.0	171 866	100.0	

Como se puede observar de dicho estudio, la energía hidroeléctrica generada en 1979, representa únicamente el 10% de la que podría generarse, si estuviese desarrollado todo el potencial hidroeléctrico actualmente identificado, que asciende a 171 866 GW-H medios por año.

De este potencial, de acuerdo con el Programa de Energía, se estima posible desarrollar para 1990 la quinta parte, o sea una capacidad instalada capaz de generar 34 372 GW-H/año y para el año 2 000 las dos quintas partes, o sea una capacidad instalada capaz de generar 68 746 GW-H/año.

El análisis regional de los recursos hidráulicos de México, muestra que su distribución es irregular. El 95% de la capacidad hidroeléctrica instalada está concentrado en el Sureste del país, donde las lluvias son abundantes y los flujos de los ríos también.

En cambio en el Norte, las lluvias son escasas o irregulares, lo que significa que los usos optativos del agua limitan su disponibilidad para la generación de electricidad y que cuando ocurre esto es solamente en algunos meses del año.

La tabla No.1 tomada de dicho estudio, resume el potencial hidroeléctrico identificado por entidad federativa, la cual nos indica que existen 541 proyectos, cuya realización depende de un estudio de factibilidad económica.

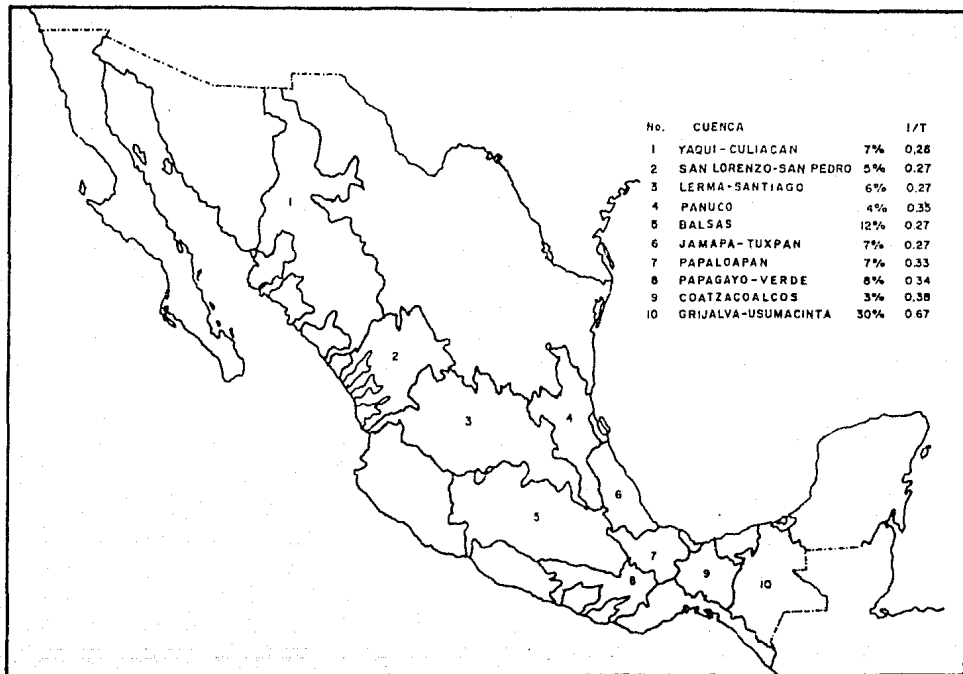
Núm.	ESTADO	No. PROYS.	POT. MED. M. W.	G. MED. A. G.W.H.	% POTENCIA	% GENERACION
1	Coahuila	1	14	123	0.1	0.1
2	Colima	3	42	368	0.2	0.2
3	Chiapas	91	6 558	57 430	33.4	33.4
4	Chihuahua	24	613	5 371	3.1	3.1
5	Durango	26	701	6 144	3.6	3.6
6	Guerrero	33	1 826	15 995	9.3	9.3
7	Guanajuato	2	42	368	0.2	0.2
8	Hidalgo	7	127	1 113	0.6	0.6
9	Jalisco	31	763	6 684	3.9	3.9
10	México	14	353	3 098	1.8	1.8
11	Michoacán	30	768	6 728	3.9	3.9
12	Morelos	2	66	578	0.3	0.3
13	Nayarit	30	856	7 501	4.4	4.4
14	Nuevo León	1	5	44	0.0	0.0
15	Oaxaca	66	2 507	21 964	12.8	12.8
16	Puebla	28	817	7 159	4.2	4.2
17	Querétaro	4	137	1 200	0.7	0.7
18	S.L.P.	21	447	3 918	2.3	2.3
19	Sinaloa	24	527	4 617	2.7	2.7
20	Sonora	15	414	3 628	2.1	2.1
21	Tabasco	8	209	1 830	1.1	1.1
22	Tamaulipas	10	95	833	0.5	0.5
23	Veracruz	62	1 614	14 137	8.2	8.2
24	Zacatecas	8	118	1 035	0.6	0.6
S U M A S		541	19 619	171 866	100.0	100.0

POTENCIAL HIDROELECTRICO IDENTIFICADO POR ENTIDAD FEDERATIVA

Tabla No.1

La relación entre el potencial hidroeléctrico identificado y el teórico, para el total del país es de 0.39, lo que indica, como lo reconoce el Programa de Energía, "que todavía hay grandes posibilidades hidroeléctricas", y que dicho potencial puede aumentar en forma muy importante en la medida que se complete la información cartográfica e hidrométrica y las exploraciones de campo.

El mapa de la figura No.1 indica la distribución espacial del potencial hidroeléctrico identificado, según cuencas hidrográficas y la relación entre el potencial identificado y el potencial bruto teórico, para cada cuenca.



DISTRIBUCION ESPACIAL DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO IDENTIFICADO

FIG.No.1

El mapa de la figura No.2 muestra la localización de los principales aprovechamientos hidroeléctricos factibles de entrar en operación en el periodo 1976-2000.

La región Grijalva-Usumacinta es la más importante, ya que su potencial asciende a 33 923 Gw-H anuales, que representan el 41% del potencial total del país. En la cuenca del río Usumacinta es factible desarrollar 18 proyectos, de los cuales sólo uno: Boca del Cerro, requiere de acuerdos previos con Guatemala.

También son importantes la cuenca del Papaloapan con 14 051 Gw-H (17% del total), la cuenca del Balsas con 13 781 Gw-H (16%), la cuenca del Lerma-Santiago con 8 062 Gw-H (8% del total), y la cuenca del Pánuco con 4 067 Gw-H (5% del total).

PROGRAMA DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO REALIZADO EN MEXICO (1988)

	POTENCIA		ENERGIA ANUAL	
	Mw	% del total	Gw-Hrs.	% del total
En Operación	7 722	21.51	20 686	12.04
En Construcción :		4.43		
Agua Milpa	960			
Zimapan	280			
Agua Prieta (2x120)	240			
Comedero (2x55)	110			
En Planeación :		1.23		
Itzantun (2x220)	440			
Por Desarrollar :	26 142	72.83		
Total	35 894	100.00	171 866	100.00

La tabla anterior nos muestra que al país le queda suficiente potencial hidroeléctrico por desarrollar en la actualidad, es decir 26 142 Mw, la cual es una cifra superior a los 20 000 Mw nucleoelectrónicos que se pretendió desarrollar por la vía nuclear, según el Programa Nacional de Energía 1984-1988.

El mapa de la figura No.3 también nos muestra las principales plantas hidroeléctricas que están en operación, construcción y en proyecto.

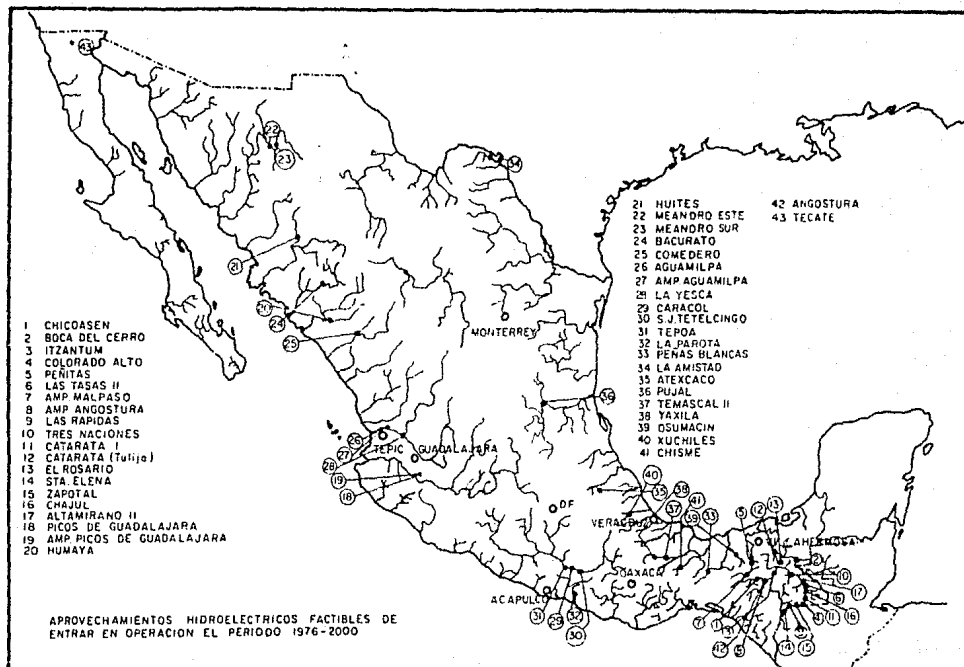


FIG No. 2



PRINCIPALES PLANTAS HIDROELECTRICAS  
FIG. No. 3

## INFRAESTRUCTURA TECNICA

Desde la época prehispánica ha existido una capacidad notable para desarrollar obras hidráulicas, sobre todo para el control de avenidas que daban lugar a las grandes inundaciones, algunas de las cuales nos habla la historia.

Continuaron después las obras en el tiempo colonial como la del desalajo de las aguas de la ciudad hasta el Golfo de México, así como los magníficos acueductos que todavía se observan en Morelia, Querétaro y México.

Por lo que toca el desarrollo tecnológico de las minicentrales hidroeléctricas, estas fueron en realidad las pioneras del desarrollo hidroeléctrico hace casi un siglo, mismas que fueron abandonadas al incorporarse las grandes centrales a la producción masiva de energía.

En la actualidad no se dispone de un programa específico de pequeñas centrales hidroeléctricas a nivel nacional pero se encuentra en fase experimental un prototipo de turbinas de 100 Kw., al generalizarse en el mundo el uso de la energía eléctrica, México empieza el desarrollo de plantas hidroeléctricas, siendo la primera de ellas la planta de Portezuelos en la última parte del siglo XIX.

Posteriormente se construyeron varias plantas sobresaliendo la de Necaxa terminada en el año de 1908 con turbinas Pelton de varios chiflones y que constituye ya una hazaña de ingeniería, siendo en aquellos días las turbinas de mayor potencia instaladas en el mundo, estas turbinas y esta planta es un magnífico ejemplo de buena ingeniería ya que hasta el día de hoy se encuentran en funcionamiento.

En el periodo de los años 30 proliferaron las plantas hidráulicas en el mundo por varias razones: por el gran incremento de la demanda de electricidad, la necesidad de crear empleos durante la gran depresión económica que se inicia en 1929 y el gran desarrollo en la tecnología de ingeniería civil para la construcción de grandes presas.

Las compañías eléctricas extranjeras instalaban sus plantas cerca de las grandes ciudades que podían pagar el servicio eléctrico que en aquel entonces era caro y remunerativo, sin embargo los núcleos de población de niveles económicos bajos que eran la mayoría, no gozaban de este privilegio.

Por esto y otras razones el gobierno se vió obligado a crear un organismo que impulsara la creación de plantas eléctricas en todo el país.

El Congreso de la Unión, por decreto del 29 de Diciembre de 1933 autoriza al Ejecutivo Federal para constituir la Comisión Federal de Electricidad. En 1944 fué puesta en servicio la primera unidad de la planta hidroeléctrica de Ixtapantongo y se construyen también otras--

plantas del Sistema Hidroeléctrico Miguel Alemán con una capacidad de 1/3 000 Kw.

En los años cincuenta se construyeron Tingambato, Temascal, Cobano, Oviachic y Mocuzari, con capacidad de 720 000 Kw.

Entre 1960 y 1970 la fuerte demanda de energía impulsa el desarrollo de grandes proyectos, entre los cuales están Infiernillo y Malpaso, para lograr una potencia instalada total de 3 228 000 Kw., en 1970 y una generación media anual del orden de 15 000 millones de Kw-hr.

Entre 1970 y 1980 se construyeron las plantas de la Villita, Angostura, Humaya y Chicoasén; en 1987 se terminaron las plantas de Caracol, Peñitas, Amistad y Bacurato.

En el aspecto de construcción, las compañías mexicanas de ingeniería de construcción han sido totalmente capaces desde hace 50 años de construir carreteras, obras de desvío, tuberías de presión, cortinas de materiales graduados o de concreto, vertederos, etc.

La Comisión Federal de Electricidad directamente ha construido también grandes obras de ingeniería como la cortina de Chicoasén y la planta Hidroeléctrica de Peñitas, Las compañías mexicanas no sólo han sido capaces de hacerlo en México sino también en diversos países de Latinoamérica.

En lo referente a la construcción de turbinas hidráulicas se tiene un ejemplo en T.E.I.S.A., la cual opera desde 1983 con capital mayoritario mexicano asociado a capital y tecnología Suiza - Alemana.

También se pueden construir turbinas hasta de 360 000 Kw., en sus diferentes tipos como son la Francis, Pelton, Kaplan y Bulbo. Hasta la fecha se han construido 4 turbinas Francis de 50 Mw., cada una para Bacurato y Comedero; así como 2 turbinas Pelton de 120 Mw., para Agua Prieta al igual que las válvulas esféricas, mariposa y de compuertas, en México se han fabricado ya partes de turbinas para Turquía, Canadá, Estados Unidos y Chile.

En cuanto al resto de equipos electromecánicos necesarios para un proyecto hidroeléctrico, se fabrican ya en México todos ellos con muy altos grados de integración nacional, desde los transformadores de corriente, apartarrayos, equipos de protección, medición y señalización hasta los grandes transformadores de potencia y recientemente generadores hidroeléctricos.



## INFRAESTRUCTURA HUMANA

El recurso humano ha sido y deberá seguir siendo fundamental para el aprovechamiento energético del agua. Por lo que a partir de 1937 se da un verdadero impulso a la ingeniería mecánica, eléctrica y civil y en el año de 1939 se integran en la Comisión Federal de Electricidad, así como en el país los primeros grupos de ingenieros mexicanos, con lo que se inicia el diseño y construcción de las plantas del sistema Miguel Alemán siendo la base, para que desde entonces y hasta la fecha los técnicos mexicanos hayan venido superando retos cada vez mayores, como los proyectos en los ríos Grijalva y Balsas, pasando de receptores a exportadores de experiencias y avances tecnológicos en la planeación, diseño y construcción de aprovechamientos hidroeléctricos de tal forma que se tiene una capacidad totalmente nacional en este campo.

Brillantes generaciones de Ingenieros Civiles, Mecánicos y Electricistas egresan de la U.N.A.M. así como del I.P.N. y posteriormente de Universidades e Institutos Estatales y Privados, para abastecer la demanda de profesionistas en el país. En los años cincuenta se crea el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. en donde se desarrollan los más avanzados estudios de investigación del país en hidráulica, mecánica de suelos, ingeniería sísmica, mecánica de rocas, cimentaciones, etc.

Todos los modelos hidráulicos de túneles de desvío, vertederos, compuertas, cámara de oscilación para las plantas hidroeléctricas del país son desarrolladas en el Instituto de Ingeniería y en la C.F.E. así como complejos estudios de cavitación, aeración, golpe de ariete, vórtices, etc.

En la república surgen los Institutos tecnológicos regionales que como su nombre lo indica vienen a resolver problemas regionales teniendo la ventaja de crear un desarrollo científico y tecnológico en lugares específicos usando los talentos del lugar. A nivel de técnicos de operación aportan también su contribución los del CONALEP.

Capítulo especial merece el Instituto de Investigaciones Eléctricas que con el gran apoyo del Gobierno Federal y C.F.E. ha creado una investigación básica y aplicada de excelencia para todo el sector eléctrico, cubriendo campos de fuentes alternativas de energía, maquinaria y equipo, ingeniería eléctrica, ingeniería de control, etc. En el campo hidroeléctrico participa en el diseño hidrodinámico de plantas mediante estudios muy importantes de "Torchas", vibraciones y cavitación.

Se participa en las pruebas de modelos hidráulicos de turbinas para determinación de su eficiencia y se capacitan ingenieros del más alto nivel en México y el extranjero. A este respecto por muchos años la dirección de Posgrado de la Facultad de Ingeniería imparte maestrías en el campo de hidráulica, Ingeniería Civil en sus diferentes Áreas

aplicadas a la hidroelectricidad, así como de Ingeniería Eléctrica de Potencia e Ingeniería de Control.

#### PROBLEMATICA ACTUAL EN MEXICO

- La capacidad ingenieril para construcción de plantas hidroeléctricas se ha venido reduciendo en virtud de la falta de inversiones por lo que la construcción de nuevas instalaciones se ha reducido al mínimo, excelentes ingenieros de la C.F.E., se han jubilado y no todos han sido repuestos.
- Ante la falta de trabajo, el interés de los ingenieros por estudiar las especialidades de la Ingeniería Hidráulica, Mecánica, -- Eléctrica y aun Civil ha disminuido.
- Existen pocas becas de CONACYT para estudiar estas especialidades en el extranjero y peor aún, las que hay no existen suficientes candidatos.
- El Instituto de Investigaciones Eléctricas que llegó a tener una amplia cantidad de Ingenieros esta perdiendo cerebros ante el extranjero y ante las empresas privadas que pagan sueldos mucho mayores a los que puede pagar dicho Instituto, aun con la ayuda del Programa Nacional de Investigadores.
- El número de Proyectos Hidroeléctricos en proceso de Ingeniería -- es mínimo.
- Solamente se encuentran en proceso de construcción dos aprovechamientos hidroeléctricos, Agua Prieta y Comedero y estos se trabajan a paso muy lento por reducciones presupuestales.
- Como consecuencia de lo anterior también las compañías constructoras están perdiendo experiencia, gente así como parte de su maquinaria. La crisis de las compañías constructoras podría ser uno de los problemas cuando se decidiera crear un amplio programa de construcción de plantas hidroeléctricas.
- La reducción en la construcción de plantas hidroeléctricas ha -- creado un problema de generación de empleos en lugares pobres de nuestro país. Nuestros trabajadores necesitan este tipo de plantas que tantos empleos generan.
- Los aspectos ecológicos y sociales se presentan con mayor exigencia para su atención.
- Los fabricantes de maquinaria y equipo en el área de bienes de -- capital trabajan a su nivel más bajo de toda la historia.

## PROPOSICIONES DEL TEMA: AGUA Y ENERGIA

- 1.- Intensificar los estudios de Ingeniería de 8 proyectos: Zimapan, Agua Milpa, Huites, Temascal ampliación, Chilatlán, San Juan Teteclingo, Xuchiles y Rebombeo en Monterrey.
- 2.- Implantar proyectos piloto y demostrativos que presenten la realidad de las pequeñas centrales hidroeléctricas sometiendo los a un proceso de seguimiento y evaluación. Promoción de la normalización de proyectos para obtener soluciones tipo para varios intervalos o rangos de potencia y características de los sitios, logrando así disminuir los costos de las instalaciones.
- 3.- Promover aún más el empleo y adecuación de tecnologías ahorradoras de agua en zonas de escasez como las de torre seca, semiseca o con aerocondensadores, que no ocupan agua sino aire en los procesos de enfriamiento.
- 4.- Intensificar las tecnologías sobre los sistemas de manejo de aguas residuales en donde además de las características y restricciones de agua como insumo, deben considerarse las condiciones actuales y provistas de los cuerpos receptores y demás entorno ecológico para que desde las primeras fases del proyecto se tomen en cuenta las tecnologías de recirculación de agua y recuperación de subproductos que induzcan un menor consumo de agua y por consecuencia un menor volumen de descarga.
- 5.- Intensificar programas de financiamiento nacional e internacional para los proyectos de agua y energía. Propiciar el reforzamiento de las firmas de Ingeniería Nacionales.
- 6.- Conjuntamente con el sistema educativo nacional revisar y reforzar las carreras, estableciendo además un sistema de becas en el país y en el extranjero para la formación de ingenieros o investigadores en el campo relacionado con el agua y la energía.
- 7.- Reforzar el personal técnico de proyectos hidroeléctricos en C.F.E.
- 8.- Aprovechar la fabricación en México de toda la maquinaria y equipo para las plantas hidroeléctricas.
- 9.- Formar grupos de profesionistas para atender y solucionar el impacto ambiental de la construcción de las obras.
- 10 - Modernizar en general la infraestructura del sector hidroeléctrico en todas sus áreas de compañías constructoras, bufete de ingeniería, sistemas de financiamiento, fabricantes de turbonaquinaria, así como de equipo eléctrico y líneas de transmisión, pero fundamentalmente reforzando todo el recurso humano, incluyendo el de C.F.E.

A continuación presentamos un resumen de las ventajas y desventajas de las plantas hidroeléctricas.

PLANTAS HIDROELECTRICAS

VENTAJAS

DESVENTAJAS

- 1.- El agua es un recurso renovable.
- 2.- La energía hidráulica no contamina.
- 3.- La vida útil de estas plantas es bastante grande.
- 4.- El combustible usado ( agua ) no cuesta y no es afectado por las variaciones del precio de los hidrocarburos y la inflación.
- 5.- Los costos de operación de estas plantas son bajisimos.
- 6.- La tecnología utilizada para estas plantas se domina completamente.
- 7.- La construcción de estas plantas permite realizar grandes desarrollos agrícolas y pesqueros.
- 8.- Este tipo de central por su facilidad de operarlas se les utiliza en las horas de mayor demanda del sistema.
- 9.- Su eficiencia oscila entre un 85% y un 90%

- 1.- Su desarrollo depende de las variaciones climatológicas.
- 2.- Estas requieren de grandes inversiones iniciales.
- 3.- Se necesitan de estudios hidrológicos para su construcción.
- 4.- Muchas veces se tienen que inundar pueblos debido a la construcción del embalse lo cual acarrea conflictos agrarios.
- 5.- Su emplazamiento está lejos de los centros de consumos.

**Capítulo No. III****Nucleoenergética a Nivel Mundial**

## HISTORIA DE LA ENERGIA NUCLEAR

Durante la última década del siglo pasado, en el laboratorio de física del museo de Historia Natural de París a partir de unos estudios de fluorescencia en compuestos de Uranio, Henry Becquerel descubrió la radioactividad. Este hallazgo se hizo público el 2 de marzo de 1896. Más tarde se encontró que los elementos como el torio emitían radiaciones, y al principio de este siglo Marie y Pierre Curie descubrieron dos nuevos elementos con la misma propiedad el Plutonio y el Radio. Estos estudios condujeron a que en 1934 se descubriera la posibilidad de producir radioisótopos artificiales.

El 12 de diciembre de 1942 a las 3:25 de la tarde en un laboratorio provisional instalado bajo las gradas occidentales del estadio Stagg de la Universidad de Chicago, Enrico Fermi ( 1901 - 1954 ) levantó la mano dando la señal. Su equipo había construido una pila atómica, de 4.5 m de largo y 4.5 de ancho, al juntar los ladrillos de grafito y uranio puro, es interesante mencionar que sólo el metal pesaba 500 toneladas. La pila tenía varios orificios de cadmio hacia el núcleo, estas eran las varillas de control que podían absorber los neutrones despedidos por el isótopo fisionable de U-235.

Al sacar lentamente las varillas de cadmio, para hacer que los neutrones empezaran a golpear a los átomos de uranio. La aguja del contador Geiger rebasó la línea roja, era un claro indicio de que los átomos se estaban desintegrando más rápidamente que cualquier elemento radioactivo natural. En ese momento la pila había entrado en crisis, por primera vez en la historia se había puesto en marcha una reacción en cadena.

La pila atómica es antecesora de los reactores nucleares, que por lo demás trabajan en forma análoga.

En la reacción de fisión se hace chocar a un neutrón contra el núcleo y éste desprende neutrones los cuales chocan contra otros núcleos. Este rompimiento y disparo se da a gran velocidad y genera calor al chocar con la materia que los rodea. La fisión del núcleo atómico va acompañada de la emisión de rayos gamma y, simultáneamente, de dos o tres neutrones adicionales. Si este proceso continúa sin interrupción tenemos entonces una reacción en cadena, podemos concluir que la reacción de fisión consiste en obtener átomos ligeros a partir de átomos pesados ( Uranio 235 ); ligeros ( Bario y Kriptón o Estroncio y Xenón ).

Dentro del reactor también ocurre este proceso, pero además el reactor tiene la capacidad de provocar, sostener y regular la reacción en cadena.

El núcleo del combustible debe ser de un material que sea fisionable por neutrones lentos. El U-235 es el único en estado natural que cumple con estos requisitos. Sin embargo el U-235 constituye el 0.71% de uranio en estado natural. El que se encuentra con mayor abundancia

es el U-238 que se conoce como material " fértil ", es decir, que puede transformarse en otra sustancia fisiónable, Plutonio ( Pu-239 ) tanto el Pu-239 como el U-233 ( otro isótopo fisiónable de menor importancia ) se obtienen como resultado del bombardeo de los neutrones de U-238 y del Torio, respectivamente.

Los combustibles de un reactor constan de una mezcla de materiales fisiónables con materiales fértiles. Durante la operación del reactor, a medida que se irradia el combustible, los átomos del material fisiónable se van consumiendo pero, simultáneamente, el material fértil va produciendo nuevos átomos fisiónables.

Los elementos combustibles están revestidos de otro material que impide el contacto directo con el refrigerante. Por lo común, en el revestimiento para reactores de potencia se usa el acero inoxidable y el Circonio, y para reactores de investigación el Aluminio.

Obtener el grado de concentración requerido de U-235 no es fácil, ya que el U-235 y el U-238 son químicamente idénticos, el método más económico y eficiente para lograr esto consiste en comprimir el uranio, en forma de hexafluoruro de uranio gaseoso, contra una valla porosa con millones de agujeros diminutos (  $7 \times 10^{-7}$  de diámetro). Como las moléculas de U-235 son más livianas que las del U-238, rebotan con más frecuencia contra la valla y por ello tienen mayor oportunidad de pasar a través de los poros.

Cuando un átomo de uranio se somete a la fisión, los neutrones emitidos se mueven a una velocidad de 2 000 000 m/s a esta velocidad es poco frecuente que los neutrones produzcan fisión en un átomo; los neutrones lentos ( 2 000 m/s ) producen una fisión más efectiva, para ello se cuenta con el moderador el cual es una sustancia que tiene la capacidad de frenar a los neutrones rápidamente, pero que no les llega a absorber.

El dato fundamental en la elección de materiales moderadores es que la masa de un neutrón sea casi igual a la de un átomo de hidrógeno o de otros átomos livianos, ya que son los moderadores más eficientes.

Los materiales que más se utilizan para este propósito son el agua, el agua pesada (hecha de Deuterio y Oxígeno ), el grafito. ( forma alotrópica del Carbono ), el Berilio y algunos compuestos orgánicos.

En los reactores el moderador debe estar bien distribuido en el recipiente o envases del núcleo de combustible.

En los reactores que utilizan elementos combustibles con alta concentración de material fisible con montajes compactos no necesitan moderador, pues pueden trabajar con neutrones rápidos.

El sistema de control se logra con varillas de Boro o Cadmio que poseen altos coeficientes de absorción de neutrones, generalmente éstas están insertadas en el núcleo, la regulación de la reacción en cadena se logra metiendo o sacando dichas barras, en el caso de una

emergencia se puede paralizar la reacción al introducir totalmente las barras.

La pérdida de radioactividad es un factor importante en la operación del reactor que no debe soslayarse. A medida que el combustible se consume, se va formando productos de fisión. Estos productos absorben neutrones que al acumularse reducen la radioactividad del combustible. Para compensar este efecto es necesario cargar al reactor con más combustible que el mínimo necesario para lograr el comienzo de la reacción. Este combustible adicional produce un exceso de radioactividad que asegurará la continuidad de la reacción.

La energía liberada en el proceso de fisión tiene los siguientes componentes:

Energía cinética de productos de fisión	84.0%
Energía cinética de neutrones	2.5%
Liberación instantánea de rayos gamma	2.5%
Desintegración gradual radiactiva de productos de fisión	11.0%

Cuando los productos de fisión y los neutrones chocan con la materia contigua, una porción considerable de su energía cinética se convierte instantáneamente en calor. La mayor parte del calor se genera en el núcleo del reactor, para evitar que el núcleo se derrita por exceso de calor se debe enfriar el sistema. Algunos reactores cuentan con la convección natural del refrigerante para este propósito, pero la mayor parte de ellos se encuentran equipados con un sistema de circulación forzada.

En la actualidad existe una gran cantidad de refrigerantes: los gases como el aire, el dióxido de carbono y el helio; los líquidos como el agua, el agua pesada y algunos compuestos orgánicos y, por último, algunos metales líquidos como el sodio y el litio. En algunos casos puede ser que el refrigerante sirva de moderador.

Los isótopos radiactivos, los rayos X y los reactores nucleares deben estar envueltos en blindaje para que las radiaciones peligrosas no alcancen al personal que los maneja.

Los rayos alfa (núcleos de Helio cargados positivamente) y los rayos beta (flujo de electrones) pueden detenerse con pantallas delgadas o capas de aire, pero los rayos X y gamma (radiación electromagnética) son mucho más penetrantes. Los neutrones de un reactor se controlan al reflejarlos con los moderadores como el grafito, el agua, el agua pesada, etc., en el mismo reactor. La capacidad de un blindaje para detener los rayos X y gamma que desprende un material radiactivo, depende de su espesor y de su densidad. Entre mayor sea la masa entre una persona y el reactor, mayor será la protección.

Los rayos gamma son muy penetrantes, pero si la fuente está rodeada por 25 cm. de plomo, su densidad puede reducirse a un cienmilésimo--



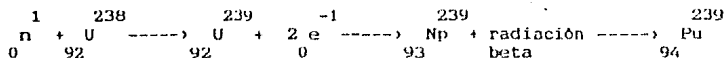
de su valor original, si se envuelve de concreto, para proporcionar la misma protección, la capa deberá ser de 115 cm.

Los tipos más importantes de reactores son:

#### REACTORES DE PRODUCCION

Sirven para producir materiales fisibles mediante la transmutación esto es, la producción de un elemento a partir de otro. Así como se obtiene el Plutonio 239 del U-238 se puede obtener el U-233 ( otro material fisible ) del isótopo corriente del Torio ( Th-232 ) que es más estable y abundante.

Se puede concluir que existen tres materiales fisibles básicos, U-235 Pu-239 y U-233, los dos últimos a su vez se obtienen de dos materiales fértiles, el U-238 y el Th-232 respectivamente. La reacción que tiene lugar en la producción de Pu-239 es la siguiente:



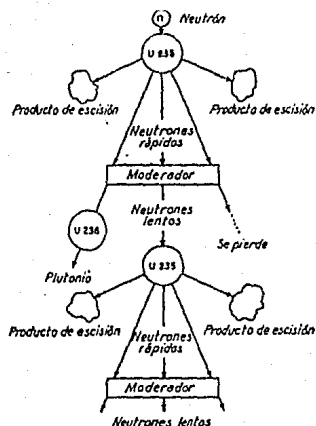
Cuando un neutrón entra al núcleo del U-238 su masa aumenta, este isótopo del uranio no es estable ya que su promedio de vida es de 2.3 minutos; además uno de sus neutrones se convierte en un electrón y en un protón. El primero es expulsado y se convierte en Np-239, cuyo promedio de vida es de 2.3 días. A su vez, el Np-239 emite un electrón ( partícula beta ) y, finalmente se transforma en Pu-239 cuyo promedio de vida es de 24 440 años.

#### REACTORES DE POTENCIA ( PARA GENERAR ENERGIA ELECTRICA )

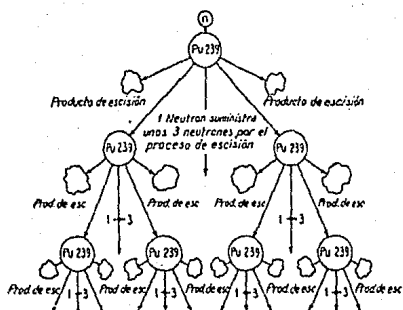
El 2 de diciembre de 1957 en Pensilvania entró en funcionamiento el primer reactor nuclear de Estados Unidos, posteriormente empezó a surtir a la ciudad de Pittsburgh con 60 000 Kw.

Las plantas nucleares que producen electricidad difieren de las convencionales ( a base de combustible, gas, diesel, etc. ) sólo en el hecho de que el reactor sustituye a la caldera.

En un reactor de energía eléctrica se emplea el calor de la fisión para convertir agua en vapor que a su vez mueve un generador de electricidad.



PROCESO DE FISION



REACCION EXPLOSIVA EN CADENA

(BOMBA ATOMICA)

## TIPOS DE REACTORES

Según el avance de la ciencia se han desarrollado diferentes reactores los cuales se han clasificado en tres generaciones que son las siguientes:

- I Los reactores de la primera generación que son los de fisión quemadores, llamados así porque sus productos de desecho, aunque contengan potenciales energéticos importantes pueden o no ser usados de nuevo.
- II Los reactores de la segunda generación son los de fisión reproductores, los cuales sus productos de desecho contienen más combustible para su propio consumo y para alimentar a otros reactores.
- III Los reactores de la tercera generación son los de fusión con confinamiento magnético en cámara toroidal T O C A M A K que emplea los combustibles Deuterio ( D ) y Tritio ( T ) cuya disponibilidad es prácticamente infinita.

## REACTORES DE LA PRIMERA GENERACION

- 1.- Reactor P H W R ( Pressurized Heavy Water Reactor )  
( Reactor de agua pesada a presión )

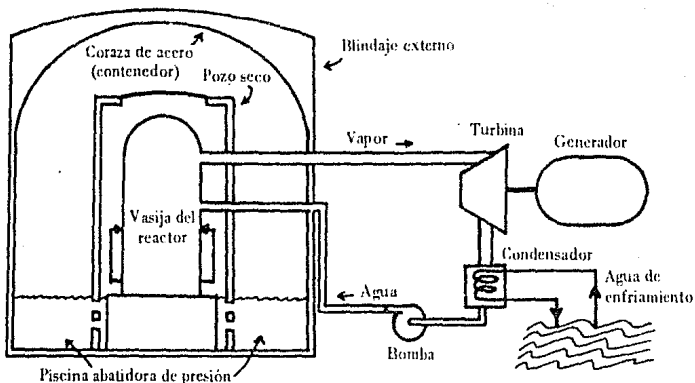
La principal característica de este reactor desarrollado en Canadá y conocido también como Candu (Canadá Deuterio Uranio), consiste en utilizar uranio natural como combustible y agua pesada como moderador y refrigerante.

El núcleo del reactor se encuentra contenido dentro de un cilindro llamado calandria, atravesado axialmente por tubos de pared gruesa llamados tubos de presión en donde se aloja el elemento combustible. La calandria está llena de agua pesada, que actúa como moderador de los neutrones.

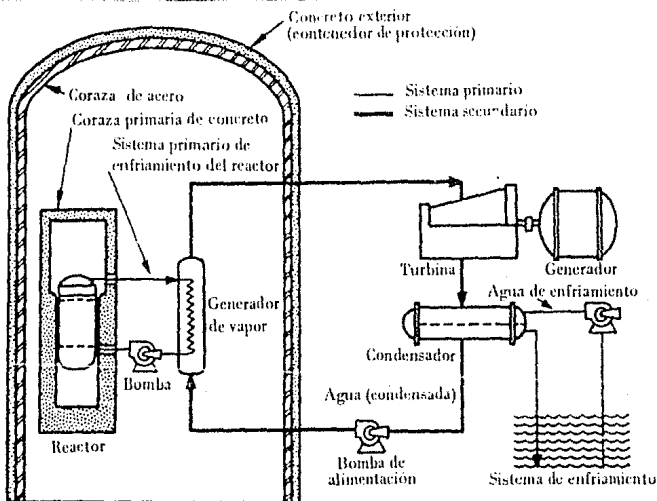
Por dentro de los tubos de presión, bañados los elementos combustibles, también circula agua pesada refrigerando dichos elementos, lo cual hace que su temperatura se eleve sin llegar a entrar en ebullición, debido a que la presión en el interior de los tubos es muy alta.

El agua pesada caliente pasa a continuación al generador de vapor, en el transfiere su energía térmica a un circuito de agua natural y la hace hervir.

El vapor así generado mueve al turbogenerador para producir energía eléctrica, después de lo cual es condensado y regresado de nuevo al generador de vapor. Por su parte el agua pesada, después de transferir su calor al agua natural, regresa al reactor para continuar refrigerando los elementos combustibles.



Esquema de una planta de generación eléctrica con un reactor de agua en ebullición.— El vapor de la vasija de un reactor de agua en ebullición fluye hacia el turbogenerador, después de lo cual es condensado y devuelto como agua de alimentación a la vasija del reactor. Esta se encuentra contenida dentro de un pozo seco que, a su vez, se halla dentro de un edificio de blindaje.



Esquema de una planta de generación eléctrica con un reactor de agua a presión.— El sistema primario del reactor está colocado en un contenedor de concreto con coraza de acero. El vapor generado dentro de la estructura fluye hacia el sistema turbina-generador (fuera de dicha estructura), después de lo cual es condensado y devuelto a los generadores de vapor.

## 2.- Reactor P W R ( Pressurized Water Reactor ) ( Reactor de agua ligera, a presión )

En este tipo de reactor los elementos combustibles se encuentran dentro de una gran vasija a presión llena de agua ligera, que desempeña el papel tanto de moderador como de refrigerante. Como en el caso del reactor Candu, el agua no hierve debido precisamente a la presión que es de 14.6 Kg/cm<sup>2</sup>, las moléculas de agua alcanzan una temperatura de 315 °C.

El agua transmite su energía térmica posteriormente, el agua pasa a otro circuito de agua ligera y la hace entrar en ebullición, fenómeno que tiene lugar en el generador de vapor. Dicho vapor se utiliza para mover el turbogenerador, después de lo cual es condensado y regresado de nueva cuenta al generador de vapor. Por su parte, el agua a presión, después de haberse desprendido de su calor, es reintegrada al reactor para repetir su ciclo.

Los reactores P W R tienen la ventaja de no representar peligro para los trabajadores, ya que el agua que está en contacto con el material contaminado radio-activamente ( combustible ) se encuentra en otro sistema aislado, el vapor que circula en las turbinas es vapor sin contaminación.

Este tipo de reactores utiliza como combustible uranio enriquecido que, es el combustible en el cual la proporción del isótopo U-235 es aumentada desde un 0.7%, que es la proporción que tiene el uranio natural hasta un 3%. Tal cosa es indispensable por lo siguiente: la cantidad de fisiones depende tanto del número de neutrones libres, como del número de átomos de U-235; Si disminuye cualquiera de los dos, el número de fisiones disminuirá y la reacción en cadena tenderá a extinguirse. Por otra parte, las sustancias que sirven de moderador absorben cierta cantidad de neutrones en mayor o menor grado, según sea el moderador; el agua ligera absorbe más neutrones que el agua pesada y, para compensar el efecto que esta disminución de neutrones tiene sobre el número de fisiones, hay necesidad de aumentar el número de átomos de U-235 enriqueciendo el combustible.

## 3.- Reactor B W R ( Boiling Water Reactor ) ( Reactores de agua hirviendo )

Se asemeja mucho al P W R, ya que también utiliza agua ligera como moderador y refrigerante, y uranio enriquecido como combustible.

La diferencia estriba en que en el B W R, el agua si entra en ebullición dentro de la vasija, la presión interior es de 7.8 Kg/cm<sup>2</sup> que equivale a 800 m bajo el nivel del mar, esta presión eleva el punto de ebullición del agua para permitir temperatura y presión suficientes para emplear el vapor eficazmente en las turbinas.

Como en los casos anteriores, después de concluir esta operación, el vapor es condensado y regresado al reactor para repetir el ciclo.

La sencillez de este reactor lo hace el de menor costo, y la ausencia del generador de vapor determina que su eficiencia sea un poco más elevada que la de PWR. Ambos reactores integran la familia de los LWR ( reactores de agua ligera ), que domina ampliamente el mercado de la industria nucleoelectrónica.

4.- Reactor H T G R ( High Temperature Gas Reactor )  
( Reactor de alta temperatura enfriado por gas )

Aún en las primeras etapas de desarrollo de la industria nucleoelectrónica estos reactores ocupan un lugar importante, su popularidad ha ido disminuyendo sensiblemente con el tiempo, debido principalmente a razones económicas.

A diferencia de los anteriores este sistema no utiliza agua como refrigerante, sino gas Helio. Adicionalmente, el moderador que emplea es el grafito y en su combustible se utilizan concentraciones elevadas de U-235 que, en ocasiones, llegan a ser superiores al 90%, circunstancia que lo hace costoso.

5.- Existen otros tipos de reactores que por su escasa significación no serán explicados tan ampliamente, como son los casos del:

A G R (Advanced Gas Reactor ), ( Reactor Avanzado Enfriado por Gas ), gas, grafito, uranio ligeramente enriquecido. Desarrollado en Gran Bretaña.

B H W R (Boiling Heavy Water Reactor ), ( Reactor de Agua Pesada en Ebullición ), agua pesada, uranio natural. Desarrollado en Canadá.

G L W R (Gas Light Water Reactor), ( Reactor de Agua Ligera Bajo Presión ), grafito, uranio natural ligeramente enriquecido. Desarrollado en los Estados Unidos y la URSS con el nombre de L G R ( Reactor Moderado por Grafito y Enfriado por Agua ).

H W B L W R (Heavy Water Boiling Light Water Reactor), ( Reactor de Agua Pesada en Ebullición con Generación de Vapor de Agua Ligera ), agua ligera, agua pesada, uranio natural. Desarrollado en Canadá

H W L W R (Heavy Water Light Water Reactor), ( Reactor de Agua Pesada con Agua Ligera ), agua pesada, agua ligera, uranio ligeramente enriquecido. Desarrollado en Japón y en Italia.

H W G C R (Heavy Water Gas Cooled Reactor), ( Reactor de Agua Pesada Enfriado por Gas ), gas, agua pesada, uranio enriquecido y uranio natural. Desarrollado en Francia y en Checoslovaquia.

L W B R (Light Water Breeder Reactor), ( Reactor de Agua Ligera Bajo Presión ), agua ligera, uranio enriquecido y torio. Desarrollado en los E.U.A.

**M A G N O X** ( Magnox ), gas, grafito y uranio natural. Desarrollado en Gran Bretaña y reemplazado por los A G R.

**R B M K** (Reactor Bolchoe Molchnastie Kipiachié), ( Reactores en Ebullición de Gran Potencia ), agua ligera en ebullición, grafito y uranio ligeramente enriquecido. Desarrollado en la URSS.

**S G H W R** (Steam Generating Heavy Water Reactor), ( Reactor Generador de Vapor de Agua Pesada ), agua pesada, agua ligera y uranio ligeramente enriquecido. Desarrollado en Gran Bretaña.

**U N G G** (Uranium Naturel Graphite-Gaz), ( Reactor de Gas Grafito ), gas, grafito y uranio natural. Desarrollado en Francia.

#### REACTORES DE LA SEGUNDA GENERACION

La mayoría de los países utilizan uranio, el consumo para una planta de 1 000 Mw., es de 5 000 ton. de uranio lo cual implica que 1 000 centrales consumirán un total de aproximadamente las reservas mundiales totales. Las reservas de uranio se agotarían mucho antes que las del petróleo, por no hablar del carbón.

Existen alternativas sin salirnos de lo nuclear, los reactores de neutrones Térmicos ( reactores de altas temperaturas ) que pueden utilizar Deuterio y Tritio ( más abundantes que el uranio ) que es la promesa de los reactores de fusión. Pero en la actualidad sólo se puede pensar en reactores de neutrones rápidos, también llamados reproductores o de cría, estos producen una cantidad de combustible superior a la que consumen.

El combustible está constituido de Uranio 235, Plutonio 239 y Uranio 238: el primero se encuentra en estado natural y los otros se pueden producir en los propios reactores.

El uranio natural contiene un sólo núcleo de isótopos U-235 por cada 140, siendo el más común el U-238 (0.7% del uranio natural es U-235).

En los reactores nucleares el moderador su misión es frenar, sin absorber los neutrones rápidos emitidos en las desintegraciones, ya que cuando su velocidad es pequeña, también puede provocar la desintegración del U-238 el cual también se aprovecha como combustible.

Los neutrones rápidos provocan una nueva desintegración si chocan con U-235, pero para desintegrar al más abundante tienen que ser frenado hasta convertirse en neutrones térmicos. Existiendo dos posibilidades cuando chocan con el U-238:

- 1.- Que simplemente rebote y siga su camino.
- 2.- Que provoque una transmutación nuclear que convierta al U-238 en plutonio 239 que es tan buen combustible como el U-235.

Esta reacción se produce en todos los reactores pero la producción de Pu-239 es inferior a los de U-235 que desaparecen. Por el contrario en un reactor que se haya suprimido el moderador puede producirse una cantidad suficientemente elevada de Plutonio y entonces se tiene un REACTOR REPRODUCTOR ó de CRIA.

De entrada es necesario que el uranio natural que se usa como combustible esté enriquecido hasta valores de 85% y el 15% en grandes reactores. (En los reactores de neutrones térmicos basta un enriquecimiento del 3 %).

La gran velocidad de los neutrones al suprimir el moderador hace que estos puedan escapar muy fácilmente del núcleo sin producir desintegraciones, por ello se eleva la concentración de U-235 al 85% esto hace que su volumen crítico a igualdad de masa, sea 50 veces más pequeño que el de un reactor de neutrones térmicos ó a igualdad de volumen, contenga 50 veces más combustible.

Otro problema es la elevada cantidad de calor por unidad de volumen que hay que evacuar, el agua pesada o natural no puede usarse pues frena los neutrones y para que esto no suceda es necesario utilizar sustancias de elevado calor específico como el que tienen los metales líquidos.

En los primeros modelos se usó mercurio pero ahora se recurre a sodio que funde a 90 C y hierve a 880 C. La temperatura de entrada al núcleo oscila entre 380 C y 400 C y la salida 540 C y 560 C.

El refrigerante que circula por el núcleo (Sodio Líquido) es altamente radiactivo, este cede su calor a un circuito secundario de refrigeración a base de Sodio Líquido a través de un intercambiador de calor y este último cede su calor a otro más, un circuito terciario de agua-vapor el cual alimenta a la turbina.

El núcleo está construido por agujas de 5 a 8 mm de diámetro y 40 a 100 cm de longitud, que contienen combustible cerámico formado por una mezcla de óxido de uranio y plutonio.

El U-238 se convierte en plutonio, el cual a su vez es separado en plantas especiales de reprocesamiento, se utiliza para alimentar nuevos reactores.

Estos reactores multiplicarían por 100, la energía disponible en el uranio, y por esto la construcción de reactores de neutrones rápidos parece una necesidad ineludible.

Con respecto a la seguridad de estos tipos de reactores algunos científicos han advertido que estas centrales en caso de avería podrían explotar como auténticas bombas atómicas, circunstancia esta imposible en los reactores de neutrones térmicos en funcionamiento.



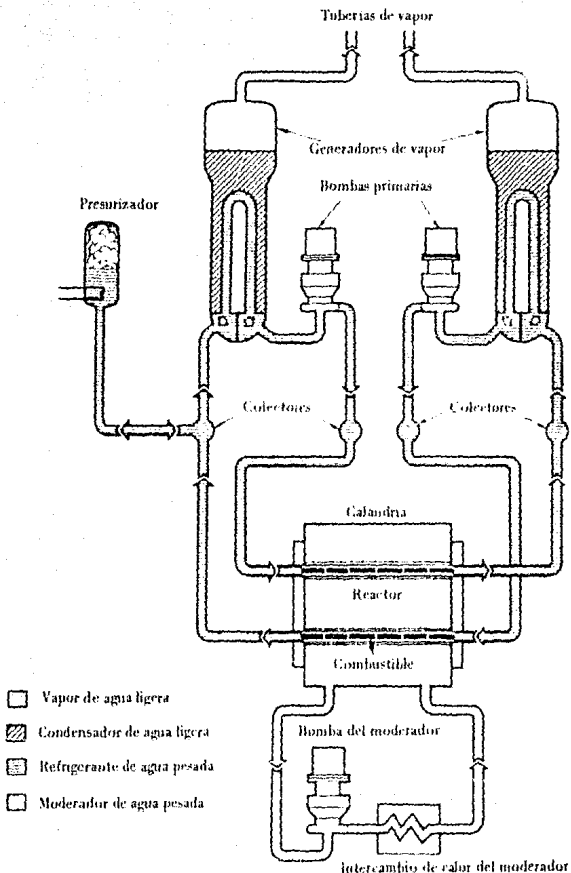


Diagrama de flujo del reactor CANDU. Los actuales sistemas CANDU son esencialmente reactores de agua a presión. Canales individuales de combustible pasan a través de la calandria, que contiene agua pesada como moderador con un sistema de circulación propio. Por otra parte, el agua pesada de enfriamiento fluye a través de los canales de combustible y genera vapor (de agua ligera) en los generadores de vapor.

REACTORES REPRODUCTORES EN FUNCIONAMIENTO.  
EN CONSTRUCCION O PLANEADOS.

País	Nombre de la unidad	Razón de Pot. Mw(t)/Mw(e)	Fecha de puesta en marcha
En funcionamiento			
E. U. A.	EBR-11	62.5/ 20.0	1963
U.R.S.S.	BOR-60	60/ 12	1969
U.R.S.S.	BN-350	1000/ 150+	1972
Francia	Phénix	605/ 270+++	1973
U.R.S.S.	BR-10++	10/ 0	1973
Reino Unido	PFR	670/ 250	1974
R.F.A.	KNR-11	58/ 21	1977
Japón	Joyo	100/ --	1977
U.R.S.S.	BN-600	1470/ 600	1980
E. U. A.	FFTF	400/ --	1980
Francia	Superphénix	3000/ 1242	1985
India	FBTR	42/ 15	
En construcción			
R.F.A.	SNR-300	762/ 312	1987
Italia	PEC	118/ --	1989
Japón	MONJU	714/ 280	1991
Planeados			
Francia	Superphénix	3600/ 1500	
R.F.A.	SNR-2	3420/ 1300	
India	PFBR	1250/ 500	
Japón	DFBR	2550/ 1000	
Reino Unido	CDFR	3300/ 1250	
U.R.S.S.	BN-800	2100/ 800	
U.R.S.S.	BN-1600	4200/ 1600	

+150 Mw ( e ) mas 120 000 mX3 de agua desalada por día.

++Originalmente BR-5 ( 5 Mw (th) ); puesta en funcionamiento en 1958

+++El nivel del potencial base de diseño era 568/250. El buen comportamiento y la gestión exacta del combustible permitió un aumento de la producción sin modificar la instalación.

REACTORES DE LA TERCERA GENERACION

Para comprender mejor los reactores de fusión nuclear se dará una pequeña explicación acerca de la fusión.

La fusión nuclear consiste en unir núcleos ligeros con pesados, la operación produce generalmente, otros núcleos ligeros y partículas.

La diferencia de masa entre los reactivos y los productos (llamado defecto de masa) constituye la energía de reacción que se puede transformar en calor y electricidad. La fusión nuclear es la energía básica de la naturaleza, el Sol y las estrellas no son más que reactores de fusión en escala cósmica, consisten en etapas de la nucleogénesis del Universo.

El problema de la fusión consiste en vencer la repulsión eléctrica entre los núcleos que se desean fusionar. Puede lograrse bombardeando los núcleos pero la probabilidad de dispersión de las partículas es mayor que la de fusión y se requiere de más energía para lograr la fusión que ésta rinde.

Una alternativa consiste en confinar los núcleos reactivos y calentarlos hasta que su energía cinética sea suficiente para vencer la repulsión.

No es necesario calentar los núcleos hasta temperaturas elevadas que equivalgan a la energía de repulsión ya que por seguir una distribución Maxwelliana, aún a menores temperaturas existirán suficientes partículas con la energía necesaria para fusionarse.

Tomando en cuenta las pérdidas, las probabilidades de reacción, las densidades de potencial, la reacción Deuterio-Tritio es la que representa las condiciones más favorables para lograr la fusión. Debido a esto se han destinado grandes recursos a la construcción y a la prueba de reactores de fusión que usen Deuterio y Tritio como combustible. Las particularidades de estos son que el Deuterio ( D ) es un isótopo estable del Hidrógeno ( H ) con la abundancia natural de 0.016%. Se obtiene por medio de destilación fraccionada del Hidrógeno líquido o por la electrólisis del agua pesada ( D<sub>2</sub>O ). La fusión del Deuterio contenido en un litro de agua ( 17.8 mg. ) rinde la misma energía que 80 litros de gasolina de alto octanaje. El Tritio ( T ) es un isótopo inestable del Hidrógeno con una vida promedio de 12.3 años.

El litio de manera indirecta forma parte del ciclo de combustible de fusión; es decir, un manto de litio envuelve a la cámara de fusión, cuya principal actividad será la de producir Tritio. Gracias a las magníficas características del litio también puede utilizarse como fluido de trabajo para la extracción de la energía del reactor.

El litio natural está constituido por dos isótopos; el 6 con abundancia de 7.5% y el 7 con 92.5%.

El litio natural se representa como el material ideal para la reproducción de Tritio.

De la energía del litio se ha estimado que 300 Ton. de litio natural ( de las que se consumen tan sólo 5% en reactores y cuya eficiencia es de 30% ) producirían un millón de Gw-hrs., de electricidad, que es la cantidad similar a la producida por el Mercado Común Europeo en 1980.

## EL REACTOR DE FUSION

Un plasma, a temperaturas de 1000 K no puede ser contenido en ningún material. Esta evidencia condujo al concepto de "botella magnética" basado en el hecho de que las partículas cargadas que constituyen el plasma se ven obligadas a describir trayectorias helicoidales a lo largo de las líneas de fuerza del campo magnético. Los sistemas de confinamiento magnético se clasifican como abiertos cuando las líneas de fuerza salen del plasma, y como cerrados cuando estas líneas se cierran dentro del mismo. Con base en estos conceptos se ha desarrollado el dispositivo TOCAMAk, acrónimo ruso de cámara magnética toroidal.

Se calcula que en la próxima década, se podrá controlar la fusión con estos reactores.

El confinamiento inercial constituye un concepto diferente, que consiste en evaporar, rápida y violentamente una capa superficial esférica del material fusionable. La evaporación radial simultánea, como resultado de la conservación de la cantidad de movimiento, comprime el material, vence así la barrera de repulsión e induce la fusión. La evaporación que tiene lugar al provocar la incidencia de pulsos altamente energéticos de láseres, electrones o iones pesados en esferas de Deuterio - Tritio, lo que causa su implosión. Las potencialidades del confinamiento inercial han canalizado muchos esfuerzos en este renglón.

La planta de potencia de fusión consistirá de un reactor para fusionar el Deuterio y el Tritio, que estará rodeado por un manto de Litio cuya tarea será producir más Tritio, con la ventaja de que dicha producción será mayor que su consumo. Los cálculos por cada Megawatt térmico instalado, permitirá producir el Tritio necesario para la operación del reactor. Además en sólo 17 meses de operación se acumularía un excedente de Tritio suficiente para construir otro reactor; este período es el conocido como período de duplicación.

Por otra parte el Litio puede usarse, al mismo tiempo, para extraer el calor de la fusión. Dicho calor se transfiere a un sistema de generación de vapor que al mover las turbinas producirá electricidad.

Con respecto a la seguridad de los reactores de fusión, el análisis realizado en los E U A y otros países occidentales han evaluado el riesgo de la fusión del núcleo en los tipos de centrales nucleares que se encuentran en experimentación en estos países, y se ha llegado a la conclusión de que el riesgo es extremadamente pequeño y hasta el momento no se han producido en esas centrales fusiones del núcleo con emisiones de radioactividad significativas al medio ambiente.

## HISTORIA Y PORVENIR DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

Para seguir la historia del desarrollo de la energía nucleoelectrónica se puede echar una mirada retrospectiva a cuatro decenios de esfuerzo en un mundo caracterizado por el cambio. Se ha hecho y se ha logrado mucho, y se han sacado numerosas enseñanzas. En la actualidad hay 418 centrales nucleares en explotación en 27 países, las cuales atienden aproximadamente el 16% de la demanda mundial de electricidad, y se han acumulado unos 4619 años - reactor de experiencia. En algunos países la energía nucleoelectrónica ha pasado a ser la fuente de electricidad más importante. Pero el proceso de conversión de la idea de la energía nucleoelectrónica en una realidad comercial no ha estado exento de dificultades; ha sido un proceso lleno de vicisitudes, con muchos éxitos y también algunos fracasos. Lamentablemente, estos últimos son los preferidos por los medios de información como noticia, y por lo tanto atraen la atención del público. Los éxitos apenas reciben publicidad.

Los años cincuenta presenciaron el comienzo de la penetración de la energía nucleoelectrónica en el mercado de la electricidad. Fue un período de gran entusiasmo y de intensa investigación y desarrollo, que ofreció esperanzas de proporcionar al mundo una fuente sustitutiva de energía barata y prácticamente inagotable. El uso del átomo con fines pacíficos se convirtió en un símbolo de progreso y beneficio para la humanidad, y la cooperación entre las naciones se hizo realidad en una escala sin precedentes. La ciencia, sus adelantos y los científicos eran vistos con beneplácito por los medios de información y altamente apreciados por el público. En 1960 había 17 reactores de potencia en explotación, con una capacidad total de generación de electricidad de 1200 Mw (e), en cuatro países: Francia, la URSS, el Reino Unido y los Estados Unidos. Se habían emprendido programas nucleoelectrónicos en otros seis países.

Durante el decenio de 1960 la energía nucleoelectrónica alcanzó la condición de fuente energética técnicamente comprobada y comercialmente viable. A mediados de este decenio las compañías de electricidad hacían pedidos de centrales nucleares de forma sistemática, y hacia 1970 ya existían unas 90 centrales nucleares en explotación en 15 países con una capacidad total de 16 500 Mw (e). La tendencia creciente del uso de la energía nucleoelectrónica continuó durante los años setenta. Como promedio todos los años se comenzaban a construir a 25 a 30 nuevas centrales nucleares. En 1980 estaban funcionando 253 centrales de este tipo en 22 países con una capacidad total de 135 000 Mw (e). Además, por entonces estaban en construcción alrededor de 230 unidades con una capacidad de más de 200 000 Mw (e).

El impacto de los precios del petróleo que se produjo en los años setenta vino a dar un impulso decisivo a la promoción y el desarrollo ulterior de la energía nucleoelectrónica. Los responsables de la planificación de la energía comenzaron a asignar un papel mucho más importante a la energía nucleoelectrónica en su búsqueda de sucedáneos adecuados del petróleo para garantizar un suministro mundial de

energía más diversificado. Con todo, en la mayoría de los casos esos planes no eran bastante realistas; también existían otros factores que afectaban de modo negativo al desarrollo de la energía nucleoelectrónica. Estos factores fueron en los que hubo un aumento en el costo de la energía procedente de todas las fuentes de generación inclusive la nuclear, y esto redujo el ritmo de crecimiento de la economía y por esto un ahorro de energía en las industrias.

Por otra parte cuando la energía nucleoelectrónica sale de la atmósfera enrarecida de los laboratorios pierde su encanto científico transformándose en una desencarnada realidad industrial, fenómeno que aumentó la conciencia, el interés y la preocupación del público en los setentas. El hecho de que se le asociara con bombas, destrucción, peligro, radiaciones invisibles, secretismo y temor a lo desconocido, aumentó la desconfianza hacia la energía nucleoelectrónica. Las preocupaciones en relación con el medio ambiente habían aumentado drásticamente, sobre todo en los países altamente industrializados, y las organizaciones ecologistas proliferaron y centraron enseguida su atención en la energía nucleoelectrónica como blanco idóneo para sus ataques. En muchos países los medios de información, así como una parte del público y muchos políticos, desplegaron gradualmente una oposición, a veces razonable pero principalmente emotiva, a la energía nucleoelectrónica, la aceptación del público se convirtió en un importante problema para los promotores de la energía nucleoelectrónica. El frecuentemente citado "síndrome de china" pasó de ser un cliché de los cabildos antinucleares en todas partes. Fue entonces, en 1979, cuando ocurrió el primer gran accidente en una central nuclear: el de la central de Three Miles Island en los Estados Unidos.

Este suceso conmocionó a la industria nuclear en todo el mundo. Las tendencias negativas (con respecto a la nucleoelectricidad) de fines del decenio de 1970 se consolidaron aún más, y aunque la capacidad nuclear instalada siguió aumentando a medida que entraban en explotación las centrales, el comienzo de nuevas construcciones se redujo y muchos proyectos que se habían encargado o que incluso estaban en construcción fueron suspendidos o cancelados.

Ahora bien, las actitudes de los países hacia la energía nucleoelectrónica difieren. Algunos países mantuvieron sus programas dinámicos, unos pocos detuvieron toda ampliación y muchos prosiguieron con programas reducidos. Las razones no se limitan a preocuparse por la seguridad, sino que incluyen también otros factores como las limitaciones financieras, la reducción de las tasas de crecimiento de la demanda, y los problemas de la aceptación pública y política. La repercusión de Three Miles Island (TMI) no fue sólo negativa; también tuvo su lado positivo. No cabe duda que los conocimientos que permitió adquirir se tradujeron en muchas mejoras en el diseño, la construcción y la exploración de las centrales nucleares, tanto respecto de la seguridad como de la fiabilidad. A continuación sobrevino un período en que la energía nucleoelectrónica mostró síntomas de una buena recuperación y las estadísticas mejoraron.

A principios de 1986, siete años después del accidente de TMI, las centrales nucleares de todo el mundo habían sobrepasado los 3 500 años - reactor de experiencia operacional sin un sólo accidente fatal y en la comunidad nuclear se esperaba ansiosamente la meta de los 4 000 años - reactor para borrar el recuerdo del accidente de TMI. Sin embargo, una vez más la energía nucleoelectrónica habría de recibir un despiadado golpe. El 26 de abril de 1986, ocurrió en Chernobyl Ucrania, el peor desastre que ha conocido el mundo en una central nuclear, el cual ocasionó pérdidas de vidas y un gran escape de radioactividad que cruzó las fronteras nacionales. Los científicos mismos de la energía nucleoelectrónica, así como su porvenir, experimentaron una seria conmoción. Este accidente repercutió en todo el mundo y aún no se han manifestado todas sus consecuencias.

Las tendencias actuales ciertamente proporcionan indicios acerca de cuáles podrían ser las perspectivas de la energía nucleoelectrónica para el futuro.

Durante 1986, en ocho países se conectaron a la red 23 reactores con una capacidad de 23 300 Mw ( e ), de los cuales 15 se conectaron después de abril. Las conexiones a la red en 1987 responden razonablemente a lo previsto. Sólo tres reactores se suspendieron o cancelaron en la etapa de construcción ( uno en Filipinas y dos en los Estados Unidos ). Excepto Chernobyl 4, ninguna central nuclear fue clausurada. A fines de 1986 habían en construcción 133 reactores con una capacidad de 118 000 Mw ( e ) en 23 países. Todo parece indicar que la construcción de la mayoría de estas centrales, si no de todas, proseguirá efectivamente hasta su terminación. Se prevé que para 1990 estén funcionando en total 480 unidades capaces de generar 350 000 Mw ( e ) esto significa un incremento del 25% de la capacidad nuclear instalada actualmente. Además, estarán en construcción unas 50 unidades sin contar con las nuevas construcciones que comiencen.

Con respecto al papel que desempeñará en el futuro la energía nucleoelectrónica, se pueden hacer previsiones exactas sobre la base de las centrales que se hallan en explotación y en construcción. También se puede suponer que una vez conectadas a la red, las centrales se seguirán explotando hasta el final de su vida útil con algunas posibles excepciones motivadas por las decisiones políticas que se adopten a nivel nacional.

En la actualidad, 23 países han expresado claramente la intención de seguir ejecutando sus programas nucleoelectrónicos, inclusive los proyectos que se encuentran en diversas etapas de planificación. Otros ocho países tal vez no hayan determinado en firme los proyectos que proseguirán, pero parece que la mayoría tiene la intención de continuar esas actividades. Cabe señalar que 19 países producen más del 10% de su electricidad en centrales nucleares; de ellos, 12 producen más del 20% y tres ocupan el primer plano al producir más del 50%. Además de los países que ya ejecutan programas nucleoelectrónicos, otros quince han expresado su intención de adoptar la opción nuclear.

Los encargados de pronosticar el desarrollo nucleoelectrico se han vuelto muy cautelosos en los últimos años, ya que la realidad se ha negado obstinadamente a confirmar sus predicciones. En la actualidad el OIEA (Organismo Internacional de la Energía Atómica) pronostica para el año 2 000 una capacidad nuclear instalada el 480 000 a 600 000 Mw ( e ) "estimaciones baja y alta ".

Ello significa que durante las próximos cinco o seis años se emprenderán nuevas construcciones en unos 35 ó 40 países con una capacidad de 90 000 a 120 000 Mw ( e ). Como promedio no parece excesivo suponer que cada año comenzarán construcciones con una capacidad de 20 000 a 30 000 Mw ( e ); la cifra se basa en los programas y planes de cada país, y no hay duda de que se dispone de suficiente capacidad de fabricación para atender el número de proyectos que se trata.

El pronóstico presupone ante todo confianza en que la industria nucleoelectrica se recuperará poco a poco de las repercusiones negativas del pasado reciente y en que se invertirá la tendencia decreciente del número de nuevas construcciones comenzadas. Esta fé en la energía nucleoelectrica no es una expresión de lo que se desearía que sucediera, sino que se basa en una evaluación objetiva de un conjunto de factores.

La experiencia demuestra también que los efectos secundarios de los accidentes no duran eternamente; las actividades racionales y responsables tienden a prevalecer. La demanda de energía y de electricidad es cada vez mayor, al igual que el reconocimiento de que las medidas de conservación y las fuentes de energía " nuevas y renovables " sólo tienen un papel limitado que desempeñar. La energía nucleoelectrica ha mantenido su competitividad económica, y el rendimiento de las centrales mejora constantemente en todo el mundo.

Quizá fue prematuro calificar en el pasado a la energía nucleoelectrica de tecnología " madura ", pero ahora sí parece merecer ese adjetivo. No hay duda de que constituye una fuente sustitutiva de energía viable, y los esfuerzos que están realizando en el plano nacional y mediante la cooperación internacional ofrecen una garantía razonable de que seguirá siendo viable.



## ACCIDENTES NUCLEARES

La fiabilidad y la seguridad siempre han sido cuestiones decisivas para quienes diseñan, construyen y explotan las centrales nucleares. Los antinucleares han hecho hincapié continuamente en los problemas de seguridad de estas centrales.

Los diseñadores de las centrales nucleares tratan de prever todas las medidas que consideran esenciales para garantizar la seguridad, incluida la consideración de lo que denominan " accidente tipo ". Se tienen en cuenta posibles combinaciones de accidentes, y los diseñadores se han esforzado por prever todas las medidas necesarias para evitar accidentes y garantizar la seguridad de funcionamiento del núcleo del reactor.

Pero con todos los cuidados que se han tenido los accidentes son inevitables y han ocurrido en diferentes países:

- + En 1957 se produjo un accidente en uno de los reactores de la central de Windscale, en el Reino Unido, en el que hubo un escape de productos de fisión radioactivos.
- + En 1959 ocurrió la fusión de algunos de los elementos de combustible nuclear en un reactor en Santa Susana California, E.U.A.
- + En 1961 tuvo lugar una explosión en un reactor en Idaho Falls, E.U.A.
- + En 1966 se produjo una fusión parcial del núcleo en el reactor Enrico Fermi de Detroit, E.U.A.
- + En 1982 se fracturó una tubería del generador de vapor del reactor Ginna en los E.U.A., y se produjo una emisión de vapor radioactivo a la atmósfera.

Estos son algunos de los accidentes nucleares que han tenido consecuencias más o menos graves, no tiene caso enumerar los 152 accidentes que ocurrieron entre 1971 a 1986 en los que si fijáremos mayor atención son en los 2 accidentes más graves en la historia de las nucleoelectricas: en 1979 el accidente de Three Miles Island, en Pensilvania y en 1986 el mayor accidente nucleoelectrico el de Chernobyl en la Unión Soviética.

## THREE MILES ISLAND

Todo comenzó el 28 de marzo de 1979 en la Isla de Three Miles Island en Harrisburg ( E.U.A. ), donde están ubicados dos reactores del tipo de PWR ( reactor de agua a presión ) construidos por Babcock and Wilcox, de 906 Mw de potencia. Un reactor falló el 30 de dic., de 1978 después de cinco semanas de funcionamiento a plena carga.

A las 3:00 de la mañana del 28 de marzo se interrumpió la circulación de agua del circuito secundario por averías de las bombas.

El circuito primario que extrae el calor del reactor, al no ser enfriado aumentó mucho su temperatura y presión. Saltó entonces la válvula de seguridad del presurizador que a su vez quedó averiada y no volvió a cerrarse.

El agua y los vapores extraídos pasaron inicialmente a un tanque de descarga pero al superar su capacidad se rompió el disco de protección y se vertió agua y vapor al recinto de contención.

Automáticamente se inyectó agua a presión en el núcleo para compensar la pérdida de agua y mantenerlo enfriado. Se produjo entonces un fallo humano: un empleado cerró dicho circuito de emergencia, la presión del reactor disminuyó bruscamente y se formó entonces la famosa burbuja de gas; además, por el aumento de temperatura se fundieron las barras de combustible.

Conseguir el enfriamiento del reactor y eliminar la burbuja costó un par de semanas, queda aún un largo proceso de descontaminación del recinto de contención. La cantidad de agua y vapor producidos fue tan elevada que hubo escapes y vertidos considerables al exterior.

#### CHERNOBYL

La catástrofe de Chernobyl ocurrió, irónicamente, en el transcurso de una prueba de seguridad. Se quería saber cuánto tiempo podrían continuar los generadores trabajando por inercia en caso de que el reactor se detuviera inesperadamente. Para impedir que los sistemas de seguridad hicieran fracasar el experimento, los técnicos los desconectaron, abriendo así el camino a toda una cadena de percances cuya consecuencia fue una explosión y un incendio que durante más de una semana lanzó ráfagas de material radioactivo a la atmósfera.

El informe revela que la explosión fue resultado de una incompetencia a escala gigantesca: el grupo de técnicos cometió seis errores considerables sin los cuales el accidente se hubiera evitado.

Todo comenzó el 25 de abril de 1986 cuando los operadores de la planta redujeron la potencia del reactor para poder llevar a cabo el experimento con los turbogeneradores. Para que el reactor funcionara con poca potencia, se desconectaron los controles automáticos quedando inutilizados los sistemas que impiden que el reactor descontrolé. Cuando la energía descendió a un nivel inferior a lo previsto para realizar la prueba, la aumentaron de nuevo.

También sustrajeron importantes barras de control, entre ellas, de 22 a 24 barras del núcleo del reactor que regulan la reacción en cadena aunque, por razones de seguridad, el reactor siempre debe de tener 30 de ellas. Además cerraron el sistema de seguridad que automáticamente hubiera apagado el reactor al detenerse las turbinas.

A la 1:23 de la madrugada del 26 de abril de 1986, los técnicos comenzaron el experimento interrumpiendo la energía que alimentaba la turbina.

Antes de esto, redujeron la corriente de agua que normalmente enfría al reactor y desconectaron algunos dispositivos de seguridad, por lo que el conjunto comenzó a sobrecalentarse peligrosamente sin que entrara en funcionamiento el sistema de enfriamiento de emergencia, puesto que había sido desconectado doce horas antes. En unos cuantos segundos comenzó un brote descomunal de energía provocando dos explosiones que lanzaron por los aires el tejado y causaron más de 30 incendios en las inmediaciones.

El núcleo y el moderador de grafito empezaron a arder a temperaturas superiores a 1537°C, lanzando enormes cantidades de material radioactivo a la atmósfera mientras bomberos soviéticos, desde helicópteros, trataban de extinguir el incendio arrojando 5 000 toneladas de boro, plomo y otros materiales sobre el núcleo del reactor. El incendio se logró extinguir doce días después.

Las experiencias hasta ahora adquiridas sobre las probabilidades de accidentes en plantas nucleoelectricas nos han dado una muestra real de los riesgos que existen en las instalaciones, pero puede observarse que en estos dos accidentes el factor humano estuvo presente.

#### PERSPECTIVAS DE LA ENERGIA NUCLEAR A PARTIR DEL ACCIDENTE DE CHERNOBYL

En 1979 el accidente de Three Miles Island ( TMI ) tuvo grandes consecuencias ya que hizo que disminuyera el ritmo de crecimiento de la energía nucleoelectrica, pese a que el factor más importante fue una desaceleración del consumo de energía.

El accidente dió lugar a que se aumentara la seguridad mediante dispositivos técnicos y una explotación más competente, aunque a menudo la atención recayó principalmente en el factor humano.

En muchos países el público recuperó gradualmente la confianza y en marzo de 1986 se pudo observar cómo algunos países de Europa (Finlandia y los Países Bajos ) estuvieron a punto de decidir la apertura de nuevas centrales nucleares.

Se había visto que las centrales nucleares comerciales habían acumulado 3 800 años reactor de experiencia sin ningún accidente fatal debido a las radiaciones, y que nunca habían ocurrido emisiones radioactivas a gran escala; entonces ocurrió el accidente de Chernobyl que ha costado hasta ahora más de 31 vidas y otras personas están en grave estado, las cuales podrían aumentar por casos de cáncer en personas que recibieron dosis de radiación. Las tierras aledañas están contaminadas y se procedió a evacuarlas por un tiempo no menor de 30 años.

Esto dió una voltereta a los planes de Finlandia y Países Bajos junto con Austria, que detuvo la puesta en marcha de su central en Zwentendorf y muchos otros países decidieron reducir sus plantas nucleares.

La primera posición asumida a alto nivel político fue el encuentro de los seis Jefes de Estados Occidentales que tuvo lugar en Tokio durante la reunión cumbre celebrada en abril de 1986. En esta ocasión declararon que la energía nuclear " adecuadamente administrada " seguirá produciendo una parte cada vez mayor de la electricidad mundial. Poco tiempo después el dirigente soviético, Sr Gorbachov, declaró que " apenas podía concebirse " el futuro de la economía mundial sin el desarrollo de la energía nucleoelectrónica.

Así, los dirigentes de los países más poderosos han manifestado de manera categórica seguir confiando en la energía nucleoelectrónica. Empero, muchos otros líderes políticos se apresuran a formular demandas para que se detenga y se elimine por fases la energía nucleoelectrónica, en un intento de dar expresión política a la ansiedad que observan en sus electores

La central de Chernobyl generaba 4 000 Mw de electricidad. La misma cantidad de electricidad producida por carbón costaría un determinado número de vidas entre los mineros y trabajadores del transporte, y mediante la contaminación causaría algunas muertes o daños a los bosques, lagos, tierras y ciudades así como un determinado número de casos de cáncer. Además, esto no sucedería como resultado de un accidente, sino en condiciones de explotación muy normales.

La comparación entre las consecuencias del empleo del carbón y las del empleo de la energía nuclear es especialmente adecuada, ya que sabemos que las opciones de fuentes de energía para la generación de electricidad en el futuro se limitarán, en muchos casos, a estas dos. Por otra parte, sabemos que el consumo de electricidad muestra una fuerte tendencia a incrementarse en el tiempo.

En la actualidad conocemos qué daños pueden ocasionar las centrales nucleares dedicadas a la generación de electricidad en caso de un accidente de grandes proporciones. Igualmente debemos conocer qué cantidad de dióxido de azufre, óxido de nitrógeno y bióxido de carbono producen las centrales eléctricas que funcionan con carbón o petróleo. A nuestras preocupaciones por su responsabilidad en la zona de muerte forestal, la acidificación de los lagos y el cáncer, debemos agregar ahora la ansiedad por los posibles efectos de " invernadero " de la generación de dióxido de carbono que está inevitablemente vinculada a la combustión de combustible fósil.

No se debe pasar por alto la cuestión de los desechos nucleares antes de que ocurriera el accidente de Chernobyl, preocupaba más al público esta cuestión que la seguridad nuclear. Ya se dispone de las técnicas necesarias para la evaluación final de los desechos nucleares en condiciones de seguridad, y no se necesitan adelantos tecnológicos importantes. Esta tarea corresponde a la industria, las compañías de electricidad y la autoridades nacionales, y se debe acelerar.

Actualmente la energía nuclear genera el 15% de la electricidad mundial. Antes del accidente de Chernobyl se había calculado que alrededor de 1990, la capacidad de generación nuclear sería de aproximadamente 400 000 MW ( e ), y que entonces el porcentaje sería del 20% de la electrificación mundial. Se supone que esta cifra se verá afectada. Pero si en Francia se genera el 65% de la electricidad y en Suiza el 40% se ve que la energía nuclear no es un lujo sino una necesidad.

El desastre de Bhopal que ocasionó la muerte de unas 2 000 personas, no representó el fin de la industria química porque ésta es indispensable. La catástrofe del Challenger no ha frenado el programa de los transbordadores de los E.U.A., sea o no indispensable. Así la energía nuclear responde a necesidades muy reales y tampoco será posible detenerla.

#### ----- Algunos accidentes industriales con consecuencias graves, 1976-1986 -----

##### ----- Accidente -----

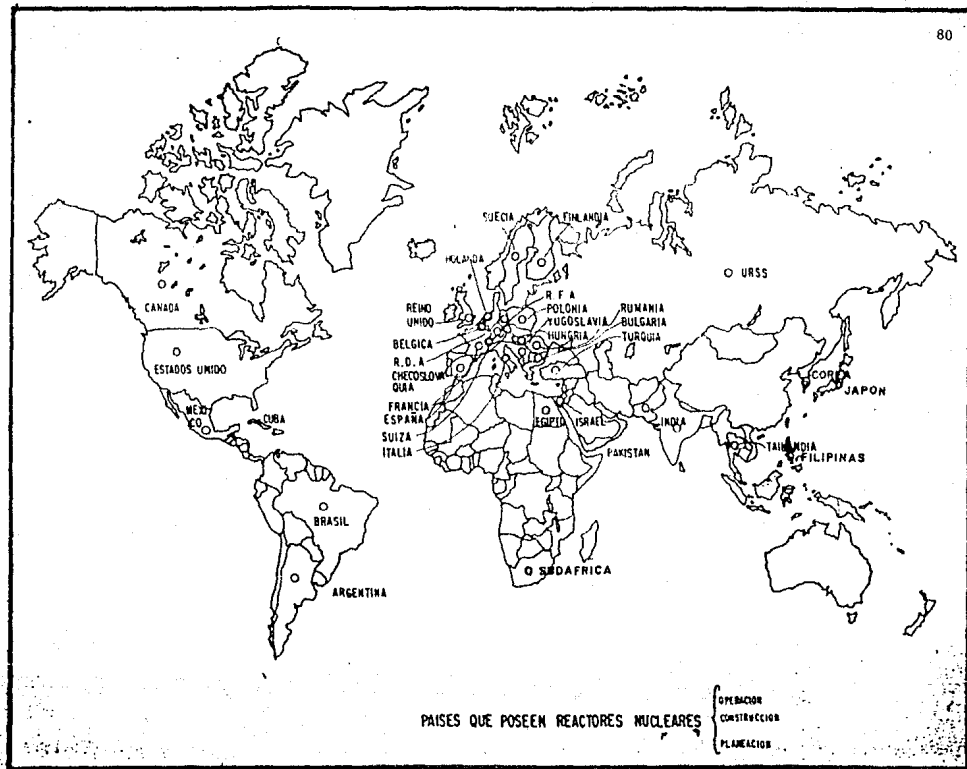
##### ----- Consecuencias -----

* Seveso, Italia, 10 de julio de 1976 En una planta química se produjo una reacción química que ocasionó una explosión de 0.5 a 10 kg de dioxina altamente venenosa que se esparció en superficie de 18 km.2	Fue preciso evacuar a más de 1000 personas. No hubo muertos la dioxina deformó la piel de muchos niños, otros fueron abortados y además el suelo se contaminó. 215 muertos.
* S.C. de la Rápita, España, 11 de jul. de 1978. Un camión de 38 ton. sobrecargado con unos 45 m3 de gas propano inflamable explotó al chocar contra una pared de un campismo; las llamas alcanzaron 30 m. de altura	
*Cubatão, Brasil, 25 de feb. de 1984 Un oleoducto sufrió daños; la gasolina al escaparse explotó, lo que ocasionó una bola de fuego gigantesca.	Al menos 500 muertos.
*México D.F., Méx., 19 de nov. de 1984 Contenedores con gas líquido explotaron en los depósitos de San Juan Ixhuatpec.	Hubo 452 muertos y 4248 heridos. hubo unos 1000 desaparecidos que se dan por muertos.
*Bhopal, India, 1/ de dic. de 1984 Se produjo un escape de gas venenoso metilisocianida de una fab. de productos petroquímicos este se esparció en una área de 40 Km.2	2500 muertos por envenenamiento e igual núm. en condiciones críticas de salud y hospitalizándose a 15 000 por diferentes enfermedades.
*Chernobyl, URSS, 25 de abril de 1985 se produjo un transitorio de potencia en la cuarta unidad de la central con una explosión de vapor destruyendo al reactor y contaminando el medio ambiente.	31 personas muertas, 203 hospitalizadas por radiación y 135 evacuadas, en la parte Europea de la URSS se registró una dosis equivalente de $2.9 \times 10^2$ rem-hombre.

SITUACION DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA  
(datos preliminares al 31 de diciembre de 1987)

	En funcionamiento		En construcción		Experiencia de explotación -- total. años - meses
	No. de unid's	Mw(e) tot.	No. de unid's	Mw(e) tot.	
Argentina	2	935	1	692	18 - 7
Bélgica	7	5 477			79 - 7
Brasil	1	626	1	1 245	5 - 9
Bulgaria	5	2 585	1	953	38 - 8
Canadá	18	12 142	4	3 524	188 - 0
China			2	1 188	
Cuba			2	816	
Checoslovaquia	8	3 207	8	5 120	36 - 3
Finlandia	4	2 310			35 - 4
Francia	53	49 378	10	13 124	434 - 6
R.D.A.	5	1 694	6	3 432	67 - 5
R.F.A.	21	18 947	4	4 047	256 - 6
Hungría	4	1 645			10 - 2
India	6	1 154	8	1 760	66 - 8
Irán			2	2 400	
Italia	3	1 273	3	1 999	75 - 10
Japón	36	26 877	12	10 692	357 - 5
Rep. de Corea	7	5 380	2	1 800	28 - 7
México	1	654	1	654	
Países Bajos	2	507			33 - 9
Pakistán	1	125			16 - 3
Polonia			2	880	
Rumania			3	1 980	
Sudáfrica	2	1 842			6 - 3
España	9	6 529	1	990	72 - 11
Suecia	12	9 646			123 - 2
Suiza	5	2 932			63 - 10
Taiwan (China)	6	4 918			38 - 1
Reino Unido	38	10 214	4	2 520	770 - 10
Estados Unidos	106	92 982	13	14 844	1154 - 4
URSS	55	32 919	28	25 098	634 - 6
Yugoslavia	1	632			6 - 3
<b>Total mundial</b>	<b>417</b>	<b>296 876</b>	<b>119</b>	<b>100 412</b>	<b>4619 - 5</b>

Nota: Hay más datos del sistema de información sobre reactores de potencia (SIRP) en la publicación Nuclear Power Reactors in the World. (edición de abril de 1987) que puede pedirse a la División de Publicaciones, A - 1400, Viena Austria.



## U. R. S. S.

En junio de 1987 se cumplieron 33 años de la puesta en funcionamiento de la primera central nuclear del mundo en Obninsk, Unión Soviética. Actualmente la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos se ha establecido cabalmente en muchos países del orbe. La generación eléctrica en centrales nucleoelectricas ha aumentado de manera impresionante en comparación con la de otros tipos de centrales, alcanzando el 15% en algunos países y entre el 40 y el 65% del total de la generación eléctrica producida en otros.

La URSS se cuenta entre los pocos países afortunados en contar con abundantes recursos naturales. Es el primer lugar en producción petrolífera, incluido el gas condensado; segundo lugar en la extracción del carbón; y sus recursos hidráulicos están lejos de agotarse.

El desarrollo de la energía eléctrica en la URSS podría depender en largo plazo de los recursos naturales que posee, pero los cuantiosos recursos que tienen no están distribuidos uniformemente en su territorio. Alrededor del 90% de los recursos son combustibles y el 80% de los recursos hidráulicos se encuentran en la parte asiática de la Unión Soviética. En cambio, cerca del 90% de la población vive en la parte europea de la URSS y es allí donde se encuentran los centros de consumo. Por esa razón los estudios destinados a buscar fuentes sustitutivas para cubrir el déficit energético, indicaron desde el punto de vista económico era importante construir centrales nucleares en la parte europea de la Unión Soviética.

En 1987 la Unión Soviética ocupa el tercer lugar en producción de la energía nuclear. Para citar un ejemplo, en 1985 las nucleoelectricas de la URSS produjeron alrededor de 170 000 millones de kilovatios hora de energía eléctrica. La capacidad instalada de producción de energía de las 55 centrales nucleares soviéticas que se explotan actualmente son de 32 000 Mw ( e ) y se tiene estimado que para 1990 se instalarán 40 000 Mw adicionales.

En la URSS las nucleoelectricas aportaron un 12% del total de electricidad generada en 1987. Este indicador es inferior a otros países pero la explicación es muy sencilla: la Unión Soviética es rica en recursos energéticos y los exporta una vez satisfechas sus necesidades. De acuerdo con los planes actuales el desarrollo de la energía nuclear, éste tendrá lugar fundamentalmente en la parte europea de la URSS para tener el mercado más cercano.

El desarrollo de la energía nuclear en la URSS utiliza dos tipos fundamentales de reactores térmicos, no obstante que en el año 2 000 no sólo los reactores térmicos alimentarán la red de energía eléctrica de la URSS, sino también se habrán sumado al sistema los reactores rápidos que irán sustituyendo gradualmente a los térmicos.



En estos momentos, la URSS tiene tres reactores rápidos en explotación: el BOR - 600, reactor de 12 Mw ( e ), en la región de Ulyanovsk; el BN - 350, reactor térmico de doble función de 1 000 Mw ( t ) en Kazakhsta; y el BM - 600, un reactor de 600 Mw(e), en los Urales. Se está construyendo además un reactor rápido de 800 Mw ( e ).

La sustitución de las centrales que emplean reactores térmicos por otras equipadas con reactores rápidos será un proceso lento pero sostenido. Consideramos que se trata de un proceso inevitable que continuará a un importante ritmo después del año 2 000.

#### JAPON

En 1965 se inició en Japón la investigación y el desarrollo de la energía nuclear con fines pacíficos.

Debido a sus escasos recursos energéticos, el Japón espera que la energía nuclear desempeñe un papel importante en el futuro suministro de energía.

El uranio es uno de los recursos naturales que escasea en el Japón, por lo que su utilización eficiente es otro de los objetivos del desarrollo en esta esfera.

Debido a que el desarrollo de la energía nuclear exige una planificación a largo plazo, el gobierno ha establecido el plan a largo plazo para la investigación, el desarrollo y la utilización de la energía nuclear, revisándolo de manera periódica (cada 5 años ).

En 1957 el Gobierno apoya la transferencia tecnológica para acelerar el desarrollo de la energía Nuclear. La primera central empleó un reactor de tipo Galde Hall moderado por grafito y refrigerado por gas, de diseño Británico, con una capacidad de 166 Mw ( e ). También se introdujo la tecnología de los reactores de agua en ebullición ( BWR ) procedente de los E.U.A., y en el Instituto Japonés de Investigación de Energía Atómica ( JAERI ) de Tokaimura a unos kilómetros al norte de Tokio, se construyó un reactor de potencia de demostración con una capacidad de 12.5 Mw destinado fundamentalmente a la capacitación del personal de explotación. Este reactor dejó de funcionar en 1976 y en la actualidad se utiliza como instalación de demostración para elaborar tecnologías destinadas a la clausura de reactores de potencia.

Como reflejo del desarrollo que han alcanzado los reactores de agua ligera en los Estados Unidos, la Japan Atomic Company ( una empresa conjunta de nueve compañías de electricidad ) decidió incorporar un BWR de 35/ Mw fabricado en los Estados Unidos. Este fue el primer reactor de potencia de agua ligera que se introdujo en el Japón a escala industrial.

Desde entonces, todas las centrales nucleoelectricas que se han construido en el pais han sido de reactores de agua ligera ( LWR ). Durante estos 30 años Japon ha alcanzado la autosuficiencia, excepto en el caso de determinados componentes y del soporte lógico. Actualmente hay 32 reactores de potencia industriales en explotación con una capacidad total de alrededor de 25 000 Mw., lo que representa cerca del 16% de toda la capacidad actual de generación de electricidad. Entre abril de 1985 y marzo de 1986 las centrales nucleoelectricas suministraron el 26% de la electricidad y casi el 8% del total de energía consumida en Japon.

Se espera que la energía nucleoelectrica, principalmente la eléctrica, alcance en 1995 un capacidad total de 48 000 Mw. A partir de ese año se prevé que genere 285 Teravatios - horas anuales, lo que representará el 35% de la energía generada.

Durante la etapa inicial de explotación de los LWR en Japon, muchas centrales presentaron graves problemas técnicos como la fisuración de las tuberías del circuito de enfriamiento primario por tenso corrosión, la fisura de los rociadores de agua de los BWR debida al esfuerzo térmico, fugas en los tubos del radiador del generador de vapor, y fisuras de las clavijas de apoyo de las barras de control de los PWR por tenso - corrosión.

Entre 1975 y 1977 el factor de carga medio de las centrales nucleares del Japon, decreció hasta el 40%. Pero posteriormente, como resultado de la adopción de contramedidas como sustitución de componentes defectuosos, cambios de materiales y perfeccionamiento de los métodos de soldadura, control de calidad del agua y de las tecnologías de inspección, entre otras, la fiabilidad de las centrales ha experimentado una recuperación. En los últimos 3 años el factor de carga medio se ha elevado al 70% en el ejercicio fiscal de 1985.

El accidente de Three Miles Island ocurrido en 1979, demostró la importancia que reviste el factor humano en la seguridad nuclear.

#### PERFECCIONAMIENTO DE LOS REACTORES DE AGUA LIGERA.

Debido a que se considera que el periodo de los LWR es más largo de lo previsto, en el Japon se ha otorgado una prioridad sin precedentes al perfeccionamiento de ese tipo de reactores. Los principales objetivos que se persiguen son:

- Reducción de los costos de producción. Los precios del carbón que en su mayor parte es importado, han descendido; se ha reducido la ventaja económica que tenía la generación de energía nucleoelectrica sobre la generación de energía a base de carbón. Como se prevé un aumento a largo plazo del precio de los combustibles fósiles, se cree que la energía nucleoelectrica será capaz de mantener su superioridad económica.

En la generación de energía nucleoelectrónica, los costos de inversión absorben el 70% de los costos de producción, la reducción de los costos de construcción es un elemento clave para aumentar el rendimiento económico. Por tal motivo se han realizado esfuerzos para reducir los costos de construcción mediante: 1) la normalización y el perfeccionamiento de los diseños de las centrales, 2) el acortamiento del período de construcción, 3) el mejoramiento de los métodos de compra, y 4) el incremento gradual de las capacidades de las centrales.

- + Acortamiento del período de inspección ordinaria. Actualmente se necesitan unos 90 días para completar las inspecciones ordinarias de una central de 1 100 Mw. El período se acortará con el uso de instrumentos automatizados de control a distancia. La meta establecida para el período de inspección ordinaria es de 60 a 70 días en el caso de las instalaciones existentes, y de 45 a 60 días en el de las centrales de nuevo diseño.
- + Prolongación del ciclo anual de explotación. El ciclo anual de explotación previsto en las centrales actuales se ha prolongado de 9 a 12 meses, aunque se realizan estudios con miras a extender este período hasta 15 y 18 meses aumentando el grado de quemado mediante la introducción de combustible de alto rendimiento. Con la aplicación de estas medidas se espera elevar el factor de carga medio hasta el 80 ó 85%.
- + Mejoramiento del combustible. Gracias a las mejoras introducidas en el diseño del combustible, su fabricación y la gestión operacional, las barras de combustible dañadas se han reducido a una por cada 100 000. Con vistas a reducir aún más los daños y mejorar las operaciones posteriores a la carga, se utilizará combustible con revestimiento interno de circonio. También se prevé aumentar el número o el diámetro de las barras hidráulicas para elevar la eficiencia del quemado del combustible.
- + Otros objetivos. Desde un punto de vista económico, es importante aumentar así mismo la producción total de electricidad durante la vida útil de la central. Por consiguiente, deben crearse tecnologías para pronosticar y ampliar la vida útil de las centrales.

#### SEGURIDAD NUCLEAR

La seguridad ha recibido máxima prioridad y se ha garantizado en lo fundamental mediante las siguientes tres medidas principales:

- 1) Medidas de seguridad en las instalaciones nucleares.
- 2) Sistemas de vigilancia del medio ambiente con miras a la pronta detección de aumentos anormales en los niveles de radiación.
- 3) Extensas actividades de investigación y ensayo con vista a garantizar la seguridad.

## REACCION ANTE EL ACCIDENTE DE CHERNOBYL

El accidente nuclear ocurrido en Chernobyl impresionó profundamente al pueblo japonés. Pocos días después del accidente los sistemas de vigilancia del Japón detectaron la precipitación radioactiva, pero como los niveles de radioactividad eran tan bajos, ésta no tuvo efectos dañinos para la salud humana ni para el medio ambiente.

Como los reactores instalados en el país eran de otros tipos, las autoridades reglamentadoras no consideraron necesario adoptar medidas inmediatas para garantizar la seguridad en la explotación de las centrales en Japón.

## CICLO DEL COMBUSTIBLE NUCLEAR

Es importante garantizar el suministro sostenido de combustible nuclear y aumentar aún más la fiabilidad y el comportamiento económico de los reactores. El uranio que se necesita para la explotación de las centrales se ha recibido de fuentes externas mediante contratos a largo plazo y su suministro está garantizado hasta fines de los años noventas.

Con vista a mantener la mayor estabilidad posible en el suministro, la Empresa de Desarrollo de los Reactores de Potencia y el Combustible Nuclear ( PNC ) y varias empresas privadas han venido realizando trabajos de prospección en el exterior para localizar yacimientos de uranio.

Las compañías de electricidad del Japón han firmado contratos con los E.U.A., y Eurodif para obtener servicios de enriquecimiento del uranio.

## REELABORACION

Con el fin de aprovechar el uranio al máximo, la política del país ha sido reelaborar el combustible irradiado y utilizar el Plutonio y el Uranio recuperado como combustible de reactor.

Pese a que las investigaciones básicas conexas se realizaron en el JAERI, la tecnología de reelaboración se importó de Francia con vistas a acelerar el programa y llevarlo a una escala industrial. La primera planta de reelaboración del Japón, cuya capacidad le permite tratar 0.7 toneladas diarias, se creó en Tokai - Mura, y la etapa de prueba comenzó en 1977. Ya a fines de 1985 se habían reelaborado un total de 253 toneladas de combustible irradiado.

Con objeto de satisfacer la creciente demanda en materia de reelaboración, se creó una empresa privada encargada de la construcción de una planta a escala industrial. Se ha previsto construir en el norte de Honshu, la primera isla japonesa una planta capaz de elaborar 800 toneladas anuales que debe comenzar a funcionar en 1995.

## DESARROLLO DE REACTORES DE POTENCIA AVANZADOS

A la larga, los reactores avanzados desempeñarán un importante papel en la generación de energía. La empresa Reactores de Potencia y Combustible Nuclear ( PNC ) construyó y explota satisfactoriamente un reactor reproductor rápido ( térmico FBR ) de tipo experimental de 100 Mw., denominado " Joyo ". Otro FBR llamado " Monju " de 280 Mw., de capacidad se encuentra en construcción y está previsto que alcance la criticidad en 1992.

La PNC diseñó como proyecto nacional y construyó un nuevo tipo de reactor, conocido como reactor térmico avanzado ( ATR ), moderado por agua pesada y refrigerado por agua ligera. Se prevé que este reactor emplee como combustible Plutonio y Uranio empobrecido. La PNC construyó un ATR de 60 Mw., llamado " Fugen ", que funciona eficientemente desde que se comenzó a explotar en 1979.

A base de la experiencia acumulada con el " Fugen " se diseñó un ATR de mayor tamaño con una capacidad de 165 Mw ( e ) que será construido en el norte del país. Su entrada en operación está prevista a principios de los años noventa. Como el desarrollo de los FBR en escala industrial se ha retardado no solo en el Japón sino en otras partes del mundo, la política nacional es reciclar en otros tipos de reactores la mayor cantidad posible de Plutonio acumulado. Con este propósito se están desarrollando dos proyectos, uno relativo al reciclaje del Plutonio acumulado en los ATR y el otro en los reactores de agua ligera.

## FRANCIA

Francia padece un gran déficit de recursos energéticos nacionales desde la Segunda Guerra Mundial, el país ha dependido considerablemente de fuentes energéticas externas para satisfacer sus necesidades. Por ejemplo, la parte correspondiente a importaciones de la energía primaria total consumida por la nación se elevó de 38% en 1960 a 77.5% en 1973. Francia se hacía cada vez más vulnerable a medida que aumentaba su dependencia de las fuentes externas para asegurar los suministros de energía. Las crisis petroleras de 1973 y 1979 pusieron de relieve las graves consecuencias de esa situación para el país. El desembolso nacional de divisas para la producción de energía se quintuplicó entre 1970 y 1980 en moneda constante. En 1980 esa cifra representó en francos franceses aproximadamente tanto como el ingreso recaudado por concepto de impuestos sobre la renta. Esto explica el esfuerzo nacional por establecer el equilibrio energético del país, esfuerzo que ha recibido el apoyo de los sucesivos gobiernos franceses. Este problema y sus repercusiones han sido abordados ampliamente por los medios de difusión y el público los percibe claramente.

La elaboración del vasto programa nucleoelectrico de Francia se debió en parte, a ese déficit de recursos energéticos nacionales. Las vecinas Italia y España, pese a afrontar problemas similares, no reaccionaron del mismo modo. Francia no descartó otras soluciones, como la diversificación de sus suministros de petróleo y gas, la acumulación de reservas y los programas de ahorro de energía. Sin embargo, a diferencia de sus vecinas, Francia decidió comprometerse de lleno con la energía nuclear. A parte de las ventajas económicas, la razón verdadera estriba en la importancia que concede Francia a la independencia con respecto al suministro, en lo que concierne tanto al aspecto civil como militar de la energía nucleoelectrica. Los programas nucleares civil y militar de Francia se han ampliado a la par desde 1945, cuando el general De Gaulle creó la Comisión de Energía Atómica (CEA).

El Gobierno, lógicamente, presentó gran atención y concedió una alta prioridad a los programas nucleares civil y militar como aspectos complementarios de la política de independencia nacional. La elaboración de un amplio programa nucleoelectrico se convirtió en un reto nacional que aglutinó a las fuerzas del país bajo el control estrecho y permanente del gobierno. Cabe decir que la motivación del programa francés puede compararse con las ideas que inspiraron el proyecto de Manhattan, o, aún más cercano en el tiempo, el programa espacial de los Estados Unidos.

Una vez tomadas las decisiones de políticas básicas del programa, la constitución de la Quinta República aprobada en 1958, facilitó en gran medida su puesta en práctica. Desde entonces el poder ha estado concentrado en manos del Presidente, que es elegido por periodos de siete años y puede ser reelegido.

Este cambio hacia un gobierno centralizado y una rama ejecutiva dotada de amplios poderes en las esferas de la defensa, la economía, la industria y la investigación, está enraizado en la historia de Francia y es muy favorable para la feliz ejecución de programas extensos y costosos. Los frutos se verán en un futuro lejano, puesto que la culminación de estos programas puede demorar varios decenios y sus ejecución requiere una planificación minuciosa y la coordinación de numerosos participantes.

Todos los aspectos importantes del programa nucleoelectrico de Francia están sujetos a la aprobación oficial. La ejecución del programa esta en manos de un número reducido de funcionarios del Gobierno que mantienen estrechas relaciones entre sí. En la estructura gubernamental, el programa nuclear está a cargo del Ministerio de Industria que a su vez supervisa a Electricité de France ( EDF ) y al CEA; también el Servicio Central para la Seguridad de las Instalaciones Nucleares ( SCSIN ) forma parte del ministerio.

El gobierno es el encargado de decidir sobre la construcción de centrales nucleares, y para ello concede las autorizaciones necesarias. Algunas deben obtenerse antes de iniciar la obra, como es el caso de la declaración de interés público y la licencia de construcción. Otras corresponden específicamente al carácter nuclear de la instalación, y tienen que ver con la explotación de la central, siendo los principales, los permisos de puesta en marcha y las autorizaciones que se requieren para evacuar los desechos radioactivos.

Participación de la Industria.- En Francia, las actividades industriales en el campo nuclear están muy concentradas. Framatome es la única compañía que diseña sistemas de suministro de vapor nuclear para las centrales de la EDF, proporciona su tecnología y fabrica los componentes esenciales como vanijas y generadores de vapor. A través de su subsidiaria, la Novatome, desempeña un papel similar respecto a los reactores reproductores rápidos. En Francia la Framatome, posee un monopolio de facto sobre el diseño y la venta de combustibles para reactores de agua ligera. Además, Alsthom Atlantique es la única compañía en Francia que diseña, fabrica y vende turbogeneradores de alta potencia, en particular, todos los que se utilizan en las centrales de la EDF.

La opinión pública y su apoyo. Cuando se realizaron en Francia por primera vez campañas antinucleares basadas en las de los Estados Unidos, los medios de difusión franceses mostraron una tendencia evidente a seguir el ejemplo. Debe señalarse empero, que las organizaciones de prensa, radio y televisión más profesionales e influyentes nunca sucumbieron a la tentación del escándalo y el sensacionalismo hasta el punto de propagar informaciones inexactas.





## ESTADOS UNIDOS ( E.U.A. )

El desarrollo de la energía nuclear en E.U.A., se dió a conocer a partir de la bomba atómica que destruyó las ciudades de Hiroshima y Nagashaki, razón por la cual se cree que no es bien recibida por los norteamericanos.

Aunque los defensores de la energía nuclear la consideran como una alternativa importante en la diversificación energética, los Estados tienen una larga historia de escepticismo hacia la industria y los proyectos nucleares respaldados por el gobierno. Dada la gran escala de medios necesaria, la energía nuclear es centralista por definición, empero la energía nuclear no es una cuestión simple, por lo menos tiene tres aspectos distintos que se ponen de manifiesto en los diferentes Estados de la Unión Americana y que dependen de las condiciones sociales y políticas de cada localidad pues son Estados que tienen un alto grado de autonomía.

El primero es la construcción y funcionamiento de las nucleoelectricas, aspecto cuya controversia depende del Estado donde se pretenda establecer la central nucleoelectrica.

La segunda cuestión es la relativa a los basureros nucleares, que cada Estado productor de éstos no quiere asumir la responsabilidad de tenerlos en su propio territorio, lo cual ocasiona conflictos con los Estados vecinos donde se pretende depositarlos.

El tercer aspecto es el referente al transporte de los residuos radioactivos, ya que su movilización tiene implicaciones importantes sobre la vida.

Actualmente los Estados Unidos se encuentra en el primer lugar en cuanto al número de centrales en operación, las cuales ascienden a 106 plantas con una generación de 92 982 Mw(e) y se tienen en construcción 13 centrales con una capacidad de generación adicional de 14 844 Mw(e).

Los E.U.A. era uno de los principales países del mundo en materia de energía nuclear atendiendo a su nivel de construcción de centrales y al ritmo con que entraban en funcionamiento nuevas centrales; sin embargo, a mediados de los 70's la actitud de este país sufrió un cambio el cual frenó el desarrollo de la energía nuclear, pero en encuestas públicas realizadas entre los años 1987 y 1988 se dieron resultados que favorecen a la energía nuclear, seguido de la energía hidroeléctrica, carbón etc.

La mayoría de la población norteamericana ve a la energía nuclear como parte importante del suministro energético para el crecimiento presente y futuro del país y su utilización la ven segura y confiable.

## ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN LOS PAISES EN DESARROLLO

En comparación con los países industrializados, los países en desarrollo suelen tener tasas de crecimiento de población, energía y electricidad más elevadas. Actualmente existen también sorprendentes disparidades con respecto al consumo de energía y electricidad total por habitantes para alcanzar el desarrollo económico y el progreso industrial es de suma importancia aumentar el suministro de energía, para lo cual, la energía nucleoelectrónica constituye una fuente energética viable.

Varios países en desarrollo ya han iniciado programas nucleoelectrónicos. La contribución de la energía nucleoelectrónica para cubrir las necesidades energéticas del mundo en desarrollo ha sido muy modesta hasta la fecha. Según los pronósticos actuales esta situación se mantendrá, pese al rápido aumento de la demanda energética y de las ventajas que podría ofrecer la energía nucleoelectrónica.

Para poder introducir la energía nucleoelectrónica de forma segura y fiable es preciso que un país cuente con una infraestructura nacional que responda satisfactoriamente a las exigencias concretas que ello impone. Entre estas exigencias figura la complejidad técnica de la energía nucleoelectrónica, el elevado nivel de inversión requerido, y requisitos estrictos de seguridad, los cuales son especialmente pertinentes a los países en desarrollo, donde la falta de recursos o capacidad para satisfacer estos requisitos pueden constituir la limitación principal al desarrollo de un programa de energía nucleoelectrónica.

Los problemas que afrontan los países en desarrollo para introducir la energía nucleoelectrónica no son insuperables, como lo indica la experiencia de los países en desarrollo que ya lo han logrado. No obstante, es posible que el esfuerzo requerido para fortalecer o perfeccionar las infraestructuras y capacidades de los países a los niveles necesarios exceda los recursos nacionales disponibles o tal vez las ventajas previstas derivadas de la aplicación de la energía nucleoelectrónica no los compensen o justifiquen, y en tal caso es muy probable que el país aplaze la decisión de iniciar el programa nucleoelectrónico.

## CHINA

China se ha trazado un programa global de crecimiento económico para el logro cabal de las Cuatro Modernizaciones del Socialismo, la ejecución de este plan depende fundamentalmente del desarrollo de la energía. Es bien sabido que China posee recursos energéticos abundantes, pero que debido al tamaño de la población, el consumo de energía per cápita es bajo. La situación se agrava aún más por la distribución desigual de los recursos energéticos: el 80% de los yacimientos de carbón comprobado están situados en la parte norte del país. En el sur de China que comprende ocho provincias, aportan solamente el 2%.

Si bien las tres regiones más importantes ( El Este, el Nordeste, y la región Central Meridional de China ) representan el 63% de la población y el 65% del consumo de energía de la nación, estas sólo disponen de cerca del 15% de las reservas energéticas del país.

Ello ha traído como resultado una situación de desigualdad en que el desarrollo económico de China tiende a concentrarse en la parte oriental del país, mientras que la mayoría de los recursos se localizan en la zona occidental. Esta paradoja quedó resuelta parcialmente transportando el carbón hacia el sur desde el norte y transmitiendo la electricidad al este desde el oeste. Esas medidas causaron sobrecarga del sistema de transporte de China, a las ciudades del sudeste siguieron afectadas por un suministro de electricidad insuficiente. A fin de rectificar en lo fundamental la distribución y composición inadecuada de los recursos energéticos, el Gobierno de China ha formulado una política positiva con miras a desarrollar la energía nucleoelectrónica apropiada, teniendo en cuenta la situación del país y la evolución de la energía en el mundo. Concretamente, ello significaría que mientras China se concentrara en el aprovechamiento de la energía térmica e hidroeléctrica, desarrollaría de forma sistemática la energía nucleoelectrónica adecuada haciendo hincapié en algunos proyectos seleccionados. En zonas costeras industrialmente avanzadas del sudeste de China, que sufren de embotellamientos del transporte y de un grave déficit de energía convencional, y en el norte de China, donde existe una concentración industrial pesada consumidora de energía, la energía nucleoelectrónica crecería para completar el inadecuado suministro actual de energía.

China cuenta con treinta años de experiencia en la industria nuclear. Dispone de medios tecnológicos y materiales para desarrollar la energía nucleoelectrónica porque:

Cuenta con yacimientos abundantes de uranio, que constituye la base material necesaria para el crecimiento nucleoelectrónico.

Con respecto a la industria del combustible nuclear, ya China ha construido un ciclo del combustible nuclear bastante completo que abarca desde la geología y prospección de uranio, la fabricación de elementos combustibles del reactor, hasta la reelaboración de elementos combustibles irradiados.

Ha adquirido una experiencia comprobada en el diseño, la construcción y el funcionamiento de los reactores. China ha construido más de una docena de reactores de diferentes tipos también a acumulado 160 años de experiencia reactor.

Se cuenta con un equipo de profesionales experimentados en el Área los cuales dan cursos en instituciones de enseñanza para la formación de más especialistas.

Cuenta con un intercambio de tecnología con otros países lo que la ubica entre las tecnologías más avanzadas.

En China no se prevé una construcción acelerada de nucleoelectricas pues dispone de abundantes recursos hidroeléctricos y fósiles. China reconoce su posición financiera real y, especialmente en el futuro inmediato, sólo puede destinar al desarrollo nucleoelectrico recursos financieros y materiales limitados. Durante el Séptimo Plan quinquenal se tiene pensado construir solamente algunas centrales nucleares, de manera planificada.

#### ESPAÑA

Dentro del contexto del desarrollo de la energía nuclear en el mundo puede ser interesante considerar la situación de un país medio como España.

Al 31 de diciembre de 1987, España contaba con ocho unidades nucleares en explotación comercial con una potencia instalada de 5 815 Mw ( e ) con posterioridad, durante el año actual, se han incorporado dos nuevas unidades con lo que ha alcanzado el número de diez, con una potencia total de 7 847 Mw ( e ). La producción de energía eléctrica de origen nuclear en 1987 fue de 41 200 de Kw-hrs. que representó 31% de la producción total. Se estima que en 1988 la producción nuclear pueda alcanzar la cifra de 52 000 millones de Kw-hrs. que representará del orden de 38% de la producción total.

El comportamiento de las centrales nucleares españolas durante 1987 ha sido excelente, el factor de utilización medio fue de 81% ( equivale a 7 096 horas de funcionamiento ) lo que las coloca en el cuarto lugar en el mundo.

Alcanzar esta situación ha requerido un gran esfuerzo. Las actividades nucleares españolas se iniciaron en 1948 a nivel de investigación y desarrollo, en 1950 fue creada la Junta de Energía Nuclear; en 1955 se aprecia el interés de las compañías eléctricas por esta fuente de energía y, en 1958, se presentan los primeros estudios. Estas actividades conducen a la decisión, a principios de la década de los 60's, de construir las primeras centrales nucleares. En marzo de 1963 se autoriza el emplazamiento de la central nuclear de Zorita ( actualmente José Cabrera ), en junio de 1964 la construcción y el 14 de julio de 1968 se conecta la red.

Veinte años han transcurrido desde la primera generación de energía eléctrica de origen nuclear. Posteriormente entran en explotación las centrales nucleares de Garoña ( 1971 ) y Vandellós I ( 1972 ) que constituyen la primera generación. Ya en la década de los 80's se ponen en marcha el resto de las unidades que completan el actual parque nuclear español.

Las razones para el desarrollo del programa nuclear español no son diferentes de las consideradas por otros países, aunque matizadas por las características de la situación del país.

España cuenta con recursos de combustibles fósiles insuficientes; algo mayores en cuanto a carbón, muy escasos en cuanto a petróleo. La energía nuclear representaba una posibilidad de diversificar las fuentes de suministro pero, además, representaba ventajas económicas que el tiempo ha incrementado. Menor costo de KW-hrs., una mayor estabilidad de dicho costo a lo largo de la vida de la central, eliminando las grandes incertidumbres de la evolución de los precios de los combustibles fósiles, importantes beneficios en la balanza de pagos y unos menores costos en el establecimiento de reservas estratégicas de energía justifican las decisiones.

A título ilustrativo señalaremos que la producción nuclear española, en 1987, ha evitado la importación de unos diez millones de toneladas de petróleo, lo que representa un alivio para la balanza de pagos de un país con escasos recursos energéticos pero que también representaría ventajas para un país como México, exportador de petróleo al permitir un ahorro de este combustible que puede utilizarse para la exportación.

Una consecuencia que es interesante resaltar del programa nuclear en España es el desarrollo tecnológico alcanzado. Cuando al comienzo de la década de los 60's se inició el programa, se estudió la capacidad de la industria española para participar en el proyecto, construcción y puesta en marcha de una central nuclear. La conclusión fue que podía participar en lo que podemos llamar parte convencional de la central; obra civil, aparellaje eléctrico, algunos componentes mecánicos, etc., así como en la ingeniería y montaje en forma limitada. Se alcanzó una participación del orden de 40% de la inversión en las centrales de la primera generación.

Sin embargo, la experiencia alcanzada es importante, ya que se ha realizado un esfuerzo en la asimilación de la tecnología: la industria se va familiarizando con la utilización de códigos y normas, se introducen criterios de garantía de calidad que permitan cumplir los requisitos exigidos en centrales nucleares, se completa la capacidad industrial con nuevas instalaciones, se desarrollan las actividades de ingeniería que se habían iniciado en las centrales térmicas, se ponen en marcha instalaciones para formación de personal y se desarrollan más ampliamente las actividades del ciclo del combustible.

La consecuencia es la capacidad actual de la industria española para alcanzar una participación del orden de 85% en las inversiones necesarias para el proyecto, construcción y puesta en marcha de una central nuclear. Esta participación se consigue por medio de una industria capaz de fabricar los grandes componentes del sistema nuclear de generación de vapor (vasijas de presión, generadores de vapor, etc.) de prestar los servicios de ingeniería necesarios, de fabricar, con la calidad requerida, la gran mayoría de los componentes de una central, así como de contar con las instalaciones necesarias para la formación y entrenamiento del personal especializado necesario para la explotación de la central. Al mismo tiempo España fabrica los combustibles para su programa nuclear.

Ventaja añadida a este desarrollo tecnológico ha sido su aplicación a muchas otras actividades distintas de la nuclear, que se han beneficiado de las mejoras obtenidas, de forma que el programa nuclear español ha contribuido también a la elevación del nivel tecnológico del país.

ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN PAISES EN DESARROLLO  
(EN 31 DE DICIEMBRE DE 1986)

	REACTORES EN EXPLORACION		REACTORES EN CONSTRUCCION		REACTORES PLANIFICADOS	
	NUM. DE UNID's.	CAPACIDAD TOT. NETA (Mw(e))	NUM. DE UNID's.	CAPACIDAD TOT. NETA (Mw(e))	NUM. DE UNID's.	CAPACIDAD TOT. NETA (Mw(e))
Argentina	2	935	1	892	2	ND
Brasil	1	626	1	1245	1	1245
Bulgaria	4	1632	2	1906	2	1906
Corea Rep. de	7	5380	2	1800	2	1800
Cuba	--	--	2	818	--	--
Checoslovaquia	7	2799	9	5606	--	--
China	--	--	1	288	2	1800
Egipto	--	--	--	--	2	1000*
Hungría	3	1235	1	410	2	1900
India	6	1134	4	860	4	200
Irán	--	--	2	2400	--	--
Iraq	--	--	--	--	1	400
Jamahiriyá	--	--	--	--	--	--
Arabe Libia	--	--	--	--	1	406
México	1	654	1	654	--	--
Pakistán	1	125	--	--	1	900
Polonia	--	--	2	580	10	8430
Rumanía	--	--	3	1960	1	660
Tailandia	--	--	--	--	1	900
Taiwán, China	6	4918	--	--	4	4120
Turquía	--	--	--	--	1	ND
Ucrania	1	632	--	--	1	1000

ND = No disponible  
Fuente: PRIS del OIEA

\* = Capacidad de una sola unidad

## ARGENTINA

ENACE ( Empresa Nuclear Argentina de Centrales Nucleares ) ha desarrollado una nucleoelectrica de 380 Mw ( e ), con tecnologia propia, que funciona de acuerdo con la linea seguida ya por Argentina con uranio enriquecido, agua pesada y, como generador de vapor recipiente de presion.

Sus caracteristicas generales son similares a la central nuclear de Atucha I que se encuentra en funcionamiento comercial desde junio de 1974. Esta nucleoelectrica ha demostrado las mejores condiciones en cuanto a disponibilidad y costo.

El proyecto de la nucleoelectrica ARGOS 380 PHWR ( reactor de agua pesada a presion ) incorpora en su diseno todos los adelantos de la linea de reactores de agua liviana, de los cuales funcionan mas de 200 y con los cuales solo tiene minimas diferencias tecnicas por la similitud en los reactores.

Un aspecto contemplado de manera fundamental, a partir del accidente de Chernobyl, es el incremento y mejoramiento de los sistemas de seguridad.

Esta nucleoelectrica disenada por ENACE tiene una potencia de 380 Mw ( e ) y su vida util del orden de los 40 años. Su diseno responde a una estrategia que contempla mayor cantidad de centrales de esta naturaleza por las ventajas economico - financieras, asi como las de orden tecnico.

En el primer caso se debe mencionar que el costo por Kw en este tipo es un poco mas caro que en las de mayor potencia. Sin embargo, a esto se opone una mas rapida disponibilidad de la obra y menor flujo de fondos que facilitan su construccion.

Por otra parte, si se considera la construccion de dos centrales de 380 Mw ( e ) frente a una de 700, estudios preliminares demuestran la ventaja del modulo de potencia desarrollado. En funcion de su

explotacion, hasta para paises en desarrollo este tipo de modulos se adapta a las redes electricas, a la vez que por su potencia permite el acceso a naciones de menor desarrollo.

Este desarrollo tecnologico se lo han dado sus dos unidades las cuales cuentan con una experiencia de explotacion de 20 años. Es el primer pais en America Latina con un desarrollo tecnologico propio en cuanto a nucleoelectricas se refiere.

### CHECOSLOVAQUIA

La República Socialista de Checoslovaquia figura entre los países que tiene un nivel de consumo de energía relativamente alto. El consumo anual de energía proveniente de fuentes primarias es de siete toneladas de combustible específico por habitante. En el pasado, la mayor parte de la demanda de energía se cubría con carbón nacional; la contribución de la hidroelectricidad al suministro de energía también era escasa. Sin embargo, esta estructura de las fuentes de energía ya no puede atender la creciente demanda energética de la economía checoslovaca. El constante aumento de los costos de extracción del carbón se ha convertido en una carga económica, y el ritmo actual de explotación agotaría los recursos en un futuro no muy lejano. La cantidad cada vez mayor del carbón que se emplea en la generación de energía eléctrica afecta negativamente al ser humano, razón que también obliga a reducir su quemado. El carbón aglutinante de alta calidad se asigna a industria férrea y no férrea. En lo que a petróleo y gas se refiere, Checoslovaquia depende totalmente de las importaciones, las que sólo puede incrementarse con el poder adquisitivo de la economía. Por consiguiente sólo se destinan en aquellas esferas en las que son insustituibles.

En estas circunstancias, y teniendo en cuenta los cambios estructurales que se prevén en la economía, el futuro equilibrio entre el suministro y la demanda de energía dependería de:

- La ampliación del programa de ahorro de energía.
- La intensificación del desarrollo de la energía nucleoelectrica como único tipo de energía capaz de satisfacer la creciente demanda y aumentar la parte correspondiente a la energía eléctrica en la estructura de las fuentes de energía.

A mediados de 1986, Checoslovaquia tenía seis reactores de potencia que generaban en total 2 640 Mw ( e ). Todos son reactores de agua a presión del tipo conocido como WWER - 440. En la actualidad cuenta con 8 centrales nucleoelectricas con una generación de 3 207 Mw ( e ) y se construyen otras 8 unidades con una generación de 5 120 Mw ( e ) las obras se encuentran en: Temelin, donde se prevé instalar cuatro unidades de 1 600 Mw ( e ) cada una.

Desde ahora hasta el año 2 000, las nuevas centrales no sólo atenderán el aumento de la demanda energética, sino que también reemplazarán la producción de algunas centrales térmicas alimentadas con carbón que se deben clausurar por razones económicas y debido a las abundantes emanaciones de dióxido de azufre y otros agentes contaminantes. Así, la energía eléctrica producida en las centrales será superior al 50% del total producido en el país. La capacidad potencial de una región para absorber el calor proveniente de una central nucleoelectrica se ha convertido en uno de los criterios que determinaran la selección del emplazamiento. El empleo de este tipo de centrales para suministrar energía calorífica a grandes complejos industriales y residenciales, reduciría aún más la quema de carbón en los sistemas de calefacción.



Si a ese proyecto se suma la construcción de calefacción obsoletos y la instalación de sistemas de calefacción en zonas urbanas donde predominan los sistemas separados, también podía mejorar notablemente el medio ambiente. Se espera que antes del año 2 000 estén creadas las condiciones para la construcción de centrales nucleares más pequeñas que habrán de utilizarse solamente en la producción de calor. Esto también sustituirán a los combustibles fósiles.

La experiencia acumulada en la explotación de los reactores WWER-440 demuestra su alta fiabilidad. Gracias a esa característica, se contribuyó en gran medida a la estabilidad del sistema de suministro eléctrico, especialmente en condiciones climáticas anormales. La fiabilidad del reactor WWER - 440 radica fundamentalmente en la acertada concepción de su diseño, que fue elaborado en institutos de la URSS y posteriormente comprobados y mejorados en la central nuclear de Voronezh y en otros lugares de la URSS. Existen otros factores que contribuyen a su fiabilidad; el combustible, suministrado por la URSS, se ha caracterizado desde el comienzo de la era de estos reactores, por su alta hermeticidad y por su funcionamiento a prueba de falla. Además el personal de explotación calificado asiste periódicamente a cursos de capacitación y se somete a evaluaciones. No obstante los recursos satisfactorios obtenidos, las cuestiones relativas a la seguridad nuclear se mantienen en examen permanentemente.

Como se hizo después del accidente de Three Miles Island en 1979, Checoslovaquia se concentró en el mejoramiento de los sistemas de seguridad de las centrales nucleares. Es obvio que el factor humano constituye el sistema decisivo en materia de seguridad nuclear. Por consiguiente, parece aconsejable mejorar aún más el sistema automático de los reactores, incluida su conexión con el sistema secundario. El objeto que debe perseguirse es la aplicación del principio de que el operador no debe estar presionado por el tiempo cuando se encuentre resolviendo situaciones de falla o accidentes. Esa tensión puede dar lugar a juicios equivocados y errores de graves consecuencias, incluso en el caso de personal altamente calificado y bien adiestrado.

El personal vinculado a los programas checoslovacos nucleoelectricos ven el accidente de Chernobyl como un aviso de que el mejoramiento de la seguridad nuclear no puede ser simplemente objeto de una campaña, sino una tarea permanente.

#### COREA DEL SUR

Tiene desde mediados de los setentas un programa particularmente ambicioso y voluntarista: el plan del gobierno consideraba 40 centrales en servicio para el año 2 000, con una participación importante de la industria nacional en la construcción de estas instalaciones. Las seis centrales en servicios son PWR entregadas por la Westinghouse y la otra es tipo CANDU; las dos centrales en construcción son del tipo PWR pedidas a Francia, y las otras dos centrales pedidas son PWR provistas por " Combustion Engineering: " .

Este país da cada vez mayor importancia a la transferencia de tecnología, en el caso de la construcción de centrales intenta igualmente dominar el ciclo de combustible. Una unidad de este tipo fué pedida al grupo alemán KWU en 1985, la cual entrará en servicio hacia 1989.

También existió el proyecto de comprar a Francia una central para reprocesamiento de combustible, obteniendo de ella el Plutonio, pero debido a presiones de E.U.A. se abandonó. Este país y Taiwan firmaron el tratado de no proliferación de armas nucleares después que la India hace estallar su primera bomba con fines experimentales.

#### TAIWAN

De las seis unidades en servicio, cuatro son BWR proporcionadas por la General Electric y dos PWR de la Westinghouse otras dos centrales fueron propuestas en 1982 y puestas en tela de juicio a mediano plazo, a causa de la desacelerada demanda de la electricidad, de una oposición parlamentaria y local, así como de los costos a la deriva. Este país que comparte la misma zona que Corea del Sur, ha tenido también el desarrollo industrial más rápido durante las últimas décadas.

#### INDIA

Es el país que ha llevado desde hace 4 décadas una política nuclear que le permite hoy en día ser el único país del tercer mundo en haber alcanzado un dominio de la industria nuclear, tanto de las centrales como del ciclo del combustible.

Con ayuda de los canadienses, en 1956, la India puso en servicio el primer reactor de investigación de agua pesada del tipo CANDU. Las dos primeras centrales de potencia son del tipo BWR suministradas por General Electric.

A partir de la década de los 60's la India se orienta de manera duradera hacia el tipo CANDU de uranio natural y agua pesada. Después de la explosión de la primera bomba atómica, los canadienses ponen fin a su colaboración con este país. No obstante tiene asegurada la realización de su programa nuclear, donde las cuatro centrales en construcción y las cuatro pedidas son del tipo CANDU, exceptuando el uranio enriquecido, necesario para las dos centrales del tipo BWR y el agua pesada, estando obligada a abastecerse parcialmente de la Unión Soviética. La India es actualmente autónoma en lo que respecta al ciclo de combustible.

Como resultado de los veinte años de investigación y de la colaboración con Francia, la India puso en servicio en 1986 un reactor sobregenerado prototipo de 15 MW (e). El programa nuclear de la India enfrenta actualmente varias dificultades, aún con un programa ambicioso, el plan del gobierno adoptado en 1985 preveía la construcción de 18 nuevas centrales hasta el año 2000.

La primera de las unidades en construcción debía ser puesta en servicio en 1980, de hecho no lo será antes del fin de la presente década.

La primera central nucleoelectrónica del tipo CANDU, Rajasthan 1, pedida en 1964 y terminada en 1972, está parada desde mayo de 1985, debido a una fuga de agua pesada imposible de reparar (reemplazar el circuito de enfriamiento, cuya inversión es elevada), por lo que en 1987 no se había tomado todavía alguna decisión. Los acostumbrados argumentos en contra de la energía nuclear no son aplicables en el caso de este país, dado el gran aumento de la población y las opciones limitadas en fuentes convencionales de energía, el único camino para mejorar los niveles de vida es el uso de la energía nuclear en gran escala.

#### BRASIL.

Después de haber obtenido sus primeros reactores de investigación de uranio enriquecido a finales de los 50's y en el marco del programa americano "Atomos para la Paz" se orienta desde 1961 un proyecto de uranio natural. A mediados de los 60's se desarrolla un programa de investigación de la tecnología de un reactor de uranio enriquecido y agua pesada, del cual posee grandes reservas. Según los científicos de este programa deberían permitir que Brasil alcanzara su autonomía en materia nuclear. Sin embargo el régimen militar de 1964 destruyó este proyecto, y en 1969 se reorientó a la creación de reactores de uranio enriquecido; es así como en 1971 se hace el primer pedido de una nucleoelectrónica a Westinghouse, Agra 1, la cual está en servicio desde 1985. A pesar del extremadamente amplio y ambicioso acuerdo de cooperación firmado en 1975 con Alemania Federal en que se especifica que deberían ser construidos 8 reactores PWR de 1 300 Mw (e) antes de 1990, lo que implica la construcción de unas 63 plantas nucleares a fines de este siglo, y a causa de problemas financieros solo se han encargado dos centrales: la primera, Agra II que se comenzó a construir en 1963 y que debería iniciar el servicio en 1982, pero en el mejor de los casos se pondrá en funcionamiento en 1993. La segunda, Agra III, que debería haberse iniciado en 1984 lo hará quizá a fines de este siglo.

#### PAKISTAN

Tiene instalada una central de tipo CANDU de 125 Mw (e) que fue diseñada por Canadá y empezó en 1965 y que está en servicio desde 1972. Por las sospechas evidentes de querer dotarse de una bomba atómica, sobre todo después de ver el ejemplo de la India, se limitan las ventas a este país, de centrales nucleoelectrónicas por parte de los países proveedores. Posteriormente Pakistán lanzó un concurso para la realización de una central PWR de 900 Mw (e) y todos los constructores hicieron trámites, pero Estados Unidos inició un acuerdo internacional para que ningún país respondiera positivamente mientras Pakistán no firmara el tratado de No Proliferación de Armas Nucleares.

## CUBA

En este país, la Unión Soviética construye actualmente dos centrales de 400 Mw ( e ) cada una, la primera comenzó a construirse en 1977 y la segunda en 1984 sin tener la información de cuando se pondrá en marcha.

## FILIPINAS

Una nucleoelectrícula ( P W R ) de 600 Mw ( e ), pedida en 1976 a la Westinghouse, está terminada desde 1985. Después de amplios movimientos de oposición y de dudas profundas sobre las condiciones de seguridad y de su funcionamiento, la idea de puesta en marcha de esta nucleoelectrícula parece cosa imposible lo que ocasionó una derrama económica de 1 950 millones de dólares.

## IRAN

En 1974 el programa presentado por el Cha de Irán preveía la construcción de 20 centrales nucleares antes de 1994. Cuatro centrales fueron efectivamente pedidas y puestas en construcción, los trabajos parcialmente avanzados para las dos primeras fueron detenidos en 1979, poco después se inició la revolución. En marzo de 1987, la prensa internacional indicaba que un consorcio de sociedades españolas y argentinas, asociadas a la empresa de Alemania del Oeste ( KEU ), estaban a punto de presentar proposiciones a la comisión iraní de energía atómica para la terminación de la primera nucleoelectrícula pedida a Alemania.

## TURQUÍA

Varias solicitudes de oferta han sido lanzadas desde 1973, en 1982 aún se preveía la posibilidad de 8 ó 9 centrales en servicio para el año 2 000. Las negociaciones sucesivas con los proveedores potenciales se enfrentarán cada vez más con problemas de financiamiento. El acuerdo considerado entre 1983 y 1986 entre Turquía y Canadá ( jamás concluido ) es particularmente revelador de las dificultades financieras y técnicas que los países en vías de desarrollo no pueden remontar solos. En efecto, el acuerdo señalaba que los industriales canadienses asegurarían en su totalidad el

financiamiento de la operación y explotarian la planta durante 15 años, antes de entregarla a la compañía turca de electricidad. Se hubiera tratado, en cierta forma de un enclave canadiense en territorio turco. Este proyecto es el que más conviene a los países en desarrollo para equiparse con nucleoelectricas pero pondrian en riesgo su soberanía.

## INDONESIA

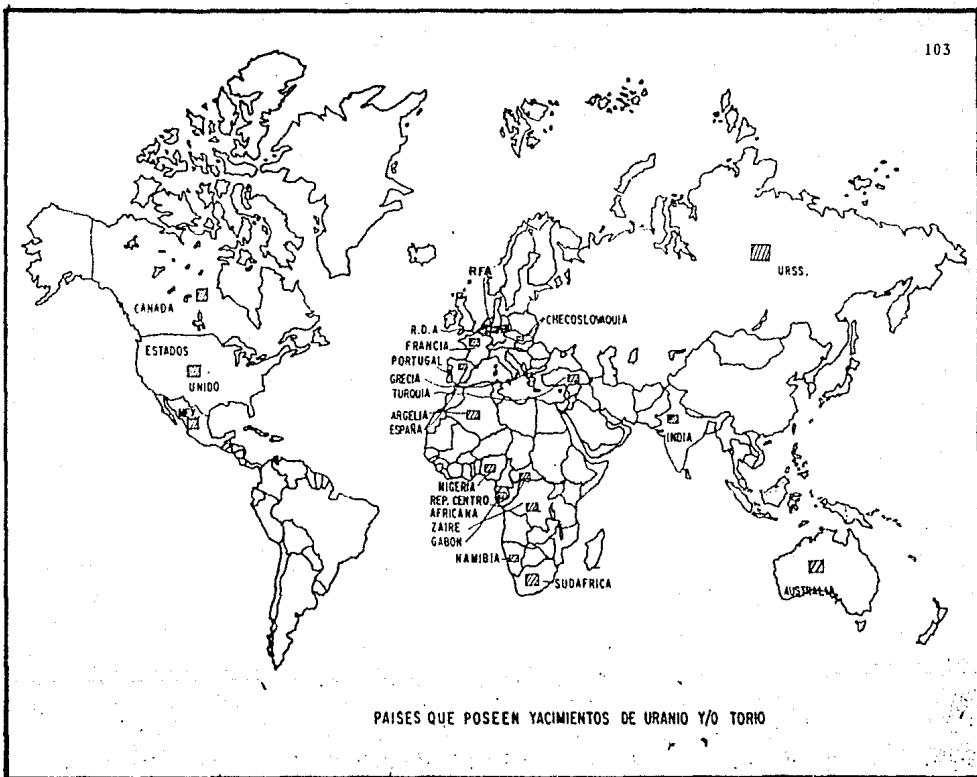
Desde mediados de los 70's anunció un programa en donde se consideraban 6 centrales en servicio para el año 2 000. Hasta el día de hoy nada ha sido iniciado, a pesar de que a principios de 1987, las empresas alemanas y las francesas hayan decidido cooperar para estudiar la entrega de un reactor P W R de 600 Mw ( e ). Esta cooperación es reveladora de la necesidad imperativa de asociarse entre grupos constructores frente a un mercado reducido.

## EGIPTO

Desde 1972 se proyectaba la realización de 2 centrales que debían estar operando en 1979 y 1980. Desde entonces, el pedido de la primera central se ha pospuesto constantemente a causa, en particular, de problemas financieros. A principios de 1987 Francia se retiró de la competencia para la entrega de esa instalación.

## LIBIA

Un acuerdo fue firmado en 1977 con la Unión Soviética asociada a constructores finlandeses para la realización de una central de 300 Mw ( e ). Los trabajos de construcción, no han comenzado aún, y nada indica que lo sean a mediano plazo.



Capítulo No. IV

Nucleoenergética de México

## NUCLEOELECTRICIDAD EN MEXICO

En 1938 México recuperó el dominio de la nación sobre sus recursos petroleros. A finales de los 60's existía gran preocupación entre los funcionarios y gente que tenía acceso a la información reservada por PEMEX ya que se tuvo una disminución de las reservas de hidrocarburos así como de su producción frente a un consumo creciente de hidrocarburos. En 1972 se descubren campos petroleros en el sureste de México en Tabasco y Chiapas. No obstante debido a la crisis petrolera a nivel mundial en 1973-1974 se tenía cierta preocupación por el posible agotamiento de las reservas petroleras.

A principios de 1976, la Comisión de Energéticos- en ese entonces era el encargado de coordinar la política energética nacional- publica, Propuesta de lineamientos de política energética, en el cual se excluye el uso de hidrocarburos para generar electricidad y se basa en un programa Nucleoeléctrico el cual pretendía alcanzar una capacidad instalada en plantas nucleares de 40 000 Mw en el año 2000, cabe mencionar que para ese entonces ya se encontraba en desarrollo el programa nucleoeeléctrico de LAGUNA VERDE.

Entre 1970 y 1981 la producción de energía casi se cuadruplicó debido al rápido crecimiento de las exportaciones petroleras a partir de 1977, en este periodo aumentó la dependencia del mercado nacional con respecto a los hidrocarburos.

El 2 de febrero de 1981 la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial publica en el diario oficial el Programa de Diversificación de Energía para disminuir la dependencia de los hidrocarburos, ya que la explotación intensiva y la exportación de estos podían causar que México dejara de ser autosuficiente en este recurso antes de que terminara el presente siglo.

En dicho programa se proponía un conjunto de metas referidas a la racionalización del uso de la energía y la conversión de la misma. También incluye un programa Nucleoeléctrico que pretendía alcanzar una capacidad instalada de unos 20 000 Mw para el año 2000.

El 15 de agosto de 1984 se publica en el Diario Oficial el Programa Nacional de Energético 1984-1988 en el cual se pretende concluir las dos unidades de Laguna Verde e iniciar la construcción de una central. En dicho programa el diagnóstico de los dos principales problemas del sector energético mexicano son: La ineficiencia en la utilización de la energía y la gran dependencia con respecto a los hidrocarburos.

Actualmente se cuenta con una reserva probada de hidrocarburos de 72 500 millones de barriles aproximadamente, localizándose estos en la sonda de Campeche (48%), en la zona Chiapas - Tabasco (20%) y el resto del país (32%). Lo cual colocan a México en el quinto país con mayores reservas de crudo a nivel mundial y como el séptimo en materia de gas.



El Balance Nacional de Energía de 1984 nos muestra que la mitad de la energía primaria producida se exportó en forma de petróleo crudo disminuyendo así la disponibilidad futura de este recurso no renovable, además el consumo nacional representó el 90.5% de este recurso excluyendo la leña.

Por lo que en dicho programa nacional se determinó sustituir a los hidrocarburos como una medida de diversificación de fuente primaria ante todo en el sector de generación de electricidad bajo los siguientes criterios:

- a) Las reservas de cada fuente.
- b) Los costos de inversión y operación de cada fuente.
- c) La complementariedad necesaria entre centrales de base y de pico.
- d) Los costos de distribución y la pérdidas por conducción eléctrica.
- e) El grado de autodeterminación tecnológica.
- f) El contenido importado en las fases de construcción y operación.

El programa hace referencia a la diversificación hacia la generación nucleoelectrónica a un ritmo congruente con las posibilidades financieras del país en forma ineludible, ya que se trata de una fuente alterna que aporta energía en forma masiva y cuya importancia se prevee irá ampliándose.

En México se encuentra actualmente en periodo de pruebas la central nucleoelectrónica de Laguna Verde. Laguna verde se encuentra ubicada a 77 kilómetros al norte de la ciudad de Veracruz, cerca de la población de Palma Sola. La central consta de 2 unidades nucleoelectrificadas de 650 MW cada una y de las subestaciones y líneas de transmisión necesarias para conectar dichas unidades generadoras a la red eléctrica.

Algunas de las conexiones más importantes serán con la subestación Puebla y la subestación Poza Rica (400 Kv) y con la subestación Veracruz II (230 Kv). La liga a la subestación Puebla permitirá proporcionar energía al sistema eléctrico central y la liga con la subestación Poza Rica, que a su vez está conectada con la planta termoeléctrica de Tampico, permitirá dar energía a esa zona y aliviar la carga, así como eventualmente entregar energía a la zona norte del país, aladefina a la ciudad de Monterrey.

La compañía Ebasco es responsable de la ingeniería de diseño, de la dirección de la construcción y de las pruebas de puesta en servicio. Se tiene otro contrato con la Compañía Gilbert, para asesorar y entrenar al grupo de Garantía de Calidad de la Comisión Federal de Electricidad, la cual es una función peculiar y obligatoria en plantas nucleares.

Con las compañías NUS Corp. y Southwest Research se contrataron diferentes servicios en el campo de combustibles nucleares, investigaciones ambientales, métodos de pruebas de la parte de reactor en su etapa de operación y otros.

Ingenieros Civiles Asociados, S.A. firmó el contrato con la Comisión Federal de Electricidad para la construcción civil de la nucleoelectrícula el 22 de Octubre de 1975 y el 1 de Abril de 1977 se firmó la ampliación del contrato por lo que se refiere a la obra electromecánica. De acuerdo con el programa, el compromiso era que la Unidad No. 1 entraría en operación en Abril de 1982 y la Unidad No. 2 un año después.

La planta nucleoelectrícula de Laguna Verde es del tipo BWR (Boiling Water Reactor) / RAE (Reactor de Agua Hirviendo); la cual utiliza agua ligera así como uranio ligeramente enriquecido (2%), desarrollado inicialmente en Estados Unidos por General Electric y Allis Chalmers. El uranio para las primeras cargas de ambos reactores fué comprado en Francia. Los servicios de enriquecimiento serán hechos por USERDA (Administración para la investigación y desarrollo de la energía, del gobierno de los Estados Unidos) en Estados Unidos y la fabricación del combustible la hará General Electric, Co., que es el fabricante del reactor.

Las principales instalaciones de Laguna Verde son:

#### Edificio del Reactor.

Con una altura aproximada de 74.5 m alojará al Reactor Nuclear y equipo auxiliar. El contenedor primario es una fuerte estructura de concreto reforzado, recubierta interiormente por placas de acero, que aísla completamente al reactor formando una segunda barrera que impide el paso de posibles radiaciones.

#### Edificio del Turbogenerador.

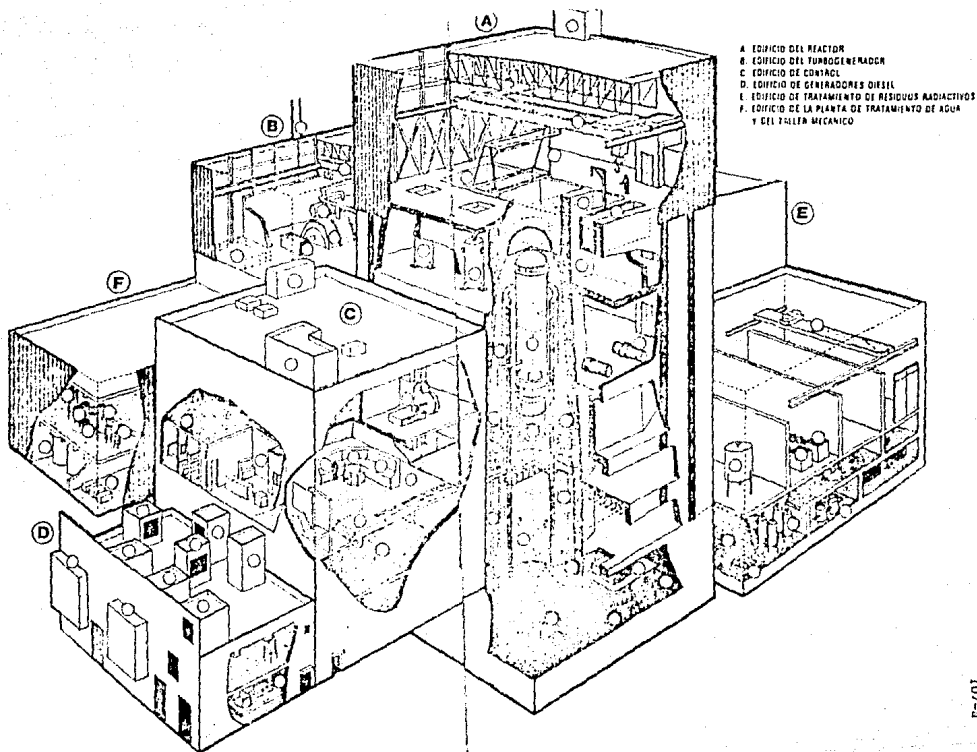
Una estructura de 99 m de largo por 45.8 m de ancho y una altura de 35.8 m, formada por 3 niveles. Alojará turbina, condensador, alternador y equipo auxiliar, como son bombas y calentadores, entre otros.

#### Edificio de Control.

Tiene 3 niveles principales y es el "centro nervioso" de la planta. Todas las terminales de control están conectadas a grandes tableros y consolas.

Otras instalaciones importantes de la central son: Edificio de Generadores Diesel, Edificio de Desechos Radiactivos, Edificios de Purificación, Edificios de Talleres y Tratamiento de Agua, Obra de toma de Agua de Circulación, Toma de Agua de Servicio Nuclear, Estructura de Descarga, Subestación principal, Patio de transformadores, Cuarto de Control de la Subestación y Muelle de Descarga.

Cada una de las unidades cuenta con el mismo número de edificios e instalaciones mencionados.



- A. EDIFICIO DEL REACTOR
- B. EDIFICIO DEL TURBOGENERADOR
- C. EDIFICIO DE CONTACTO
- D. EDIFICIO DE GENERADORES DIESEL
- E. EDIFICIO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS RADIACTIVOS
- F. EDIFICIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA Y DEL TALLER MECANICO

Central nucleoelectrica de Laguna Verde, Ver.

Típicamente el desarrollo de un proyecto nucleoelectrónico a partir de su iniciación formal, requiere aproximadamente seis años. A lo anterior debe agregarse el tiempo necesario para seleccionar la ubicación de la planta, preparar los informes de seguridad necesarios y obtener el permiso de seguridad correspondiente, con lo cual el tiempo total requerido oscila entre 8 y 10 años, dependiendo en buena medida de los trámites iniciales, en el caso de Laguna Verde ya se ha excedido este tiempo debido principalmente a la falta de continuidad en las decisiones, causadas por los cambios frecuentes del personal directivo de la Comisión Federal de Electricidad (organismo público el cual tiene a su cargo el proyecto); Cabe hacer notar que cada día de atraso genera, tan solo por concepto de intereses del capital invertido y no productivo, cantidades muy significativas.

Un aspecto de la seguridad en la industria nuclear occidental incluye un sistema de control de calidad global que recibe el nombre de Garantía de Calidad.

La garantía de calidad implica que todos los aspectos de un proyecto sean analizados, verificados y documentados de manera que, hasta donde sea previsible no se tengan defectos de diseño, de fabricación, de construcción ni de operación en la central nuclear, la compañía Gilbert es la encargada de asesorar y entrenar al grupo de Garantía de calidad.

La Comisión Federal de Electricidad y el organismo regulador, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, aplican los reglamentos del país de origen del reactor en cuanto a todos sus fases, diseño, construcción, operación etc., en este caso Estados Unidos.

Respecto al adiestramiento del personal de operación de la planta han sido adiestrados ampliamente en plantas con reactores del tipo BWR tanto en España como en los Estados Unidos. El INEN como organismo regulador del uso de la energía nuclear en el país certificará, previo a exámenes apropiados, que personal está correctamente entrenado antes del inicio de sus labores de operación y, posteriormente a intervalos regulares. Como en CFE no existe experiencia en este tipo de adiestramiento formal, se ha creído conveniente responsabilizar al IIE de la coordinación del mismo.

A la fecha se conoce la existencia de alrededor de 14,500 toneladas de Uranio de las cuales se estima que únicamente 10,600 toneladas presentan posibilidades de extraerse. Con la instalación de 1308 MW en la central nucleoelectrónica de Laguna Verde se habrá comprometido cerca del 60% de las reservas probadas, restando un potencial de recursos para la instalación de 1000 MW adicionales.

En los trabajos en este campo, a cargo de Uranio Mexicano (URAMEX) ya desaparecida, se lograron en los últimos años adelantos en la formación de proyectos minero-metalúrgicos para la explotación y-

eventual beneficio del mineral de uranio, si bien no se avanzó en la determinación de los recursos uraníferos probados del país, por lo que a la fecha, la magnitud real del potencial uranífero total es incierta.

## RESERVAS MINERALES DE URANIO EN MEXICO ( 1981 )

ESTADO	PORCENTAJE DE U O 3 8	TON. DE URANIO
-----		
CHIHUAHUA		
EL NOPAL	0.29	311.5
MARGARITAS-PUERTO III	0.12	1 062.4
	0.12	1 524.9(a)
NOPAL III	0.10	176.9
LA DOMITILA	0.25	52.6
OTROS DEPOSITOS MINERALES	0.20	325.4
(LOTES y CONCENTRADOS)	0.05-0.20	87.2
		62.1
-----		
SONORA		
LOS AMOLES	0.19	409.9
	0.50	493.6(a)
NOCHE BUENA	0.06	178.6
LUZ DEL COBRE	0.04	178.6
OTROS	0.07	122.5
-----		
DURANGO		
LA PRECIOSA	0.06	181.2
	0.06	193.3(a)
EL MEZQUITE	0.05	77.6
OTROS	0.06	78.5(a)
-----		
NUEVO LEON		
LA COMA	0.20	1 134.0
BUENAVISTA	0.20	1 221.1
EL CHAPOTE	0.08	604.4
OTROS	0.07	437.5
-----		
TOTAL		8 993.0
-----		

NOTA:(a) Indicado.La diferencia con las 15 000 Tons. probadas se encuentran en otras áreas,principalmente en Oaxaca.

FUENTE: Dirección de Energía,SEPAFIN 1981.

Cabe señalar que se cuenta con reservas importantes de roca fosfórica, que tienen un cierto contenido de uranio recuperable, localizadas principalmente en el estado de Baja California Sur.

El uranio es el único de los recursos no renovables que no tiene un uso alternativo como materia prima o energético en otros procesos industriales. Por ello es un recurso energético por excelencia, además que por su elevada densidad de energía, susceptible de ser extraída en reactores térmicos de fisión (100 x10E6 kcal/kg U3-O8 natural), se presta para ser comercializado internacionalmente, es decir, si en las fechas en que se tomen decisiones respecto a un programa nucleoelectrico masivo no se tienen suficientes reservas provadas de uranio en México para garantizar el suministro, existe la alternativa de importarlo de algunos de los países productores, lo cual no plantea un problema logístico, dada su densidad de energía, aunque sí plantea un problema de dependencia en materia energética.

Ante la perspectiva del agotamiento del uranio, existen ya diversos tipos de reactores avanzados de conversión y reactores rápidos de cña que producen más combustible nuclear del que consumen para su funcionamiento. Los riesgos de operación y, sobre todo, la contaminación radiactiva potencial del ambiente, son todavía lo suficientemente serios como para pensar dos veces en la comercialización intensiva de este tipo de plantas.

Respecto a la legislación en México en materia nuclear se tiene que en el Artículo 25 de nuestra Carta Magna dispone que el Gobierno Federal tiene a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas. En el Artículo 28 se incluye dentro de estas áreas a los minerales radiactivos y a la generación de energía nuclear, en congruencia con lo estipulado sobre la materia en el Artículo 27, que reserva directamente a la Nación la explotación de dichos minerales, así como el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de electricidad y la regulación de la aplicación de la energía nuclear para otros propósitos. Establece así mismo, que el uso de la energía nuclear sólo podrá tener fines pacíficos.

La ley reglamentaria en Materia Nuclear a reglamentado el Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear y regula la exploración, la explotación y el beneficio de minerales radiactivos, así como el aprovechamiento de los combustibles nucleares, los usos de la energía nuclear, la investigación de la ciencia y técnicas nucleares, la industria nuclear y todo lo relacionado con la misma.

Algunos organismos que participan en el proyecto de Laguna Verde son:

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) el cual da asistencia técnica y colabora en la ejecución de algunos trabajos, siendo uno de ellos, muy importante, el diseño del sistema de seguridad física de la planta.

También se celebró un contrato con la UNAM y con el IPN para hacer estudios en las escolleras que se construyeron para la toma de agua de mar para entriamiento y los cárcamos de bombeo de ese sistema.

La responsabilidad última de una central nuclear recae en el operador de la misma, en el caso de México, en la Comisión Federal de Electricidad, pero para reglamentar y supervisar que todo se efectúe en forma adecuada se cuenta con un organismo regulador independiente, que en el caso de nuestro país es la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

A continuación presentamos un resumen de las ventajas y desventajas de las centrales nucleoelectricas.

P L A N T A S	N U C L E O E L E C T R I C A S
V E N T A J A S	D E S V E N T A J A S
1.- El costo de la infraestructura o inversión inicial es menor que el de una hidroeléctrica.	1.- Su uso genera conflictos sociales.
2.- El área donde se construyen estas centrales es reducida.	2.- La vida útil de estas centrales es menor que el de una hidroeléctrica.
3.- Estas centrales no dependen de las variaciones climatológicas para su desarrollo.	3.- Es una tecnología cara y escasa.
4.- Este tipo de central por sus características de operación se utiliza para suministrar la energía de base.	4.- Estas requieren de más mantenimiento para su correcto funcionamiento.
5.- Estas se pueden emplazar cerca de los centros de consumo.	5.- El combustible utilizado genera desechos radiactivos cuya vida media alcanza miles de años para decaer.
6.- Cuando no se tienen o se agotaron otras fuentes de energía.	6.- Por el tipo de combustible usado pueden volverse dependientes quienes las desarrollan.
7.- Se obtienen grandes cantidades de energía con menor volumen de combustible.	7.- Debido a la falta de una infraestructura científico-tecnológica para formar los recursos humanos necesarios.
8.- El combustible utilizado es fácil de transportar.	8.- Contaminan el agua que usan en los circuitos de enfriamiento.
9.- Su eficiencia oscila entre un 30% y 45% dependiendo del tipo de reactor.	9.- El costo total se ve aumentado por los altos grados de seguridad que actualmente requieren estas centrales.
	10.- Generan también problemas políticos.

## Capítulo No. V

### Conclusiones y Recomendaciones



Para terminar nuestro trabajo de tesis, presentamos a continuación las conclusiones correspondientes a la energía nuclear tanto a nivel mundial como a nivel nacional de México. A lo largo de nuestro trabajo hemos planteado un sin número de consideraciones de la energía nuclear lo cual nos permitió tener una visión del desarrollo que ha tenido esta, en su aplicación a la producción de la energía eléctrica.

Los países industrializados poseedores ahora de la tecnología nuclear se vieron obligados a desarrollar extensos programas nucleoelectrónicos así como políticas de ahorro y uso eficiente de la energía implantados en el período 1974-1975, debido a la crisis del petróleo que los afectó directamente en 1973-1974, y a causa de esto decidieron no depender más de esta fuente de energía la cual han sido los hidrocarburos, ya que esto implicaba una subordinación política y económica de los países pertenecientes a la OPEP.

Por otro lado, aquellos países que cuentan con reactores nucleares en operación, construcción y planeación, no todos poseen yacimientos de uranio, pues éste al igual que los hidrocarburos, constituyen fuentes de energía no renovables, cuya distribución en todas la regiones de la tierra no es la misma, pues son unos cuantos los que poseen en la actualidad estos recursos uraníferos, cuyas reservas probadas y potenciales no son infinitas. Esto nos demuestra que los países que no tengan uranio, dependerán en el futuro de este recurso para la carga de sus reactores con lo cual tendrán hipotecada su independencia energética.

Los países industrializados promocionaron y exportaron dicha tecnología a muchos otros y entre los cuales podemos mencionar a México, bajo la idea, de que resultaba más barato producir un Kilo-watt-hora en una central nuclear que en una térmica a base de hidrocarburos tomando en cuenta para esto, los precios de venta que tenía un barril de petróleo en el período 1974-1981 pero los estudios económicos por el momento, y más aún dada la actual baja drástica de los precios de petróleo, representan la alternativa más costosa, y por otro lado cuando las reservas de los hidrocarburos tiendan a declinar severamente, la energía nuclear volverá a ser competitiva, pues a corto plazo todavía no sucede esto.

Otro aspecto el cual ha afectado en forma directa el desarrollo de los programas nucleoelectrónicos tanto en los países industrializados como en vías de desarrollo, es la actual crisis financiera a nivel mundial, pues las enormes deudas externas de estos últimos no ha permitido que se terminen centrales las cuales ya estaban en construcción o en planeación, debido al recorte presupuestal que han ejercido los respectivos gobiernos de estos países en su sector energético y sobre todo en el de la generación de electricidad por los elevados pagos de intereses de sus deudas.

Además podemos decir que la industria nuclear a nivel internacional experimenta desde 1976 una drástica recesión (debido a la caída-

real de los precios del petróleo), que se ha traducido en una severa modificación de los planes internacionales; como son, la cancelación de pedidos de reactores nucleares, esta dinámica regresiva de dicha industria ha agudizado la competencia internacional de las grandes compañías fabricantes de reactores, pues éstas se disputan las raquíticas evoluciones de los programas de diversificación energética de sus propios países y de muchos otros que no poseen esta tecnología nuclear.

El futuro de la energía nuclear no está cancelado por completo, a pesar de los dos tropiezos que ha tenido, como han sido el accidente nuclear de Three Miles Island en E.U.A. y el de Chernobyl en la URSS. Pues antes que sucediera el último, se tenía un pronóstico en cuanto a la capacidad instalada de unos 480 000 a 600 000 MW(e) por parte de la OIEA, a finales del presente siglo, basados en los programas y planes de cada país, y para hacer frente a la demanda de la energía eléctrica como una medida de sustitución de los hidrocarburos ya que para esa época las reservas petrolíferas mundiales habrán disminuido bastante y por consiguiente dichos países no dispondrán de los mismos niveles para exportar, pues éstos en la actualidad han sido un medio para obtener las divisas necesarias para el desarrollo de sus respectivas economías.

Otro problema que han enfrentado los países industrializados con el desarrollo de sus programas nucleoelectrónicos y que no encuentran un lugar seguro para su depósito, es en cuanto al manejo final de los desechos irradiados del combustible nuclear usado, para su almacenamiento de por vida, siendo uno de estos el Plutonio (Pu-239) cuya vida media alcanza un tiempo de miles de años para que este decaiga totalmente y por otro lado los altos costos que se tienen que invertir para darles la mayor seguridad y de esta manera eliminar los riesgos de una posible contaminación radiactiva.

También los países industrializados en la actualidad han visto incrementar el costo total de una central nuclear, debido a los gastos en que se incurre para su desmantelamiento después de 30 años de su vida útil aproximadamente, pues estos tipos de central comparado con una térmica convencional, no permiten reutilizar partes de sus elementos componentes como son el reactor mismo, la turbina, bombas de alimentación de agua y de recirculación del refrigerante.

A nivel mundial, el uso de la energía nuclear para la generación de electricidad no había recibido tanta difusión como la que tiene en la actualidad por parte de la prensa extranjera, pues a raíz de los dos accidentes que ha tenido, su desarrollo no ha estado exento de dificultades, lamentablemente estos fracasos han sido los preferidos por los medios de información como noticiar y que han hecho que la población en general se forme una idea de que no es totalmente segura en cuanto a su manejo, en cambio sus logros apenas reciben alguna publicidad. Esto ha dado margen a que se formaran grupos en contra de su desarrollo y con fines políticos para lograr con ello un acceso a los escaños de sus respectivos parlamentos y de este modo ejercer una

fuerte presión a sus gobiernos para que modifiquen sus planes o en caso contrario cancelen por completo la puesta en operación de más centrales nucleoelectricas.

En el caso de México su programa nucleoelectrico ha tenido problemas para ser terminado, pues ya han pasado más de 18 años desde que se decidió la instalación en 1972 de la central nuclear de Laguna Verde y hasta la fecha su primer reactor se encuentra en la última etapa preoperacional y de ajuste de su potencia para ser conectado comercialmente al sistema nacional eléctrico.

Por otro lado consideramos que México no atraviesa por una verdadera crisis energética la cual justifique el desarrollo de un programa nucleoelectrico a gran escala con una potencia instalada de unos -- 20 000 MW(e) hasta el año 2 000, tal y como se ha pretendido llevar a cabo por parte del gobierno federal a través de la Comisión Federal de Electricidad. Este programa nucleoelectrico quedó bien delineado en el Programa Nacional de Energéticos de 1984-1988, el cual constituye una política del gobierno federal para diversificar las fuentes primarias de energía y de esta manera disminuir la participación de los hidrocarburos en la generación de electricidad como son las plantas térmicas convencionales, se espera que dicha participación sea de un 54% en 1988, y además para el año 2 000 debajo del 50%, comparado esto con el 51% que se tenía en 1983.

Además, México no tiene problemas por falta de recursos energéticos a corto y mediano plazo, para la generación de energía eléctrica sino que su problema es de producción lo cual implica que para resolverlo, deberá efectuar importantes inversiones, dentro del sector eléctrico pues la decisión de emprender en el corto plazo la diversificación de fuentes de energía con el desarrollo de un programa nuclear más extenso, haría que el país dependiera tecnológicamente de aquellos países que la poseen y sobre todo de los E.U.A. de Norte América que es el país al cual se le compraron los dos reactores BWR, la Ingeniería de Proyectos y la fabricación de combustible, cuyo uranio se compró inicialmente en Francia para la primer carga de la central nuclear de Laguna Verde, pues México todavía no explota comercialmente sus yacimientos.

Si México desea llevar a cabo la instalación de 1 000 MW(e) adicionales a los 1 308 MW(e), de la central nuclear de Laguna Verde, se habrá comprometido ya, la reserva total probada de uranio con que cuenta el país, la cual es de 10 600 ton. durante la vida útil de cada una, de este modo la experiencia acumulada de la primera no será suficiente como para desarrollar toda la Ingeniería de proyectos que se requiere para llevar a cabo esta segunda central y en un futuro otras más, lo cual implica que México dependerá por mucho tiempo de aquellos países con quien contrate esta asesoría mientras termina de formar los recursos humanos necesarios en esta área.

Otro problema más que tendrá México, es la compra de maquinaria y equipo para dichas centrales por lo que la participación extranjera en este caso es mayor que la nacional debido a que el país no cuenta con una industria capaz de fabricar los componentes más importantes como son los reactores, que también dependen del tipo de central que se va a construir, las turbinas, los generadores eléctricos, condensadores y otros etc.

Pero la dependencia más grande y que verdaderamente afectaría el desarrollo nucleoelectrico de México, debido al acuerdo tomado por los países exportadores de tecnología nuclear y entre los cuales, E.U.A. ha ejercido presiones para que no se vendan instalaciones ni de enriquecimiento ni de procesamiento de combustible irradiado a aquellos países que no tienen esta infraestructura, será la del ciclo del combustible, lo cual incluye desde la obtención del mineral, su concentración, conversión en hexafluoruro de uranio, enriquecimiento y finalmente la fabricación del combustible, lo cual significa que bajo estas condiciones México hipotecaría su independencia energética.

Otro aspecto el cual en estos momentos ha afectado de manera significativa la terminación de la central nuclear de Laguna Verde, es la actual deuda externa así como la situación de desequilibrio de las finanzas de la C.F.E., pues como sabemos la deuda externa de nuestro país está formada tanto del sector público como del privado, correspondiéndole más del 50% a la del primero, que es donde se encuentra incluida la deuda externa del sector eléctrico, la cual es cercana al billón de pesos, además de que para podería renegociar el gobierno federal tendrá que absorber una gran parte de su deuda interna.

El balance de energía de 1986 (publicado en Agosto de 1987) nos muestra la participación que tuvo cada fuente de energía primaria en la generación de electricidad cuyos porcentajes son los siguientes: el 67.72% correspondió a los hidrocarburos, el 22.24% a las hidroeléctricas, el 6.24% a las termoeléctricas y el 3.80% a las geotermoelectricas, por lo que observamos que en este balance ya se debería tener una contribución de la energía nuclear y debido a su retraso, será en los próximos balances de energía cuando conozcamos su contribución, pues apenas entrará en operación comercial el primero de los dos reactores de la central de Laguna Verde a finales de 1989.

A continuación damos algunas conclusiones con respecto a la energía hidroeléctrica tanto a nivel mundial como de México.

Los recursos hidráulicos, al igual que los otros recursos energéticos como son el uranio y los hidrocarburos, no se encuentran distribuidos por igual a nivel mundial, en la actualidad éstos recursos hidráulicos no se encuentran totalmente explotados, además son un recurso renovable, característica que les da ventaja frente a otros, por otro lado la mayoría de los países conocen su potencial hidroeléctrico, tal vez países como Brasil en Sudamérica y Zaire en Africa Central necesiten realizar estudios más a fondo para conocerlos.

El desarrollo de la energía hidroeléctrica a nivel mundial en la actualidad no ha tenido el mismo impulso que se le dió a principio de este siglo, pues al igual que la energía nuclear ambas dejaron de tener los avances importantes registrados en la posguerra, ya que la mayoría de los países optaron por desarrollar sus programas de energía eléctrica mediante la instalación de plantas térmicas a base de hidrocarburos debido a su oferta abundante, barata y accesible,

lo cual los convirtió en los energéticos de uso más difundido, debido a razones de índole tanto económicas como geopolíticas, ya que los grandes centros de consumo o polos de desarrollo se encuentran ahora localizados lejos de los aprovechamientos hidroeléctricos.

Otro aspecto que influyó indirectamente el ritmo de crecimiento de la puesta en operación de más centrales hidroeléctricas fue la crisis del petróleo de 1973-1974, a nivel mundial los países industrializados bajo el supuesto de que las reservas de petróleo estaban por agotarse y además el aumento del precio de este, contribuyeron a que dichos países desarrollaran la energía nuclear para la generación de electricidad.

A nivel mundial la energía hidroeléctrica es una tecnología totalmente madura, es decir viable, económica y segura, además que no "contamina", pues muchos países la han desarrollado hasta el momento, mediante la explotación de sus recursos hidráulicos y construcción de grandes presas.

Desde el punto de vista económico existen estudios hechos por parte de firmas internacionales, donde nos muestran que el costo de la energía generada en plantas hidroeléctricas es inferior al de una nucleoelectrónica, pues en las primeras el agua es un energético que no cuesta, además de que no es afectado por la inflación, su costo de operación es también bajo debido al poco mantenimiento que necesitan y sólo su costo de inversión es más grande que el de una nucleoelectrónica.

A nivel mundial los países industrializados lograron desarrollar y consolidar la tecnología de fabricación de equipos y maquinaria mediante la formación de grandes consorcios electromecánicos para las centrales hidroeléctricas, como son las turbinas de gran potencia para cada uno de los tipos que existen, así como los grandes generadores eléctricos, transformadores y tableros de control, y permitieron la transferencia de dicha tecnología a muchos otros países, dentro de estos los en vías de desarrollo, para incorporarla a sus sectores productivos y cuyo traspaño no ha sufrido del control excesivo que en cambio sí ha tenido la energía nuclear por parte de los países que la desarrollaron para la generación de electricidad, pues como sabemos la energía hidroeléctrica no se usa para fines militares lo cual constituye una ventaja más de este tipo de energía.

A nivel mundial el desarrollo de la energía hidroeléctrica no ha sufrido el rechazo que tiene en la actualidad la energía nucleoelectrica, ni ha dado origen a la formación de grupos opositores con fines políticos, además la prensa extranjera no ha desvirtuado su uso mediante la difusión de noticias en su contra a pesar de que en 1979 ocurrió la ruptura de cortina de la presa de Morvi en la India, cuyo accidente causó la muerte de miles de personas y muchísimos damnificados.

A nivel mundial la mayoría de los países industrializados como en vías de desarrollo, los cuales tienen casi ya explotados sus recursos hidráulicos mediante la instalación de centrales hidroeléctricas, desarrollaron la alternativa de las centrales hidroeléctricas por acumulación de bombeo, para apoyar a las primeras en el suministro de la energía eléctrica en las horas de mayor demanda al sistema, pues ambos tipos de centrales ofrecen ventajas de operación que no tienen las plantas térmicas convencionales y sobre todo las centrales nucleoelectricas, las cuales son utilizadas como centrales de base para el suministro ininterrumpido del servicio eléctrico.

Los programas de desarrollo de la energía hidroeléctrica a nivel nacional experimentaron los mismos retrasos que se tuvo a nivel mundial, debido a que México es un país productor de petróleo el cual no necesita importarlo en comparación con otros países que sí lo hacen, esto constituyó una ventaja añadida a los precios del barril del petróleo y gas, así como el desarrollo de los grandes centros de consumo lejos de sus aprovechamientos hidroeléctricos, lo cual desalentó que se desarrollaran otras fuentes de energía para la generación de electricidad, pues la tradicional que había sido la hidroeléctrica, su ritmo de crecimiento fue disminuyendo a medida que se instalaron más centrales térmicas a base de hidrocarburos.

La energía hidroeléctrica a nivel nacional es una de las tecnologías que más se ha desarrollado para la generación de electricidad comparada inclusive con la de las centrales térmicas convencionales, pues actualmente tanto la ingeniería y diseño, como la construcción

y el montaje de las centrales hidroeléctricas se realizan con recursos y tecnología nacional, cuyo porcentaje es cercano ya al 100%. Éste se alcanzó con la fabricación de los diferentes tipos de turbinas hidráulicas, bajo la asistencia técnica de un consorcio Suizo-Alemán que es Escher Wyss-Suizer, restando sólo fabricar en nuestro país los generadores eléctricos de gran potencia para este tipo de centrales.

A nivel nacional se han realizado estudios tendientes a determinar la conveniencia de instalar las centrales hidroeléctricas de acumulación por bombeo, pues para las condiciones de los sistemas eléctricos nacionales éstas serían muy convenientes, además de tenerse sitios con las condiciones apropiadas y tomando en cuenta que la C.F.E. está construyendo y tiene programado construir grandes centrales térmicas y nucleares, con lo cual se aumentaría la eficiencia de éstas y el factor de planta, pues la primeras se adaptan fácilmente a las variaciones de cargas muy pronunciadas.

Después de haber planteado y analizado la situación bajo la cual se encuentran desarrollados ambos tipos de fuentes de energía la Hidroeléctrica y la Nucleoeléctrica a nivel mundial, sin incluir a México, damos nuestras siguientes recomendaciones:

Si ambos tipos de tecnologías están a la disposición de la humanidad, independientemente del tiempo y de que país las hayan desarrollado, estas deben seguirse aprovechando tanto en los países industrializados así como en los países en desarrollo, de acuerdo a su respectivos programas nacionales de energía, establecidos a corto, mediano y largo plazo, sin menoscabo alguno de las otras formas de generación de energía eléctrica.

En los países industrializados el desarrollo futuro de la energía hidroeléctrica debe seguir siendo básico pues los recursos potenciales de esta fuente aún no han sido explotados en su totalidad en la mayoría de ellos a excepción de Francia, además de que reúnen la mayoría de los requisitos que se necesitan para desarrollar estos tipos de centrales como son la tecnología, el financiamiento económico, infraestructura técnica para la fabricación de maquinaria y equipo así como los recursos humanos necesarios tanto profesionales como técnico, todo esto nos demuestra que dichos países han acumulado una basta experiencia en el manejo y uso de este tipo de tecnología.

En cambio el desarrollo futuro de la energía nuclear en estos países debe seguirse impulsando y complementandola con los otros tipos de energía, además que la experiencia acumulada debe aprovecharse para desarrollar las energías del futuro como son la Fusión y la Solar, considerando a la energía de Fisión como una energía de transición para apoyar a las mencionadas anteriormente, pues como hemos visto su desarrollo no ha sido del todo halagador por un lado con sus dos accidentes ocurridos y por el otro lado debido a sus desventajas que presenta en la actualidad, como países industrializados que son, sólo unos cuantos de ellos cuentan con todos los requisitos que se necesitan para desarrollar estos tipos de centrales y el resto la han adquirido parcialmente como son el ciclo completo del enriquecimiento del uranio o la compra del mismo, la tecnología nuclear en sí misma, financiamiento económico, infraestructura técnica para la fabricación de reactores, maquinaria y equipo y los recursos humanos profesionales y técnicos.

En los países en desarrollo en cambio, el tipo de energía que debe impulsarse es la energía hidroeléctrica, por las ventajas que ofrece esta tecnología, pues la mayoría de estos cuentan con los recursos potenciales de esta fuente, el cual es un requisito necesario para aprovecharla, cabe mencionar aquí a Africa en donde se poseen alrededor de un 30% del potencial mundial, en los países asiáticos están China, y la India como más representativos, los latinoamericanos que tienen el 19% del total del mundo incluyendo a México desde luego, y Oceanía posee el 2% del total mundial, así en conjunto tienen las 2/3 partes del total mundial, lo cual confirma la conveniencia de su utilización, además de que la mayoría de ellos ya



han acumulado una experiencia en el manejo de esta tecnología, pues su utilización es más antigua que las otras, por otro lado los requisitos restantes como son la tecnología en sí misma el financiamiento económico la infraestructura técnica para la fabricación de bienes de capital, así como la formación de recursos humanos profesionales y técnicos que se necesitan hoy día, pueden adquirirse o desarrollarse con más facilidad y que utilizados como elementos de una alternativa redundan en un mayor beneficio económico para dichos países.

En cambio el desarrollo futuro de la energía nuclear en estos países se torna incierto, por lo que ésta debe impulsarse con ciertas medidas, a pesar de que algunos ya tienen centrales tanto en operación como en construcción, lo cual les permite tener un experiencia acumulada de su uso y se espera que para el año 2000, unos 20 países dispondrán de este tipo de centrales, aunado a estas consideraciones, mencionamos que son unos cuantos los que poseen mineral de uranio, además que a este grupo de países pertenecen los países productores de petróleo, los Arabes, Venezuela, Ecuador y México, el resto son países netamente importadores de hidrocarburos, lo que a nivel mundial ha reflejado una gran dependencia de este tipo de fuente de energía para la generación de electricidad y cuya sustitución en estos momentos por otra forma de energía a parte de la del Carbón y la Geotermia, como sería en este caso la energía nuclear, la cual requiere de fuertes inversiones de capital, transferencia de tecnología, importaciones de bienes de capital, así como la formación de recursos humanos profesionales y técnicos, ésta NO REPRESENTA ninguna ventaja real para dichos países, ni desde el punto de vista económico, tecnológico, ambiental ni, socio-político.

Después de haber planteado y analizado la situación bajo la cual se encuentran desarrollados ambos tipos de fuentes de energía, la Hidroeléctrica y la Nucleoeléctrica a nivel nacional, damos nuestras siguientes recomendaciones:

Si ambas tecnologías están a disposición de la humanidad estas deben aprovecharse para el desarrollo del país, sin menoscabo alguno de las otras formas de generación de energía con que se cuenta, cuya utilización debe basarse en un análisis riguroso el cual reúna las mayores ventajas tanto económicas, tecnológicas, de seguridad, menor daño a la ecología así como beneficios para la sociedad y no solamente políticas, para diversificar al sector eléctrico, reconociendo para ello la realidad del potencial con que se cuenta de cada una de estas fuentes y poder así disminuir la participación de los hidrocarburos en la generación de la energía eléctrica.

Por otro lado México no se encuentra en la misma situación de otros países en desarrollo por una escasez o agotamiento de recursos energéticos, sus recursos hidroeléctricos en la actualidad se encuentran explotados en un 18% aproximadamente y para cuando los tenga totalmente explotados, todavía le quedan múltiples posibilidades de aprovecharlos mediante la instalación de centrales hidroeléctricas de acumulación por bombeo, las cuales en este momento no se justifican económicamente desarrollarlás, así como de minicentrales hidroeléctricas, aunado a la utilización de las presas hechas por la SARH, con fines de riego agrícola.

Es decir, México debe aprovechar al máximo sus recursos hidráulicos y con ello sustituir gradualmente a los hidrocarburos en la generación de electricidad, y destinar esta parte ahorrada a otros campos en los cuales es difícil su sustitución.

Otro aspecto que debemos reconocer es que México no podrá prescindir del uso de la energía nuclear, ésta será necesaria a pesar de que México tenga una reserva de petróleo para más de 30 años, ya que para satisfacer la demanda de energía eléctrica para finales del presente siglo, la única fuente de energía que puede sustituir, a parte de la HIDROELECTRICA la capacidad instalada que dejará gradualmente los hidrocarburos, según el programa de diversificación de energéticos, es la ENERGIA NUCLEAR.

Por esto es, necesario que México determine sus recursos de Uranio, así como acumular experiencia en el manejo de este tipo de centrales y procesos.

Comentarios de la Prensa

# Impacto en la Salud de la Operación "Normal" de Laguna Verde

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETTE

Materiales radiactivos van a escapar inevitablemente al ambiente si se pone en operación la nucleocentral de Laguna Verde (LV) en forma normal y si la operación es sin accidentes, y con grandes ganancias que si hay un pequeño grave.

En este artículo se exponen en el efecto de los contaminantes radiactivos de bajo nivel, para saber en cuantos días serán los productores de CFC. O también afirmar que se puede haber de otros materiales y "operación".

He aquí una breve lista de consecuencias que para la salud ha tenido la operación "normal" de algunas plantas nucleares.

De 1 a 2 millones de personas a una dosis de radiación de 1 rem a 6 o 8 milirem de cáncer (recuerdo que un hombre a la dosis externa de unas 20 miliremas de fem. al tomar una radiografía dental). A esta conclusión llegaron el profesor Alencuys, la doctora Stewart y el material. Krale al estudiar la historia clínica de los 30 mil trabajadores de las plantas nucleares de Hanford, en Estados Unidos. Lo notable es que la dosis a que fueron sometidos eran 5 veces menores a la llamada "dosis permitida" para personal ocupacionalmente expuesto, que era de 5 rem.

Frecuencia de leucemia 5.6 veces mayor entre los trabajadores expuestos a las radiaciones "permitidas" en la planta de Portsmouth, que en los no expuestos.

Ciento cuarenta por ciento más de nacimientos prematuros en Grundy, cerca del reactor de Dresden, en EU.

Aumento de 50% en la mortalidad infantil, con respecto a la del estado de Nueva York, cerca de la planta de procesamiento de West Valley, en el mismo estado. Disminución de la mortalidad infantil según el alejamiento de la instalación nuclear.

Aumento significativo de muertes por cáncer de mortalidad infantil alrededor de la planta nuclear de Shippingport. Este reactor,

que se suponía "moderado", emite no menos de 150 milcurios de rem al año al ambiente, que se comparan desafortunadamente con las supuestas 5 milcurios de rem máximas de emisión anual permitida. De 22 milcurios del reactor que participan en la limpieza de las bombas del reactor, 10 murieron de cáncer hasta 1973.

Aumentos en la mortalidad infantil de 300% y de 600% en el índice general de mortalidad debido a informaciones, desde que los reactores de investigación Triga comenzaron a operar en 1952 (hasta 1958) en la Universidad de Illinois, en Urbana, EU. Los índices bajaron rápidamente al ser clausurado el reactor.

Verificación de la relación entre aumento de mortalidad infantil y emisiones radiactivas en operación "normal", en cuatro reactores en EU: Dresden, Indian Point, Shippingport y el Brookhaven National Laboratory. El estudio fue realizado por M. de Groch, director del Departamento de Estadística de la Universidad Mellon.

Aumento de 40% en mortalidad infantil, 18% en partos prematuros, 500% en muertes por leucemia, 100% en muertes por cáncer, y 250% en deformaciones de nacimiento. Son los resultados del estudio del doctor G. Drake, al analizar 10 años de funcionamiento del reactor Big Rock Point, en Michigan en 1974.

## RADIACIONES DE BAJO NIVEL

Los materiales radiactivos saldrán en forma gaseosa de LV al exterior, o por filtraciones hacia las aguas de enfriamiento del reactor, y de ahí al mar. Tendrán por fuerza en los almacenes de desechos, que irremisiblemente se han acumulado.

SOBRE EL PAÍS LA PRIMA CATORCE

# Impacto en la Salud de la Operación

del cuerpo de la actividad por

Pero se piensa que, por pequeñas, las concentraciones son insignificantes. Cualquier dosis de radiación, por mínima que sea, es capaz de dañar irreversiblemente la carga genética de las células. El perjuicio somático tampoco reconoce dosis umbral o tolerables, por debajo de las cuales los efectos negativos no se presentan. Es más, cuando la membrana celular es expuesta a una dosis baja, pero en forma prolongada, el daño es unas 5 mil veces más efectivo que cuando la misma dosis actúa de una sola vez (efecto Potkai).

Hay varios aspectos que agravan las condiciones de operación "normal" de una planta nuclear.

1) La concentración de los materiales radiactivos emitidos por las cadenas alimenticias. Por este camino, dosis que originalmente eran bajas, se pueden convertir en relativamente altas. El caso radiactivo, por ejemplo, que pudiera escapar en operación "normal", es capaz de concentrarse hasta en 5 millones de veces en el tejido vegetal. Si una vara contiene de estos vegetales, se acumularán más que el resto de la planta, que se quemaría, contaminándose drásticamente.

2) Las plantas nucleares tienen la tendencia a no respetar los límites de emisión que se fijan por nor-

ma. A los pocos años, cuando hay que sacar el reactor de la planta de procesamiento de Hanford. En sus alrededores el doctor Saday Ichikawa, especialista en medicina radiológica del Departamento de Agricultura de la Universidad de Kyoto, encontró emisiones radiactivas 100 veces superiores a las que se decía que emitía como máximo la planta nuclear. El método que utilizó el doctor Ichikawa fue el análisis de las mutaciones genéticas, inducidas por los escapes radiactivos, sobre el vegetal "Tradescantia Ohiensis". El estudio efectuado también reveló que las emisiones de la nucleocentral aumentaban a un ritmo casi exponencial, y que los niveles de radiación emitidos a los alrededores de la planta nuclear, presentes en las misiones conlami-

3) La ingestión de materiales radiactivos tiende a favorecerse, además, en órganos específicos, más que en otros, según el elemento que escape de LV. Por ejemplo, el cesio se acumula en el hígado y al tejido muscular, el estroncio al tejido óseo, el yodo a la tiroides, etcétera. En otras palabras, aunque fuera el caso (aceptamos sin conceder) que LV no emitiese concentraciones superiores a materiales radiactivos para una dosis a

cuerpo entero superior a 5 milcurios de rem, su concentración en un cierto órgano, podría aumentar considerablemente su peligrosidad. Mas como si se trata de un caso de un accidente, o una simple contaminación, con un nivel conocido, no es lo mismo distribuir una dosis de 50 gramos de radioisótopos (a) sobre todo el cuerpo uniformemente, que sobre el corazón.

4) La CFE ni siquiera podrá calcular la repercusión genética de LV sobre los seres humanos que rodean la instalación después de que entre a operar, en relación con el estado genético que guardan esos mismos seres humanos antes de su operación, dado que el único estudio que se está emprendiendo es sobre rocas.

La conclusión es evidente: a la CFE no le interesa precisar el impacto que LV tendrá para la salud de los mexicanos. Pero la experiencia histórica, como se acordó al principio, muestra que la mortalidad infantil y los decesos por cáncer aumentan alrededor de una planta nuclear.

No es extraño, entonces, que cuando la protesta en contra de LV se agudizó, los organismos de México, en su reunión nacional de hace diez días, acordaron apoyar las luchas en contra de la operación de LV.

Fuente consultada: A. Morales y J. Esquivel, "Laguna Ver-

de, Contribución de México al Holocausto Pacífico", ed. El Caballito, 1987, A. Ginzburg y G. Badieris, "No

Nukes, everyone guides, la nuclear power", South End Press, E.U., 1980.

Incertidumbre por la Leche Contaminada

# Fuenteovejuna Nuclear en Veracruz

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETE

El miércoles 27 de enero pasado los habitantes de Emilio Carranza, Veracruz, tomaron la carretera costera Sta. Rita-Veracruz "todas a una". Razones: para protestar por la decisión unilateral del gobierno de poner en funcionamiento la planta nuclear de Laguna Verde, pese a la negativa de la población. También, para exigir que se retire de la circulación la leche radioactivamente contaminada, procedente de Irlanda del Norte, que fue puesta en circulación por diversos caminos.

La toma de la carretera, durante cinco horas, se puede pensar como un acto de protesta legítimo, en la medida en que es toda la gente de un pueblo la que responde, en un acto desespecialado, a la decisión unilateral aparentemente irrevocable del gobierno de poner a funcionar la nucleocentral de Laguna Verde.

El acto se inicia con una misa en la parroquia del lugar. El cura dio su apoyo a la lucha por parar la planta, dijo que Dios no podía estar en contra de aquellos que defienden la vida, y menos cuando las formas de lucha son pacíficas, no violentas. Durante el misa, ya en la carretera, argumentamos algunos que la ocupación ni siquiera se puede caracterizar como "desobediencia civil", debido a que la Constitución establece que la soberanía radica en la población, y no en los funcionarios gubernamentales. Que, en el caso dado, es precisamente el gobierno el que desobedece al no respetar el precepto constitucional, cuando no escucha el rechazo a LV, e insiste en su apertura.

Al término de la misa se organizó la marcha hacia la carretera, con los niños de preprimaria al frente, seguidos de los comités de madres veracruzanas, los ganaderos a caballo, los grupos antinucleares y la población en general al final. La ocupación se realizó sin problemas. A la gente que naró se le explicó el propósito de la medida. Hubo algunas inquietudes, como la de aquel chofer de un camión de pasajeros, quien dijo que transportaba niños, y que la molestia era "grave" para ellos. Se le respondió que, en efecto, una ligera molestia habría, pero que nada comparable a la que experimentarían esos mismos niños de permitirse la venta de leche contaminada radioactivamente, y claramente mucho menor de la que van a sufrir en caso de que la planta de LV entre a funcionar.

Por primera vez los antinucleares de Veracruz mostraron su descontento por el papel que ha jugado últimamente el gobernador del estado. Se le reclamó no haber asumido a carta cabal la defensa de la población frente a los actos arbitrarios del Gobierno Federal. Asimismo, algunos oradores ubicaron la protesta en el contexto de la lucha electoral que vive nuestro país, al afirmar que votar por el PRI equivaldría a votar por LV. Se hizo explícito el hecho de que sólo un candidato queda por expresar su rechazo a LV: el del PRI.

Al término de la ocupación pacífica hubo una reunión de coordinación entre los opositores a LV, en la que se acordó realizar otra ocupación de carretera el 21 de febrero, en el pueblo de Palma Soa, situado a sólo siete kilómetros al norte de la instalación. Se mencionó, para discusión y análisis posterior, que el tercer cierre de carretera podría ser justo en la nucleocentral, y por tiempo indefinido.

Esperamos que ese tercer cierre no sea necesario, y

SIGUE EN LA PAGINA DOS

2-M EXCELSIOR Jueves 11 de Febrero de 1981

## HISTORIA D

Signo de la primera plana "concesiones" han sido Ahora bien, sería un producto meramente de las nob. pretender que tales presiones norteamericanas

## Fuenteovejuna Nuclear en Veracruz

Signo de la primera plana

el gobierno conceda antes lo que la gente quiere. Esa gente que lo eligió para constituir un régimen que sean benigno y no autoritario.

Con la acción de apoyo, los opositores a LV en Puebla cerraron la autopista a Mexico por cerca de una hora, también en forma pacífica y sin contrastes.

En cuanto a la leche contaminada, priva la incertidumbre. Pues mientras las autoridades sanitarias dicen que la leche sigue confinada en las bodegas, otras autoridades afirman que han salido cantidades indeterminadas por varios caminos: por los "robos hormigas", porque se ha permitido en efecto la compra de milks de toneladas o por decentral.

Preocupa que a la información reinante se tenga que agregar que la Secretaría de Salud permite la venta de leche contaminada con niveles por debajo de los que marcan las normas vigentes en Estados Unidos y Europa, es decir, leche contaminada con menos de 370 desintegraciones radiactivas por segundo, por litro.

Sabemos que toda dosis de contaminación radiactiva es peligrosa, que no hay niveles de contaminación por debajo de los cuales los efectos sean inocuos. Toda dosis causa un daño en el corto, mediano o largo plazo. Por esta razón no debió de permitirse la venta de ninguna leche que vino de Irlanda. Pero al parecer la leche se ha distribuido en una u otra forma, en cantidades hasta ahora desconocidas.

Para bien de la población, las autoridades deberían de requisar toda la leche que sea posible, y retrotraerla a Irlanda. Y también deberían hacer todo lo posible por identificar a las personas que han entrado en contacto con el producto contaminado sea para hacerlos un seguimiento sanitario e indemnizarlos, en su caso.

# No Funcionará Laguna Verde en Este Sexenio por Falta de Tiempo: Arias

- ★ Sufrió un Accidente en los 60 la Nucleoeléctrica de Windsay
- ★ La de India Funciona al Mínimo por lo Elevado de los Costos
- ★ Se Declaran Como Estados Antinucleares Varios Países

Por EDUARDO RIVADENEYRA

Laguna Verde no será inaugurada en lo que falta de este sexenio, pues los preparativos para hacerlo tomarían más tiempo del que falta para que éste termine. Además, los dirigentes antinucleares que señalaron lo anterior afirmaron que entre los trabajadores de dicha central hay rumores de que las instalaciones no van a funcionar y eso los tiene deprimidos.

Así lo señalaron ayer los especialistas en el tema, José Arias Chávez, profesor de la UNAM y Pablo de la Mora de la Facultad de Ciencias de la misma casa de estudios. Hicieron una semblanza del panorama nuclear en el Tercer Mundo y manifestaron su beneplácito por las declaraciones de Carlos Salinas de Gortari, candidato del PRP a la Presidencia de la

República en el sentido de que gobernará con consenso y eso, dijeron, presupone que habrá referéndum sobre el programa nuclear nacional.

Arias Chávez se refirió también al caso de la planta nucleoeléctrica de Windsay, Inglaterra, que sufrió un grave accidente en la década de los sesenta e incluso hasta recientemente se conocieron los detalles al respecto.

El especialista de la Facultad de Ingeniería, y también dirigente del Movimiento Antinuclear en México comenzó a relatar los casos de India y Pakistán, para hacer la semblanza nuclear del Tercer Mundo. En el primero de éstos, dijo, las plantas nucleares funcionaron a capacidad mínima por los altos costos de mantenimiento y dos centrales se encuen-

tran fuera de operación. Mientras que en Pakistán ya existen plantas nucleares, pero se suspendió el crecimiento del programa.

Se refirió también el caso de Irán, cuyo programa nuclear terminó "afortunadamente" con la llegada al poder del Ayatolá Jomeini de Teherán, cuya única nucleoeléctrica fue destruida por bombarderos israelíes; de Israel, que no ha construido una nucleoeléctrica precisamente por no dar un blanco a sus enemigos y de Brasil y Venezuela, que acabaron en una demanda legal contra la compañía estadounidense Westinghouse, entre otros.

También recordó que Australia, Nueva Zelanda y casi todas las naciones del Pacífico sur ya se han

dicue pag. CUARENTA Y CUATRO

## NO FUNCIONARÁ Laguna Verde

11. Foto de la página cinco

declarado como estados antinucleares.

Luego de señalar que en la mayoría de los países existe oposición a la construcción de centrales nucleoeléctricas anunció la organización de las primeras movilizaciones antinucleares en Cuba.

Arias Chávez denunció que el gobierno cubano construye actualmente una planta nucleoeléctrica en la región de Cien Fuegos y aseguró que el movimiento ecologista veracruzano ya conversó con líderes de esa nación isleña que desean organizar un movimiento antinuclear.

Asimismo, habló de las

superpotencias. Dijo que la Unión Soviética en el año pasado, y por primera vez en su historia, decidió cancelar la construcción de una nucleoeléctrica.

La planta iba a ser construida en la península de Crimea, debido a la oposición popular iniciada por los habitantes de la zona. Además que así lo confirmó el embajador soviético en México, Rostislav Sergueev en una reunión que tuvo con el recientemente en compañía de otros ecologistas.

Por otra parte en Estados Unidos se han cancelado 114 pedidos de nucleoeléctricas, y hace diez años que no se hacen pedidos ne-

cesarios de reactores nucleares.

En el acto, que se llevó a cabo en el centro cultural "Los Cinco Centos", en la colonia Roma, Arias Chávez también destacó que numerosas nucleoeléctricas ya han sido convertidas a plantas de otro tipo de combustibles y la de Laguna Verde, sugirió, podría ser habitada como planta nucleoeléctrica aprovechando que a 50 metros de la misma pesa un reactivo de Pemex.

En la conferencia de ayer, la cuarta dentro del ciclo iniciado con ocasión del segundo aniversario del accidente nuclear de Chernobyl, también participó Pablo de la Mora, quien se-

ñaló que los trabajadores de Laguna Verde están "deprimidos" por la información que circula entre ellos en el sentido de que no funcionará como planta nuclear.

Luego de subrayar nuevamente los inconvenientes de una nucleoeléctrica en dicha zona de Veracruz y hacer un llamado para que se tomen en consideración otras opciones, advirtió que existe "una oposición muy fuerte en el sentimiento popular" contra el desarrollo del programa nuclear mexicano.

A su vez, Arias Chávez concluyó que los cinco candidatos de oposición están en contra de la puesta en marcha de Laguna Verde.

## Con una Inversión de 32,000 Millones de Pesos Generará la CFE Energía Eléctrica con sus Aguas Negras de Guadalajara

Por CARLOS A. MEDINA,  
colaborador de EXCELSIOR

### GUADALAJARA, Jalisco

Las aguas negras que arrojan al día cerca de cincos millones de habitantes, así como a las contaminadas por miles de industrias, se les encontró un uso rentable: generar energía eléctrica.

Con una inversión de 32 mil millones de pesos, la Comisión Federal de Electricidad construye cerca de aquí, la que será la primera planta hidroeléctrica que para mover sus cuatro turbinas, usará aguas negras. El proyecto se analiza y se aprueba el 20 de agosto.

Se trata de las hidroeléctricas "Aguas Prietas", que utilizará el tratamiento avanzado de las aguas negras de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque y Tonala y de la zona industrial adyacente, que son desahucadas a varios colectores, principalmente en San Juan de Dios y Atemajac, que en su primera etapa captará 14 mil 500 metros por segundo, con capacidad de regeneración de 240 mil kilowatts.

"Es una obra de extraordinaria importancia para México y para el Occidente del país", señalaron a EXCELSIOR los ingenieros Gabriel Garibay, coordinador ejecutivo de Occidente de la Comisión Federal de Electricidad; José A. Gaudin González, residente de construcción; Mauricio Aguilar González, residente de Infraestructura y Alberto Fernández Topete, superintendente de hidroeléctricas de Occidente.

Desde los despachos que ocupan y en donde se exponen maquetas y planos de la obra, ésta da la impresión de ser otra más que están en construcción la Comisión Federal de Electricidad; pero recorrer los 9 kilómetros en donde se están construyendo los canales, túneles y alcantarillas, todo donde convergen los colectores San Juan de Dios y Atemajac en las orillas de la Perla Tapalina, es una experiencia desagradable.

Las aguas despiden olores nauseabundos. Se pueden observar los gases desperdiciados en descomposición. Animales muertos en medio de unas aguas de un color café oscuro rodeados.

A varios metros de distancia son insoportables los olores que despiden las aguas. Al salir de los colectores, estas aguas altamente contaminadas los días sábados y domingos, incluso los lunes, huelen a cerveza aprisa o a sanitarios de cantinas y "pigueras" insalubres; de mañana a viernes, entre olores de productos químicos o a los que despiden los lavaderos que usan enormes cantidades de jabones y detergentes. "Por sus olores, podemos determinar el comportamiento y hábitos de consumo de los habitantes de la zona", dicen entre bromas los técnicos de la CFE.

Gauna González y Aguilar González, sistemáticamente dan detalles de la obra, a la que califican "como la más extraordinaria que en sus 50 años está realizando la Comisión Federal de Electricidad".

Y explican: desde hace unos 50 años, cuando funcionaba en la región la compañía de luz de Chiapaia, varios técnicos mexicanos observaron que las aguas negras de la ciudad de Guadalajara tenían una caída de cerca de 500 metros de altura, promedio, fuerza motriz que adecuadamente utilizada podría servir para generar energía eléctrica. Entonces se hicieron estudios técnicos, financieros, se analizó el comportamiento de la corriente y se detectaron una serie de puntos estratégicos para construir la casa de máquinas que allí generar energía eléctrica para surtir a la ciudad.

Al principio se pensó en un punto denominado Agua Prieta —de allí del nombre de la planta, no por el color de sus aguas, que bien lo justifican, pero los estudios muestran que el punto más indicado era una del poblado de Tempisque—, en las orillas del río Santiago —altamente contaminado—, que tiene una caída de unos 500 metros de altura, lo que permitirá una velocidad de 500 kilómetros por hora y con capacidad para mover a las turbinas para que cada una de ellas pueda producir 120 mil kilowatts."

—Explicaron que a lo largo de los nueve kilómetros desde la bifurcación de los colectores, está el poblado de La Esperanza, en donde las aguas negras serían conducidas por canales instalados en unos tramos por túneles construidos con vanilla y cemento y por secciones gruesas capaces de resistir la presión del agua, hasta llegar a un pequeño lago artificial que se construirá para almacenar unos dos millones de 250 mil metros cúbicos de agua, para ser conducidos a la barranca sobre un desnivel de 525 metros.

Según los cálculos de Gauna González y Aguilar González, las dos primeras turbinas de la hidroeléctrica estarán en operación en 1970, y generarán 240 kilowatts, con un gasto de 11,500 mil millones de pesos.

"La idea —señalaron— es que esta planta funcione durante las horas pico". O sea, cuando el consumo de energía eléctrica en las tres máximas, entre las 7 y las ciudades llegue a su punto 12 de la noche. Con ello —aseguran— se garantizará el suministro y se evitarán sobrecargas que llegaran a interrumpir el flujo eléctrico.

La planta, indican, si bien es cierto que es de un alto costo económico —32,000 millones de pesos, equivalentes a 1955—, resulta altamente rentable, porque "a medida que vaya creciendo la población, mayor número de metros cúbicos de aguas negras arrojará, y por consiguiente, habrá la suficiente para que jamás falte el líquido.

Los ingenieros instalaron que en la actualidad están garantido los 600,000 kilowatts que consume el área metropolitana del Valle de Atemajac, cuyo suministro se obtiene de las plantas de Manzanilla, Interoceano, San La Rosa, La Villa y Santa Ana, además de otras cinco pequeñas hidroeléctricas que están sobre el río Santiago y de una termoeléctrica que funciona en la Perla Tapalina.

Según los cálculos, Agua Prieta deberá estar funcionando a toda su capacidad en el año 2045 —cuando las turbinas para el momento necesario captar 24,000 metros cúbicos por segundo de aguas negras, cantidad que es técnicamente factible desde el punto de vista del crecimiento demográfico de la zona.

La casa de máquinas, diseñada con técnicas avanzadas (partiendo de la base que el agua que se usará es altamente contaminada, con productos químicos altamente corrosivos y polifélicas para la salud. Sus revestimientos de túneles, sifones y turbinas están hechos con la mejor calidad y después de muchas comprobaciones científicas, se ha visto que "no hay peligro".

Indican que las aguas negras, en su estado actual, ningún tipo de tratamiento para descontaminarlas, por lo que "esas aguas siempre caerán sobre un río —Santiago—, Imbabuá, Limpia". O sea, añaden: "Las aguas serán conducidas a los determinados puntos y se generarán rejillas para interceptar los sólidos que se fluyen sin esos elementos a las turbinas".

Recomendaron que sería inaudazamente irte. Inconcebible descontaminar las aguas, pues "de todas maneras volverán al cauce del río Santiago, que ya viene contaminado por los ríos Lerma, en el estado de México, que pasa por este rumbo al mar en el estado de Nayarit".

El control de las aguas del drenaje tapalino, los técnicos sostienen que no se corre el peligro del desbordamiento, puesto que sólo costarían unos 10 millones de pesos las represas necesarias para las turbinas, y en caso de aumento las lluvias, los puntos de las represas acondicionados para hacer sus descargas excedentes so, lo el cauce normal que siempre se han seguido las aguas por la barranca de Oblatos.

Se puede observar a lo largo del Santiago, sobre todo en las partes altas, de en los colectores de Guadalajara, que en sus orillas ya crece ninguna planta; no existe en sus aguas un solo ser viviente. "Es un río muerto" comentan los ingenieros de la Comisión Federal de Electricidad.

Hace unos 100 años, la fábrica de hilados "La Esperanza" logró una producción diaria, capaz de suministrar a la zona de energía eléctrica. Su planta era de una capacidad de mil kilowatts. La primera experiencia, que no se repitió en México.

Para los ingenieros Gauna González y Aguilar González, construir una planta hidroeléctrica en las aguas residuales de las zonas urbanas "es remota, casi imposible", porque "no está repleta de ser viviente, caudal, desnivel y, sobre todo, una zona urbana densamente poblada que atrae a las aguas negras. Las aguas residuales como fuerza motriz para mover turbinas.

# A Pesar de la Catastrofe de Chernobyl la

Por VALERI LEGASOV,  
académico, director  
adjunto del Instituto de  
Energía Atómica  
"Kurchatov" de Moscú.  
Exclusivo para  
EXCELSIOR

MOSCÚ, 25 de julio (A. P. N.).—Como es bien sabido, por lo demás documentado y relacionado con la investigación de las causas del accidente en la central nuclear de Chernobyl, considero que lo ocurrido en dicha planta y sus trágicas consecuencias, tanto daño han causado al pueblo y al Estado, no ponen en entredicho la utilización del átomo con fines civiles. Los principales expertos mundiales y directores de programas energéticos nacionales ya han llegado a la misma conclusión tras un minucioso análisis del informe que sobre el accidente de Chernobyl presentó el Comité Soviético a la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA).

"La energía atómica es una etapa lógica del progreso científico-técnico, y enumerar a ella es tan imposible como saltarse sobre la marcha. En primer lugar, porque hoy por hoy la tecnología nuclear, no tiene una alternativa válida desde el punto de vista económico y ecológico.

"¿Cómo es así? Pueden preguntar aquellos que nos conocen la energía atómica como una singular caja de pandora y le miran tanto el futuro como el presente, alegando que en el mundo son todavía grandes las reservas de carbón, petróleo, gas y recursos hidráulicos, que la humanidad sólo acaba de dar los primeros pasos en la utilización del biogás, de la energía solar y la del viento, así como de otras fuentes energéticas renovables.

"Todo esto es cierto, pero nadie cuestiona la importancia y la utilidad de aprovechar las diversas fuentes energéticas, sobre todo las renovables. En la URSS, al igual que en otros países, hay no pocos centros científicos dedicados a investigar en ese campo. En la Península

de los Balcanes, por ejemplo, se ha desarrollado un programa de investigación en el campo del biogás, una actividad que se está realizando en forma de un miniprograma que utiliza la energía de las olas. El proyecto ha sido elaborado en el Instituto de Energía Atómica de Moscú, y hace mucho se ha puesto en operación. En la misma central solar, hay proyectos de instalaciones experimentales en las que las fuentes alternativas de energía son objeto de amplias investigaciones. En ciertos casos los trabajos ya se encuentran en fase de experimentación industrial. Con el tiempo, la participación de las fuentes renovables en el balance energético se irá aumentando. Pero, en el futuro previsible, la producción de energía eléctrica en grandes cantidades seguirá dependiendo de carbón, gas, petróleo y combustible nuclear.

"Según los datos de la AIEA, a comienzos de 1986 funcionaban centrales atomoeléctricas en 26 países, generando 15% de la producción mundial de energía eléctrica. Si este porcentaje se recuperara en combustible orgánico tradicional de las centrales térmicas, llegarían hasta qué punto aumentaría la tensión en el mercado mundial de los productos energéticos en primer lugar del petróleo y empeoraría la situación ecológica en el planeta.

"No es difícil predecir que ello obstaculizaría la producción de muchos problemas sociales y económicos. Por otra parte, empeoraría el clima político, entre otras razones, porque habría que esperar un mayor riesgo de conflictos internacionales en torno a los recursos energéticos. No tiene sentido cuestionar el hecho de que ya ahora el carbón, el petróleo y la energía nuclear y la energía atómica constituyen un factor estabilizador en este aspecto. Además, los cálculos más rigurosos demuestran que, si se prescindiera de la energía nuclear, las reservas de combustible orgánico bastarían hasta el

año 2100. Téngase también en cuenta que el petróleo, el gas y el carbón son una valiosa materia prima para la industria y, como tal, merecen un destino mejor que el de ser quemados en los hornos de las centrales eléctricas.

"Algunas consideraciones respecto a las implicaciones ecológicas del problema: Si se son estimaciones más exactas, a resultados de la quema de carbón, petróleo y gas se emiten cada año a la atmósfera 200-250 millones de toneladas de cenizas y casi 60 millones de toneladas de anhídrido sulfúrico. Hasta el año 2000 dichas emisiones podrán aumentar a, respectivamente, 1.244 millones y 400 millones de toneladas. Además, las centrales térmicas despiden gran cantidad de óxidos de nitrógeno, carbón y otras impurezas pesadas, entre ellas elementos radiactivos. Emanaciones de gas sulfúrico ya provocan en muchos países del Norte las denominadas "lluvias ácidas", perjudiciales tanto para los bosques como para la salud humana. Se ha calculado que una central térmica del millón de kilovatios de potencia que funciona a carbón desprende una cantidad de gas sulfúrico susceptible de multiplicar por centenares los casos de afección de las vías respiratorias y de aumentar el riesgo de cáncer. En 1983, veintidós Estados del Norte, incluida la URSS decidieron formar el denominado "Club del 30%", comprometiéndose a reducir dicho porcentaje las emisiones de bióxido sulfúrico hasta el año 1993. ¿Cómo podrán conseguirlo si renuncian a la energía nuclear?

"La concentración de gas carbónico y metano en la atmósfera origina el riesgo de mutaciones climáticas en el planeta. ¿Serán ellas favorables para el hombre? La mayoría de las especialistas dice que no.

"En tales circunstancias, el uso de la energía atómica ofrece esperanzas alternativas. Es capaz, por ejemplo, de asegurar una producción ecológicamente más limpia, aunque también en este aspecto hay problemas. Una copio-

los. En primer lugar, es necesario fortalecer la seguridad nuclear, creando un régimen internacional especial. Además, hay que resolver una serie de problemas científico-técnicos y organizadores, surgidos a raíz de la sueldado en Chernobyl, en la central nuclear de Three Miles Island (EE.UU.) y en centrales nucleares de otros países, que también han sufrido accidentes de menor consideración.

## DESPUES DE CHERNOBYL

"El accidente de Chernobyl indica, en primer lugar, que en los planes corrientes de desarrollo de la energía nuclear en la URSS, más no hizo cambiar de línea, según en este campo, ni los objetivos a medio plazo; multiplicar por 5-6 las potencias de las centrales nucleares. Con el año 2000 aumentar 3% la participación de las mismas en la producción nacional de energía eléctrica. En 1986, la potencia total de las centrales eléctricas en el país sumaba 222 millones de kilovatios, de ellos 9.3% correspondía a las instalaciones nucleares. Como porcentaje a la producción nacional de energía eléctrica representaba 10.6%.

"Los planes de 1986 no fueron cumplidos, naturalmente, no solo por concepto de construcción de instalaciones nuevas sino también por el costo de producción de electricidad. Al paso sucesivo de los grupos generadores de la central de Chernobyl se acentuó la obligación de hacer de las reactores del mismo tipo que el accidentado, tal caso, la revisión supuso un conjunto de medidas tecnológicas. La tecnología en el marco del mismo establecimiento, todo ello con miras a reforzar la producción y elevar el grado de seguridad de los grupos generadores. Este trabajo fué evidentemente valorado por directivos de la AIEA y el propio director general de la AIEA, Stenning Hill y su jefe, durante su visita a la URSS y, particularmente, a la central nuclear de Chernobyl, en enero de 1987. Como es sabido, dos grupos generadores de la central funcionan a plena potencia; el tercer bloque está sometido a descargas de energía y revisión general.



válida esa Tecnología

## URSS Seguirá sus Programas Nucleares

El cuarto bloque, fuente de contaminación radiactiva, está enterrado y todos los procesos que se producen dentro del sarcófago de hormigón armado son controlados con equipos y aparatos especiales. De esta manera, la instalación averiada se ha convertido

en un excepcional polígono donde se realizan investigaciones que pueden tener mucho valor para la ciencia.

Como se ha podido verificar, el accidente en Chernobyl se produjo a consecuencia de graves violaciones de las normas técnicas de explotación del reactor. Por esta razón, se adoptaron las medidas necesarias para reforzar la disciplina técnica y elevar la responsabilidad del personal que ha hecho cursos de rehabilitación profesional. En la central nuclear "Novovoronezhskaya" y en la de Smolensk se han creado sendos centros de entrenamiento, equipados con simuladores especiales que permiten imitar las más diversas situaciones de emergencia. El personal que se prepara en dichos centros es capaz de operar con reactores de tipos diversos. Se ha endurecido el control por parte de los correspondientes organismos estatales, dentro de los reconstituidos Ministerios de Energía Atómica de la URSS.

En la URSS se utilizan principalmente reactores de dos tipos: uranio-grafito (como el de Chernobyl) y agua-agua (como los que se explotan en países occidentales). Se prevé que, una vez concluida la construcción de la fábrica de módulos atómicos en la ciudad de Valdeomid, las centrales nucleares se equiparán sólo con reactores del segundo tipo. La primera fase de la fábrica ya está en operación. Se ha decidido acabar la construcción de ocho reactores de uranio-grafito (ya en fase muy avanzada) y, en adelante, construir solamente reactores de agua-agua. De aquí al año 1990 en las centrales nucleares soviéticas se instalarán unidades de una potencia global de 31 millones de kilovatios.

Consideramos que la generación y el suministro de calor es otra esfera, por lo demás prometedora, de la utilización del átomo como fuente de energía. En la URSS

del combustible orgánico se utiliza para suministrar calor y agua caliente a las ciudades y poblaciones. Pero se puede ahorrar con merito de las denominadas centrales atomotérmicas. Cerca de la ciudad de Kuzel, por ejemplo, se ha terminado de construir la primera central de este tipo, con dos reactores de potencia de 60.000 kilovatios cada uno. Esta central suministra agua caliente a unos 150 grados) a un barrio de 100.000 habitantes, permitiendo prescindir de 270 toneladas de caldera, que cada año consumen 750 millones de metros cúbicos de gas. La seguridad de la Central la garantizan la sencillez del diseño, la integridad de los componentes, la circulación natural en el recinto del reactor, el sistema de tres circuitos de calentamiento de agua (los dos primeros cerrados— y un tercero, corriente) y el caso protector para casos de emergencia. Se está construyendo, en la región de Veronezh, otra central atomotérmica.

En el futuro no se podrá prescindir de reactores

de neutrones rápidos (o reactores reproductores) que no generan energía eléctrica, pero sí nuevo combustible para las centrales atomotérmicas, utilizando con este fin el Uranio-238, más extendido. En

sigue en la página cinco.

### A PESAR DE LA CATASTROF DE CHERNOBYL

sigue en la página seis

varios países se trabaja intensamente en el desarrollo de reactores nucleares de segunda generación. En la URSS ya están operativos dos reactores de este tipo. Se trata de diseñar instalaciones más potentes y portátiles (50.000 y más kilovatios). En el sector energético atómico de finales del siglo XX, por no lo más lejos, tales reactores desempeñarán un papel importante.

En la conferencia de la AIEA en Viena, se habló de desarrollos sobre el reactor de alta temperatura y refrigeración por gas, diseñado a ser utilizado de forma inmediata en procesos tecnológicos industriales: función, química, producción de combustibles sintéticos y otros ramos de la industria. Sus características físicas y técnicas lo harán más fiable y seguro que los reactores de otros tipos.

En su programa de medidas para crear un régimen internacional de seguridad nuclear, la Unión Soviética propone, entre otras cosas, el desarrollo de proyectos conjuntos para construir reactores, de neutrones térmicos y rápidos, más seguros y eficaces. Tales proyectos, según la opinión de especialistas soviéticos, podrán ejecutarse bajo los auspicios de la AIEA como en el caso del conocido proyecto internacional del reactor troncocónico, basado en las ideas soviéticas "Intergamak". Es evidente la necesidad de aunar los esfuerzos científicos-técnicos de diferentes países cuando se trata de las intereses del conjunto de la humanidad.

En 39 Plantas, Diseños Semejantes al de Chernobyl

## Accidentes Nucleares en EU

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETTE

Continúa en este artículo la relación de accidentes en plantas nucleares, tal y como lo informa la organización Public Citizen, según datos oficiales de la Comisión Reguladora Nuclear (CNR) de Estados Unidos.

Año de 1955: ocurrieron 2.997 reportes de sucesos en las 91 plantas nucleares del país según el nuevo criterio establecido en 1954, de acuerdo con el cual sólo se informa de los percances más graves bajo el juicio de las empresas. Para la CNR, quedan fuera más de la mitad de los hechos que suelen ocurrir.

Cada planta experimentó, en promedio, 33 acontecimientos, un incremento del 13% con respecto a 1954. Las diez plantas con más percances de las que se informó fueron: Byron 1; 401; Lamarck 1; 100; Palo Verde 1; 99; Wolf Creek 1; 84; Fermi 2; 8; Catawba 1; 71; Cook 1; 71; LaSalle 1; 69; Brunswick 1; 67; WNP 2; 62. (Palo Verde está en Arizona, cerca de la frontera con México).

Sucesos principales:  
- Sumner. En febrero, la planta efectuó inadvertidamente una reacción nuclear. Operadores inexpertos y supervisión negligente de la dirección causaron el incidente.

Grand Gulf 1 y 2. En julio, ya CNR descubrió deficiencias en los programas de entrenamiento de los operadores de reactor. La empresa también hizo "afirmaciones evidentemente falsas a la C. R. N."

Davis-Besse. En junio se decompositó los dos sistemas, principales y auxiliar, de alimentación de agua. Esta sucesión de hechos fue peligrosamente semejante al accidente de la Isla de las Tercer Millas en 1975. La diferencia principal radicó en que los operadores no dieron cuenta más rápidamente de lo que estaba pasando que los operadores de TMI. La CNR finalmente cerró la planta para reparaciones, aunque sabía, desde hacía años, de los problemas que precipitaron el accidente.

LaSalle 1 y 2. Numerosos problemas de personal, equipo, y regulación desde la apertura de la planta, fueron atribuidos por la CNR a "deficiencias en control de dirección".

Maine Yankee. En agosto, tres cuartas partes de los medidores que monitorean la CNR consideró esto como una "degradación grave del equipo esencial relacionada con seguridad".

Otros hallazgos: Se emplearon 33 multas en contra de la empresa generadoras de electricidad nuclear en 1955, por un

total de 3,756,923 dólares; 17 millones más que en 1954. En 1955 sucedieron 619 "scrums" (paradas violentas de reactor, por entrada de las barras de control), en promedio de 7 por planta. A finales de 1955, la planta de Fort St. Vrain tenía un factor de planta de apenas 15%, lo cual quiere decir que la potencia efectiva fue de sólo 15% de la teórica que la planta podía producir. La Tennessee Valley Authority, que es la segunda empresa nuclear en importancia a nivel nacional, mantuvo todas sus plantas nucleares cerradas en 1955 por errores de dirección. Los diez sitios que se compararon peor respecto a seguridad, de acuerdo con la CNR, fueron: Browns Ferry, Byron 1, LaSalle, Painesades, Grand Gulf 1, Cook, Davis-Besse, Sequoyah Turkey Point, Crystal River 2.

Año 1956: Sucesos nucleares: Ocurrieron 3,000 percances reportados a las C. R. N. Por lo menos 14 plantas informaron de más de 50 percances. Ellos fueron Catawba 1, Catawba 2, Fermi 2, Fort St. Vrain, Hope Creek, Millstone 3, Palo Verde 1, Perry 1, River Bend, Sequoyah 1.

Percances principales:  
- Peach Bottom 3. En marzo, los operadores violaron numerosas regulaciones durante el encendido de la planta. Los operadores sacaron las barras de control de la planta en orden equivocado. Olvidaron el equipo que los avisaría del error, y pasaron por alto otras indicaciones del error. El nivel adecuado de las barras de control asegura que la planta incrementa su nivel de potencia gradualmente, en vez de hacerlo súbitamente o por brinco. Tales brinco pueden provocar esfuerzos que la planta no soporta.

Painesades. En mayo, un conjunto de fallas de funcionamiento en serie obligó a parar la planta. Una investigación de la CNR reveló que los problemas, que incluían a los sistemas diseñados para detectar el calor de las reacciones nucleares, fueron causados por baja calidad del mantenimiento por parte de la empresa. La CNR encontró que unas 1,000 reparaciones atrasadas no se habían realizado. Las reparaciones no se efectuaron porque la empresa consideró que provocaban un paro de la planta durante el invierno.

LaSalle 2. En junio, la planta experimentó un "transitorio transient without scram" (irregularidad anticipada sin entrada abrupta de las barras de control), uno de los accidentes potencialmente

más peligrosos que pueden ocurrir en una planta nuclear. La planta estaba funcionando a 95% de su potencia cuando la bomba de alimentación de agua falló. La planta debió de detenerse para un momento, pero no fue así. Si los operadores hubieran sido incapaces de hacer entrar las bombas auxiliares, las que fallan a menudo, la planta hubiera estado a punto de fundirse en sólo dos minutos.

Hecho. En diciembre 1956, 90 personas de agua radiactiva, ocurrieron la pérdida de combustible usado (decretos nucleares de alta nivel). Por lo menos 8,000 galones de esa agua escurrecieron hacia el pozo que rodea a la planta y al río Altamaha. Este fue el sda hasta ahora el escape más grande de contaminación de una planta de generación de electricidad. Fue así sólo por una semana que la empresa sabía que estaba descompuesta desde hacía semanas, y así un operador que escrutaba los contadores en el reporte de reparaciones.

Sary 2. En diciembre, la empresa de una "crisis tubarica", con 15 años de experiencia, revesó el sistema de agua caliente a ocho trabajadores. Seis de los trabajadores sufrieron quemaduras extremas y cuatro de ellos murieron a un momento de su ruptura. Esto es un grueso ejemplo de mala pulgada, como hebreo descubierto hasta el crecer del potel antes de su ruptura. Aunque la CNR lo echó a culpa del mal mantenimiento de la VECCO y dijo que la tubería debió haber sido revisada por desastres, ni la empresa ni el estado de Vir-

ginia ejercieron acción alguna en contra de la empresa.

Otros hallazgos: En 1956, la Tennessee Valley Authority (una importante empresa productora de electricidad) no genera electricidad con ninguno de sus cinco plantas nucleares durante todo el año. Las plantas de la TVA están cerradas por problemas de seguridad y mantenimiento, y un cuestionario de la CNR dijo que algunas de ellas tal vez nunca vuelvan a operar. Además, la CNR admitió no saber el costo necesario de las reparaciones ni si habría más barato crear permanentemente las plantas. Muchos otros puntos por tenerse en cuenta dan gran parte del año debido a problemas de seguridad.

Rancho Seco y Davis-Besse no producen electricidad desde 1955. Fermi 2 no genera electricidad. A. Piquette, Oyster Creek, Painesades, Brevard 2, LaSalle 1, Fort St. Vrain, y San Onofre 1 producen todos menos de un cuarto de su capacidad. La mayoría de los reactores nucleares en operación, con mucho la peor calidad, construído en el campo de batalla.

En promedio, las plantas nucleares generaron en 1956 10.4 por ciento de su capacidad en 1956. Treinta y nueve plantas, construídas por General Electric, están en operación. Los reactores generaron en muchos aspectos a la planta de Chernobyl en la Unión Soviética. En 1986, descubrió la CNR que para muchos de estas plantas la seguridad de que ellas los sistemas de contención es 20 por ciento en caso de un accidente serio, idéntico a las presiones que se desarrollaron antes muy superiores a las que se diseñó por contenedores experimentales.

SIGUE EN LA PAGINA 90E

# Efectos de las Radiaciones Ionizantes Sobre la Salud

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETE

7 - X - 87

**Introducción**—El propósito de este artículo consiste en mostrar de manera sencilla cuáles son los efectos que las radiaciones ionizantes producen sobre la salud humana. Solo se tomarán en cuenta a las radiaciones que provocan la ionización de átomos y moléculas, es decir, se dejarán a un lado a las formas de radiación que por su baja energía no despojan a átomos y moléculas de sus electrones: sonido, ultrasonido, infrasonido, ultravioleta, infrarrojo microondas, radiofrecuencia y ondas largas.

Las radiaciones que al ionizar son emitidas por las materias radiactivas producto de la operación de centrales nucleares, instalaciones nucleares militares, aparatos médicos, rayos cósmicos etcétera. Los materiales radiactivos emiten, en forma usual, tres tipos de radiaciones ionizantes: rayos  $\alpha$  (partículas compuestas por dos protones y dos neutrones), rayos  $\beta$  (electrones), y rayos gamma (luz de alta energía, como la visible pero un millón de veces más energética).

No hay controversia actualmente sobre el efecto que ocasionan las radiaciones  $\alpha$  dosis altas, puesto que se puede encontrar una relación causa efecto bastante precisa. La evidencia se centra en el daño que las dosis de radiación  $\alpha$  bajo nivel provocan en los seres humanos. Esta problemática adquiere más y más importancia en la medida en que el mundo ha sido invadido progresivamente por materiales radiactivos originados por las pruebas nucleares, por la

emisión de contaminantes generados en todos y cada una de las partes del ciclo de combustible nuclear para la generación de electricidad (minería, tratamiento químico, fabricación del combustible, uso, desmantelamiento), por las múltiples aplicaciones de los radiolabelados en la medicina, industria y agricultura, etcétera. En todas estas instancias hay la oportunidad de que los materiales radiactivos escapen al ambiente para irradiar, en principio a bajas dosis a los seres humanos y a otros organismos vivos del ambiente. En vista de que estos organismos pueden ser parte de las cadenas alimenticias que terminan en el humano, las concentraciones finales de las materias radiactivas suelen ser varias veces superiores a las concentraciones originales de salida de las instalaciones nucleares.

Las radiaciones  $\beta$  (electrones) y  $\gamma$  (ondas de radiación) pueden incidir sobre el cuerpo humano, pueden succionar cuatro efectos principales:

a) La radiación pasa a través de la célula sin producir daño.  
b) La radiación mata la célula o la da irreversiblemente.  
c) La radiación daña la célula de tal forma que el organismo es reparado adecuadamente.  
d) La radiación daña pero sobrevive y se multiplica en forma perturbada durante un lapso de años, de 3 a 10 años, ocasionando efectos en la familia.

## Efectos de las Radiaciones Ionizantes Sobre la Salud

Signo de la primera parte

aglomeración de células que eventualmente se diagnostican como tumor maligno.

Las radiaciones pueden incidir desde fuera y desde dentro del cuerpo humano. Desde fuera lo hacen los rayos cósmicos (que provienen del Sol), los rayos X, y las tres formas de radiación ionizante:  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ , cuando los materiales radiactivos que las emiten se hallan en el ambiente, fuera del cuerpo. Dado que los materiales radiactivos pueden entrar al cuerpo humano por aspiración o por ingestión de alimentos la radiación externa se convierte en interna por esos mecanismos. Ya dentro del organismo, los procedimientos de medida se vuelven complicados, siendo necesario recurrir a modelos teóricos para determinar niveles de radiación interna, en función de los valores que tiene la radiación en el exterior.

### UNIDADES DE MEDIDA

El roentgen, unidad de exposición, es una medida que vale sólo para radiación electromagnética (rayos X o gamma); expresa el número de pares de iones electrónicamente cargados, for-

mados en un kilogramo de aire.

$$1R = 2.58 \times 10^{-4} \text{ coulomb/kg aire}$$

El rad, unidad de dosis absorbida. Esta cantidad se relaciona más directamente con el efecto de la radiación en cualquier material; mide la energía radiante absorbida por unidad convertida en energía térmica en el material.

$$1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/g} \\ = 0.01 \text{ J/kg}$$

El rem, unidad de dosis equivalente. Se define para tomar en cuenta el efecto biológico de la dosis absorbida (expresada en rad), según el tipo de partículas que componen la radiación. La dosis equivalente se expresa en términos de la dosis absorbida, por:

$$D = QD$$

Q es un factor de calidad

que toma en cuenta el tipo de radiación. Así, Q toma el valor de 10 para partículas  $\alpha$ , de 1 para rayos X y gamma, de 1 para rayos  $\beta$  y  $\gamma$ . Estas dosis pueden causar un daño mucho mayor que la radiación electromagnética, o los electrones a igual cantidad de dosis absorbida. Por ejemplo si la dosis absorbida es de 100 rad, equivalente a un milirad de dosis, equivalente es un milirad de 100 rems. La diferencia es que la dosis de un efecto biológico de rem es un Grano dado causa el mismo daño biológico. En el procedimiento de la clase de radiación que fue absorbida.

Como comparación, por la radiación natural estamos expuestos a unos 100 milirads de rem al nivel del mar, y a unos 200 milirads en la ciudad de México; por una radiación dental sufrimos una dosis de unos 10 milirads.

## ojos - La Pandilla

primera parte

antico, sin melindrama y, pos, no más. Algunos leños. Algunos vez hacen de a montón, hacen de tención, su rabia inconformidad un oficio, pagaban fuertes aumentaban, se alcaidos hacían ejercicios, ohe se los podía ver en tudad tomaba, deteniendo automotulistas develados, se.

se multiplican. El otro día de chavas de ocho a once hámbrg con los huesos

3º Consideración

# Daños que Causaría un Accidente Nuclear

Por ALEJANDRO CERVILLO UNSA

Antes del accidente ocurrido en la central nuclear de Three Mile Island, en la industria nuclear en el gobierno estadounidense dudaban en dudar el Informe Rasmussen para "trabucarse" a la población acerca de la posibilidad de un accidente nuclear grave. El informe decía: "La posibilidad de un accidente de un reactor que hidiese más de mil muertos es de una cada cien millones de años reactor", lo que presuena que esa eventualidad se presentaría hasta la siguiente era glacial. El estudio del profesor Norrmann Rasmussen fue respaldado por la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, pero los hechos han desmentido sus conclusiones. El accidente de Three Mile Island ha provocado gastos del orden de miles de millones de dólares en reparaciones y descontaminación de la planta, en tanto que el accidente de Chernobyl se estima que provocará cientos de miles de casos de cáncer en un período de 30 años.

El temor a un accidente nuclear ha sido el efecto provocado por los estimaciones de los estudios oficiales acerca de los daños que puede causar un accidente grave. En 1967, la Comisión de Energía Atómica (CEA) tomó como ejemplo un accidente en un reactor de 150 megawatts (trenes de una cuarta parte de cada uno de los reactores de Laguna Verde), situado a 50 kilómetros de una ciudad (el puerto de Veracruz) y la ciudad de Jalisco a 75 kilómetros de Laguna Verde. Se consideró que el accidente liberaría 99% de la radiactividad contenida en el núcleo del reactor y los efectos serían: 3.000 muertos inmediatos; 135.000 heridos; ... 4.000.000 desahojados; 3.000.000 personas que deben estar bajo control médico; y por la radiabilidad de que resulten en algunas formas de cáncer; 14.000 billones de dólares en pérdidas y costo

SIGUE EN LA PRÓXIMA PAG.

Sigue de la primera página

25.000 y 30.000 kilómetros cuadrados contaminados.

En eso apareció el Informe Wash-740, revaluación del Informe anterior. Este informe, promovido por expertos de la CEA, estimaba los siguientes efectos: 45.000 víctimas inmediatas y la contaminación de un territorio igual al de Pennsylvania (equivalente a una vez y media más el territorio del estado de Veracruz). Debemos hacer notar que este documento se mantuvo en secreto hasta que asociaciones de consumidores exigieron que la ley de libertad de acceso exigieran su publicación.

En Alemania Federal, el Instituto para la Seguridad de los Reactores a petición del Ministerio del Interior, realizó un estudio sobre las consecuencias de un accidente nuclear grave. El estudio incluyó que las tasas de radiación que recibían las personas que vivieran en un área de 100 kilómetros del reactor accidentalmente alcanzarían 3.200 rad. Dentro 15 veces más fuertes que la mortal de 600 rad. Considerando que el accidente liberaría 90% de la radiactividad contenida, provocaría la contaminación de 2.000.000 kilómetros cuadrados, dejándolos inutilizados por más de cien años.

Estas consecuencias eliminadas no han sido realizadas por los constructores de la industria nuclear, es más, con productos de estudios elaborados por organismos internacionalmente ligados a sus intereses. Lo que ocurre realmente es, en términos de la posibilidad de que ocurra un accidente de este tipo, a pesar de los casos de Three Mile Island y de Chernobyl.

Sin embargo, los hechos han empujado a nuevas posiciones desde las críticas internas que recibió el Informe Rasmussen, la propia dirección de reevaluación de la CEA y por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, pasando por las renuncias y denuncias de corrupción e inseguridad que existían en el diseño y administración de los reactores realizados tanto en el interior de la compañía General Electric (fabricante de los reactores de Laguna Verde) como por expertos de la Comisión Reguladora Nuclear, hasta la apertura de una discusión amplia y pública que está obligando poco a poco a varias naciones a realizar referendums, ya que la población ha decidido impedir la construcción de más plantas, como en el caso de Suecia, Austria e Italia. Deben sumarse los países que de hecho tienen una norma estricta nuclear y que su plan nuclear han puesto en crisis la industria de fabricación de reactores (General Electric y Westinghouse) con las empresas más grandes, desde hace años ya no fabrican reactores, sólo dan servicio.

Mientras tanto, en México parece que se han a una demanda entre 60 y 75 kilómetros de Laguna Verde. Se consideró que el accidente liberaría 99% de la radiactividad contenida en el núcleo del reactor y los efectos serían: 3.000 muertos inmediatos; 135.000 heridos; ... 4.000.000 desahojados; 3.000.000 personas que deben estar bajo control médico; y por la radiabilidad de que resulten en algunas formas de cáncer; 14.000 billones de dólares en pérdidas y costo

de Estados Unidos, "Atamos para la paz", introdujo las dudas dadas en la mente de los nucleócratas que cauciano a formar en su seno. No es de extrañar, entonces, que el director de la CFE dijera al gobernador de Veracruz, como apareció en la prensa de aquel estado, que la central nuclear de Laguna Verde no implicaba riesgo alguno. Fernando Hiriart, de esta manera, fue mucho más allá del Informe Rasmussen. Tampoco es de extrañar que la SEP y el Conacev publicaran conjuntamente un libro titulado "Las Radiaciones: Reto y Realidad", firmado por Jorge Richards Campbell, donde el autor se dice que "para gente que vive en la proximidad de una planta nuclear, es más probable que muera ahogado por un grave accidente que un accidente en la planta". A esta exageración tuvo que añadirse en la imprenta la siguiente nota: "Al entrar este libro a imprentación se produjo un accidente de un reactor nuclear en Chernobyl, cerca de Kiev, URSS... La nube de gases radiactivos fue dirigida a Escandinavia". Agregaba que según el doctor Goffman, especialista en los efectos de la radiación en la salud, se esperan para los próximos 20 años, entre 600 mil y un millón de casos de cáncer, tan sólo por el Cesto 135 y 137 que liberó la planta nuclear de Chernobyl. Incluso existen estadísticas que estiman en miles los casos de cáncer anuales provocados por el funcionamiento normal de los centrales nucleares, como el elaborado por el doctor Tamplin.

¿Cómo puede promoverse un proyecto con estos riesgos, ¿en qué se puede fundamentar? La única manera; excepto el pánico. Es el último argumento de la CFE, ha aparecido en boca del máximo promotor del proyecto, el ingeniero El-benschuler. "Si no entra a operar Laguna Verde, no habrá electricidad". Son ellos los que promueven el terror entre la población, entre aquella población que con sus impuestos, sin estar de acuerdo, paga la campaña en favor de Laguna Verde.

¿Si no hay alternativa energética, dónde está el 80% de la capacidad hidroeléctrica del país, no explotada? ¿Adónde la posibilidad de desarrollo de la geotermia en un país atravesado por una cadena volcánica? ¿Dónde la capacidad de shorro de energía, desarrollada en otros países, cuando Chile y Francia comenzaron a extraer el 40% del total de la electricidad producida en nuestro país? ¿Por qué no desarrollar e investigar seriamente las fuentes renovables de energía en las que se encuentra realmente la alternativa como ya lo entienden muchos países? Mientras, nosotros consumimos la tecnología desahojada de los controlados, consumimos el petróleo y entramos en el camino sin salida de los desechos.

... embargo, más difícil de ad-  
judicar a la exposición de  
las radiaciones, en vista de  
que los tipos de cáncer  
producidos por estas son in-  
distinguibles de los que  
ocurren naturalmente.

d) Primero viene la leucemia, particularmente  
en niños. Los casos de leu-  
cemia debidos a Chernobyl se  
detectarán en un par de  
años, y el número de muert-  
os aumentará su máximo  
por algo así como una de-  
cada, para disminuir y de-  
sarrollarse hasta el punto de  
caer a 25 años o partir de  
allí.

e) Justo cuando el máxi-  
mo de la onda de las leu-  
cemias pasa, empieza a  
levantarse la onda final  
que corresponde a la apa-  
rición del cáncer en ma-  
joras. (Tróleos, pulmón, es-  
tómago, hígado, intestino  
grueso, hiecos, estómago,  
tiroides, etc.). Se trata de  
cánceres de tipo "umbra-  
l", es decir, de un nivel  
de radiación debajo del  
cual la radiación es in-  
suficiente para producir  
la enfermedad. En el caso  
de Chernobyl se estima  
que existirá una "onda um-  
bral", es decir, un nivel  
de radiación debajo del  
cual la radiación es in-  
suficiente para producir  
la enfermedad. En el caso  
de Chernobyl se estima  
que existirá una "onda um-  
bral", es decir, un nivel  
de radiación debajo del  
cual la radiación es in-  
suficiente para producir  
la enfermedad.

f) El que debajo de cierta  
dosis de radiación los efec-  
tos cancerosos se contin-  
úan con los casos de "cán-  
ceres naturales", es decir,  
que existe una "onda um-  
bral", es decir, un nivel  
de radiación debajo del  
cual la radiación es in-  
suficiente para producir  
la enfermedad. En el caso  
de Chernobyl se estima  
que existirá una "onda um-  
bral", es decir, un nivel  
de radiación debajo del  
cual la radiación es in-  
suficiente para producir  
la enfermedad.

Se ha demostrado que el  
riesgo de leucemia se in-  
crementa linealmente con  
la dosis por lo menos desde  
0.5 rad, y que el riesgo  
de cáncer de la tiroides se  
incrementa linealmente con  
la dosis por lo menos desde  
0.5 rad. Estos y otros datos  
prueban que la hipótesis de  
una relación lineal entre  
exposición y efecto de las  
radiaciones se mantiene a  
dosis tan bajas como sea  
posible la observación, y  
que, por tanto, no existe  
un "umbra", O sea que, las  
dosis indicadas no son las  
dosis a las que la hipótesis  
lineal deja de ser válida,  
sino los dos valores máxi-  
mos sobre las curvas de  
exposición humana para  
estas dos enfermedades.  
Todo apunta para indicar  
que la linealidad de estas  
curvas continúa hasta la  
dosis cero, y que una línea  
decaída semejante existe para  
otros tipos de cáncer que  
simplemente tienen un  
tiempo de incubación más  
largo. Se debe enfatizar

# radiaciones ionizantes Sobre la Salud

también que otros 0.8 rad  
son sólo 5 por ciento de  
los 15 rad "permitidos" a  
los para la actividad ocu-  
pacional de quienes trabajan con ra-  
diaciones, y que los 6.5 rad  
son sólo 22 por ciento de  
los 30 "permitidos" para la  
irradiación de su tirada.

## CONCLUSIONES ENFATIZADAS

Con fundamento en estos  
datos se puede hacer el  
sentido para la salud de los  
trabajadores y la población  
de conceptos engañosos co-  
mo "dosis permitidas".  
Estas dosis se definen para  
la emisión coloidal, sin  
accidentes, de las instala-  
ciones nucleares, particu-  
larmente las nucleoelectrí-  
cas. Si no se puede hablar  
de "dosis umbrales", tampoco  
tendrá fundamento operar  
dentro de una instalación  
en forma de "onda umbral"  
de "dosis permitidas" no es ce-  
ro. Población y trabajado-  
res estarán sometidos a  
niveles de cáncer. Por al-  
guna razón momentánea, se  
acepta que la dosis permiti-  
da para los trabajadores  
sea de 10 veces la dosis  
que recibiría la población  
circundante a una instala-  
ción nuclear.

La percepción de que la  
hipótesis lineal tiene val-  
dez, de que las ondas de  
muerte por radiación se ap-  
roceran a cualquier dosis,  
aunque en tiempos largos,  
ha planteado que los nive-  
los máximos de exposición  
ocupacional permitidos ha-  
yan bajado por un factor  
de 10, y que el nivel para  
los miembros de la pobla-  
ción se haya disminuido  
por un factor de 300. Para  
que el riesgo sólo desaparezca  
a dosis cero, esto es lo su-  
ficiente.

La ola de efectos somá-  
ticos, por su parte, puede  
aproximar incluso hasta la  
décima generación, con mu-  
chos interrogantes. De  
acuerdo con H.J. Muller  
(Premio Nobel), por cada  
mutación visible observada,  
producida por radiaciones,  
hay 10,000 invisibles o "pe-  
queños".

A la vez de ilustración de  
los efectos somáticos que  
se esperan de Chernobyl,  
se citan los "errores" comu-  
nicados por el Centro de Estu-  
dios Ambientales de la Uni-  
versidad de Princeton.  
Ellos esperan entre  
2,000 y 40,000 casos de lo-  
bros en troides por todo

131 inhalado, un pequeño  
por ciento de los cuales so-  
n fatales.

10,000 y 200,000 casos po-  
siblemente de tumores en troides  
por todo 131 inhalado. En  
esta enfermedad postvacu-  
cional:  
3,500 y 70,000 casos de  
cáncer por exposición a  
cuerpo entero de sólo 137  
externa e interna, de los  
que aproximadamente la  
mitad serán fatales.

Para complicar la situa-  
ción, las dosis que son "per-  
mitidas" para trabajadores  
y población circundante a  
instalaciones nucleares no  
toman en cuenta los distin-

tos caminos por los que los  
efectos se pueden incremen-  
tar. En particular, todas las  
dosis han sido evaluadas  
sustituyendo las particu-  
laridades personales, del  
elemento radiactivo, de la  
composición química en el  
que aparece, etc. de tal  
manera que las dosis que  
resultan pueden exagerar-  
mente las personas serán  
cientos y hasta miles de ve-  
ces superiores a las que  
deberían haberse usado  
indiscriminadamente por  
organismos reguladores y  
de salvaguardas.

Fuentes consultadas:  
Effect of Radiation on  
Human Health, Hearings  
Before the Subcommittee  
on Health and the Environ-  
ment, U.S. Government  
Printing Office, 1973. The  
Nuclear Energy Research  
Board, U.S. Commission  
on the Safety of Atomic  
Energy, August 1975.  
The World Accident in the  
World, Pan Books, 1986.  
Maurice Pteres, Mundo  
Ciencia, vol. 51, 1985. Dr.  
Frankie et al., Radiation  
Exposure to the Public  
From Radioactive Emissions  
of Nuclear Power Stations  
para publicarse en New  
Scientist.

# 10 Nov - 87 Efectos de las Radiaciones Ionizantes Sobre la Salud

Por JAIRO ANTONIO MARTINEZ NEGRET

## — II y último —

a) Las exposiciones a dosis  
muy inferiores de radia-  
ción (100000 rem) o a  
menor de las dosis que  
causan la muerte en horas  
o aun en minutos.

b) Las exposiciones a dosis  
muy inferiores de radia-  
ción (100000 rem) o a  
menor de las dosis que  
causan la muerte en horas  
o aun en minutos.

c) La tercera onda de  
muerte (por exposición en-  
tre 25000 rem) consistir-  
á en la muerte por causa  
de la destrucción o  
de la incapacidad de re-  
parar el d. sólo para vivir un  
mes o menos por causa  
de la pérdida de la  
memoria, que es el  
efecto responsable de la  
formación de la sangre. En  
caso de la destrucción de  
omniadas células, los sin-  
tomas incluirán sangrado  
debido de la piel, en la  
boca, y en los órganos  
internos. La pérdida de gló-  
bulos blancos hace al cuer-  
po particularmente susce-  
ptible a infecciones.

Estas tres primeras  
ondas mortales, llamadas  
"muertes tempranas", son

seguidas por otras dos on-  
das, las que son responsa-  
bles de la gran mayoría de  
muertes por cáncer. For-  
malmente las tres prime-  
ras ondas son atribuidas a  
las radiaciones a dosis altas,  
en tanto que las dos últi-  
mas ondas mortales (o  
"muertes tardías"), son  
atribuidas a las radiaciones  
a bajo nivel. Este gran  
número de muertes es, sin

DUPLICAR EN LA PAGINA 1222

# Aumenta 200% el Costo de Laguna Verde por el Retraso de 3 Años

## La Inversión Supera 3 mil Millones de Dólares y se Incrementa Cada día que no Opera: CFE

Por ALAYA ELENA GUTIERREZ, corresponsal de EXCELSIOR

**VERACRUZ, Ver.**, 12 de noviembre.—El retraso del funcionamiento de la planta nucleoelectrica de Laguna Verde provocó aumentos de hasta 200 por ciento en el costo global del proyecto, reveló hoy aquí el subdirector de la Comisión Federal de Electricidad, Juan Echebenschulz Iñattina.

Sentó que la inversión en Veragu Verde supera los 3 mil millones de dólares, por lo que probablemente en mayo de 1988 va a operar normalmente Laguna Verde.

El costo de la planta está fuera de operación el costo se incrementa, porque tiene que pagar el salario de los trabajadores que laboran en ese sitio.

Existe, dijo, la posibilidad de que antes de finalizar el año se efectúe la carga del combustible, y la operación comercial del fluido eléctrico se calcula en ese sitio.

Lo que probablemente en mayo de 1988 va a operar normalmente Laguna Verde.

Dio a conocer que durante el funcionamiento de la primera etapa del complejo se podrán obtenerse 654 megawatts y en la segunda fase se pretende otra cifra similar.

Asimismo dijo, existe el propósito de establecer otras dos plantas nucleares, "pero dependerá del desarrollo de Laguna Verde".

Y expresó que Laguna Verde es totalmente segura, pues "ha pasado las pruebas aplicadas por la Organización Internacional de Energía Atómica" y a buen es cierto que hay algunos grupos ecologista que no manifiestan credibilidad en el proyecto "el se debe a que en algunos casos se carece del verdadero conocimiento de energía nuclear".

## Descartan que México pueda tener una nucleoelectrica en los próximos 13 años

Por PATRICIA PAREDES

En los próximos 13 años México sólo tiene posibilidades de poner en operación las dos unidades de la planta nucleoelectrica de Laguna Verde, pero se descartó que en ese tiempo pueda construir alguna otra central, manifestó el Comisariado de la Energía Atómica.

Un reporte de ese organismo indica que se espera que México ponga en operación la primera unidad

de la planta de Laguna Verde en 1988, con capacidad para generar 654 megawatts y que para 1991 las dos unidades de la central ya estén en funcionamiento, que tendrán una capacidad conjunta de 1,308 megawatts.

Así pues, expone, se espera que en los próximos cuatro años las dos unidades de la nucleoelectrica de Laguna Verde estén en operación, pero se descartó que al menos en los próximos 13 años México

pueda contar con otras centrales.

Actualmente, apunta, hay en operación 431 unidades nucleoelectricas en todo el mundo con una capacidad de generación de 308,526 megawatts y se presume que en 1988 entrarán en operación 24 más entre las que se cuenta el primer reactor de Laguna Verde con una capacidad conjunta de 21,702 megawatts.

El estudio del Comisariado de la Energía Atómica revela que hay en construcción 139 unidades de plantas nucleoelectricas en todo el mundo, de las cuales 24 están en Estados Unidos, 32 entre las naciones de la Comunidad Económica Europea; 16 entre los países de Asia; 58 entre países europeos de economía centralizada y 10 en el resto del mundo.

El total de las centrales nucleoelectricas que han sido canceladas suma 162, de las cuales 129 se suspendieron en Estados Unidos; 18 entre las naciones de la Comunidad Económica Europea; tres entre otros países de Europa; 10 en naciones de Asia; una entre los países europeos de economía centralizada y una más en el resto del mundo.

# La Industria Nucleoeléctrica no Tira sus Desperdicios al Medio Ambiente: RC

92% de los Tabasqueños con Afecciones Dentales: F. Fonz

Por. — Malesía del Carmen Rodríguez.

Un 92 por ciento de la población tabasqueña registra afecciones dentales que van desde cuatro a 10 piezas dañadas en promedio, según aseveró ayer el secretario de Servicios Académicos de la División de Ciencias de la Salud de la UJAT, Francisco Fonz Chán.

Lo anterior se origina por no llevar a cabo una correcta higiene bucal y no visitar al odontólogo (PASE A LA PAG. DOCE)

## En Tabasco

LAGUNA VERDE NO VA A HEREDAR LOS RESIDUOS A FUTURAS GENERACIONES

Jesús Martell Chagoya.

La industria nucleoeléctrica, es la única en el mundo que no tira sus desperdicios al medio ambiente, sino que sus desechos radioactivos los guarda en tanques, de litanio, por lo tanto, es absurdo pensar que la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, Veracruz, Var., vaya a heredar a futuras generaciones los residuos de su planta que muy pronto entrara en funciones.

Expresó ayer lo anterior el licenciado Ramón Casio Galvín, jefe del departamento de Comunicación Social del proyecto nucleoeléctrico Laguna Verde en su conferencia expuesta ante la comunidad estudiantil y profesionistas que están participando en la semana de ingeniería iniciada el lunes pasado, organizada

(PASE A LA PAG. DOCE)

La Industria Nucleoeléctrica . . . . .

(VIENE DE LA 1ra. PAG.)

por la UJAT, la Asociación de Catedráticos y la dirección de la Facultad de Ingeniería de la propia universidad, y la C.F.E., entre otras instituciones civiles y educativas.

Agregó que esa central de la Comisión Federal de Electricidad iniciada en 1966 con una inversión económica de dos mil 50 millones de dólares, equivalente a valor corriente, está bien hecha por técnicos y obreros mexicanos, que han sido capacitados previamente al respecto y que es absurdo pensar que esa no igna obra es una "cosa maldita" e insegura para la región de su ubicación, y para México.

Después de explicar con lujo de detalles y con el apoyo de folletos ilustrativos, así como de transparencias sobre el proceso técnico y de construcción y funcionamiento de la obra el licenciado Casio Galvín indicó que esa central, gracias a las características de su estructura, ofrece máxima seguridad para todos en general y que no puede ser destruida por medios convencionales.

Más adelante señaló que el edificio está construido con concreto de alta resistividad, forrado en su parte interna con acero de baja aleación y alta resistividad, y un sistema de descarga de agua que no regresa de inmediato al mar, sino que corre por espacio de un kilómetro y medio antes de hacerlo.

El licenciado Casio Galvín informó a los presentes que ese edificio contiene un turbogenerador con capacidad de 664 mil kilowatts hora, los cuales representan abastecer una ciudad de tres millones de habitantes, o bien, producir el equivalente al 25% de la que genera en conjunto el Rio Grilalva, la presa de Chicocosen, Malpasco, Peñitas y otras.

Antes de pasar a la sección de preguntas y respuestas, el conferencista aseguró que la planta nucleoeléctrica, Laguna Verde está prevista para que funcione generando energía para México en forma normal hasta el año 2010 y que en ese entonces se verá si es redituable su mantenimiento y conservación o bien construir una nueva.

Por último señaló que todavía faltan 140 millones de dólares por ejercer para concluir la obra, de los cuales el 54% será invertidos en México para la compra del material y equipo y el propio combustible. Para finalizar recalcó "La nucleoeléctrica Laguna Verde, no ha sido diseñada para producir combustible de armas nucleares como las de otros países, sino energía eléctrica".

# "El Gobierno Debe Advertir Sobre los Riesgos de la Planta Nucleoeléctrica"

Por JOSÉ LUIS TELLEZ,  
responsable de EMERSON

PUEBLA, Pue., 9 de noviembre.—Más de mil la operación de una planta nucleoeléctrica en cualquier país, los gobiernos deben advertir a la población sobre los riesgos y beneficios que ocasionará, sentenció Roberto Pérez Gallo, científico de la Universidad de California.

"Un complejo de este tipo como Laguna Verde ayuda a la economía del país, mejoraría el nivel de vida de los mexicanos, sin embargo, el gobierno debe hacer saber a la población de las complicaciones antes de iniciar su operación", dijo al participar en la XXVIII Jornada Anual de la Asociación Mexicana para el Estudio de la Hematología, que en parte organiza la Universidad Autónoma de Puebla.

En tanto, los doctores Juan Lombardi, del Instituto Nacional de Nutrición; Desamparada López Ariza, del IMSS, y David Gómez Almaguer, del Hospital Universitario de Monterrey, Nuevo León, rechazaron la posición gubernamental de que funcione Laguna Verde como planta nucleoeléctrica.

Preguntaron: "¿Acaso el Estado no se ha dado cuenta de la contaminación que provoca Pemex en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas para insistir en operar Laguna Verde?"

Comentaron que el rechazo de los trasplantes de médula ósea a personas afectadas por la explosión de Chernobyl, al resultar totalmente innutivas las intervenciones químicas,

demuestra que ni en países como México, ni en el bloque de ex-repúblicas de la URSS, la medicina es capaz de atender simstomas como el mencionado.

"Esto debe ponernos a pensar de lo que pasará en México si se produjera un problema de tal magnitud", y criticaron que en vez de haber invertido en Laguna

Verde, el gobierno hubiera podido construir más de diez hospitales para el tratamiento del cáncer con ese mismo dinero, que alcanzaría, además, para el sostenimiento de esas casas de salud durante más de diez años.

Lombardi-Méndez reprochó que México no esté en condiciones de indemnizar a países vecinos en caso de un accidente nuclear, como lo estipula la Ley de Seguros Nuclear.

## En Diciembre, la Primera Carga de la Planta de Laguna Verde: Eibenschutz

VERACRUZ, 12 de noviembre.— La primera unidad de la planta nucleoeléctrica Laguna Verde será cargada de combustible durante el mes de diciembre y se prevé que pueda entrar en operación, a partir de mayo del año próximo, anunció hoy el subdirector de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Juan Eibenschutz Hattman.

Anunció que ya se iniciaron los estudios necesarios para la posible instalación de una o dos plantas nucleoeléctricas en otras regiones del estado, las cuales serán aprobadas de acuerdo al desarrollo que manifieste Laguna Verde, que generará 645 megavatios en cada una de sus dos unidades.

Después de inaugurar el Segundo Congreso Nacional de Desarrollo y Medio Ambiente con Respetivo al año 2000, años.

Eibenschutz añadió que de acuerdo a los estudios preliminares, una de las dos nucleoeléctricas podrá instalarse en Barra de Cazones, ubicada al norte del estado de Veracruz.

"Por otra parte, el funcionamiento indicó que los usuarios de energía eléctrica reciben actualmente un subsidio del 42 por ciento en el suministro de luz, ya que el costo de producción de ese sector, respecto al precio, es de un 58 por ciento.

Finalmente, dijo que la CFE tiene la obligación de brindar el suministro de energía eléctrica a un bajo costo, aunque reconoció que llegará el día en que los márgenes de ganancia, con base a los ajustes de precios que se harán en los próximos años.



# Seguridad en la Industria Nuclear

Por de la primera plana

Después de un año de mayo de 1952, en la Gran Bretaña, tal y como se publica un estudio sin precedente sobre el diseño y el reporte de seguridad de las reactores centrales nucleares planeadas para Sizewell y Suffolk en esto, se sabe a que por primera vez en Gran Bretaña se instalará un reactor americano enfriado por agua en un PWR.

Características especiales se adicionaron al proyecto para que se alcanzaran los niveles de seguridad británica en materia nuclear. Los reactores enfriados por agua han sido criticados desde el accidente de Three Mile Island en 1979 en la Gran Bretaña, y en un esfuerzo para calmar los temores de la población de este país acerca de la tecnología nuclear se ha permitido alistar al de Harrisburg, la CEGIB concluyó todo el estudio de revisión final de la planta Sizewell en forma conjunta entre autoridades y la población. Asimismo, el reporte técnico sobre esta central fue publicado el 30 de abril de 1982 y fue proporcionado al movimiento ecologista y al movimiento antinuclear para que preparara su oposición del caso Sizewell, y la consulta pública que se efectuó en enero de 1983.

Si alguien de una encuesta o a través nuestro deseara saber más sobre seguridad nuclear, mantenga el directorio de Walter Marshall, director de la UKAEA y de la agrupación de energía nuclear que se formó en 1981 para reorganizar a Peter Swirell, "teniente plana continúa en el lado izquierdo de la página. Los detalles técnicos y términos para reabrir".

La CEGIB tiene como objetivo argumentar en la consulta popular su postura sobre las convenciones del desarrollo de la opción nuclear en la Gran Bretaña, por lo que también fue publicado en 1982 su "Statement of Case", aquí el primer argumento es que la CEGIB considerará era lo barato de la energía y la gran eficiencia de las centrales PWR y la necesidad de los reactores y de los costos ingleses para entrar al resto del mundo y compartir los beneficios de la explotación de los reactores enfriados por agua. Usaría un PWR como se mencionó anteriormente para enfrentar al que tuvo problema en Harrisburg, la CEGIB ayuda para el diseño y la construcción. Sin embargo, la tecnología nuclear americana, ha tenido consi-

derables alteraciones para dos, así mismo se han ajustado a los niveles de otros cambios al diseño seguridad británica, por lo que los reactores de los cuales tenemos se han incrementado desde un total extra aproximadamente de 250 millones de libras esterlinas a los costos unitarios de \$100 millones. Una parte extra de mayor costo se completó para instalar un reactor de agua en comparación con la tecnología que utilizan las plantas ya existentes, se compensa en el lugar de las AGR.

Después de la posibilidad del gobierno conservador en 1981, es casi seguro que continúan con su plan nuclear con reactores PWR.

El Partido Laborista favorece el sistema AGR, los socialdemócratas a diferentes una política nuclear y los liberales están favoreciendo el desarrollo nuclear británico.

## Bases en GB Para Reabrir a los Ecologistas

# Seguridad en la Industria Nuclear

FRANCISCO JAVIER CERVANTES G. 5 Oct. 88

Es bien conocido que ninguna actividad industrial está completamente fuera de peligro y por lo que se refiere a la industria nuclear, tanto en el mundo occidental como en el socialista, los estudios sobre la seguridad nuclear son incrementados constantemente para alcanzar los máximos estándares de seguridad.

Para obtener la autorización de construcción de una planta nuclear, el solicitante debe someter a la autorización de las autoridades un estudio preliminar de seguridad, que contenga la información sobre protección del medio ambiente. Asimismo, se elabora un análisis final de seguridad que contempla las especificaciones técnicas, los procedimientos de operación que deben ser desarrollados en forma paralela con la manufactura y la construcción. Además también participa una compañía aseguradora que verifica el diseño, la fabricación, construcción, prueba y operación de una central nuclear.

Es decir, la aprobación por parte de las autoridades. Sólo es posible el programa de control de calidad y de seguridad han cumplido satisfactoriamente sus requerimientos, aunque existe el caso que aun cuando se ha dado la licencia para operar la planta, ésta puede ser revocada. Tenemos como ejemplo el de la planta conocida como la del Cañón del Diablo, en California, que otra día después de obtenida la licencia le fue cancelada debido a una denuncia relacionada con su diseño, ya que no era el adecuado para alcanzar los niveles de seguridad en caso de sismo.

De acuerdo a las estadísticas gubernamentales del Reino Unido, dice Michael Longstaff, la energía nuclear es la más segura de todas las industrias que se dedican a producir electricidad.

Roy R. Matthews agrega en su ensayo sobre "The Practical Development of Safety Requirements" que la CEGIB (Central Electricity Generating Board) toma toda la responsabilidad por la seguridad de la operación de sus plantas y algunos de los factores más importantes para una operación segura son: primero, hay una motivación hacia la seguridad y un gran apego de su importancia, la cual es evidente a todos los niveles de dirección, empezando por el titular, la personalidad de los operadores y su adiestramiento, es altamente importante y esto es evidente ya que los empleados de la CEGIB son ingenieros graduados y bien calificados por sus colegios o asociaciones de profesionistas. Por otra parte, la población también participa en el desarrollo de esta industria en Gran Bretaña.

BIQUE EN LA PAGINA DCE

## Exportará Francia Energía Nuclear de Cinco de sus Plantas; De Sedouy

Por JOSE VALDERRAMA

Francia tiene 43 plantas nucleares produciendo electricidad y tendrá 52 en tres años más. La energía de cinco de ellas se exportará. Lo anterior fue informado por el embajador en Francia, Jacques Alain de Sedouy, en el Club Rotario de la Ciudad de México.

Pese a no tener petróleo, Francia ha aumentado su independencia energética a tal punto que el 22 al 46 por ciento de su energía eléctrica es producida por reactores nucleares. En el año 2000 mejorará su producción en la materia y disminuirá sus costos de producción, con la introducción de "sub-gobernadores" en materia de tecnología para producir uranio, reciclar el combustible, eliminar los desechos, reciclar y reducir el consumo de agua y electricidad, dijo el diplomático. Destacó que hoy Francia es el segundo productor de

energía nuclear, después de Estados Unidos, con 43600 millones de dólares, y que tiene altas partes de su energía eléctrica proveniente de sus nucleoelectrículas.

"En lo ecológico Francia avanza sin problemas, en lo económico, por la dependencia del petróleo y otros combustibles de alta contaminación", dijo también el embajador.

El accidente ocurrido en la URSS, según la Organización Internacional de Energía Atómica, se debió al tipo de tecnología utilizada por los soviéticos desde 1953 en Occidente. Sólo se han registrado cuatro accidentes, una cantidad mínima en relación a los reportados en el manejo del petróleo, gas, el carbón y otros combustibles; sólo falta que sean furtivos y reducir el consumo de electricidad de los países europeos. No se debe preocupar, si queremos la industria nuclear", concluyó.

## Imposible Asegurar el Abastecimiento Eléctrico sin la Energía Nuclear: ININ

Ornela Vela Oeda, directora del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, afirmó ayer que es imposible asegurar el futuro abastecimiento eléctrico de México, sin hacer uso de la energía nuclear.

Ornela Vela Oeda anunció que los problemas de demanda de esa energía con la puesta en marcha de 13 nuevos reactores nucleares durante 1987, dijo.

Vélez Oeda inauguró el foro México y la Energía Nuclear, Reservas y Perspectivas, organizado por el Sindicato Único de Trabajadores de la Industria Nuclear y explicó que los reactores nucleares son indispensables para asegurar el abastecimiento eléctrico en Canadá, en Uruguay, en Argentina, en España, y una más en Estados Unidos; cuatro en Francia, uno en Hungría, otro en Japón y cinco en la Unión Soviética.

# Decapcionante Fracaso en la URSS del

De Der Spiegel de México para EXHIBITION

**BALAKOVO, URSS, 26 de Septiembre.**—Lo que aparece en esta transcripción traducida al alemán de un extracto de un artículo aparecido en el diario soviético Sovetskaya Rossiya y su tema es el programa de entrenamiento para la preparación de catástrofes en la central de energía nuclear de Balakovo.

El primer bloque de generación de energía nuclear en la central de Balakovo ya funciona y pronto se podrá a funcionar el segundo. La construcción del segundo par de reactores nucleares está en plena marcha, cada uno con capacidad de generación de mil megavatios. Es por estas razones como se toma la decisión de establecer y ejecutar en Balakovo el primer programa de entrenamiento de defensa civil. La catástrofe y la contaminación radiactiva consecuentemente sólo son hipotéticas. Sin embargo, con estas emisiones, supuestas, personas muy concretas trabajan; todas aquellas que tendrían la responsabilidad en caso de que efectivamente hubiera un peligro verdadero.

Primer día, 12:00 horas: El jefe de la planta nuclear, Mamakov, quien es supuestamente el primero en haber recurrido a la "causa" prepara inmediatamente todos los puntos de alerta. Tan sólo hacen falta unos cuantos minutos para que el cuerpo de bomberos movilice los medios técnicos y el personal para apagar el "incendio". La división encargada de medir la irradiación ambiental interró en la sala de máquinas de la planta nuclear está aumentando la intensidad de la irradiación en 100 Hongas (flem) por hora. Grupo a grupo, los integrantes de equipo de bomberos se visten rápidamente con el uniforme de protección contra radiaciones en atención del supuesto "incendio".

Tan sólo dice minutos después de haberse iniciado la señal de alarma, en el techo de la planta nuclear están operando cinco grandes instalaciones para aspirar el fuego. Prove-

enientes de Sarátov, que aseguran en lugar nuevo para evitar el peligro. Los grupos de bomberos, que se encuentran en las inmediaciones, los cuerpos de Defensa, Kulbychev y Volpogorod están en el estado máximo de alerta. Los superiores sobre el pánico en la ciudad, en tanto que por los altavoces se dan a conocer más informaciones.

Nuevas personas abandonan sus viviendas para dirigirse apresuradamente a varios autobuses que se llevan a refugios. Otros se esconden en los sótanos de las casas. Varias patrullas han partido en vehículos para traer personas hasta el lugar, seguras contra radiaciones.

12:30 horas: La señal de que ha pasado el peligro suena para la población civil, en tanto el personal especializado establece con precisión las "pérdidas", que precien ostentante fueran; por todos los habitantes escucharon las señales de alarma y, por lo tanto, habrán de iniciar más directivas de aviso, así como suficientes altavoces en la ciudad. Además, sólo en aproximadamente la mitad de las horas de la ciudad hay aparatos de radio que podrían informar a sus habitantes.

## IGNORABAN DONDE ESTABAN LOS REFUGIOS

La mayoría de los que viven allí, no tenían idea de que ubicaciones se encontraban los refugios. Se registraron asimismo de compras provocadas por el pánico: almacenamiento de panes elaborados, azúcar y latas de conservas.

Veinte horas: En el edificio escogido como central, se han reunido todos aquellos que se habían nombrado responsables para remediar las consecuencias de una posible "avería". Lo que más sorprendió a todos los reunidos fue el hecho de falta de comunicaciones confiables, tanto desde el punto de vista técnico como de fidelidad de procedimiento.

Algunas de las oficinas administrativas de la ciudad mayor Asarida, jefe del Estado Mayor, había visitado la capital regional para buscar una solución a estos problemas.

Las puertas, ni instalaciones de agua potable... "Algo así no debe calificarse como una solución". La administración de la ciudad y el jefe del Estado Mayor de la Organización de Defensa Civil, en varias ocasiones habían notificado a los superiores sobre el pánico estado en que se encontraban los refugios. El

mayor Asarida, jefe del Estado Mayor, había visitado la capital regional para buscar una solución a estos problemas.

Los organizadores del ejercicio lo habían contado con un brote con pánico de los habitantes de la región. A 170 kilómetros de distancia de Balakovo, hubo un rumor: que los habitantes de Balakovo se les había prohibido salir a la calle, ya que el segundo bloque del reactor nuclear había tenido fallas y por lo tanto, a todo momento enviaron a los refugios y sótanos, que "solamente se dice que lo sucedido fue un ejercicio de entrenamiento". Los escolares llegaron a sus casas después de la escuela con la información "de buena fuente": "La ciudad ya se está evacuando, se aplica en el circuito habitacional número cinco".

También se registraron aquellas personas que aprovecharon la situación de alarma: la directora de la tienda oficial número 13, la Sjaricheva, escondió libros con un valor de 138 rublos para su uso personal. Se registraron asimismo de compras provocadas por el pánico: almacenamiento de panes elaborados, azúcar y latas de conservas.

Veinte horas: En el edificio escogido como central, se han reunido todos aquellos que se habían nombrado responsables para remediar las consecuencias de una posible "avería". Lo que más sorprendió a todos los reunidos fue el hecho de falta de comunicaciones confiables, tanto desde el punto de vista técnico como de fidelidad de procedimiento.

Algunas de las oficinas administrativas de la ciudad

se paralizaron durante el ejercicio. La obligación de que cada uno realice su parte en las tareas previstas, en estos casos, es como que sus directivos se ocupan en un estado de estupor que los inmoviliza.

## ¿QUE NO HAYAN QUELLAVIDES?

El director responsable del área de comercio, Kulizyn, no tuvo éxito en adular a la asamblea, así que el plan que tenía para poder suplir las necesidades de alimentación de la población civil, como haría la supervisión de los controles de contaminación radiactiva de alimentos, donde estarían los almacenes de reservas de alimentos y donde se podría albergar a los evacuados. "Si se presentara un incidente del tipo que se simuló, no sería yo retirado de mis funciones", fue la primera que hizo a los reunidos. "Siempre creí que sería la administración de los locales evacuados los que tendrían que ocuparse".

Un comportamiento tan poco independiente se pudo observar en forma característica en casi todos los directores de la administración ciudadana. Trabajaban constantemente de descargar en otros sus responsabilidades. El jefe de la Defensa Civil y sus ayudantes habían observado aparentemente que debían tomar las decisiones de organizar las tropas de auxilio y que parte de sus responsabilidades era mantener siempre dispuesto el dispositivo de alerta y acciones subsiguientes a una alarma que se generara desde Balakovo.

Esa fue también parte de las razones por las que tratamos de transferir su responsabilidad al equipo de ayudantes que debían dirigir. Los oficiales responsables, contrariamente a lo que se supone se esperaba de ellos, se dirigieron a la administración ciudadana y regional para explicar su posición, en el sentido de que con este ejercicio, el único caso se había registrado una historia totalmente "ficticia".

# Son Poco Seguros los Sistemas de Contención Percances Nucleares en EU

Por MARCO A. MARTINEZ NEGRETE

En vista de que la tecnología nuclear en Laguna Verde es norteamericana, conviene revisar la lista de percances nucleares que se han presentado en EU, según lo describe el Nuclear Power Safety Report 1979-1986 (tabla 27 de 1987), de la organización Public Citizen que dirige Ralph Nader.

El número de incidentes nucleares ha aumentado de un año a otro. Aun más, la Comisión Reguladora Nuclear (CRN) ha estimado que la probabilidad de un accidente nuclear grave en un reactor de EU es de 30 por ciento antes del año 2000.

Treinta y nueve de los reactores que operan en EU son de tecnología General Electric, como es el caso de Laguna Verde. Esos reactores usan un diseño de contención similar en muchos aspectos al de Chernobyl. La CRN reconoció que para muchas de tales plantas la probabilidad de que fallen los sistemas de contención en un accidente grave es de 30 por ciento, debido a que las sobrepresiones esperadas son muy superiores a las presiones que están diseñadas para soportar los contenedores.

Año de 1979. Percances nucleares: Ocurrieron 2,310 percances nucleares en las 63 plantas nucleares de EU en 1979.

Eventos principales:  
Senuoval 1. Cruzadas válvulas del sistema de emergencia de enfriamiento del núcleo eran demasiado pesadas para abrir adecuadamente en caso de accidente.

Palmdale. La planta operó año y medio con válvulas cerradas sin asegurar, anulando la capacidad de la planta de contener materiales radiactivos en situación de accidente. La CRN multó a la compañía propietaria con 450,000 dólares por esa falta, pero redujo la multa después a la mitad.

Prairie Island 1 y 2. No se cerró al cabo

de la importante revisión de luzas en válvulas, porque el personal de mantenimiento estaba de vacaciones.

Three Mile Island 2. En marzo, el segundo peor accidente en la historia causó emisión masiva de radiactividad; se fundió una tercera parte del núcleo del reactor.

Salem 1. Una puerta de acceso al almacenamiento de desechos radiactivos se dejó cerrada sin seguro.

Otros hallazgos: Una cuarta parte de los percances tuvieron su origen por error humano. La planta de North Anna 1, en Virginia, reportó 130 incidentes, cuatro veces el promedio nacional. Una tercera parte de estos eventos fueron por error humano. De acuerdo con el reporte, los reactores BWR de General Electric tuvieron el peor récord de seguridad.

Año de 1980. Percances nucleares: Ocurrieron 3,874 accidentes en las 63 plantas nucleares que operaban en EU en 1980. La CRN consideró a 104 de ellos "significativamente especiales". Sequoyah 1 lideró la lista con 258 accidentes.

Eventos principales:

Crystal River. En febrero, una falla de control hizo que se inundara con decenas de miles de galones de agua contaminada el edificio de contención del reactor.

Fitzpatrick 1. En mayo, durante operaciones de recarga hubo emisión de 260-331 radiactivo, 30 por ciento arriba de las especificaciones técnicas ambientales.

Browns Ferry 3. En junio, la planta experimentó un "antimaterial transient without scram" (inestabilidad en la potencia del reactor, sin inserción de las barras de control). Este es uno de los accidentes más temidos por la CRN y la industria nuclear: 65 de las 153 barras de

SIQUE EN LA PAGINA DOS

### Lista de la primera parte

control (el único medio para "apagar" al reactor) fallaron la inserción total cuando la unidad operaba al 30 por ciento de la potencia.

Rancho Seco. En febrero, un caso de dos toneladas se desprendió de una grúa arriba del reactor debido a un cable debilitado, fallando el golpe por centímetros. Dos semanas después una carga de siete toneladas fue levantada por la misma grúa, de la misma manera, violando las reglas de la CRN. De haber caído en el reactor habría escapado grandes cantidades de radiación, dañando uno de los valles agrícolas más productivos de California. La CRN no se enteró de ninguno de los incidentes hasta 1980, a partir de que un periodista preguntó por ellos (funcionarios de la Comisión Reguladora Nuclear).

Donnee 2. En diciembre, se declaró no haber una bomba relacionada con el

sistema de enfriamiento. La causa, de acuerdo con un documento de la CRN, fue "personal confundido que realizó mal labores convencionales".

Pidgeon 1 (un BWR de GE). En diciembre, se encontró que las almexas cercanas a la planta tenían diez veces más cobalto-60 radiactivo que el límite inferior permitido.

Otros hallazgos: Dos tercios de las plantas fueron responsables de los "percances especialmente significativos", y sólo siete plantas fueron responsables de la mitad.

Muchos de los eventos no fueron reportados a la CRN. En agosto, por ejemplo, un inspector de la CRN encontró derrames a dos de los cuatro operadores licenciados en la planta de Dresden al entrar a la sala de control. Las unidades 2 y 3 estaban en operación al momento. La compañía propietaria de la planta no reportó el incidente a la CRN, sin embargo la CRN determinó incluirlo entre los eventos más peligrosos en 1980.

# Accidentes Nucleares en EU

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETÍ

Año de 1981: Ocurrieron 1,000 porcentajes de EU. Ocurrieron 1,000 porcentajes de EU. Ocurrieron 1,000 porcentajes de EU.

Eventos principales:

**Palisades.** En enero, con la planta a plena potencia, los trabajadores dejaron interrupciones en posición equivocada, lo que representó "una grave degradación de equipo esencial relacionado con seguridad", de acuerdo con la CRN.

**Hancho Sec.** En marzo, entre 80 y 90 por ciento de las partes del sistema de emergencia de enfriamiento estaban trabadas por la corrosión.

**Branswick 1 y 2.** En abril, sistemas clave de enfriamiento fueron obstruidos por ostones, meclones, lapas, etc. El sistema de remoción de calor residual se afectó y los intercambiadores de calor quedaron inutilizados.

**Sequoyah 1.** En febrero, un operador abrió una válvula que rotó con 110 mil galones de agua radiactiva, el edificio se contendió, quedando casi descubierta el núcleo de la planta. Era el primer día de trabajo del operador, el cual no estaba calificado para desempeñar sus asignaciones.

**Davis-Besse.** En junio, cuando la planta operaba a 75 por ciento de la potencia, experimentó una parada de emergencia causada por un corto circuito. El corto causó también la pérdida virtual de todos los instrumentos del cuarto de control y equipo de seguridad, haciendo casi imposible cualquier acción de emergencia de los operadores.

**San Onofre 1.** En septiembre, se detectaron problemas en el sistema de emergencia de enfriamiento del núcleo del reactor. La investigación reveló que una parte crucial del sistema estaba descomulgada y que probablemente estuvo fuera de operación durante cuatro años.

Otros hallazgos: De acuerdo con la propia CRN, 22 plantas estaban mal "debajo del promedio" o peor "muy debajo del promedio". El sector de planta promedio para las plantas nucleares fue de 50 por ciento, implicando que las plantas produjeron colectivamente un poco más de la mitad de la energía que estaban destinadas a generar. La exposición de los trabajadores a la radiación alcanzó el alto valor de 34,325 personas-rem, con 83,000 trabajadores nucleares recibiendo dosis apreciables de radiación. Una radiografía dental equivale a una 10 milésimas de rem). Por lo menos 27 "problemas de seguridad" permanecieron sin solución, a pesar de que la CRN los tenía detectados, hasta muchos años. Se violaron muchos normas, como en un trabajador de la planta de Dresden quien recibió una

igual a 1,000 radiografías de tórax.

Año de 1982: Se produjeron 4500 porcentajes de EU en las 81 plantas nucleares.

Eventos principales:

**Glina.** En enero, la planta sufrió la peor ruptura de tubo de generador de vapor de la historia, causando violentas fluctuaciones de presión por todo el sistema del reactor y la emisión de una cantidad sustancial de radiactividad.

**Quad Cities 2.** En junio, la planta sufrió un "apagón" accidental casi total, y perdió toda la potencia con la excepción de un generador diesel de emergencia. Esto habría dejado la planta sin la potencia necesaria para accionar los sistemas de seguridad, en caso de haberse requerido.

**Salem 2.** En agosto, la planta no se paró, al intentar. Esta inestabilidad transitoria, desarrollada al no entrar las barras de control de la reacción, es uno de los peores incidentes tomados por la CRN y la industria nuclear.

**Patuxent 2.** En octubre, importantes válvulas que deberían abrir para impedir el escape de vapor a la atmósfera en caso de accidente, permanecieron cerradas en posición asegurada durante año y medio. Esto fue ocasionado por error humano y por un mal diseño de Westinghouse que hacía aparecer abiertas las válvulas, cuando en realidad estaban cerradas.

**San Onofre 1 y 2.** En noviembre, un técnico desenroscó un alambre de la pared, causando una baja abrupta en el agua de alimentación. La planta fue parada y el enfriador reconectado. Esto ocasionó cambios súbitos de temperatura causando enfriamiento inadecuado del núcleo del reactor.

**Altamonte 1 y 2.** En diciembre, la planta inutilizó el equipo de comunicación. En caso de accidente los llamados de emergencia desde el sitio habrían sido imposibles.

**Dresden.** En diciembre, una inundación en el flujo a inutilizar circuitos eléctricos y equipo vital contra incendios y apagado de enfriamiento.

Otros hallazgos:

El error humano fue el culpable de más de 25 por ciento de los pecarones. Un récord de 84,322 trabajadores nucleares fueron expuestos a dosis apreciables de radiación. El Congreso dio a conocer un estudio de la CRN sobre las consecuencias sanitarias y financieras de un accidente nuclear grave en la planta de Indian Point, cerca de Nueva York. Más de 40 mil personas morirán de cáncer, y los dólares a la paridad serían de unos 300 mil millones de dólares.

# Primer Programa de Emergencia Nuclear

**16.00 Horas:** Los médicos y sus ayudantes empezaron la distribución de los medicamentos con contenido de yodo para combatir la radiación nuclear.

Se necesitaron cuatro horas tan sólo para la dosificación y empacado del yodo. Y en cuanto a la distribución de los preparativos, sucedió un incidente realmente incomprensible. El director de la fábrica "Polymérpichas", Samyichkin (quien es a la vez el responsable de la defensa civil dentro de las instalaciones fabriles), se negó a pagar las dosis que le correspondían; afirmó a los médicos que no había dinero para ese trabajo. Para colmo, se trató de una factura de 18 rublos (lo que corresponde aproximadamente a 88 marcos alemanes).

**17.30 Horas:** Salud Pública responsable de la higiene en la ciudad, se supone que tiene que certificar a los alimentos existentes en tiendas, almohocenes, escuelas, cantinas de empresas y guarderías, están aptos para consumo sin amenaza de contaminación radiactiva. La cantidad de instalaciones que hay en Balakovo, suman unas 300.

## SIN DOLITO PARA ANALIZAR ALIMENTOS

"Durante doce horas, podemos realizar aproximadamente unos 20 análisis; lo que sucede es que solamente contamos con un ejemplar para análisis", declaró la doctora S. Konovalova, que se ocupa profesionalmente de estas investigaciones radiológicas en Balakovo. Después de los sucesos de Chernobyl, se suponía que las instalaciones de Salud Pública debían haber recibido los aparatos necesarios para crear una división radiológica de análisis, además de que se enviaba el personal especializado para atender tales instalaciones. No obstante, tanto los aparatos como el personal destinado en Balakovo, se quedaron en la capital regional por motivos burocráticos.

**Segundo día, 8:30 horas:** En el edificio escogido como centro de coordinación para la acción (el ejercicio de la defensa civil se acaba de tomar la decisión de retirar a todos los habitantes de la ciudad. Como deberá proveerse para llevarla a cabo, lo expone el presidente de la Comisión de Evacuación y Primer vicepresidente de la administración ciudadana, Kravtzev. Terminada la exposición, se formularon varias preguntas que requieren contestación:

¿Cuál será el horario de viaje de miles de autobuses y camiones de carga y hacia dónde?

¿Cómo se podrá establecer con total seguridad, que las rutas emprendidas estarán libres de contaminación?

¿Qué protección hay prevista en los puntos de distribución?

¿Cómo se podrán asegurar las conexiones con la central, además de también con el Estado Mayor, las instalaciones industriales de la región y los diversos circuitos de las instalaciones?

No estaba prevista la evacuación de niños y niñas de las escuelas y guarderías, y los ancianos (los pacifistas, así como tampoco el transporte del personal de las industrias que todavía están trabajando).

¿Segundo día, 10:30 horas:

¿Cómo se podrá asegurar la conexión con la central, además de también con el Estado Mayor, las instalaciones industriales de la región y los diversos circuitos de las instalaciones?

No estaba prevista la evacuación de niños y niñas de las escuelas y guarderías, y los ancianos (los pacifistas, así como tampoco el transporte del personal de las industrias que todavía están trabajando).

¿Segundo día, 10:30 horas:

¿Cómo se podrá asegurar la conexión con la central, además de también con el Estado Mayor, las instalaciones industriales de la región y los diversos circuitos de las instalaciones?

No estaba prevista la evacuación de niños y niñas de las escuelas y guarderías, y los ancianos (los pacifistas, así como tampoco el transporte del personal de las industrias que todavía están trabajando).

En las habitaciones donde se alojaron las personas, se preitaron diversas condiciones poco creíbles o bien se dijo que se podía hacer de un mal menor momento que imposibilitaba desahucarse. Como resultado, en los autobuses de transporte de evacuados, sólo estaban sentados unas docenas de personas de un enorme conjunto de apartamentos. Los materiales sin haber llevado consigo papeles de identificación, ni reserva de agua o alimentos y claro, muchos menos algunos objetos personales que les sirvieran de protección.

Los que mejor organizados parecieron en el proceso de evacuación fueron los niños más pequeños de las guarderías. Cada uno tenía en la cara un trapo húmedo y en el pecho llevaba una tarjeta con informaciones de identificación y procedencia.

**Segundo Día, 11:15 horas:** Se agradece la cooperación de los pocos habitantes que fueron disciplinados para acudir a los autobuses y camiones y los miles son llevados a las escuelas y guarderías.

En la central de acción, de acuerdo la cooperación de los pocos habitantes que fueron disciplinados para acudir a los autobuses y camiones y los miles son llevados a las escuelas y guarderías.

En la central de acción, de acuerdo la cooperación de los pocos habitantes que fueron disciplinados para acudir a los autobuses y camiones y los miles son llevados a las escuelas y guarderías.

**SINNING SISTEMA DE INFORMACION**

No hay ningún sistema de información. Una hotlinera antes, el reportero había preguntado acerca de los lugares de evacuación y otras diversidades como las de investigación.

iones y posibles accidentes por escapes de gas, se van a los puntos de reunión como a cumplir con una lista para ir a una fiesta campestre—sin llevar su vestimenta de protección, sin aparatos especializados, algunos calzados con zapatos de lona y hasta hubo uno que llegó en pantuflas. La mayoría de los interan parecían no tener idea de lo que tenían que hacer y carecían de información.

Muchos de ellos están convencidos que los conocimientos especializados y experiencia obtenida en tiempos de guerra, solamente podrán poner en práctica casos de guerra y especialmente en el caso de una guerra atómica. El peso que ejercen estos errores de apreciación puede observarse por los resultados de las pruebas que sufrieron los habitantes de Bhopal, en India, y en la ciudad naranata de Prilpatt. Una cosa no tenemos derecho de olvidar: una desgracia que ya sucedió una vez ya hay mucha gente para volver a meterse en casa.

**Segundo día, 11:50 horas:** Los integrantes del equipo directivo del ejercicio de entrenamiento de alerta se reúnen para comentar acerca del mismo. El mayor Alampiev, jefe del Estado Mayor de Defensa Civil de la región, enumera una serie de errores y equivocaciones que se cometieron en el ejercicio y hace un llamamiento especialmente claro para que se corrija a la brevedad posible y que se aprenda con base en esta experiencia.

Se puede afirmar que algo se ha modificado en los procedimientos a esta reunión, se hacen con más interés que en otras juntas y reuniones anteriores y pareciera que quisieran sentirse en primera fila para ver y escuchar mejor lo que se explica. Pero una atmósfera de desconfianza y desobediencia se sintió a pesar de todo. Hay que insistir en ello. Todo sigue igual que antes.

# Demanda el Grupo de los Cien un Amparo Contra el Funcionamiento de Laguna Verde Para el Siglo XXI 80% de Energía que se Consuma Será Nuclear: Zerment

Por JOAQUÍN HERRERA

"México atraviesa por una crisis económica, política y ecológica", dijo Homero Arias, presidente del Grupo de los Cien tras encabezar a dirigentes y militantes de varios partidos políticos que ayer demandaron el amparo de la justicia federal contra la puesta en marcha de la planta nuclear de Laguna Verde.

Como él, voces diversas critican el imminente funcionamiento de dicha planta atómica.

Arias, el célebre y controvertido escritor Carlos Monsiváis, la signatara Carmen Ferrugua, Ofelia Medina y Héctor Bonilla, entre otros, firmaron el original y enviaron copias de la demanda presentada en la Oficina de Partes de los juzgados del distrito en material civil Costo Galván.

En conferencia de prensa y ante profesionales y alumnos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, el funcionario indicó que el proyecto nucleoelectrónico de Laguna Verde.

De esta inversión —agregó—, 51 por ciento se canalizará a través de la adquisición de maquinaria y equipo, así como de los servicios.

Laguna Verde, dijo, "no fue diseñada para producir armas nucleares, es un proyecto para generar más energía eléctrica".

Cosío Galván mencionó que la construcción y funcionamiento de la central reúne las características necesarias para garantizar seguridad a la población de Veracruz y Tabasco, con lo que se descartaría cualquier incidente.

Retenó que Laguna Verde, iniciada en 1976 con una inversión de 2,650 millones de dólares, es elaborada por técnicos y obreros mexicanos que fueron capacitados previamente al proyecto, "por lo que resulta absurdo pensar que esa magna obra, es una cosa mágica e insegura para la región y para México".

Luego de ilustrar al público asistente sobre el proceso técnico, construcción y funcionamiento del complejo, explicó que éste posee un turbogenerador con capacidad de 660,000 kilovatios hora, con lo cual es posible abastecer a la red eléctrica a más de 3 millones de habitantes.

Ello, destacó, conlleva a 23 por ciento de la que opera en conjunto el río Gualtala, mediante las presas de Chiricón, Malisco y Peñitas.

En la primera década del siglo XXI, 80 por ciento de la energía que se consume en el país será nuclear, por lo que es preciso comenzar las instalaciones de más plantas nucleares.

## Aseguran que Laguna Verde no Legará Contaminación

Por JOSE DEL CARMEN CHABLE, corresponsal de ENCUESTA

VILLAHERMOSA, Tab., 10 de diciembre.—Es absurdo pensar que Laguna Verde heredará a los futuras generaciones problemas de contaminación, ya que la industria nucleoelectrónica es la única en el mundo que no deja copias de la demanda en el ambiente y los desechos radiactivos son guardados en tarques de titanio, soportados por el jefe de Comunicación Social de esa central, Ramón

En conferencia de prensa y ante profesionales y alumnos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, el funcionario indicó que el proyecto nucleoelectrónico de Laguna Verde.

De esta inversión —agregó—, 51 por ciento se canalizará a través de la adquisición de maquinaria y equipo, así como de los servicios.

Laguna Verde, dijo, "no fue diseñada para producir armas nucleares, es un proyecto para generar más energía eléctrica".

Cosío Galván mencionó que la construcción y funcionamiento de la central reúne las características necesarias para garantizar seguridad a la población de Veracruz y Tabasco, con lo que se descartaría cualquier incidente.

Retenó que Laguna Verde, iniciada en 1976 con una inversión de 2,650 millones de dólares, es elaborada por técnicos y obreros mexicanos que fueron capacitados previamente al proyecto, "por lo que resulta absurdo pensar que esa magna obra, es una cosa mágica e insegura para la región y para México".

Luego de ilustrar al público asistente sobre el proceso técnico, construcción y funcionamiento del complejo, explicó que éste posee un turbogenerador con capacidad de 660,000 kilovatios hora, con lo cual es posible abastecer a la red eléctrica a más de 3 millones de habitantes.

Ello, destacó, conlleva a 23 por ciento de la que opera en conjunto el río Gualtala, mediante las presas de Chiricón, Malisco y Peñitas.

de la Comisión Federal de Electricidad.

El especialista que trabaja bajo el principio en el proyecto de Laguna Verde informó que el tratamiento de desechos radiactivos será a través del encapsulamiento de éstos en vidrio, que es un material no corrosivo, y posteriormente se meterán en contenedores de acero, con lo que se evitará que afloran al exterior.

Al referirse a los sistemas de seguridad en la nucleoelectrónica de Laguna Verde, dijo que son de seguridad extrema y que las posibilidades de que se funda el núcleo de un reactor del tipo del instalado ahí "nuclean entre una y 100 mil al año", afirmó.

"Además, aunque eso suceda, no implica que se libere radiactividad, ya que la planta está provista de circuitos de seguridad que en caso de que algo falle, rellenan herméticamente todos los sitios por donde podría presentarse una fuga.

Al hablar, en una conferencia en la Universidad Autónoma Metropolitana, sobre las críticas que se hacen a los sistemas de seguridad en la planta de Laguna Verde, se calificó de infundadas, pues "en gran medida (las críticas) conllevan intereses de grupos que se oponen únicamente con la puesta en marcha de la central nuclear".

Laguna Verde generará en los próximos 5 años, 10 por ciento del total de energía que consumirá el país, lo que equivale a lo que producen las plantas hidroeléctricas de Río Grijalva en un solo año.

Aseguró que los programas de energía nuclear deben realizarse lo antes posible porque dentro de algunos años "la autosuficiencia de combustible para el ciclo de combustible para el consumo industrial" no se logrará y se corre el peligro de detener la producción. Entonces la energía nuclear sacará adelante al país.

Finalmente insistió en que las probabilidades de que en Laguna Verde suceda un accidente como el de Chernobyl son mínimas, pues los mecanismos de seguridad de la nucleoelectrónica mexicana son más modernos y seguros.

# Tendrá que Modificarse el

Plan de la política energética

El programa que causa la transformación industrial del petróleo y aplicar un programa de incentivos reales a las tarifas eléctricas para que su precio sea igual al costo de suministro.

En la reunión, organizada por el Instituto de Estudios Políticos Económicos y Sociales del PUI que preside Enrique González Pedrero, participaron funcionarios de Petróleos Mexicanos, Instituto Mexicano del Petróleo, Comisión Federal de Electricidad, así como líderes sindicales y empresarios de esta entidad.

## LAS FABRICAS LABORAN AL 25 POR CIENTO

Leonardo Rodríguez Alcalá, secretario general del Sindicato Único de Trabajadores de la Industria Eléctrica (SUTIEI), señaló que la planta de reserva y generación eléctrica es cada vez menos suficiente, a pesar de que por la recesión económica la planta industrial del país sólo trabaja al 20 a 25 por ciento de su capacidad.

La demanda de energía eléctrica, sin embargo, creció en virtud de que actualmente se da servicio a 630 mil nuevos consumidores, según explicó el ingeniero Carrón Hernández, subdirector de Planeación y Construcción de la CFE.

Rodríguez Alcalá puntualizó que en 1987 el país terminó con una capacidad instalada de casi 23 millones de kilowatts y que se espera llegar a casi 25 millones de kilowatts en 1988. Asimismo, manifestó que el panorama es negativo, ya que prácticamente no hay obras importantes en construcción, pues el presupuesto de seis billones de pesos destinados a la industria eléctrica para este año, sólo se canalizará 25 por ciento hacia obras.

## PELIGRA LA EXPORTACION

El ingeniero Manuel J. Ortiz de María, coordinador ejecutivo de Desarrollo de Campos de Petróleo, expuso ante el candidato de la Presidencia de la República, que en materia de pe-

trol, las perspectivas que muestra la exploración se convierten en resultados objetivos más tarde, por ello, los rezagos en la exploración se reflejarán a futuro en opciones más restrictivas de beneficios económicos y social.

Apuntó que la difícil situación económica de los últimos años ha impuesto severas restricciones presupuestales en materia de exploración de Petróleos Mexicanos, por lo que a futuro baja el riesgo de que las reservas probadas disminuyan y México no pueda mantener su nivel de explotación petrolera.

## URGE LA DESCENTRALIZACION

Adrián Lajoux Vargas, coordinador ejecutivo de Comercio Internacional de Petróleos, abogó por la descentralización de la dirección en los campos de electricidad y de petróleo.

En una ocasión dijo se ha deteriorado la capacidad de operar el sector energético por la excesiva centralización del mando.

Describió que "la excesiva centralización nos caracteriza al sector energético en cuanto de ineficiencia productiva, frustración de funcionarios y trabajadores y descontento público, repercusión de la dimensión de la CFE y Pemex es inhibitorio el desarrollo de estructuras operativas descentralizadas.

Resulta indispensable tener poder de gestión en niveles jerárquicos más bajos. Ha llegado el momento de iniciar la transformación de unidades operativas centralizadas que actualmente están departamentalizadas por funciones para ser convertidas en divisiones operativas autónomas de dimensiones operativas. Lo que se constituyen en centros de costos y resultados.

En opinión de Lajoux, la Dirección General de la CFE y Pemex con sus ejecutivos cooperativos de apoyo podrían entonces concentrarse en la supervisión y control de las divisiones operativas en la asignación de recursos en las instalaciones y en la dirección estratégica de la empresa.

viles Asociados (ICA) destacó que "en materia de energéticos los campos de petróleo mexicanos sólo representan 20 veces más en medio siglo al mismo tiempo que la producción de hidrocarburos aumentó de 165 mil barriles por día, cuando la explotación a 27 millones de barriles diarios actualmentes. Esto implica un crecimiento de 25 veces en 5 décadas.

Sin embargo subrayó que los requerimientos también se han multiplicado. Tan sólo por concepto de electrificación y con el fin de satisfacer medianamente las necesidades previsibles a 25 años se requiere incrementar la potencia instalada de 23 mil a 70 mil megawatts es decir, crecer a un ritmo que hasta posible poner en operación cada seis meses una planta igual a la de Latoralillo, con capacidad promedio de producción de medio millón de kilowatts.

Otros especialistas abordaron el problema de la industria petrolucimica. El ingeniero Antonio Batres Mestre, director de la Comisión Petrolucimica Mexicana destacó el hecho de que en un futuro próximo México y Canadá figurarán entre los países que podrán competir ventajosamente en

muchos mercados con Estados Unidos.

Y respecto al respecto que posiblemente por este motivo en el último mes del norte se existen varias ofertas de empresas para comprar que el Eximbank otorgue créditos para el financiamiento de plantas petrolucimicas en México.

En los próximos 25 años, señaló habrá necesidad de construir una planta eléctrica a 18 actual.

Consideró necesario encontrar nuevas fuentes de financiamiento para hacer frente a los costos que se requieren para crear la nueva infraestructura que necesita el país en ese terreno.

En los próximos 25 años, señaló habrá necesidad de construir una planta eléctrica a 18 actual.

Consideró necesario encontrar nuevas fuentes de financiamiento para hacer frente a los costos que se requieren para crear la nueva infraestructura que necesita el país en ese terreno.

# Tendrá que Ampliarse y Modificarse el Sector Energético: Salinas de G.

Por AUBORA BERRIÑO, HUMBERTO AKAUSA, NADIA BLAIN y ENRIQUE OLAVARRIA, enviados especiales

GUANAJUATO, Gto., 11 de enero.—No obstante la excesiva de recursos, tendrá que ampliarse y modificarse el sector energético o éste no podrá responder a la demanda de las próximas generaciones, advirtió hoy Carlos Salinas de Gortari, tras escuchar señalamientos en el sentido de que México ha tenido excedentes de exportación de petróleo, por la insuficiente tarea de exploración, mientras que en el sector eléctrico la inversión ha descendido 30 por ciento, desde 1984.

Tan sólo este año, la industria eléctrica sufrirá una reducción de dos mil millones de pesos en su presupuesto, reveló Leonardo Rodríguez Alcalá, dirigente sindical eléctrico de "Carrón Hernández", subdirector de Planeación y Construcción de la Comisión Federal de

Electricidad (CFE), subrayó que da no construyere obras para ampliar la planta generadora de energía eléctrica, en 1990 o 1991 habrá interrupciones en el suministro.

Al mismo tiempo, el funcionario hizo hincapié en la necesidad de abaratar las tarifas a los costos de producción y de tomar medidas para sustituir el uso de diesel y gas natural por la generación de energía eléctrica.

"Salinas de Gortari, quien presidió en esta capital la Reunión Nacional de Energéticos, Modernización y Desarrollo, escuchó demandas en el sentido de realizar un programa de diversificación de energéticos distintos a los hidrocarburos, para sustituir el consumo de 112 mil barriles diarios de petróleo en el consumo industrial, como primeramente la operación de la primera unidad de Laguna Verde.

También se le pidió insistir en el impulso industrial en la planta Cuernavaca.

NO QUEREMOS QUE FALLE

## ACCELERAR EL AVANCE ELÉCTRICO

El ingeniero Gilberto Ruiz Navarrete, presidente del grupo Insumos Eléctricos

# Sin Consensos Mínimos, Ningún Paso

Lugar de la primera planta

El candidato priista dijo enfáticamente que se mantendrá la soberanía sobre los energéticos del país y que México volverá a ser un "de manera sostenida"; subrayó que la política de exportación será diseñada para responder a los intereses de los mexicanos y no a acuerdos internacionales que ignoren los propósitos nacionales, y adelantó que se revisarían

las tarifas del sector energético para que pague más quien más tiene, fortalecer las finanzas de las parastatales proveedoras y promover el ahorro y uso eficiente de la energía.

Durante la reunión nacional del IEPES sobre "Energéticos, Modernización y Desarrollo", el ex secretario de Programación y Presupuesto dijo que si no modernizamos el consumo de energéticos, corremos el riesgo de poner en

"entredicho" el suministro de energía para las próximas generaciones. "Actuaremos con eficacia y eficiencia."

Luego de escuchar detalladas ponencias de especialistas sobre la materia, el candidato presidencial se mostró consciente de que el pueblo de México exige mayor eficacia en la ejecución de los programas, pero cree que sólo podrá lograrse más su cambio y su

gobierno sobre el sector energético.

Salinas de Gortari expresó asimismo su preocupación por la reducción de la inversión en este campo, lo que, además, puede dificultar la satisfacción de las demandas futuras y la operación eficiente de las plantas.

El excesivo gasto fue también un motivo de interés que CSG hizo público durante la reunión. "Temo más ante nosotros el error

## Adicional en Materia Nuclear: Salinas

me desfiló de ahorro de energía, pero no a costa de la producción. No somos eficientes en el gasto de energéticos", manifestó.

Ante un auditorio no rural, en el lugar donde se celebró la reunión — en un hotel de la localidad —, Sa-

### Acuerdo con el Pacto de Solidaridad

#### Económica de la CFE se Sometió a un

### Un fuerte ajuste presupuestal

Acorde con el Pacto de Solidaridad Económica, la Comisión Federal de Electricidad está siendo sometida a un estricto ajuste presupuestal, por lo que su gasto corriente será más reducido que el de inversión, no obstante que no se iniciarán nuevas obras, si se terminarán las que se encuentran en construcción, con las cuales se espera hacer frente a la demanda de energía eléctrica en 1953.

De esta forma se aplazan proyectos, y se estima que la demanda baje de un 5.3 por ciento en 1957 a casi 4 por ciento en 1958. Sin embargo, el sector eléctrico nacional tiene un "colchón" de aproximadamente cuatro años en capacidad instalada para suministrar oportunamente energía eléctrica a todo el país.

De acuerdo a información de la CFE, se tiene una capacidad instalada de 23 millones 400 mil kilowatts en diferentes plantas en todo el país, empero, en este año se terminarán obras importantes que permitirán incrementar en forma importante la generación de electricidad.

En este contexto, el recorte para el sector eléctrico fue de un 8.1 por ciento, por lo que su presupuesto se redujo de 7.4 billones de pesos a 6.8 billones de pesos.

A pesar de este drástico recorte presupuestal, la CFE estima que de acuerdo al Programa de Obras en Proceso de Construcción, faltan por entrar en operación en proyectos hidroeléctricos la cuarta unidad de "Peñitas"; dos unidades en Aguaprieta, Jalisco para 1950; y en Geotermoelectricas, están pendientes dos unidades de los Arulitos, Michoacán para 1953 y los Humeros que está en estudio.

Por otra parte, en termoeléctricas faltan dos unidades de Libertad, Sonora para este año; dos de Manzanillo II también para este año; Lerdo, Durango con dos unidades para 1950; y la que seguramente será aplazada es la termoeléctrica de Lázaro Cárdenas, proyectada con dos unidades para 1954.

Se estima que se terminarán la termoeléctrica de Tuxpan con dos unidades de generación para 1950; Rosarito con una unidad para 1953 y Valladolid con dos unidades para 1950. En tanto que en carboceléctricas se tiene pendiente Carbón II en Coahuila para 1951.

Para finalizar, se espera que en este año entre en operación la central nucleoelectrica de "Laguna Verde", Veracruz, con la primera unidad con capacidad de 675 mil kilowatts, en tanto que el proyecto total con dos unidades se prevé este mismo hasta 1952. Al respecto, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, todavía no autoriza la carga de combustible uranio.

sobre este sector estratégico, destacando el ahorro de energía, la diversificación de fuentes energéticas y ahorrando, de manera fundamental, el mercado interno."

A su juicio, se debe re-  
tinar el proyecto de di-  
versificación de fuentes  
de energía eléctrica en la  
medida de los recursos dis-  
ponibles y adoptar decisio-  
nes para continuar los  
avances que se han logra-  
do en productividad, intro-  
ducir reformas administra-  
tivas para la descentraliza-  
ción y mantener y desarro-  
llar los cuadros técnicos.

Incluso una revisión de las tarifas para "regular los precios relativos a los que existen fuera pero al nivel del financiamiento de la Comisión, tiempo fortalecer el y utilizar las tarifas para el ahorro de energía y obtener los indispensables recursos de inversión", fue otra cuestión fundamental discutida por Salinas de Gortari.

Al inicio de la reunión, habló Enrique González Pedrea, director del IEPES. En su primer discurso dijo: "El venenoso del diablo han sido los satélites como quería López Velarde, ni todos los problemas han sido resueltos como si fueran varita mágica por los energéticos".

En la parte introducida al tema, González Pedrea dijo que con el certidumbre de que el futuro

de la energía viene siendo una prioridad nacional, es necesario "modificar" los criterios de uso interno para no perjudicar indolentemente lo que pueda arrastrarse con inteligencia.

El ex gobernador de Tabasco expresó que la energía es precisamente una balanza de desarrollo y su producción, en consecuencia, no debe ser excluyente alguna para el crecimiento de los demás sectores.

El director del IEPES advirtió que las industrias petrolera y metalúrgica dependen a la mayor parte de la economía nacional por lo cual la conservación y la explotación racional de los recursos de la nación es un asunto que a todos compete. González Pe-

dra recordó que buena parte de nuestras exportaciones se cifran en los hidrocarburos, en momentos señalados por el descenso financiero y el desconcierto entre productores y consumidores, "empezamos entonces a hablar de una nueva era de la inflación".

Durante el encuentro con especialistas en energéticos, Salinas pidió distintos equilibrios a los presentes en un afán por establecer un diálogo. Los interlocutores plantearon libremente sus puntos de vista. Al final, el candidato priista pronunció el siguiente discurso:

El candidato priista pronunció el siguiente discurso:



# La Población Tiene Confianza en el Desarrollo

Temas de la página tres

debate sobre Uramex en favor de una energía nuclear nacionalista, aunque no ha vuelto a tocar el tema.

—El núcleo de los físicos más prestigiosos agrupados en el Instituto de Física de la UNAM siempre fue pro nuclear, aunque ninguno de sus miembros se involucró más seriamente en el problema energético, ni tampoco hubo siquiera un solo seminario sobre el tema en el citado Instituto. En 1961 Jorge Flores Valdés, en aquel entonces su director, participó con Victor Urquidí, en ese momento director de El Colegio de México, en la convocatoria a una feria nuclear con distraz académico, en la que participaron las empresas fabricantes de reactores, que querían venderlos a México para el dilatante plan de 20 centrales nucleares, representantes de instituciones financieras y comerciales, y varios científicos pro nucleares, entre ellos el notorio Teller.

En ese momento afirmamos que Flores y Urquidí cumplieron en relación con el citado evento una función similar a la del rey de España don Juan Carlos, cuando inauguró una similar franquicia de la mafia nuclear europea, es decir que usaron sus credenciales científicas para confortar a la orgía una apariencia benéfica y respetable. Flores replicó indignado que sólo se trataba de discutir las ideas de Teller, etcétera. Sin embargo, así como nunca antes había mostrado mayor interés por el tema, ni en defender a quienes no pensamos como él, tampoco posteriormente el citado ni sus colegas del Instituto, manifestaron ninguna inclinación al respecto.

Miguel Yacamán, quien en la época en el cargo, combatió a los antinucleares acusándoles de estar manipulados por la CIA, sin por supuesto molestarse en especificar sus fuentes y/o métodos que le permitieron llegar a esa conclusión, ni tampoco cómo sería posible que la CIA estuviera en contra de la energía nuclear cuando todos los gobiernos estadounidenses han sido ferocemente pro nuclear. No es crees que estas actitudes se limitan al citado Instituto. Por ejemplo, el jefe de Departamento de un prestigioso Departamento de Física, quien había previamente invitado a uno de los portavoces de la CFE para dar una plática sobre Laguna Verde, se negó a dejarnos exponer nuestros puntos de vista. ¿Qué tienen estas posturas de científico, o de responsabilidad intelectual?

## NUNCA LES PREOCUPÓ EL TEMA

—En cuanto a las sociedades científicas más prestigiosas del PRI sistema, nunca han debatido seriamente la cuestión. El Colegio Nacional, que no es una sociedad puramente científica, ya que aunque incluye a algunos de los mejores científicos también a literatos, juristas, artistas, etcétera, organizó hace varios años un debate en el que no se tocaron las cuestiones sustantivas, sino solamente se habló acerca de la implantación de un programa nuclear. La Academia de la Investigación Científica nunca se preocupó.

—Los únicos que tuvimos y tenemos una posición medianamente consecuente somos los investigadores del ninguneado campo de los estudios sobre energía, que ni siquiera contamos con una sociedad científica que nos represente. Ninguno de los del sector académico —también los hay en organismos como SEMIP, Pemex e IMP— se ha pronunciado en favor de la energía nuclear en tanto que varios no sólo lo hemos hecho en contra, sino que hemos tomado parte activa en el movimiento antinuclear.

El punto de esta discusión es que no hay comunidades científicas cualitativamente puras, sino que están en mayor o menor medida afectadas por la influencia corruptora de los intereses de las ideologías que estas poseen. Si los científicos solamente hicieran ciencia, o si pudiera adentrarse a la ciencia como aquello que los científicos hacen, los filósofos de la ciencia tendrían mucho menos trabajo. Los científicos no solamente hacen ciencia, sino que producen también o difunden ideologías, en decir, ideologías de errores que cumplen una función social. Estas pueden incluir una ideología de la ciencia, es decir una visión básicamente incorrecta de su propia actividad. Cuando los físicos nucleares, por ejemplo, pretenden que su ciencia es muy importante, de una naturaleza, provee apoyo a una tecnología avanzada, están difundiendo o una de las formas de esta ideología de la ciencia. Si los científicos conectan o a la rama nuclear, ni los ingenieros nucleares tienen por qué tener posiciones correctas sobre la energía nuclear. Esto

Los Científicos, Divididos en Torno, al Problema

# La Población Tiene Confianza en el Desarrollo de la Energía Nuclear

Por MARIORIO SCHOLTT

(El autor es doctor en metalurgia y profesor del Departamento de Hombre y su Ambiente, de la UAM-Xochimilco; escribe artículos sobre energía y el ambiente).

Una encuesta realizada por el Instituto Mexicano de la Opinión Pública muestra que el público tiene un alto grado de confianza en los jueces de los científicos sobre la energía nuclear. Así justifica ésta?

Los científicos están divididos en torno del problema, tanto a nivel internacional como nacional. En el extranjero (preocupar sus opiniones como el conocido talista Edward Teller (ganador del "Doctor Insólito" de la literatura) y el Premio Nobel Hans Bethe, ambos vinculados a los países de habla inglesa). En la población está ya acostumbrada a que los científicos naturales y sociales, así como filósofos. A nivel nacional los mejores científicos fueron siempre pro nucleares y, más aún, la ideología de la energía nuclear fue un tema muy importante en la constitución de la comunidad científica de los físicos, la que surgió al paso de la física nuclear. Ante de esta situación que ha resultado ser la presencia en México sólo en otros países menos desarrollados, en este estado de cosas se constituyeron en la interna física —por ejemplo India, Argentina y Brasil—. Sin embargo, en la medida en que un país que goza de estabilidad y libertad no manifiesta el rebote y cuestionamiento a la energía nuclear, la mayoría de los científicos en sus organizaciones están pro nuclearmente. Los reducidos países de cuarta mano desarrollados se están al campo antinuclear. Como resultado siempre hechas cosas de varias actitudes de científicos y sociedades científicas, tal como he planteado:

—Hace muchos años que existe en México una Academia Mexicana de Ciencias y Tecnología Nucleares. El hecho de que, fundamentalmente, existiera en un país que no tiene programa nuclear debió a otros motivos que a ser "nucleares" o más probablemente se constituyó una sociedad de energía nuclear... En la actualidad, en México, es una muestra del poco de la Población pro nuclear. El punto de la sociedad de los físicos, El Colegio de México, tuvo una posición muy fuerte en favor de la energía nuclear hasta el SI cuando defendió a los científicos que en la cultura mexicana no se dio el mismo entusiasmo del SIAM-STEP de los EE.UU. Últimamente ha sido el resultado de una encuesta sobre energía nuclear, ha un detallado la energía nuclear en forma individual (véase el de Chiriberto).

—La Sociedad Mexicana de Física se pronunció en la misma época del 60 a ser pro nuclear. En el mundo se ha producido un gran número de reacciones en electrónica demandando para que inventar fuere el mundo en los inventores, en los investigadores y desarrolladores, algunos estimados señalan que ha

La física se han gastado mil millones de dólares. En el caso de la recientemente recibida Tecnología de Almacenamiento de Estados Unidos, el paso fue un factor clave para ponerla de rodillas a principios de la década de los 50. Desde entonces, Philips, Hitachi, Control Data, IBM, Sony y otros han ingresado al mercado. La primera aplicación...

CUICOR EN LA PAGINA CUATRO

## Salvaguarda México Derechos Para Usar Materiales

Según el periódico mexicano

duma remitidos por la Secretaría de Relaciones Exteriores a la Cámara Alta.

Las convenciones aprobadas son las referentes a la protección física de los materiales nucleares, una más relacionada con la pronta notificación de accidentes nucleares y otra sobre la asistencia en caso de accidente nuclear o urgencia radiológica. Estas dos últimas fueron suscritas "ad referendum" por el gobierno mexicano en el año en curso.

Las Comisiones Legislativas de Discriminadoras de Relaciones Exteriores, de Energías y de Estudios Legislativos, en su afán de dictamen aprobado por mayoría en votación económica, que la aprobación y ratificación de la adhesión de México a estas convenciones incorpora a nuestro país a las ventajas de pertenecer a un instrumento multilateral que cuenta con

el respaldo técnico de la Organización Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A.) con objeto de combatir hipotéticos accidentes derivados del uso pacífico de la energía nuclear, así como de su seguridad.

La Convención sobre Protección Física de los Materiales Nucleares a Seguridad Atómica, la protección física de los materiales nucleares que se encuentran en el territorio o a bordo de algún buque o aeronave en tránsito internacional, así como la cooperación para combatir y sancionar el apoderamiento ilícito de sustancias radiactivas.

El quórum en la Cámara Alta como ya se ha hecho mención no alcanzó los 50 legisladores. La votación más alta fue de 47 votos a favor al fin de los 13 horas. Ya para el fin de la sesión, casi a las 3 de la tarde, se encontraban en el salón 13 senadores.

El tema de conversación

en las curules, mientras el secretario de la sesión daba lectura a los dictámenes del día. Fue obviamente la devaluación del dólar controlado determinado el lunes por el Banco de México, las sanciones a las casas de bolsa y a los operadores bursátiles y las otras medidas anunciadas por la Secretaría de Hacienda. El peor supuesto el anuncio del Consejo del Trabajo sobre la aprobación del aumento salarial propuesto por el gabinete económico.

Desde antes de la sesión y durante la misma, los legisladores se disciplinaron y negaron comentarios a la prensa. Han de una curul a otra y los más visitados eran Hugo B. Marchán presidente de la Comisión de Hacienda del Senado; Arturo Romo, asesor de la CEM y el Congreso del Trabajo y este supuesto Raúl Salinas Lozano, ex secretario de Nuevo León, ex secretario de Comercio y buen conocedor de las cuestiones económicas nacionales.

En la sesión de ayer también se aprobó el dictamen presentado por los señores ministros de Justicia, del Distrito Federal y de Estudios Legislativos sobre el proyecto de decreto que reforma y adiciona la Ley Orgánica de los Tribunales de Justicia del Fuero Común del DF para que la aprobación de los nombramientos de quienes integran el Poder Judicial sea realizada por la Asamblea de Representantes del DF. En tanto se inicia el trámite, los nombramientos se harán siendo aprobados por la Cámara de Diputados.

Además se aprobó el proyecto de decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones del Código Fiscal de la Federación y de la Ley de Instituciones de Fianzas, cuyo dictamen fue menudeteado por los señores ministros de Hacienda y de Estudios Legislativos.

Estas reformas a los procedimientos fiscales están orientadas a impedir, justificar de manera propia, completa, imparcial y expeditiva para la cual se prevé la modernización y el acierto a la regionalización del sistema de administración de justicia fiscal de acuerdo con las bases constitucionales.

En el transcurso de la sesión también pasaron en primera lectura varios dictámenes de las comisiones de Hacienda, Justicia, y otras que serán discutidos y aprobados en su caso esta misma semana.

Al filo de las 15 horas y acortados los señores apertureros, la Cámara Alta dio a los legisladores, para retirarse hoy, a partir de las 11 horas en el viejo edificio de Monreales.

Sesión del Senado

## Salvaguarda México Derechos Para Usar Materiales Nucleares

México salvaguarda los derechos soberanos de la nación para utilizar, almacenar y transportar materiales nucleares en su territorio y establece los mecanismos de cooperación para combatir y sancionar el apoderamiento ilícito de sustancias radiactivas.

Lo anterior quedó de manifiesto ayer en la Cámara de Senadores, luego que 44 legisladores (de los 64 que integran el cuerpo) desearon aprobar la adhesión secreta a "diversas convenciones internacionales relacionadas con la energía nuclear, a las que México solicitó su adhesión" según lo Memorandum

SÍGUE EN LA PÁG. VEINTINUEVA

## Silencio el Gobierno, Inglés el Peligro de un Accidente Nuclear

LONDRES, 16 de enero. (DPA). — El gobierno británico silencioso, por orden del entonces Primer Ministro Harold MacMillan, el verdadero alcance de un grave accidente ocurrido en la planta nuclear de Windscale en 1957.

Según documentos gubernamentales publicados hoy al exterior, el plazo de los 30 años de secreto oficial, el escape de radiactividad fue mayor que el accidente de la central nuclear de Three Mile Creek de Harrisburg en Estados Unidos.

De acuerdo con estimaciones oficiales, el fuego en el reactor para fines militares de Windscale, que hoy se llama "Sellafield", causó la muerte en los años siguientes de 33 personas. Una y otra vez los científicos se refieren a la alta mortalidad por leucemia en la zona del reactor, en el mar de Irlanda.

El Primer Ministro conservador MacMillan impidió, según se sabe ahora, la publicación de un informe técnico que había sido elaborado por el científico Sir William Penney. El político conservador consideró entonces, según se lee en los documentos, que una publicación al respecto "habría dado un serio golpe a la confianza de la opinión pública sobre la energía nuclear". Sobre todo, el gobierno de Londres quería evitar que se obstaculizara la cooperación militar con Estados Unidos en el desarrollo de armas nucleares.

SÍGUE EN LA PÁG. DIECISIETE

## Radiaciones Nucleares y Tasas de Mortalidad

Por ARTURO ALDAMA

El doctor E.J. Sternbach, profesor emérito de Física Radiológica de la Universidad de Pittsburgh, ha hecho minuciosos estudios epidemiológicos sobre mortalidad y morbilidad en relación con las explosiones atómicas y con el funcionamiento de las centrales nucleo-eléctricas. De su trabajo "Chernobyl Implications on Human Health", publicado en el número 1 del volumen 8 del International Journal of Biomedical Research, de julio de 1986, extraigo algunos datos.

La explosión del reactor nuclear de Chernobyl, el 26 de abril de 1986, contaminó grandes zonas de la Unión Soviética, Europa, Asia. Antes de tenerse el accidente, cada producto de fisión radiactiva contenía en cantidad a la radiactividad total liberada por unos 300 bombes de las arrastradas en Hiroshima. Esto equivale, más o menos, a unos 10 años de ensayos atmosféricos de bombas atómicas en Nevada; a la misma proporción anual registrada en 1957, compramisada en su totalidad en un 370° accidente.

El 11 de mayo de 1986 se registró en Estados Unidos el más alto depósito de volcán 131 en el suelo de Montpelier, Vermont: 12,500 pCi por metro cuadrado, unas 100 veces menos que en Europa; pero como la inserción sumada de inhalación, leche y verduras consumidas en algunas zonas llegó de 100 a 200 pCi, las dosis recibidas por tiradas felices llegaron de 400 a 800 mr en el nodado y moribundo de esas Un-

do; los efectos de esas dosis muy bajas tales de dosis pueden haber sido más veces menores que en Europa.

Conviene recordar que según el doctor John W. Gofman, de la Universidad de California, podrá haber hasta 970 mil casos de cáncer y leucemia en más de 30 países a causa del cesio-137 y 137, sin contar los efectos del radio-104, el radio-135 ni el estroncio-90 según datos oficiales de la URSS. Gofman no estudió las consecuencias genéticas (malformaciones) posibles.

El doctor Sternbach ha estudiado también la relación entre radiaciones nucleares y mortalidad infantil general y por enfermedades infecciosas, así como mortalidad por algunas enfermedades infecciosas en Estados Unidos en general algunos de los estados de Unión en particular, y encontró que las tasas de mortalidad fetal; infantil y general que comenzaron a disminuir a partir de 1930 con los inicios de la recuperación económica estadounidense de pronto dejaron de disminuir. El aumento porcentual de la tasa normalmente esperada tuvo alta correlación a partir de 1937 con la cantidad de lluvia radiactiva indicada por el promedio de estroncio-90 en los años anteriores, que expresa la presencia de este elemento en los huracos de la madre.

Como la mortalidad infantil por todas las causas era alrededor de 25 por cada mil nacidos vivos en esa época, y había una deflexión por leucemia durante los 10 primeros años de vida por mil de niños, esto representaba un efecto mucho más fuerte sobre la salud totalmen-

te inesperado. Había enorme preocupación porque la mortalidad infantil no disminuía con la rapidez del pasado y como continuaba ocurriendo en otros muchos países, fenómeno inexplicable. Ahora bien, cuando la lluvia radiactiva en la leche y otros alimentos comenzó a disminuir a fines de los años 60, la mortalidad infantil en Estados Unidos volvió a disminuir hasta llegar a menos de la mitad de la observada durante el período de fuerte radiactividad atmosférica. Un efecto semejante, pero menos acentuado se observó en Europa, donde los niveles de radiactividad fueron inferiores a los de Estados Unidos, lo que robusteció más la hipótesis de que las radiaciones de bajo nivel eran los responsables de esos cambios en la mortalidad infantil hasta entonces no explicados.

Durante los años 50 hubo una elevación de nacidos con aneuploidias cromosómicas en Estados Unidos, que se debió a mediados de los 40; se encontró que una de las causas de ese fenómeno era el daño funcional a la tiroidea, cuya hormona es esencial para el crecimiento y desarrollo normal del feto. Esto explicaría también el aumento de defectos congénitos señalados por el Centro de Control de Enfermedades en años recientes, pues se sabe que la prematuridad y el bajo peso al nacer son unidos al aumento de frecuencia de anomalías congénitas, particularmente del corazón.

Ultimamente se han afirmado las pruebas epidemiológicas de aumentos en leucemia, cáncer, mortalidad fetal, infantil y general por escapes radiactivos de reactores nucleares. Pero ¿cuál es el mecanismo biológico que puede causar esos efectos inesperados, tan grandes y fácilmente apreciables? La explicación está en un descubrimiento que he hecho al estudiar el doctor Abram Peikau en el Establecimiento Canadense de Energía Atómica en Mississauga, que según el doctor Abram Peikau en el Establecimiento Canadense de Energía Atómica, publicado en marzo de 1972 en "Health Physics". Este hombre de ciencia estudió los efectos de bajas tasas de dosis radiactivas en membranas celulares utilizando como modelo un tipo de célula radiactiva en forma de sal ordinaria y encontró que la membrana se rompía a la dosis increíblemente pequeña de 0.7 rad a 700 mr, unas 5,000 veces menor que la de una breve exposición a rayos X.

Tras una serie de experimentos, Peikau observó que cuanto más prolongada era la exposición a las radiaciones, en menor dosis total suministrada para romper la membrana. En experimentos ulteriores descubrió la causa de ese efecto imprevisto: una acción química indirecta producida por el oxígeno disuelto en el agua, que al parecer captura un electrón liberado por la radiación alborada para formar unión de oxígeno altamente reactiva de reacción negativa, la molécula de radica libre O<sub>2</sub>. Esta molécula es atraída a la membrana celular polarizada eléctricamente en la que inicia una reacción en cadena que debilita y acaba por destruir la integridad de la membrana. Y como la probabilidad de alcanzar la membrana celular es mayor cuando existen escapes de otros radicales libres, la eficiencia de este proceso aumenta conforme disminuye la tasa de dosis

Peikau y sus colaboradores han demostrado (Acta Physiol Scand 1981, Suppl. 492-493) que este proceso actúa hasta los niveles de la radiación natural de fondo, donde, en ausencia de la enzima protectora peroxidasa diamante, sólo se necesitan de 10 a 20 mr para destruir una membrana celular. En las células que se desarrollan al mismo tiempo que los organismos que requieren oxígeno, actúa de manera protectora desactivando O<sub>2</sub>— sin lo cual los mamíferos, que respiran oxígeno, jamás habrían llegado a existir.

Por eso, aun sin el impacto directo sobre el ADN del núcleo celular, o aun sin ninguna partícula se pueda captar que rompa la célula, la acción indirecta de la radiación puede alterar las funciones celulares normales, como la producción de hormonas o el desarrollo de glóbulos blancos esenciales para la inmunidad. A consecuencia de ello, dosis muy bajas y prolongadas como las que fluyen radiactiva distante o pequeños escapes de centrales nucleares, pueden ser cientos o miles de veces más mortales que la misma dosis pequeña de una radiografía breve con alta tasa de dosis. En otro trabajo, Sternbach concluyó que la posibilidad de que la lluvia radiactiva de isotopos orgánicos sea un cofactor del síndrome, teoría que cuenta con fuertes apoyos epidemiológicos.

En el caso de, altas tasas de dosis, el mecanismo indirecto de las células orgánicas se hace muy ineficiente debido al número excesivamente grande de mo-

leculas de O<sub>2</sub>— creadas por acción de volutas que se desactivan a la vez a la misma. En esas altas intensidades predomina la acción directa de la radiación sobre el ADN de la célula, mutaciones que hacen perder el control a las células normales y con ello las vuelven mortales. A las dosis muy bajas lo que predomina es la acción indirecta producida por los radicales libres a las membranas celulares, que debilita el sistema inmunario y permite así que se establezcan las células cancerosas, produciendo normalmente por la radiación de fondo y otros organismos, facta que debilitan sus funciones normales del cuerpo y producen la muerte prematura.

En conclusiones, los estudios de Sternbach, Gofman y Peikau nos indican que el estudio de una central nuclear, antes que el estudio de Chernobyl, debe esperarse efectos terribles, inmediatos y a largo plazo. Pero también que el funcionamiento normal de las centrales nucleares es de control sereno las desastres, para en la salud y la vida de los pueblos. Es decir, la central nuclear es aceptable si previene de todas las consecuencias.

# CSG Propuso un Programa de Diez Puntos Básicos Para Modernizar el Sector Energético

## México Mantendrá su Soberanía en la Explotación de sus Recursos, Afirmó el Candidato a la Presidencia de la República

GUANAJUATO, Gto. México mantendrá su soberanía en la explotación de los recursos energéticos y especialmente en la hidrocarburos y, volverá a crecer de manera sostenida, afirmó Carlos Salinas de Gortari, candidato del PRI a la Presidencia de la República, al proponer un programa de diez puntos básicos para lograr la modernización del sector energético.

Apuntó que de llegar a la primera magistratura el voto de todos los mexicanos, se aumentarán las inversiones para este sector, para fomentar la exploración, perforación y explotación de pozos petroleros; impulsar la industria petroquímica; propiciar el ahorro y diversificar las fuentes de energía.

Durante la Reunión Nacional de Energéticos, Modernización y Desarrollo, organizada por el Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales del PRI (IEPES), Salinas de Gortari, propuso 10 puntos para lograr la modernización del sector energético:

En primera instancia señaló la necesidad de modernizar la política energética; segundo, reformar el proyecto de la diversificación de la fuente de energía; tercero, consolidar el proyecto de la industria petrolera y reorientarlo al mercado interno y extranjero; cuarto, consolidar la industria petroquímica por su capacidad, dinamismo y potencial de exportación; quinto, explorar nuevas formas para financiar el desarrollo.

Además, como sexto punto señaló el fortalecimiento de los recursos humanos y tecnológicos en este sector, para garantizar la vigilancia, honestidad y sin

desperdicio; séptimo, promover o impulsar la capacidad renovadora; octavo, impulsar el ahorro de energéticos; noveno, profundizar la descentralización en la toma de decisiones entre el sector central y el parastatal; y por último indicó que la protección del modo amigable con el medio ambiente se considerará explícitamente en la explotación y producción de este sector.

«Necesitamos un desarrollo humano en el sector fundamental para el desarrollo del país», advirtió.

### TEXTO INTEGRAL

Visión estratégica de los mexicanos. Carlos Salinas de Gortari, candidato del Partido Revolucionario Institucional a la Presidencia de la República, durante la reunión nacional convocada por el Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (IEPES) del PRI, celebrada en el salón "Los Murciélagos" del hotel "Parador de San Javier", por ciento de las necesidades de esta ciudad, ayer en la tarde.

Amigos asistentes a esta reunión: Como es un país con abundantes recursos energéticos. Con ellos, una última decena que

logró construir, con elementos técnicos y humanos propios, una de las grandes industrias petroleras y energéticas del mundo. Además, cuenta con un dinámico crecimiento de la fuente. La inversión en el sector creció de presión y transmisión eléctrica.

La caída de los precios del petróleo en los últimos meses, nos plantea un nuevo reto que consiste en hacer frente a la disminución de recursos. Sin embargo, la respuesta no es aumentar de manera indiscriminada las inversiones en la explotación de la industria petrolera primaria y la explotación de los recursos secundarios, diversificar las fuentes de energía y la provisión de la energía necesaria para el crecimiento en la modernización, en un período en el que el sentido de prioridad de los recursos es fundamental.

Como es un país con abundantes recursos energéticos. Con ellos, una última decena que logró construir, con elementos técnicos y humanos propios, una de las grandes industrias petroleras y energéticas del mundo.

El mercado interno del petróleo. Contamos, sin embargo, con una estructura rígida y clasificada en períodos petroquímica, con un sector eléctrico consolidado y con trabajadores y cuadros técnicos calificados. Con estos recursos y con nuevos esquemas financieros, debemos enfrentar los retos en las tareas del futuro.

Pero debemos estar preparados en las contingencias del corto plazo y, por el contrario, capitalizar las oportunidades que se nos presentan. La reducción de recursos financieros no debe provocar el abandono de proyectos; debemos estar preparados para enfrentar los imprevistos de los mercados y de los recursos disponibles.

Visión estratégica de los mexicanos. Carlos Salinas de Gortari, candidato del Partido Revolucionario Institucional a la Presidencia de la República, durante la reunión nacional convocada por el Instituto de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (IEPES) del PRI, celebrada en el salón "Los Murciélagos" del hotel "Parador de San Javier", por ciento de las necesidades de esta ciudad, ayer en la tarde.

Amigos asistentes a esta reunión: Como es un país con abundantes recursos energéticos. Con ellos, una última decena que logró construir, con elementos técnicos y humanos propios, una de las grandes industrias petroleras y energéticas del mundo.

Protección, aumento, modernización de las fuentes de energía. En primer lugar, la diversificación de las fuentes de energía y la provisión de la energía necesaria para el crecimiento en la modernización, en un período en el que el sentido de prioridad de los recursos es fundamental.

Como es un país con abundantes recursos energéticos. Con ellos, una última decena que logró construir, con elementos técnicos y humanos propios, una de las grandes industrias petroleras y energéticas del mundo.

Protección, aumento, modernización de las fuentes de energía. En primer lugar, la diversificación de las fuentes de energía y la provisión de la energía necesaria para el crecimiento en la modernización, en un período en el que el sentido de prioridad de los recursos es fundamental.

Tenemos ante nosotros un enorme desafío del ahorro de energía, pero a costa de los procedimientos tecnológicos más eficientes en el gasto energético. Como se ha dicho, un aumento en el Producto Interno Bruto representa un crecimiento más que proporcional en la demanda de energía primaria. En otros países, por ejemplo, un crecimiento en el producto interno se logra con un crecimiento mucho menor en la demanda interna de energía. Nuestros esfuerzos por llevar adelante un programa de ahorro energético son, por las anteriores razones, de capital intensivo.

Con base en lo aquí señalado y para consolidar, diversificar y mejorar la función fundamental del sector energético en nuestro proyecto nacional, fortalecer el perfil energético de la Comisión Federal de Electricidad y utilizar las ventajas de esta industria y el potencial de ahorro de energía y mejorar los disponibles recursos de inversión.

Deberemos consolidar la gran infraestructura del país y el desarrollo del sector energético. Haremos la modernización y el mejoramiento de los cuadros técnicos. La empresa del sector energético debe tener una política de tales puntos, se mantendrá la contingencia para tiempos de sobrecarga de la capacidad de la nación sobrecarga de la capacidad de la nación sobrecarga de la capacidad de la nación.

Primero: Modernización. En materia de energía tenemos la política energética más adelantada y mejor administrada. Pero no es suficiente, necesitamos más recursos humanos y tecnológicos. Necesitamos más recursos humanos y tecnológicos. Necesitamos más recursos humanos y tecnológicos.

Como es un país con abundantes recursos energéticos. Con ellos, una última decena que logró construir, con elementos técnicos y humanos propios, una de las grandes industrias petroleras y energéticas del mundo.

administración y haremos una eficaz evaluación de los recursos.

Segundo: Debemos reformar el proyecto de diversificación de fuentes de energía eléctrica. La medida de los recursos disponibles. Sin embargo, no sólo son necesarios inversiones financieras. Debemos adoptar medidas para continuar los avances tan importantes que ya se han logrado en profundidad, y producir las reformas administrativas para la descentralización de decisiones, reduciendo así también los pasos que ya se han dado, mantener y desarrollar los cuadros técnicos e impulsar la participación de los recursos extensivos a los que hemos tenido acceso, el mismo tiempo, fortalecer el perfil energético de la Comisión Federal de Electricidad y utilizar las ventajas de esta industria y el potencial de ahorro de energía y mejorar los disponibles recursos de inversión.

Deberemos consolidar la gran infraestructura del país y el desarrollo del sector energético. Haremos la modernización y el mejoramiento de los cuadros técnicos. La empresa del sector energético debe tener una política de tales puntos, se mantendrá la contingencia para tiempos de sobrecarga de la capacidad de la nación sobrecarga de la capacidad de la nación sobrecarga de la capacidad de la nación.

Primero: Modernización. En materia de energía tenemos la política energética más adelantada y mejor administrada. Pero no es suficiente, necesitamos más recursos humanos y tecnológicos. Necesitamos más recursos humanos y tecnológicos. Necesitamos más recursos humanos y tecnológicos.

Como es un país con abundantes recursos energéticos. Con ellos, una última decena que logró construir, con elementos técnicos y humanos propios, una de las grandes industrias petroleras y energéticas del mundo.

Protección, aumento, modernización de las fuentes de energía. En primer lugar, la diversificación de las fuentes de energía y la provisión de la energía necesaria para el crecimiento en la modernización, en un período en el que el sentido de prioridad de los recursos es fundamental.

tenido y aprovechar, sobre todo, la construcción de este tipo de proyectos que ahorren el uso de combustibles.

Tercero.—El acento en la alta concentración de la fuerza de energía primaria en hidrocarburos. Ello nos obliga a poner una atención muy especial en el desarrollo de Petróleos Mexicanos. Su vinculación con el resto de los sectores económicos, la estrategia de su desarrollo, la Cartera de sus proyectos, prioridades de inversión y su organización serán temas necesariamente de análisis especial sobre todo incrementar la eficiencia de la relación entre su administración y sus trabajadores, lo que nos permitirá revisar los montos de gasto corriente y aprovechar las técnicas disponibles, sobre todo para la inversión que, a su vez, conlleva e logra una mayor productividad y reducir gastos de operación.

Quinto.—Factores que consolidar el proyecto de la industria petrolera y reorientarlo hacia las nuevas circunstancias que se están agostando en el mercado interno y en el externo. Formas de atender el gran propósito de la diversificación de exportaciones y de la modernización industrial. La participación de sus trabajadores en las tareas que les corresponden, es fundamental.

Propongo, en el caso del Petróleo Mexicano, aumentar las inversiones necesarias para exploración, perforación y extracción, y así recuperar la capacidad de exploración perdida y al mercado internacional puede absorber, así como garantizar el abasto al mercado interno, que será la primera prioridad.

En materia de política de exportación de petróleo, está será diseñada para responder a los intereses de los mexicanos y no a acomodar intereses internacionales que limiten los propósitos nacionales.

Cuarto.— Debemos consolidar la industria petrolera por su capacidad, dinamismo y potencial de exportación.

Es necesario establecer sin ambigüedades el carácter prioritario de esta industria como gran proyecto estratégico de la modernización y la diversificación industriales. Lo realizado en la última década nos permite contar con este gran potencial en el corto plazo.

Aseguremos la vinculación eficaz, en nuestro régimen de economía mixta, entre la primera y la secundaria. Estas relaciones son fundamentales.

Quinto. Hay que explorar nuevas formas para financiar el desarrollo del sector energético en el marco de la legislación vigente, sin afectar otras instituciones, que la constitución otorga a la nación en materia energética.

La importancia del sector energético y de la industria petroquímica capaces de responder a las demandas del desarrollo y la modernización, exigen que busquemos fórmulas de financiamiento que aseguren su crecimiento y desarrollo y la consolidación y dinamismo del sector energético.

Revisemos las tarifas con tres criterios fundamentales: el primero será de equidad, que pague más quien más tiene y cobramos menos a quien menos tiene. El segundo, fortalecer el perfil financiero de las actividades petroleras petroleras y la industria petroquímica y Tercero, revisar que armonice el ahorro y el uso eficiente de la energía.

Y para poder cumplir el gasto adicional indispensable que así ha señalado, lo primero que determinaremos será el nivel de gasto necesario para que no se convierta en excesivo. El equilibrio entre estos dos criterios se alcanza cuando se recorra que el sector ignora que aceptarse a las prioridades y a la realidad nacional, y no al revés.

Sexto.— Si bien fortalezcamos los recursos para el sector energético, vigilaremos firmemente que se ejerzan con honestidad y sin desperdicio.

Séptimo.— Debemos promover una relación más estrecha, funcional y eficiente de los institutos científicos y tecnológicos y los proyectos y programas de las empresas. En particular es fundamental mantener e impulsar la capacidad de renovación, variando de los recursos tecnológicos disponibles. Es también importante mantener la capacidad adquirida en construcción y diseño, aún en períodos de baja inversión.

En México podemos aplicar, adaptando las tecnologías de generación, consumo y ahorro de energéticos que en otros países han permitido satisfacer a bajo costo

las necesidades de buena parte de su población.

Octavo.— El ahorro de energéticos será fundamental. Si no modernizamos el sector y el consumo de energéticos, corremos el riesgo de poner en entredicho el suministro de energía a las próximas generaciones. Actuemos con eficacia y con firmeza.

Por ello será prioritario el mantenimiento de las instalaciones existentes y lo consideramos como parte de los programas de inversión, ya que permitieron utilizar con mucha mayor eficiencia y con ahorro de energía lo que con tanto esfuerzo los mexicanos ya hemos construido.

Noveno.— Habrá que profundizar la descentralización en la forma de decisiones entre el sector central y el estatal, y al interior de las grandes corporaciones, para delegar poder de decisión y elevar la eficiencia en el uso de los recursos.

Por la descentralización del gobierno federal hacia las paraestatales debe permitirse las decisiones de estas entidades dejen en el marco de las necesidades y prioridades nacionales y no al revés, y evitamos que la delegación de decisiones al interior de las propias entidades no provoque la creación de centros de poder ajenos e independientes a la conducción global de la entidad.

El pueblo de México exige mayor eficacia en la ejecución de los programas, pero sobre todo pide fortalecer más su control y su gobierno sobre su sector energético.

Y décimo.— La protección del medio ambiente tendrá que considerarse específicamente en la exploración y producción de hidrocarburos.

Necesitamos un desarrollo amplio en este sector fundamental para el desarrollo del país.

Amigos que participan en esta reunión:

Quiero subrayar la importancia que tienen los trabajadores en este gran proyecto de modernización del sector energético. La capacitación y espíritu de cooperación que han mostrado, los compromete a apoyar los cambios que el futuro de México reclama.

Por eso debemos afirmar que la modernización del país depende sobre todo de la manera en que seamos capaces de redistribuir la riqueza

obtenida de la energía que producimos, en proporción a que el petróleo y la electricidad nos ayude a producir y avanzar hacia un crecimiento económico y social más justo y más equitativo.

Para todos "todo afirmaremos con claridad, la modernización energética la haremos los mexicanos con talento, con habilidad, con gran sentido político, pero seguros todo con un enorme patriotismo."

Derramaron 50 toneladas de agua pesada

## Accidente Nuclear en una Planta de Buenos Aires

BUENOS AIRES, 23 de diciembre (Nineta).—Ayer se produjo un accidente nuclear en la planta de Atocha I, el derramaron 50 toneladas de agua pesada, elemento refrigerante y moderador del núcleo de la central, cuando se procedía a efectuar maniobras previstas y la puesta en marcha.

El incidente demuestra que para más la incorporación de la planta a la red interconectada nacional, tiempo necesario para recuperar el insuflado, engrasarlo y eliminar la contaminación de las instalaciones.

Se informó que el agua pesada surgió por uno de los tubos del núcleo del reactor, como si "se hubiera descorchado una botella de champagne", debido a que se trataba de un conducto "testigo", que sirve para distintas operaciones de control. El tubo no contenía el elemento combustible. Esto, al parecer, evitó un mayor nivel de contaminación.

Aunque las autoridades del organismo atómico aún no disponen de todos los elementos de juicio sobre las causas del accidente, presumen que obedeció al mal cierre del conducto.

La planta Atocha I suspendió sus operaciones hace tres meses para realizar tareas de mantenimiento y reparación, que este tipo de instalaciones requiere periódicamente.

Con va 20 mil los amarras indidones de

contra la nucleofricción Laguna Verde

Y con ellos se aleja la posibilidad de un emprendimiento civilizado en el caso de un accidente problema de la puesta en marcha de la gigantesca instalación.

Informes de la Comisión Federal de Electricidad indican que en la actualidad el gobierno invierte, sin recibir nada a cambio, una cifra estimada en 300 mil millones de pesos anuales, que es el costo del pago de salarios al personal que labora en Laguna Verde y de las tareas de mantenimiento de la planta a cuya funcionamiento se siguen oponiendo los grupos llamados ecologistas.

De ponerse en operación Laguna Verde luego de que se otorga la autorización del organismo interconectado encargado de revisar sus sistemas de seguridad, aún no podría ocurrir, sino al término de la actual administración o al fin de la siguiente, pues la carga de los reactores requiere de varias meses de trabajo. En la actualidad, la decisión para la puesta en operación de la planta parece una determinación con fuertes elementos políticos, en la que necesariamente se tendrá que dar la coordinación en el diseño de unas instalaciones cuya construcción se inició hace 18 años y que ahora resulta ya obsoleta para el servicio federal.

## Cáncer en Juárez por el Basurero Nuclear de Carlsbad, Nvo. México

Por ALAMANDRO HIGOVEN, correspondiente de EXCELSIOR

CUADRUPE JUÁREZ, Chih., 10 de diciembre.—La contaminación del agua, aire y el subsuelo son los tres problemas fundamentales de la ciudad, señaló Alfonso Pérez Villarral, presidente del Movimiento Ecológico Juarense, quien comentó que "el basurero nuclear de Carlsbad, Nuevo México, ha producido en esta localidad los índices más altos de cáncer a nivel nacional".

Con relación a la problemática que se presenta, dijo que la contaminación del agua se debe primordialmente

## Cáncer en Juárez por el Basurero

Vista de la gran zona

que a las industrias tiene que desecharse en el drenaje y buena parte de estos van a dar a las manitas subterráneas del río Juárez.

Mencionó que el siguiente problema, también de gravedad, es el aire, ya que aquí vivan en ciudades de México también existen lluvias ácidas, con la amenaza de que allá tienen algunos basureros que los arrojan al río con frecuencia y surgen los problemas que salva a la población de una intoxicación masiva por los venenos que soplan en la localidad", apuntó.

En cuanto al último problema, el subsuelo, aseguró que también se encuentra "contaminado" porque existe en la zona fallas de las tierras que la rodean y evidentemente allí donde se presentan los problemas, debido a las bombas nucleares efectuadas en el sector del norte, ya que la contaminación nuclear escapó por esa falla.

Agregó que no se está en que se den estas condiciones en Ciudad Juárez, porque "esta ciudad en materia de desperdicios contaminantes de Estados Unidos, incluso, existen plantas manipuladoras estacionarias que se dedican a reciclar metales pesados altamente perjudiciales para la salud".

"Es necesario tomar medidas preventivas, así como hacer control sobre los desechos industriales, y sobre los reactores y contaminantes nucleares, sino queremos caer en una situación crítica", advirtió Pérez Villarral.

El líder del Movimiento Ecológico Mexicano dijo que "lo más importante no es cerrar la contaminación en sí misma, de lo que se trata es de destruir la fuente y las posibles soluciones a fin de que se evite la contaminación".

## Urge Instrumentar Políticas Para Ahorrar Recursos Energéticos en el País

Por Javier Carón Expósito

Es imperativo instrumentar políticas energéticas que tiendan al ahorro y uso eficiente de los recursos energéticos a largo plazo, de lo contrario se mantendrá la dependencia económica de crecimiento del consumo interno y los niveles de exportación, las reservas probadas de hidrocarburos podrían agotarse dentro de los próximos 20 años.

En este sentido, no se puede dejar de insistir en lo siguiente: el propósito de sustituir a los hidrocarburos se frustra si la implementación de otras fuentes energéticas se hace con prescindencia de las tecnologías de producción y bienes de capital importados, a base de financiamientos externos.

Así lo revela un documento del Programa Universitario de Energía y de la Comisión Federal de Elec-

tricidad, al indicar que "no se quemará petróleo en las centrales termoeléctricas, pero se intensificará su extracción para todos usos industriales".

El proyecto de implementar fuentes alternativas de energía debe contemplar, por lo tanto, el impulsar nuestra incipiente capacidad de

salvamar y mejorar las tecnologías disponibles, de generar tecnologías apropiadas y de ser participantes activos en los desarrollos científicos que pueden dar lugar a cambios radicales.

A su vez, una política decidida en ese sentido en este momento, servirá para arrojar grupos de investigación y desarrollo, que han tomado mucho tiempo, esfuerzo y recursos al formar y que se están perdiendo paulatinamente.

# Ocultos Accidentes Nucleares el OIEA

Por ALEJANDRO CALVILLO UNNA

La última muestra que los principales de la OIEA manejaron contra la abierta disposición a la planta de energía de Laguna Verde fue en 1972. Entonces que una planta recién del Organismo Internacional de Energía Atómica. La energía de agua fue llevada hasta el Palacio Legislativo. Morris Rosen, jefe de seguridad de reactores de la OIEA, asistió de la mano del director de la OIEA, Ingénieur Fernando Harard, para dar respuesta a las preguntas que no pudieron responder ante los diputados y su preocupación sobre la seguridad de la planta. Errores que pensaron que la población vería desaparecer su temor ante los patibales del representante de un organismo internacional, mundialmente acreditado.

La OIEA anunció de haber realizado una inspección a la central nuclear de la Isla de Tres Millos una hora antes del accidente y de haberle dado el visto

FIGURE EN LA PAG. 1768

# Ocultos Accidentes Nucleares

UNA DE LAS PRIMERAS

buena a la planta de Chernobyl, ha sido cómplice de las empresas nucleares al ocultar a la población un sinnúmero de informes acerca de accidentes ocurridos, así como de fallas detectadas en los modelos de reactores actualmente en servicio. Este mismo mecanismo, a raíz del accidente de Chernobyl, resultó un acuerdo formal con la Comunidad Económica Europea para alzar los tipos radiactivos para los productos que se intercambian en el comercio entre estos países. (Ver número especial "La Era Radiactiva", Rev. Integral, Barcelona). Los efectos radiactivos en los seres humanos, en los animales y en las plantas, por lo que este aumento supuso para ellos un incremento superior del 1000%. Por citar un ejemplo: la concentración de yodo en la tiroides de un feto en los tres meses de gestación que se encuentra en la tiroides de la madre.

Mantener los límites radiactivos en los alimentos y en las mercancías al servicio de Chernobyl hubiera provocado un colapso total del mercado europeo y por consiguiente una contienda más real de las dimensiones de, por ejemplo, que inevitablemente crearía una ola de pánico entre la población, mucho mayor que la que ocurrió. La posibilidad de que condujera el pánico ante el conocimiento de los hechos llevó al gobierno francés a negar el paso de la rubia radiactiva por su territorio y a negar la necesidad de tirar ciertas papaveras mientras del otro lado de la frontera, en Alemania se tiraban estas hortaliças por estar peligrosamente contaminadas y se reconocía el paso de la rubia. El pánico al pánico también evitó que el gobierno norteamericano tomara la decisión de evacuar totalmente a la población, cercana a la planta de la Isla de Tres Millos, cuando los especialistas durante días no sólo no se encontraba guijarros dentro del reactor y las temperaturas internas se mantenían poco, gradualmente altas, a punto de suceder lo peor.

Un sinnúmero de hechos documentales y disponibles muestran que la rubia que la industria nuclear crea un riesgo de afectar a la humanidad y al entorno antes ocurrido y en la declaración alguna. Las consecuencias van actualizadas de 100 mil víctimas y daños

MUCHOS de los informes sobre accidentes nucleares ocurridos en el mundo, y particularmente en Estados Unidos, han sido ocultados al público por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

que era eléctrica. 9:30 a.m., los técnicos decidieron conectar el sistema de enfriamiento de parata, pero como técnicamente sólo puede funcionar hasta 177 grados Fahrenheit, los técnicos no podían, decían conectar sólo 2 de las 4 bombas. Después de algunas minutos de intentos, se decidió conectar las bombas, pero se descubrió que los conductos al interior del reactor, por lo que deciden detener el sistema. Mientras tanto la temperatura se incrementa. Nuevamente intentan cerrar la válvula. A las 11:30 a.m. se cerró la válvula y la temperatura del reactor empezó a disminuir. Pudo fallar.

Central Nuclear de Kozlodub. Bulgaria, 30 de junio de 1982. Medianoche, fue cuando el reactor número 3 a 75% de su potencia. Los técnicos revisan las bombas principales del circuito de refrigeración. Por este motivo cierran algunas válvulas de aislamiento. Dos horas después de que los mecánicos terminan estas labores se disparan las alarmas de la central indicando falta de vapor y agua de refrigeración. Los trabajadores "desconectan" el reactor, mientras algunas válvulas se cierran y vapor y agua radiactiva. Al amanecer todavía no se reconoce el origen de la fuga en el circuito primario. Durante 13 horas el vapor radiactivo escapó de la planta, por lo que se produjo la apertura de algunas válvulas de escape. La válvula del reactor entre el núcleo de quemarosa y el núcleo de agua que se abre provoca la entrada de agua fría al sistema de refrigeración. La válvula de escape de vapor al reactor se abrió. El "incidente" fue producido al intentar reparar algunas válvulas.

La lista es larga y el esbozo reducido. La conclusión es clara: la tecnología nuclear es tan compleja y tan peligrosa que un simple desatención o un olvido o error pueden desencadenar una catástrofe de consecuencias fatales para miles de miles de personas. En la misma lista se mencionan un accidente en Cayuta, California, el 18 de agosto de 1955. Un ingeniero dejó a los controles para ayudar a un compañero en una labor de rutina. Al salir olvidó detener el llenado del tanque en el circuito primario, que estaba recalentado. Por muy poco no se quemó el circuito debido a la presión. En la Central Nuclear de Brunswick, Carolina del Norte, el 30 de junio de 1955 se originó un incendio en el sistema de refrigeración de emergencia. La causa un operario en vez de instalar un relé de corriente continuó hasta un relé de corriente alterna.

El accidente más grave tarde o temprano va a ocurrir, la información indica que vamos en esa dirección. Y quien hoy defiende la energía nuclear coopera para que esto ocurra, tanto aquí en México como la Central Nuclear de Laguna Verde como con cualquier proyecto de este tipo en la planta.

Nota—Acerra de los accidentes ocultados por la OIEA. Pueden consultarse en castellano: Laguna Verde, Contribución de México al Helicóptero Puffinoff, de A. Morones y J. Esquivel, EAF. El Chabutar (libro de reciente publicación) y que recomendamos por su muy amplia información, y el artículo aparecido en el Cuadernito del Sur, número 6, Julio de 1987, suplemento del número 91 de la revista Integral, Barcelona.

# Miles de Amparos Contra Laguna Verde

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETE

Al momento de escribir este artículo han sido registrados unos 25 mil amparos en contra de Laguna Verde (LV), en el estado de Veracruz. La lucha legal se está extendiendo rápidamente al Distrito Federal. Según lo expresado por un técnico de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) en 1987, LV no podía entrar a generar electricidad antes de mediados de este año, por razones técnicas. Políticamente, tampoco, a menos que el gobierno se arriesgue a hacer "póver sobre póver", o más peligroso aún, a cobrarle leña al viento si lo dejara nada de "seguridad nacional" al próximo gobierno.

Es un infortunio que los tiempos políticos y técnicos de la posible apertura de LV coincidan. Porque así no se puede saber con claridad si la no entrada en operación de LV hasta ahora, a pesar de que el Presidente había anunciado su apertura comercial para el año pasado, se debe a que la racionalidad ha entrado al gobierno en materia de energías, o si simplemente se trata de la imposibilidad técnica de operar a andar el monstruo en condiciones mínimas de seguridad (tales le llaman "condiciones mínimas de seguridad").

Para los que buscan las condiciones mínimas de seguridad, LV no podrá iniciar operaciones ante seis julio de este año. Para los políticos que están detrás de la estabilidad social, abrir la planta antes de las elecciones significaría otra razón para votar en contra del partido gobernante, sobre todo en el estado de Veracruz.

### Símbolo de la primera planta

del cual se lo supone responsable. Abrir LV antes de las elecciones equivaldría a cancelar una buena porción de la esperanza prometida. De hecho, se certificaría a los mexicanos vivir bajo peligro de muerte, a partir del momento de su apertura. Así, Salinas no tendría lugar alguna para la primera línea elemental de seguridad vital. Entretanto, los amparos jurídicos en contra de la operación de LV en el estado de Veracruz, en donde ya se han inscrito más de 25 mil, hacia el Distrito Federal y otros estados de la República. Llegará un momento en que los ojos del mundo tengan que fijarse en un país en donde miles y miles de ciudadanos se amparan contra actos de un gobierno que fue elegido para actuar en un beneficio, y no en su perjuicio.

manifiestarse contra la pautas en marcha de LV es el candidato del PRI. Los aspirantes de los otros partidos han expresado de una forma u otra, su desacuerdo con LV nuclear, y han ofrecido como opción la conversión de esta a gasoeleférica.

LV es una bandera política de primera magnitud. Si el candidato del PRI no se manifiesta claro en la elección, deja sembrada la preocupante duda, más que la esperanza. La indeterminación le puede restar millones de votos, sin duda. Si a otros países, como Suecia, los partidos en el poder lo han dejado por la cuestión nuclear, ¿por qué no podría suceder lo mismo en México?

volver a construir LV al costo actual, otaría por no hacerlo (Juan Eiben-schütz, a la revista News-week). En efecto, la electricidad de LV va a ser la más cara del país. El deslumbreado visitante tendrá que pagar 150 pesos por el kilovatio-hora nuclear si

LV entra a operar, en vez de los 30 pesos que pagaba en diciembre de 1987. El desprejuiciado visitante podrá averiguar del dato, lo que le causará a su salud la operación de la planta, con o sin accidentes, en lo que se ha escrito

### VISITAS TURÍSTICAS

Mientras la contienda electoral, los amparos y las manifestaciones de toda índole en contra de LV definen políticamente su destino, y las imperfecciones técnicas determinan su retraso, los pronucleares de CFE siguen dilapidando recursos en visitas turísticas a LV, con la esperanza de "comprar" el favor de los invitados con los lujosos "show" comida.

Pero nadie que vaya a la planta en el supuesto que plantea la CFE podrá averiguar la verdad sobre LV. A lo más el visitante se deslumbrará por lo aparatoso, alambreado y complejo que se ve el proyecto, pero no se dará cuenta de que esos tres aspectos son un factor de inseguridad, precisamente, para poder ver los defectos de diseño, etc.

La persona que realmente quiera averiguar si LV es algo que le beneficiará, o no, tendrá que empezar por saber de las declaraciones del director y el subdirector de CFE, que en la visita no se les mencionan: "LV no es un éxito, pero tampoco un fracaso" (Fernando Hiriart, en su comparecencia ante la Cámara de Diputados); "de

Sigue en LA PÁGINA DIEZ

## Necesita México 100% más de Capacidad Energética: UANL

MONTERREY, N.L., 22 de enero.— México necesita incrementar desde ahora en 100 por ciento su capacidad de producción energética, ya que de lo contrario el desarrollo industrial y productivo del país perderá un ritmo y se reducirá en diez años más por la escasez de suficiente energía eléctrica.

Así lo advirtió hoy Bernardo Rodríguez, catedrático de la Facultad de Física y Matemáticas de la UANL, quien estableció que para ello se tienen dos opciones: racionalizar y reducir los actuales consumos o bien instalar plantas nucleoelectrificadas.

Sin embargo, comentó que "esta reducción de la capacidad hidroeléctrica del país sólo puede incrementarse como máximo a 10 o 20 por ciento".

Los amparos son una forma efectiva de consulta popular auténtica o referéndum, que el gobierno ha denegado hasta ahora, con el pretexto de que "tenemos una idea distinta de la democracia" (titular de Sedue, en su reciente comparecencia ante la Cámara de Diputados).

Pero hasta ahora los amparos no han procedido. Se han detenido. El gobierno desconoce la Constitución, que contiene el precepto de que la soberanía radica en la población, y no en los funcionarios. Así, se empuja a la ciudadanía al pueblo, que no sea desobedecer civilmente a los gobernantes, dado que éstos, a su vez, desconocen la Constitución.

Formas de amparo se consiguen en los teléfonos 655-7473, 670-3254, ..... 573-4206, 562-3202, ..... 551-45-49, hablando antes de las 3 de la noche, y se entregan al teléfono ..... 544-0883.

El único aspirante a la Presidencia que falta por

manifestarse contra la pautas en marcha de LV es el candidato del PRI. Los aspirantes de los otros partidos han expresado de una forma u otra, su desacuerdo con LV nuclear, y han ofrecido como opción la conversión de esta a gasoeleférica.

LV es una bandera política de primera magnitud. Si el candidato del PRI no se manifiesta claro en la elección, deja sembrada la preocupante duda, más que la esperanza. La indeterminación le puede restar millones de votos, sin duda. Si a otros países, como Suecia, los partidos en el poder lo han dejado por la cuestión nuclear, ¿por qué no podría suceder lo mismo en México?

aquí en la sección Metropolitana de EXCELSIOR, y ahora en el excelente libro recién publicado por ediciones El Caballito "Laguna Verde, Contribución de México al Holocausto Pacífico", de Armando Morones y Javier Esquivel.



# Desmiente la CFE que se Haya Comenzado a Cargar Laguna Verde

"Para Ello Deberá Confiar con la Licencia Gubernamental del Caso"

Por CARLOS A. MEDINA

La Comisión Federal de Electricidad desmintió que se haya comenzado a cargar el reactor de la planta nuclear de Laguna Verde, porque para ello necesita contar con la licencia gubernamental respectiva, y por obligación deberá de informar de inmediato a la opinión pública. Revuélvase, además, que ya existe un plan de emergencia para dar protección y seguridad a los habitantes de la zona en caso de accidentes en ese centro nucleoelectrico.

TIENE EN LA ZONA VIGILANCIA

## Desmiente la CFE que se Haya Comenzado a Cargar Laguna Verde

TIENE EN LA ZONA VIGILANCIA

Para proceder a la carga del uranio, se informó, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia, cuyo director ejecutivo es el ingeniero Miguel Medina Valladares, deberá emitir un dictamen técnico aprobatorio que deberá ser sometido a la consideración del Presidente de la República, Miguel de la Madrid, y del Secretario de Energía, JUAN DE LA CRUZ PARASTATAL, Alfredo del Mazo, para que autoricen.

Fuentes allegadas a la CFE calificaron de dolosas y de mala fe las versiones que propalaron algunos grupos ecologistas al respecto de que "ya comenciara", se inició la carga del reactor.

Técnicamente la planta ya se encuentra lista para que reciba el uranio en el reactor, pero no se hará hasta que se compruebe hasta el mínimo detalle, el funcionamiento de todos los sistemas de seguridad, así como los planes de emergencia en caso de que se registre un accidente y se deba garantizar la seguridad de los habitantes de la región.

### PLAN DE EMERGENCIA

La planta de Laguna Verde "es una de las más seguras del mundo occidental", señaló el ingeniero Severiano Sánchez Uribe, coordinador del Plan de Energía Radiológica Externo, y las medidas de evacuación y protección a la población civil "son para en el caso de que se registre un accidente, pero no para alarmar a sus habitantes".

Explicó que el plan se desarrolló por el Comité de Planeación para Emergencias Radiológicas, en el que participan ocho secretarías de Estado: Gobernación, Defensa Nacional, Marina, Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comunicaciones y Transportes, Desarrollo Urbano y Ecología, de Salud y de Energía, Minas e Industria Parastatal, junto con representantes del Gobierno de Veracruz—responsable en primera instancia de cualquier evacuación masiva—. La CFE y Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardia, los que han puesto a disposición del Plan todos sus elementos, medios de transporte, etc. para proteger a la población civil.

Se levantó un censo en la región, dentro de una área de 16 kilómetros cuadrados, y se comprobó que allí habitan 16 mil 924 personas, y para evacuarlos en caso necesario, se construyeron cuatro rutas—caminos pavimentados—y comunicación con la carretera federal.

Para lograrlo, desde el mismo instante que se le pida a dar la alarma general, se necesitarán como máximo cuatro horas, suficientes para evitar cualquier daño a sus pobladores, asegura el coordinador del plan.

Se descartó una explosión en la planta, ya que su diseño dista mucho de homologar a las de Chernobyl, que sufrió un grave accidente en 1986. Cualquier fuga de radioactividad será de inmediato detectada, y existe una serie de medios de comunicación con la coordinación de emergencia. La Planta al Parrón, lugar de residencia de la Coordinación, para que ponga en movimiento a todo el personal necesario a fin de que está listo, si se hace necesario evacuar todos los poblados.

Para el plan, el punto crítico o de alta peligrosidad será un área de dos kilómetros cuadrados, o sea la zona donde está la planta; se tiene otra área de 10 kilómetros cuadrados más de emergencia intermedia, hasta alcanzar los 16 kilómetros.

No se verán afectadas poblaciones como Jalapa, Cardel, el puerto de Veracruz, ya que la radioactividad se dispersa con los fuertes vientos que azotan constantemente en el lugar donde se encuentra Laguna Verde.

Desde la semana pasada la coordinación del plan ha comenzado a distribuir material informativo sobre las medidas que debe tomar la población en caso de emergencia general; se hará un simulacro general con voluntarios para ponerlo en práctica y corregir cualquier deficiencia, pero se insiste que no se tomarán acciones que alarmen o inquieten a la población, "porque lo podríamos provocar, sería mucho más grave de lo que puede ocasionar Laguna Verde".

## Incierto, el Futuro de los Reactores Franceses Alemania e Italia Revisan sus Programas de Energía Nuclear

Por PAUL WEBSTER, de The Guardian

3-11-85

PARIS, 10 de febrero. En otro revés al futuro de los reactores generadores nucleares, ingenieros alemanes y franceses, así como el secretario general del reactor atómico más grande de Europa, ubicado cerca de Lyon, pudo ser por de lo esperado.

Si bien los organismos alemanes de Energía (BREM), y el Servicio de Seguridad de Instalaciones Nucleares Centrales (SCSN), negaron las intenciones de que se basaron grietas en la estructura del reactor, confirmaron

DEBES PAR. CUARENTA Y UNTO

## Alemania e Italia Revisan sus Programas de Energía

TIENE EN LA ZONA VIGILANCIA

la presencia de una falla en el diseño de un contenedor de solda líquido.

Un informe completo del accidente, que originó la clausura del generador hace ocho meses luego de haber funcionado poco menos de dos años, no estará listo, según indicios, hasta antes del verano. Pero el hecho en el origen un retroceso en los programas nucleares de Francia y alteró los planes de Alemania Occidental e Italia, países que tienen relación con el desarrollo del reactor generador francés.

Estados Unidos ya abandonó el uso de reactores generadores por considerarlos demasiado riesgosos, y Gran Bretaña, en su opinión, grandes contenedores por seguir pensando que Alemania, Francia, Japón y Estados Unidos, al igual que sus respectivos programas.

El Parlamento Europeo pidió líquido del estudio está en apoyo a un nuevo contenedor de acero de los tores generadora después de los planes franceses. Francia que se supe del escape de productos el 50 por ciento de

su electricidad por medio de energía nuclear, y luego de este revés, se espera que adopte nuevamente las plantas atómicas de diseño norteamericano para el final del presente año.

Funcionarios investigadores confirmaron que habían trabajado por lo menos siete grietas en la estructura del contenedor, de fabricación italiana, pero consideraron necesaria también más investigaciones, por lo que reabrieron la apertura del reactor.

El costo de reparación se estima en aproximadamente 50 millones de dólares, aunque la cifra podría subir a 100 millones de dólares una decisión antes del próximo otoño.

(c) 1985 The Guardian.

# Que Intervenga MMH Para Evitar un "Madruguete"

4-11-83

Signo de la página cinco

que la cifra se incrementa cada día. Hoy a las once horas, unos 600 miembros de la Federación de Jubilados del Distrito Federal, acudieron a los juzgados del Distrito a solicitar amparos en contra de Laguna Verde. El grupo fue encabezado por el dirigente Francisco Jaramillo.

En la carta que el Grupo de los Cien envió al Presi-

dente Miquel de la Madrid se manifiesta: "Nuestros, artista e intelectuales mexicanos, recurrimos a usted como última instancia de responsabilidad institucional y moral en este país pues hemos sido enterados con alarma, por burocratas pronucleares al servicio de transnacionales extranjeras, planean cargar uno de los reactores defectuosos de la General Electric, el próxi-

mo viernes, aprovechando el Día de la Constitución para perpetrar, contra el pueblo de México, este acto que enegrecerá su futuro.

"De ser cierta nuestra información, este madruguete nuclear no sólo es una falta de respeto al pueblo de México, sino una evidente falta de palabra del gobierno, que ha señalado en varias ocasiones que no se tomarán medidas en materia nuclear sin el consenso de la población. Nosotros sabemos que a este consenso no existe; cargar el reactor de Laguna Verde es faltar al compromiso que las autoridades mismas contrajeron con el pueblo.

"De efectuar la carga, la irresponsabilidad moral no tendrá límites de existencia, ni se podrá esquivar en razones espurias que el pueblo, y algunos funcionarios del gobierno, va no creen". Se manifiesta asimismo en la carta, que se ha vuel-

to costumbre que las malas noticias del gobierno al pueblo se den en fines de semana, o en días de fiestas nacionales.

Ahora la crisis económica, política y ecológica por las que atraviesa el país, la pesadilla nuclear, es un abuso, según la carta. La solicitud de los intelectuales y artistas que piden al Presidente haga un llamado a la cordura a fuerzas de su gobierno, que atente contra la seguridad de los mexicanos, está firmada, entre otros, por: Rufino Tamayo, Olga Tamayo, Carlos Monsiváis, Homero Aridjis, Alberto Ruy Sánchez, Alvaro Muñiz, José Guirrola, José Emilio Pacheco, Crisina Pacheco, Emilio Carballido, Feliciano Bédar, Alberto Ruy Sánchez, Alvaro Muñiz, Salvador Elbrodon, Edmundo Valadez, Manuel Álvarez Bravo, José Luis Cuevas, Vidy y Fernando Casarman.

## Que Intervenga MMH Para Evitar un "Madruguete" Nuclear: Grupo de los Cien

Por MANUEL NOGUEZ VIGUERAS

El Grupo de los Cien hizo llegar ayer una carta al Presidente Miquel de la Madrid, en la que le solicita —con fundamento en las declaraciones que hizo el Primer Mandatario "en el sentido de que no se tomarán medidas en materia nuclear sin el consenso popular"— intervenga para que no se presente un "madruguete nuclear", en virtud de que en Veracruz existe el temor de que mañana será cargado el reactor de Laguna Verde.

El presidente del Grupo de los Cien, Soto Homero Aridjis, señaló que ante esta amenaza los grupos antimucleares de todo el país han intensificado sus movilizaciones, en contra de Laguna Verde y que hoy, en toda la República, principalmente en Veracruz y el Distrito Federal se realizarán varios actos (mitines, plantones, conferencias de prensa y otros), en contra de la nucleoelectricidad.

Señaló que va su más de 25 mil personas las que se han amparado contra el proyecto Laguna Verde, y

VUÉLVEN EN LA PÁG. VEINTINUEVE

## Análisis de la Facultad de Ingeniería de la UNAM Impiden los Bajos Costos Sobre Energía Eléctrica Cumplir Metas de Eficiencia

Por PATRICIA GUEVARA

El establecimiento de precios por debajo del costo económico del suministro de energía eléctrica, establece una prioridad incorrecta para los reinversiones y retrasa el cumplimiento de metas sobre la eficiencia y reposición de los fuertes costos que implica la satisfacción del fluido.

Un estudio especializado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, establece que la fijación de precios es un instrumento para el manejo de la demanda de energía.

Wilfrido Soto Gómez, autor del análisis, consideró que para alcanzar las dobles metas de eficiencia y recuperación de costos, en México se deben aplicar: primero, políticas de precios de energía; segundo, reducir impuestos e implantar incentivos fiscales; tercero, realizar una distribución directa del capital y, cuarto, establecer regu-

lamentos y programas de asistencia técnica y entrenamiento.

El especialista, argumentó que en los últimos años, muchos países desarrollados han reconocido la importancia estratégica de los precios para manejar el sector energético y han establecido aumentos a las tarifas para reflejar el incremento de los costos.

No obstante, añadió, en algunos países persiste la tendencia a mantener los precios de la energía considerablemente bajos, pero en otros, como el caso específico de México cuyo incremento tarifario en los últimos cinco años ha sido 500%, no se ha logrado disminuir el subsidio ni lograr reinversiones sustanciales en el sector.

Soto Gómez, consideró también que en los edificios ya existentes se puede lograr un ahorro hasta de 25 por ciento si se mejoran los sistemas de control y monitoreo, en tanto que en

los edificios que construir se puede lograr una reducción en la demanda de energía hasta 50 por ciento, si las edificaciones se ajustan a un mejoramiento en sus patrones de calefacción y enfriamiento. Esta medida puede ser aplicable a inmuebles que fueron construidos diez años atrás.

Las pérdidas o derroches repercuten en la economía de los países pues generalmente rebatan a las consideradas normales en el proceso de transmisión y distribución que deben ser entre cuatro y ocho por ciento.

El especialista propone un mejor control en las inversiones de los servicios energéticos; incentivos fiscales cuando se registren —en las industrias— reducciones importantes en la demanda; reemplazar el uso de los energéticos, conforme a las necesidades requeridas; industrial, transporte, comercial, doméstico o rural.

De lo Contrario Habrá Reducción del Servicio Corriente

## Urge Incrementar el Presupuesto de Inversión en el Sector Eléctrico

El próximo sesenio los presupuestos de inversión del sector eléctrico tendrán que crecer en términos reales por arriba de la tasa anual de la demanda —6 por ciento—, o de lo contrario, los márgenes de reserva de energía serán negativos en 1991, lo que implicaría reducciones en el servicio con, posiblemente, recortes programados.

Est advertencia fue hecha por el subdirector de Construcción de la Comisión Federal de Electricidad, Joaquín Carrión Hernández, quien informó que dada la poca capacidad de generación de energía eléctrica que entrará en operación en 1988 y 1989, la reserva de potencia de la

será insuficiente, sin embargo, la demanda de energía eléctrica aumentó 41 por ciento en el mismo lapso, impulsada principalmente por la incorporación de cerca de 500 mil usuarios cada año.

Un dato revelador sobre los problemas que enfrenta el desarrollo del sector eléctrico es que la inversión ha caído hasta situarse en los últimos años, en el 50 por ciento de su nivel de 1961.

Por otra parte, al hablar de los programas de diversificación de energía para la producción de fluido eléctrico, el subdirector de Construcción de la CFE dijo que éstos harán posible

que el próximo sesenio los presupuestos de inversión del sector eléctrico tendrán que crecer en términos reales por arriba de la tasa anual de la demanda —6 por ciento—, o de lo contrario, los márgenes de reserva de energía serán negativos en 1991, lo que implicaría reducciones en el servicio con, posiblemente, recortes programados.

Est advertencia fue hecha por el subdirector de Construcción de la Comisión Federal de Electricidad, Joaquín Carrión Hernández, quien informó que dada la poca capacidad de generación de energía eléctrica que entrará en operación en 1988 y 1989, la reserva de potencia de la

será insuficiente, sin embargo, la demanda de energía eléctrica aumentó 41 por ciento en el mismo lapso, impulsada principalmente por la incorporación de cerca de 500 mil usuarios cada año.

Un dato revelador sobre los problemas que enfrenta el desarrollo del sector eléctrico es que la inversión ha caído hasta situarse en los últimos años, en el 50 por ciento de su nivel de 1961.

Por otra parte, al hablar de los programas de diversificación de energía para la producción de fluido eléctrico, el subdirector de Construcción de la CFE dijo que éstos harán posible

SIGUE EN LA PAGINA OCHO

EXCELSIOR, Viernes 5 de Febrero de 1988 11-A

## Urge Incrementar el Presupuesto de Inversión

Señal de la página cinco

se concluir en el sesenio 1988-1991, plantas con un potencial de 3 mil 615 megawatts, a base de energéticos distintos a los hidrocarburos.

Una vez operando a plena capacidad dichos proyectos, se podrá sustituir el consumo de 112 mil barriles diarios de combustóleo, lo que representa 45 del consumo actual.

La demanda de combustóleo por parte del sector eléctrico aumentará a la 444 de entre 36 y 61 por ciento en la próxima década y, en la medida que se logre un crecimiento a las tasas bajas, la CFE ayu-

dará al sector petrolero del país a alcanzar un desarrollo más equilibrado y tecnológicamente más moderno.

La principal fuente de financiamiento del sector se sitúa en tres rubros: las tarifas que los usuarios pagan por el servicio, los créditos internos y externos, y las aportaciones del gobierno federal, via subsidio.

Aun cuando las tarifas han aumentado 2 por ciento anual en términos reales. Durante los últimos años, para 1983 se estima que éstas apenas cubrirán dos terceras partes del costo del suministro.

### INCREMENTO GENERAL DE TARIFAS

Tomando en cuenta las necesidades de financiamiento para el próximo sesenio, la caída de un 41 por ciento en las inversiones de los últimos años y la desproporción existente entre tarifas y costo de producción y suministro de energía eléctrica, la CFE hace cuatro propuestas concretas:

—Que las tarifas destinadas a usos industriales, comerciales y de servicios, generen un remanente que permita financiar una porción del programa de inversiones.

—Que los servicios res-

denciales tengan tarifas iguales a los costos de suministro, mediante el uso de tarifas de consumo medio y alto, canalizando subsidios —mediante transferencias del gobierno— a los usuarios de bajos recursos.

Análogamente, cuando un gobierno estatal quiera favorecer a un cierto grupo de consumidores —por ejemplo, a los residentes de zonas cálidas— deberá ser este quien cubra los subsidios con sus propios recursos. El monto y temporalidad de dichas subvenciones deberán ser predeterminedas.

—Que se incrementen las tarifas para riesgo agrícola

hasta igualarlas con el costo de suministro, mediante un programa de revisiones simultáneas de los precios de la electricidad y de los precios de los productos agrícolas básicos.

—Que se apliquen tarifas basadas en costos marginales a los grandes usuarios industriales, con el fin de disminuir el uso de diesel y gas natural en las zonas pico, en el corto plazo, y definir inversiones en el mediano plazo.

Asimismo, que se establezcan tarifas diferentes en las distintas regiones del país, de acuerdo con las condiciones regionales de producción, transmisión y distribución.



# Decidirá la Sociedad Veracruzana Sobre Laguna Verde

Parte de la primera plana

la vida humana y el bienestar de Veracruz. La decisión tendrá que basarse en la razón y ser ratificada por la propia comunidad veracruzana".

Durante una reunión del Centro de Estudios Económicos Políticos y Sociales (CEPES)—del PRI—celebrada este anoche, como epílogo del recorrido del candidato presidencial por la región de Los Tuxtlas y la cuenca del Papaloapan, Salinas de Gortari indicó que se trata de un "tema inevitable", toda vez que "si que Laguna Verde es motivo de preocupación entre diversos grupos".

Además, al entrevistarse antes en Coatzacoalcos con los grupos antimilitares, Salinas de Gortari solicitó el compromiso de mantener un diálogo abierto y permanente con ellos, a efecto de recoger profundamente todas sus inquietudes al respecto. Y ante estos subrayó también que cualquier decisión que se tome en este sentido "será basada en el respeto a la vida y la tranquilidad de los veracruzanos, y de todo México".

Indicó el candidato que conoce el proyecto de Laguna Verde en líneas generales y que ha escuchado diversas manifestaciones a favor y en contra del mismo. Comisionó a Patricia Chirinos, secretaria de Acción Electoral del PRI, para que atienda las demandas de la población sobre el particular.

Antonio Herón, tesorero de la Unión Cuadrera de Palma Sola, señaló que existe temor entre los habitantes del centro del estado, por los efectos que pudiera tener la eventualidad de contaminación radiactiva.

En nombre de los grupos andres veracruzanos, los señores de Palmes, Escobar, Cardel, Emiliano Guerrero, Comité Antimilitar de Papantla, Coatepec, Córdoba y el Grupo Ecológico Veracruzano Jesús Darío Rodríguez, concluyeron ante el candidato Salinas de Gortari que dicha planta "es insegura".

Tomás Escobar, dirigente del Movimiento Ecológico Veracruzano, propuso que esta planta se utilice como base eléctrica.

# Decidirá la Sociedad Veracruzana Sobre Laguna Verde: CSG

Actúa en Serio el Gobierno; Primero es la Vida Humana

Por ANTONIO GARZA, ARN

COSAMALOAPAN, Ver., 7 de marzo.—En torno a la cuestión de la nucleoelectrícula de Laguna Verde, Carlos Salinas de Gortari expresó hoy aquí su certeza de que el Gobierno de la República actúa con seriedad y a favor del país.

"La prioridad es la protección de

SIGUE EN LA PAGINA DIECISIETE



UNA CONCENTRACION masiva de pristas recibió en la plaza principal a Carlos Salinas de Gortari, quien continuó su campaña político-electoral en Veracruz.

## DESEAN HABLAR CON EL PRESIDENTE

Solicitaron a Salinas de Gortari que sume su petición a la del gobernador Fernando Gutiérrez Harrios, para que el Presidente le figure a la Mañita, recha a los grupos antimilitares veracruzanos.

Poco as como más tarde, en la reunión del CEPES, el candidato consideró tema inevitable el de la nucleoelectrícula de Laguna Verde.

"He seguido de cerca los pasos que ha dado la actual administración. He estado atento, d'istinción con los diversos foros de expresión que la sociedad ha solicitado. Estoy escuchando con mucha atención a los veracruzanos y sé que Laguna Verde es motivo de preocupación entre diversos grupos.

Al respecto al compromiso a este los veracruzanos, y luego de conocer la exposición de la problemática fundamental de esta entidad, Salinas de Gortari

declaró hoy que "junto con el gobierno estatal fortaleceré las instituciones políticas. Así expresamos sentimientos y el letrado a etapas que están sucediendo históricamente, pero que han aumentado volar, sinidos al margen de la ley. La conciencia del ciudadano ya no cabe en Veracruz".

Presenta un plan de siete puntos de acción, sobre responsabilidad las acciones que ya están en marcha en el Plan Integral de Desarrollo del Estado.

Primeramente el ordenamiento y posterior desarrollo de los recursos humanos. Hay que aprovechar el tiempo. Hay que hacer un estudio técnico para regularizar la tenencia de la tierra, ofreciendo soluciones a los campesinos en las zonas pobres. Hay que pedir que se una nueva batalla, para que haya una reforma agraria, por la soberanía nacional, es la batalla por la producción de los alimentos básicos.

Hay que seguir en la búsqueda de los caminos. Se terminará

la construcción de la planta de Laguna Verde. El problema es de carácter político-electoral.

## FINANCIAMIENTO DEFICIENTE PRINCIPAL PROBLEMA DE LA CFE

Segu de la página cinco

trabajo de mayor tamaño, el tiempo de operación de las mismas, tiene una media de 90 por ciento, cuando el nivel adecuado debería ser de 70 por ciento.

Además, la eficiencia operativa de las plantas termoelectricas "se ha visto afectada por la calidad del combustible que utilizan, lo que precipita los requerimientos de mantenimiento de dichas plantas".

Por otra parte, mientras el consumo "excesivo e irracional" de energía eléctrica ocasiona pérdidas importantes, 25 por ciento de la población total de la República Mexicana—alrededor de 30 millones de mexicanos—no tienen acceso a la energía eléctrica.

## A Punto de ser Suspendido en Cualquier Momento, el Programa Nuclear Brasileño

Por ARNALDO CESAR, especial de IFS para EXCELSIOR

RIO DE JANEIRO, 20 de mayo.—El programa nuclear de Brasil, que tiene un costo superior a los 16,000 millones de dólares, corre el riesgo de ser suspendido en cualquier momento debido a la falta de financiamiento.

Tal posibilidad fue anunciada por el presidente de la empresa estatal nuclear brasileña nuclebras, Leclínio Seabra, quien explicó que los 40 millones de dólares destinadas en el presupuesto nacional para el sector, son insuficientes para el mantenimiento de las instalaciones.

La Nuclebras esperaba un presupuesto cercano a los 400 millones de dólares y con los recientes recortes en los gastos públicos esa cantidad fue reducida a 40 millones, cantidad suficiente solamente para arreglar los defectos de "Angra I", la primera y única central atómica en Brasil.

Un alto funcionario del gobierno informó al presidente de Nuclebras que en el área nuclear, el gobierno destinará recursos solamente en el llamado "Programa Nuclear Paralelo", desarrollado por la marina brasileña, en la localidad de Ipero, en el interior del estado de Sao Paulo.

El programa de Nuclebras se dedica a la construcción de reactores nucleares para impulsar submarinos y a desarrollar tecnología que permita a Brasil producir su propia bomba atómica.

Considerado un proyecto de seguridad nacional, las cifras sobre recursos aplicados en la iniciativa son desconocidos. El programa nuclear oficial sufrió retrocesos desde que comenzó en 1976.

Hasta hoy, Brasil no ha conseguido operar con total eficiencia su central nuclear, la primera de ellas construida en la región de "Angra dos Reis", en el estado de Rio de Janeiro, conocida por la población como "Luciferina", que recuerda al insecto coleóptero nocturno.

Este nombre se debe a que la central nunca estuvo operando plenamente más de un mes y luego fue paralizada por problemas técnicos.

En 1974, Brasil firmó un acuerdo con empresas de Alemania Federal para la construcción de ocho centrales termoneucleares en Rio de Janeiro y en São Paulo. Además de las centrales, Brasil compró toda la tecnología para la producción de energía nuclear, incluyendo el sistema de chorro centrifugo para la producción de los combustibles nucleares.

La central "Angra II", la primera instalada con tecnología alemana aún está en construcción. Con la falta de recursos, Leclínio Seabra estimó que las obras no estarán concluidas a mediano plazo.

"Angra II" debió estar terminada en 1983. Sin embargo, sus obras llevan 10 años y difícilmente entrará a funcionar antes de 1993, según las previsiones de Seabra.

El gran problema para los actuales administradores del programa nuclear es el hecho de que no tienen ningún apoyo de la opinión pública brasileña.

La energía nuclear, como era de esperar, se transformó en un "gran elefante blanco", explicó el físico Luis Pinguelli Rosa, director del programa de posgrado de Ingeniería de la Universidad de Rio de Janeiro, y uno de los mayores críticos de Nuclebras.

El programa llegó a un punto en que no podemos abandonarlo. Estaríamos tirando millones de dólares por la ventana", alegó el presidente de Nuclebras.

A pesar del tono dramático de Seabra para tratar el asunto, no deja de tener razón. Gran parte de la deuda externa de 120,000 millones de dólares acumulada por Brasil en los últimos años, se debe al financiamiento de su programa nuclear.

Pero el gobierno, como justificó el ministro de Hacienda, Nilson Da Nobrega, decidió "parar esa hemorragia para que no provoque una aguda anemia en el conjunto de la economía brasileña".

## Futuro de la Energía Nuclear

Ponencia presentada el 21 de febrero en el Foro sobre "México y la Energía Nuclear: Realidades y Perspectivas", que se llevó a cabo en el Museo Tecnológico de la CFE.

Por JUAN LABRIGUE G., de la Facultad de Química-UNAM

Dos aseveraciones importantes contiene el famoso artículo publicado por el doctor Alvin Weinberg en el *Boletín Científico Atómico* del 6 de octubre de 1986. La primera se refiere a la eliminación en el crecimiento de la energía de fusión a causa del accidente de Chernobyl, hasta que se prueba un nuevo diseño intrínsecamente seguro. La segunda concierne a que una guerra convencional, que afectará a reactores nucleares, se convertiría en una guerra atómica. De ahí la importancia de las negociaciones que, para garantizar la paz a nivel regional, realizan organismos internacionales como el de las Naciones Unidas y el de Contadores. De ahí la importancia, también, de los tratados entre Estados Unidos y la Unión Soviética, tanto para el desarme nuclear como para la investigación de la fusión nuclear en el marco del OIEA, ya que los reactores de fusión representan una opción dentro de los reactores del futuro.

Para redefinir el papel de la energía nuclear en México, es conveniente analizar la situación real de la energía nuclear en el mundo, a fin de prever algunas implicaciones estratégicas, políticas, económicas y sociales.

De acuerdo a los boletines del OIEA, de 1987, la situación era la siguiente:

— En agosto de 1987 había 408 reactores en operación, en 26 países, con una potencia de 283 Gigawatts (GW), que representaban 16% de la potencia eléctrica mundial.

— Eran 283 GW nucleares correspondían, en 55%, a países desarrollados y, en 5%, a países en desarrollo. (Esta cifra difiere de la del boletín porque me resisto a considerar a las Repúblicas Socialistas de Checoslovaquia, Hungría y Bulgaria como países en desarrollo).

— En cuanto a reactores de investigación, había el año pasado 335 en todo el mundo, 17 de los cuales estaban en América Latina y 4 en México.

— En lo referente a fuentes para irradiación de alimentos a escala comercial, hay 28 operando y 27 en construcción.

— Una cifra muy ilustrativa sobre el comercio mundial de material radiactivo es la del número de embarques registrados por año, que asciende a unos 28

millones de los cuales 10% es de envíos internacionales y 90% de envíos dentro de un mismo país. Aquí se engloban embarques de radiostopos, combustibles y desechos nucleares.

Concurrentemente con este desarrollo y a fin de cumplir con su papel de promotor y supervisor de la energía nuclear, el OIEA ha incrementado su número de miembros de 68 países en 1957 a 113 países en 1987; su presupuesto, de 2 millones de dólares en 1965 a 49 millones en 1985; y sus recursos humanos, de 650 personas en 1965 a 1,630 personas en 1985. Asimismo, envía más de mil expertos por año a diferentes países y, de 1938 a 1987, envió 215 misiones de asistencia técnica. Tanto en el área de seguridad nuclear, ha firmado 110 convenios de salvaguardias con 100 países, cubriendo 300 instalaciones nucleares. Obviamente, ha tenido que ampliar el número de sus sistemas de información hasta 11, dos de los cuales no son de particular interés: el INIS (Sistema Internacional de Información Nuclear) al cual pertenece México desde su fundación y el IRS (Sistema de Aviso de Incidentes) al cual no pertenecemos todavía.

Señalemos ahora algunos aspectos problemáticos:

— El OIEA no participa en el mercado mundial de enriquecimiento del uranio, que en 1986 alcanzó los 24 millones de unidades de trabajo; este servicio fue cubierto en 55% por EU, en 23% por el consorcio Eurodif, en 8% por el consorcio Urenco y en 8% por la URSS. Por lo tanto, después de 20 años de discusiones, no ha habido transferencia de esta tecnología a otros países.

— Tal y como se prevé hace 20 años, las colas óptimas del enriquecimiento han subido de 0.25 a 0.35%. Esto significa un aumento de 25% en el consumo previsto de uranio para una determinada planta nucleoelectrónica, porcentaje que puede aumentar en el futuro.

— Existen 167 instalaciones industriales en operación, para fabricación de combustible nuclear; éstas, sumadas a los 46 reactores de potencia en operación y a los 335 reactores de investigación, dan un total de 928 instalaciones

# Futuro de la Energía Nuclear

de la primera planta

en todo el mundo, si, como se dijo antes, solo 549 están bajo el sistema de garantías, se deduce que casi 600 de las instalaciones nucleares específicas no están bajo el control del OIEA. Dirección por lo tanto, ¿cómo se ve el sistema dentro del OIEA?

— Dentro de la línea prevista por el doctor Weimberg, la aviación traqui fue bombardeada en 1957 un reactor franco el cual,afortunadamente, no estaba todavía cargado.

— Insistiendo en los pronósticos de Weimberg, en 1956 sólo se inició la construcción de un reactor, en Aizk. Aunque

ese año hubo 23 conexiones a la red eléctrica y en los últimos años también se trató de reactores ya terminados en países que decidieron continuar con la opción nuclear. Sin embargo, es indudable que una Italia canceló dicha opción a fines de 1957, que en 1958 no se han iniciado nuevos reactores desde el incidente de las Tres Millas y que tanto Francia, como la Unión Soviética, comienzan a re-evaluarse. En lasa de crecimiento nuclearelectrónico, inclusive el país que posee el mayor de reactores rápidos, el más avanzado del mundo, está en suspensión principalmente por razones de seguridad.

¿Qué pasará, en caso de acentuarse estas tendencias?

— Que para 1955 la energía de fisión habrá alcanzado su valor esperado de del CIV, el cual será el máximo posible en virtud de la disminución pro bable en los próximos 5 años del seramiento de los reactores que, para esa fecha, habrán sobrepasado los 10 años de operación continua.

— Si ignora lo anterior que la energía nuclear está llegando al término de su crecimiento posterior a... 1955, dependerá de la habilidad de los científicos y técnicos nucleares para desarrollar modelos técnicamente seguros. Estos fueron definidos hace muchísimos por David Lilienthal, exautor del proyecto para fundar el OIEA, como aquellos cuya seguridad no depende de factores humanos sino de principios físicos y químicos. Como ninguna máquina puede ser segura a la intervención humana, las limitaciones físicas y químicas ante cualquier descontrol del reactor, deben ser absolutas. Creo que los modelos actualmente considerados, tales como el PUS, el IPR y el HTRG, no representan opciones viables.

— En cuanto a la fusión, existe la posibilidad de que ciertos modelos sean técnicamente seguros. Aunque los proyectos actuales se basan principalmente en el ciclo deuterio-tritio, el cual requiere un confinamiento magnético, un informe reciente a la Comunidad Económica Europea concluyó que los reactores de fusión no representan opciones para el público ni para el ambiente, debido a la gran cantidad de combustible presente, a que el tritio se procesa en el mismo sitio y a que los núcleos activados no

son de larga vida media. Sin embargo, si tanto el tritio como los neutrones se consideraran finalmente como gases, tal vez se pueda llegar a los ciclos hidrogeno-boro e hidrogeno-litio, en que la radiactividad queda eliminada por completo. Respecto a los ciclos, con temperaturas de ignición demitadas altas, probablemente la estabilidad mecánica permita llevar la fisión fría.

— Por el momento, la incorporación de superconductores a los tokamaks de alto campo, permitirá alcanzar 20 Tesla en el eje del plasma y, dado que el parámetro de Lawson es proporcional al producto del cuadrado del campo por el radio menor, ello permitirá alcanzar la criticidad en toroides del tamaño del Novillo del N. I. K. De cualquier manera, la investigación en fusión continúa en unos 25 países y, según el último informe del OIEA, sólo para los 100 GW termicos nominales, tan sólo en confinamiento magnético.

— En el pasado se puede que las reservas mundiales de hidrocarburos habían aumentado apreciablemente en 1957. Elio situado al control factible de las emisiones de las plantas nucleoelectrificadas y a la explotación exhaustiva de los recursos hidráulicos y geotérmicos, puede permitir el abastecimiento eléctrico global durante 20 años o tal vez 30. Es obvio que, para nosotros, que, a más largo plazo, sólo la energía nuclear podrá cubrir el aumento en la demanda. El porcentaje que corresponde a fisión y fusión dependerá de la habilidad de sus promotores para obtener diseños económicos e inherentemente seguros.

— En cuanto a México ignora lo dicho.

— Un análisis racional del problema, entendido como en el que se excluyen como el dogmatismo, tendra que abarcar todos los factores, como son los históricos, políticos, sociales, económicos, científicos y técnicos y llegar a proposiciones en los ámbitos legislativos, estructural programático, educativo, etc. Ahora bien, ello puede realizarse bajo dos enfoques opuestos: uno el que se ha mantenido durante los últimos 20 años, supone que la modernidad puede reaprovechar libremente al que tiene recursos suficientes; el otro criterio existencial en definir, en el ámbito nuclear, objetivos realistas alcanzables con recursos escasos y con una transferencia tecnológica que no distorsionara fuertemente nuestra economía ni el movimiento nuestra subcultura.

— Para todos es obvia la necesidad e importancia de los radioisótopos, sobre todo en la medicina. En México hay más de 700 usuarios en las áreas de medicina nuclear, radiodiagnóstico, radiografía industrial, investigación, etc. Creo que debe apoyarse la producción y comercialización de radioisótopos y, en general, de las aplicaciones no energéticas, reforzando las actividades de seguridad nuclear.

— Si nuestras reservas de hidrocarburos aumentaran por un factor de 10 en los próximos 20 años, mientras que las reservas reales de carbón y uranio permanecen en el misterio, si aún puede reducirse la demanda energética mediante el ahorro y uso eficiente, si la capacidad hidroeléctrica instalada puede por lo menos duplicarse, ¿a la energía nuclear le cabe el preferente cuestionamiento, económico y socialmente innecesario, creo que debe establecerse una pausa reflexiva antes de tomar decisiones en lo

preferente a continuar el programa nucleoelectrónico nacional. Esto no significa necesariamente la liberación de los reactores inherentemente seguros. Por el contrario, existe ya a nivel mundial un mercado de materiales estratégicos en el que México, con gran producción minera, podría participar. Por ejemplo el litio, en sus aplicaciones nucleares, es esencial para el desarrollo de ciertos tipos de baterías en las minas de Cerro Prieto; el niobio, que los Estados Unidos importan en 100% y que nosotros producimos en la zona sur del Pacífico; las tierras raras, necesarias para los superconductores, que poseemos en diversos minerales; el berilio, lo cual mineral la antigua Comisión Nacional de Energía Nuclear extrajo 100 toneladas en Sonora hace 25 años; etc. Los costos, sin embargo no lejana la subcultura del ramo se decida a apoyar la sustitución de importaciones y a incrementar el ingreso al país y la generación de empleos, mediante el impulso a la explotación de estos minerales estratégicos.

— En cuanto a la investigación en reactores nucleares, creo que debe apoyarse decididamente la que se ha iniciado y realizan el IEN y la UNAM, complementándola con investigación sobre la química del deuterio y el tritio.

— Congruentemente con lo que se ha mencionado, las ciencias nucleares de la Facultad de Química de la UNAM está adecuando su plan de estudios a fin de reforzar la investigación y la enseñanza de las aplicaciones no energéticas, de la seguridad radiológica y de la fisión nuclear, así como participar en el estudio de tecnología sobre deuterio, tritio y demás materiales estratégicos. Para ello se han los cambios

FIGURE EN LA PAGINA TRECE

Signo de la página de académicos y administrativos necesarios.

— Es indispensable, ahora más que nunca, tener mente abierta a la realidad. Hace ya varios años que el Centro Nuclear de Puerto Rico se encuentra en un Centro de Investigación Energética y Ambiental. Cosa similar hicieron después el Centro de Estudios Nucleares de San Francisco y la Junta de Energía Nuclear de España y otros. ¿Conveniencia acaso, en México, unificar la investigación energética del sector oficial?

— Volviendo, para terminar, a la energía nuclear, vemos que la naturaleza, que es sabla nos da una variedad de reacciones naturales de fisión ha habido sólo uno, el de Oka, en África; reacciones naturales de fisión hay un billón, en el Universo.



# Es Inversión de 2,300 Millones de Dólares

## Al Acabarse los Hidrocarburos Será Peor Dependier del Carbón

GUILLERMO GARCÍA

A 33 años de instalado el primer proyecto de investigación nuclear en México, la hora de la activación de la planta de Laguna Verde se acerca.

Aunque el Gobierno Federal anunció oficialmente el pasado día 26 que "de momento" el reactor de la nucleoelectrica no será cargado con el combustible de fisión (urano enriquecido), un alto funcionario de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) dijo a EXCELSIOR que a

SIGUE EN LA PAGINA DIEZ

10-A EXCELSIOR Domingo 31 de Julio de 1983

## Es Inversión

Titulo de la primera plana

... pesar de que no se ha fijado fecha, la primera unidad de la central "Castañeta" y existen razones de índole económica para que sea puesta en marcha.

Una inversión tecnológica que oficialmente tiene un valor de dos mil 300 millones de dólares, un trabajo acumulado en construcción de 235 millones de dólares y de 12 millones en ingeniería, han colocado a México dentro de un selecto grupo de naciones que acceden al uso pacífico de la energía nuclear para generar electricidad.

Los argumentos que se desce activar para que la activación de la planta pueden ser válidos para una futura decisión de la CFE cuando un proyecto nucleoelectrico (en caso de plaza), pero en el caso de Laguna Verde, el gasto ya está registrado en los libros de contabilidad y la planta está lista para uno de los funcionarios de la CFE más comprometidos en la obra de construcción e instalación general de la planta, quien pidió mantener su nombre en el anonimato.

A 12 años de que fue iniciada su construcción, en Laguna Verde se va a colocar una carga de 81 toneladas de uranio 235 para que entre en actividad el reactor tipo BWR (por las siglas en inglés de boiling Water Reactor, que significa reactor de Agua hirviendo) fabricado por la General Electric, como el modelo Mark II.

Pero cuando los técnicos de la parastatal "allean la carga, la actividad de la planta no será inmediatamente total.

En las unidades Mark II, el núcleo del reactor, sirve para la producción de vapor que continuamente se desplaza por un sistema de tubos y cavidades que concurren hasta una turbina, cuya rotación acciona el generador de electricidad.

El reactor, que se halla en una vasija cilíndrica de un metro y medio de altura y de unas 450 toneladas de peso, es un conjunto de barras, tubos y cavidades en las que circula agua desmineralizada y vapor.

La carga del reactor, en forma de uranio, se toma unas tres semanas. Después se inicia una serie de pruebas que en el mejor de los casos lleva seis meses.

Lo que se hace es empezar a producir vapor y probar los sistemas de circulación del mismo.

A los dos meses de haber cargado el combustible, se hace la primera sincronización. Se empieza por hacer rodar las turbinas y efectuar algunas pruebas mecánicas que a posteriormente cobran a ser generada la electricidad, para finalmente conectar a Laguna Verde con el sistema eléctrico nacional", explicó el funcionario, que desde 1959 trabaja en el proyecto nuclear de la CFE.

El reactor, que activará la primera unidad de generación —de dos que componen el proyecto de Laguna Verde—, tiene capacidad de instalarse de 66 mil kilovatios, equivalente a 2.7 por ciento del total nacional de generación eléctrica, cuyo inventario es de 24 millones de kilovatios.

Para tener una idea de lo que significa la capacidad instalada de la primera unidad de Laguna Verde, conviene señalar dos casos que

... sirven de ilustración comparativa.

La mayor hidroeléctrica del país, la de Chilcoacán, en Chiapas, tiene capacidad instalada de un millón 500 mil kilovatios, de un total nacional, en este ramo, de siete millones 700 mil unidades.

La nucleoelectrica de más grandes dimensiones en el extranjero, la de Manzanillo (con dos unidades), en Coahuila, cuenta con capacidad instalada de un millón 300 mil kilovatios, de un total de millones 682 mil kilovatios.

### CONTENIDO

Laguna Verde está en el municipio de Aho, Lerma, Veracruz, 70 kilómetros al noreste del puerto 60 al noreste de Jalapa y 200 al noroeste de la ciudad de México.

Además de México, sólo Cuba se prepara en América Latina para poner en marcha una planta de estas características.

En el mundo existen ahora 415 centrales en funcionamiento, 101 de las cuales se hallan en Estados Unidos y otras tres en América Latina: dos en Argentina y una en Brasil.

A 31 años de que fue activada la primera central, la mayoría de estas funcionan en países como Francia —donde, dos terceras partes de la electricidad proviene de 25 nucleoelectricas—, España, Italia, las repúblicas alemanas, Suecia, Suiza, Japón, India, Pakistán y Canadá, entre otros.

A diciembre de 1982 había en el mundo 77 unidades similares a la de Laguna Verde en operación.

La construcción de la planta estuvo supervisada por la compañía estadounidense Ebasco, aunque la responsabilidad del proyecto —de la misma construcción ha sido siempre responsabilidad de la CFE. Invernicios Civiles Asociados (ICVA) se encargó de la construcción civil.

La responsabilidad general de la central siempre ha sido de la CFE, pero cuando se puso en marcha el proyecto (1971) no había competencia nacional para la constructora de la parastatal y por eso

tuvo que contratar a extranjeros.

La participación de los extranjeros en el proyecto —puntualizó el funcionario entrevistado— ha estado en función de calificaciones que no tenemos."

—Pero también se habla de dependencia respecto al suministro de combustible en México no se realiza la operación del enriquecimiento del uranio).

El costo del combustible nuclear es lo más bajo que hay en las centrales nucleares. México se encamina, en el que el relevo de los hidrocarburos, lo va a dar el carbón importado, lo cual significa problemas de dependencia mucho mayores que con el uranio enriquecido", dijo el funcionario.

También se habla de que en algún momento podría suspenderse a México la venta de combustible.

La afirmación no tiene fundamento. No existe sostenimiento que no hay problema alguno, porque existen cuatro proveedores independientes de combustible.

Es muy poco probable que México se las arregle para no tener problemas con los suministros con Estados Unidos, la Unión Soviética, Francia y el consorcio formado por Inglaterra, Alemania y Holanda.

El enriquecimiento de uranio se contrata mediante un contrato que se compra al que lo ofrece más barato; pero además, son contratos prorrogables de acuerdo con las condiciones económicas. Es una operación puramente comercial y el único que se exige —y en esto sí están de acuerdo los proveedores— es que el combustible no se dedique a la producción de bombas", dijo el funcionario.

### SEGURIDAD

Uno de los dos accidentes

que han ocurrido en el mundo en la historia de la industria nuclear, se produjo en la central estadounidense de Three Mile Island, Pennsylvania, en marzo de 1979. El otro accidente en Chernobyl, en abril de 1986.

La seguridad es un elemento de las plantas nucleares", dijo el funcionario de la CFE al hablar sobre este aspecto.

"Existe un problema de percepción sobre la supuesta inseguridad de las plantas nucleoelectrificadas, que se origina porque las plantas no claras nacieron con un complejo: la primera aplicación de la energía nuclear fue la bomba."

"Las plantas nucleares fueron concebidas por gente que salió del medio científico que produjo guerra con la energía nuclear... pero la preocupación por la seguridad en la producción nuclear eléctrica es inusitada en relación con otras industrias."

"El problema radica en la forma en que la gente percibe el peligro nuclear y del trabajo que custodia que la sociedad acepte que el riesgo en las instalaciones nucleares no es mayor al de otras grandes instalaciones."

Hay dos formas de clasificar la seguridad en un generador eléctrico nuclear: activa y pasiva.

Los sistemas de seguridad activos tienen la finalidad de que el núcleo del reactor siempre tenga en funcionamiento los sistemas de alta presión y de control de agua reactivales durante la actividad normal.

El sistema pasivo tiene por objeto aislar el núcleo por medio de cinco barreras, en caso de accidente. Estas son:

—Las pastillas de combustible.

—Los tubos de Zircaloy.

—La vasija del reactor (de acero) y el circuito refrigerante de alta presión.

—El contenedor primario, un edificio cilíndrico con paredes de concreto de 1.5

## lares

metros de espesor, reforzadas con acero. El inmueble está recubierto internamente con una capa de acrílico de 0.95 centímetros de espesor soldado herméticamente; en el fondo del contenedor primario hay una alberca de supresión de presión que contiene tres mil metros cúbicos de agua.

—El contenedor secundario, que es el edificio mismo del reactor (uno de los seis que forman la primera unidad de la central) y que se mantiene a menor presión que la atmosférica, para que no haya fugas al exterior.

Las plantas nucleoelectrificadas se construyeron y acondicionaron en unos diez años. Desde octubre de 1976, cuando se inició formalmente la edificación de Laguna Verde, y en un terreno de 200 hectáreas, en la central de Veracruz se han utilizado 200 mil metros cúbicos de concreto y 40 mil 500 toneladas de acero. Los instalaciones tienen una altura de 70 metros, que es el equivalente a la de un edificio de 30 pisos. La construcción de la segunda unidad lleva un avance considerable.

Desde mayo de 1981 la CFE ha enfrentado muchas críticas y ha habido protestas y publicaciones en poblaciones veracruzanas, en las inmediaciones de la propia planta y en la ciudad de México. Las afirmaciones de 1981 la CFE ha enfrentado muchas críticas y ha habido protestas y publicaciones en poblaciones veracruzanas, en las inmediaciones de la propia planta y en la ciudad de México. Las afirmaciones de 1981 la CFE ha enfrentado muchas críticas y ha habido protestas y publicaciones en poblaciones veracruzanas, en las inmediaciones de la propia planta y en la ciudad de México.

El momento en que la nucleoelectrificación de Laguna Verde entre en operación, no obstante, parece más próximo que su aplazamiento o suspensión definitiva.

«Protegerá de las Radiaciones a la Población»

# Entra en Acción la Nueva Ley de Ecología

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETTE

A partir del primero de marzo entró en acción la nueva ley de ecología, y vale la pregunta: ¿A qué protección de las radiaciones que por los principios se manejan en nuestro país?

Creemos que la respuesta es positiva, si se cumplen los condicionantes siguientes:

—Si con la denominación de "contaminantes tóxicos" la ley se refiere también a los materiales que emiten radiaciones, y no sólo hace referencia a los contaminantes químicos. Pero al detallar la referencia a la contaminación de aire, aguas y suelos, no se explica explícitamente que estos tres componentes del medio ambiente de nuestro país puedan ser perjudicados por la acción de los radioisótopos, resultantes de sus aplicaciones en la medicina o por la operación sin puerta de la planta nuclear de Laguna Verde.

—Si la ley abandona la noción falsa de que con la imposición de niveles máximos de emisión radiactiva, los efectos sobre la población serán "controlables" y no dañinos. Pues no está justificado más, al menos en la medida en que cualquier dosis de radiación manifiesta daño, a corto o largo plazo. Pero en la ley se dice sistemáticamente que la Secretaría de Salud emitirá normas para controlar la emisión de contaminantes al medio.

—Si se reconoce que "no hay manera" de almacenar de forma segura y estable los desechos radiactivos que LV va a generar durante su operación y posterior desmantelamiento. Para que algunos de los desechos pierdan su peligrosidad, tendrán que transcurrir decenas y decenas de siglos.

Por ello no puede haber medida técnica adecuada, ni tampoco se pueden imaginar instituciones seriales capaces de subsistir tanto tiempo para desempeñar función tan delicada. Hasta donde sabemos, sólo dos instituciones han sobrevivido el milenio, el insecto romano y la lengua estanca. El empujón de la producción masiva de desechos radiactivos de alta peligrosidad, sin disponer

ahora de una solución para su almacenamiento seguro, es como lanzarse a volar sin pita de aterrizaje. Esta es critic en la ley que otras instituciones promotoras de la nucleoelectrificación, a través de sus canales de protección, no "pueden" para el almacenamiento de los desechos radiactivos y que la Secretaría de Salud la reproducción ambiental. Con ello se da por hecho en la ley la existencia de una solución que, sabemos, no puede existir.

—Si se reconoce el carácter especial del accidente grave en Laguna Verde. A diferencia de otras técnicas, un accidente grave en una planta nuclear tiene consecuencias cuantitativas y cualitativas muy catastróficas en el espacio y el tiempo.

—En el espacio global, si se incluyen las redes de comercialización como es el caso de la cadena liviana en el caso de la leche contaminada con estrón y cesio de Chernobyl, que llegó a México por las compras del gobierno mexicano. La contaminación temporal es casi eterna, por los largos períodos de actividad de los contaminantes radiactivos disueltos.

—Si los accidentes nucleares se pueden prevenir por actos legislativos y decretos, como la nueva Ley de Ecología. De acuerdo con la ley, Laguna Verde podrá iniciar operaciones si hay un instrumento escrito por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (Consensua), que diga que LV reúne los requisitos de seguridad similares

los de cualquier otra planta nuclear del mundo. Pero la ley no hace referencia a quién, o cómo, Consensua va a emitir un dictamen para elaborar un dictamen que el que propiciará en la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), la que está descalificada de emitir un dictamen que por principios tiene como objetivo el desarrollo acelerado de la nucleoelectrificación en todo el mundo y adolece de capacidad para ofrecer una normativa de operación por diseño defectuosa o baja calidad de construcción a lo largo de 20 años.

Sus dictámenes son tan vengancista

SÍGUE EN LA PAGINA DOS

# Ley de Ecología y Laguna Verde

Por MARCO ANTONIO MARTINEZ NEGRETE

En este artículo voy a comentar algunas de las limitaciones y errores de concepción de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que como iniciativa presentó el Poder Ejecutivo a la Cámara de Diputados el 12 de noviembre de 1987, por conducto del titular de la Sedue, Manuel Camacho Solís.

Camacho presentó la iniciativa de ley como "una de las más avanzadas". Contiene una visión avanzada de legislación ecológica que pretende controlar la contaminación no sólo con el castigo, como en las leyes anteriores, sino que también aspira a manejar el problema por la prevención.

Sin embargo, a pesar de sus buenas intenciones, que aplaudimos, la iniciativa es un franco retroceso que impide calificarse como "lo más avanzado que hay", sobre todo desde el punto de vista de la democracia.

1.—La lectura del texto permite concluir que en los dos factores que podrían entrar en contradicción, "desarrollo" económico y regulación ambiental, se favorece primero.

Esta manera de establecer prioridades rompe con la tradición milenaria del respeto a la vida humana, en la que sus condiciones otorgan el valor máximo a la sobrevivencia individual y de especie. Supuestamente habría en la ley dos maneras de poner a la vida humana en peligro: por la suspensión de la actividad económica, o por la presencia de ciertos tóxicos altamente contaminantes e inseguros. La diferencia estriba en que mientras la contaminación descontrolada produce en forma segura la muerte, en corto, mediano o largo plazo, la suspensión de una parte de la actividad económica no produce el colapso de la vida de manera cierta, y menos aún cuando normalmente existen opciones técnicas alternativas.

La iniciativa presupone falsamente que la vida se resguarda mejor promoviendo la actividad económica, que evitando los efectos mortales de la contaminación que conlleva.

La disyuntiva es crítica en el caso de la planta nuclear de Laguna Verde, en donde no se ve cómo la suspensión de la obra, o su conversión a gasoeleftrica, podría poner en peligro la vida de los mexicanos de hoy, y de los que no han nacido, cuando por comparación su vida ciertamente quedará en peligro desde el momento mismo en que empiece a funcionar.

En resumen, la iniciativa escoge, de entre una oportunidad cierta y una de riesgo de salvar la vida, a esta última.

2.—La iniciativa de ley "arbitra" la población el derecho de decidir entre "des-

arrollo" económico y regulación ambiental, para cada caso concreto.

Si, en efecto, llega a ocurrir que un proyecto económico y técnico pone en peligro mortal a la población por sus factores contaminantes reales o potenciales, es el gobierno el que decide la opción y seguir, y no la población. Esa opción, como anotamos en el punto anterior, será siempre la de conceder prioridad a la actividad económica por sobre la seguridad de la gente y los ecosistemas. Nuestra Carta Magna, sin embargo, establece que la soberanía radica fundamentalmente en la población. Por esto, la propuesta de ley contradice a la Constitución.

Para hacer compatible la iniciativa de ley con las leyes vigentes, sería necesario hacer intervenir a la población directamente, por ejemplo por medio de plebiscitos o referendos, en el Título Quinto.

3.—La iniciativa no considera a los materiales radiactivos como "contaminantes de suelos, aguas y aire. Lo que es un absurdo, dada su peligrosidad y persistencia.

Camacho Solís dijo que la propuesta de nueva ley se hacía para proteger la vida de las generaciones venideras. Pero los contaminantes radiactivos son los que amenazan a las generaciones futuras, más que cualquier otra tecnología. Pareciera que la ley se hizo pensando en no tocar Laguna Verde.

4.—Las atribuciones de la Sedue, como las fija la iniciativa, son sólo limitadas. La operatividad del gobierno queda reducida a la cantidad que circunscribire sólo a la emisión de normas de contaminación, o al control de los contaminadores por mecanismos financieros, propagandísticos y de otro estilo, pero nunca directamente.

Así las cosas, quienes quedan frente a frente son los productores de la contaminación y quienes la sufren. El gobierno se sitúa como árbitro, para cuidar que la actividad económica no se "interrumpa" o se "interfiera" en forma excesiva, (página IX).

El pueblo de México, y el veracruzano en particular, está clamando por que Laguna Verde no empiece a funcionar sin su consentimiento. De aprobarse la iniciativa tal cual, es sancionaría la imposibilidad de que la población opina y decidiera sobre un proyecto que le es de vital importancia.

Camacho Solís nos dio a entender que la Cámara de Diputados es un buen mecanismo para hacer intervenir a la sociedad. Pensamos que no es así, porque en cuestiones que corresponden al ejercicio directo de la soberanía, ésta debe ejercerse sin rodeos. La verdadera democracia existe en no empujarla.

## Utilizará Petróleo, gas y Carbón Para Sustituirlo Italia es la Primera Potencia Mundial que Decide Abolir Totalmente la Energía Nuclear

ROMA, 17 de agosto (I.P.S.).—Italia es la primera potencia industrial que ha decidido abolir completamente la energía nuclear y utilizar el petróleo, el gas y el carbón, además de la hidroelectricidad para mantener en acción su esquema productivo.

El gobierno aprobó ayer el proyecto del plan energético nacional, el cual, a pesar de prescindir del átomo se propone reducir la dependencia energética exterior de 81 por ciento actual a 75 por ciento en el año 2000.

La producción eléctrica sin contaminación costará cara al erario público, ya que el plan ha previsto gastos por casi 8,000 millones de dólares para dotar de filtros apropiados a todas las chimeneas de las viejas y nuevas centrales, así como también para adquirir combustible con bajo contenido sulfúrico.

Según se informó oficialmente, la reducción de la dependencia de petróleo importado deberá ser de 56 a 47 por ciento, la emisión de anhídrido sulfúrico deberá disminuir en 75 por ciento de 6,300 de nitrógeno y 31 por ciento de monóxido de carbono.

Los consumos totales de energéticos previstos hasta el año 2000 prevén un consumo de 180 millones de toneladas de petróleo (T.P.E.) anuales, así como 300,000 millones de kilovatios-hora.

En materia de electricidad, Italia todavía tiene un déficit de 17,000 megavatios de potencia instalada, y el gobierno dijo que 3,000 megavatios se obtendrán de la central de Montalto de Castro, otros 10,000 de las centrales que el Organismo de Energía Eléctrica está construyendo, y los restantes 4,000 megavatios mediante las fábricas de polcombustibles.

La central de Montalto de Castro, que dista 80 kilómetros al norte de Roma, había sido proyectada para usar energía nuclear,

pero ahora será alimentada con petróleo y gas natural.

La única central nuclear en funcionamiento en Casso, cerca de Milán, 557 kilómetros al norte de la capital italiana, será desactivada y transformada a pesar de que produce mil megavatios.

Italia, en relación a los demás países europeos, extrae apenas 6 por ciento de la energía que requiere del sistema nuclear, contra 61 por ciento de Francia y 41 por ciento de Suiza.

Su lealtad prevalece y firmemente apoyada por los socialistas, segundo partido de la coalición de cinco, izquierda además por demócratas, republicanos, liberales y socialdemócratas, fue que la energía nuclear poco segura resulta inabordable.

La campaña contra la energía nuclear y sus riesgos se intensificó cuando se produjo el desastre de la central soviética de Chernobyl en diciembre de 1986, que puso a Europa frente a su primera urgencia radioactiva.

En octubre de 1987, los defensores del ambiente, los comunistas, los radicales y también los socialistas impulsaron un plebiscito sobre el sistema nuclear, que arrojó 81 por ciento de los votos a favor de la abolición.

El plan actual que remplaza al de 1985, que prevía la construcción de una docena de nuevas centrales nucleares, será vigulado por un consejo superior de energía en su aplicación, y también en lo concerniente a la tutela ambiental.

Los verdes, que por vez primera integran un partido único en el Parlamento, los comunistas y los socialistas, influidos por el ecologismo de los socialdemócratas alemanes dijeron que si bien se prevé un ahorro de 10 millones de toneladas de petróleo se podría haber hecho mucho más.

# La URSS no Defendrá su Programa de Energía Nuclear

8 oct 89

Respuesta a Críticos; es el Combustible del Futuro

EXCELSIOR Sábado 8 de Octubre de 1989 11-A

HERNAN RODRIGUEZ M.,  
corresponsal

MOSCU, 7 de octubre.—El profesor Alexander Protsenko, presidente del Comité de la URSS para la Energía Nuclear, aseguró hoy aquí que las plantas atómicas son el futuro de la energía en el mundo, y reveló que más de 20 nuevas centrales atómicas están pasando cada año en marcha en todo el planeta.

En respuesta a las críticas emitidas recientemente en Lituania por miembros de un nacional Partido Verde soviético, quienes exigen el cierre inmediato de la central nuclear de Ignalina, Protsenko afirmó que "en la URSS se continuarán construyendo plantas atómicas, aunque con reactores más seguros para evitar accidentes como el registrado hace días en Chernobyl.

"Un accidente como el de la central de Chernobyl —sostuvo el científico so-

## Moscú no Defendrá su Pro

grama de la energía nuclear

viético, no volverá a suceder nunca más, ya que se han tomado medidas importantes para que las plantas funcionen sin el menor peligro".

"Antiguamente" —añadió— "se ponía en funcionamiento una o dos nuevas centrales atómicas, claro que en los distintos países el ritmo de construcción es también diferente, pero la tasa de desarrollo de la energía nuclear es dos o tres veces más alta que la del sector energético en su conjunto".

"El funcionamiento de las plantas nucleares y los accidentes que se producen han aportado valiosísima experiencia, que permite elevar la seguridad y confiabilidad explicó el profesor Protsenko.

Señaló que la URSS y otros países trabajan con miras a aumentar la seguridad de las plantas nucleares mucho antes del accidente en Chernobyl y, en particular, los diseñadores y científicos soviéticos venían desarrollando reactores de alta seguridad y nuevos modelos de los llamados reactores "agua-agua". La-

mente, estas investigaciones no se realizaron con la rapidez deseada.

### NUCLEAS MODIFICACIONES EN REACTORES

"El análisis de las causas de la avería en Chernobyl" —continúa Protsenko— "y los problemas surgidos como consecuencia, obligaron a diseñadores y físicos soviéticos a tomar medidas urgentes para elevar la seguridad en las centrales atómicas.

"Se introdujeron muchas modificaciones en los bloques de desactivación de grupos de generadores, en los reactores y en los sistemas de control del calor.

"Se modernizaron tanto las plantas similares a la de Chernobyl, como las centrales que cuenta con circuitos de reactores. Y como resultado, se elevó sustan-

cialmente el nivel de seguridad".

Tras insistir en que la energía nuclear es la más adecuada, el profesor explicó que en estos momentos la industria y el sector científico encaran enormes dificultades en su desarrollo.

"Hay que luchar para que no se construyan más plantas nucleares, y esas luchas se incrementaron después del accidente de Chernobyl", dijo el científico.

La avería en Chernobyl provocó daños estimados en 8,000 millones de rublos (unos 14,000 millones de dólares), y al igual que los accidentes de gravedad que se han registrado en la industria y en el transporte, causó pérdidas humanas y obligó al traslado provisional de miles de personas, consideró Protsenko, a cuyo juicio, "la sociedad, no obstante, no toma decisiones precipitadas ni prohíbe el uso de aviones, barcos o automóviles".

Desde ese punto de vista,

el científico aseguró que "la sociedad no puede prescindir de los avances técnicos de la energía, no se puede exigir que se cierren las plantas nucleares y se cancele la construcción de las ya planificadas".

### LA MÁS ADECUADA FUENTE DE ENERGÍA

"Las plantas nucleares, cuya explotación correcta no causa daños a la naturaleza ni al hombre, son la más adecuada fuente de energía, la que importa y se debe exigir ahora es que se continúe elevando la seguridad y la seguridad, en las centrales atómicas.

Y para justificar su afirmación, señaló:

"Vale la pena examinar en qué situación se encuentra actualmente el sector energético. El combustible orgánico se hace cada vez más inabarcable en el plano geológico y geográfico. No se registra aumento alguno de las reservas naturales de petróleo, hacia el año 2000 habrá dejado de crecer, en formas rentables, la producción de gas. No se logró hallar una solución ecológicamente pura para el empleo de las fuentes renovables de energía no son capaces

de resolver el problema energético, si bien pueden aliviar hasta cierto punto la situación.

"Por eso, es que no cabe duda otra alternativa que desarrollar y perfeccionar el uso de la energía nuclear. La alta seguridad en las plantas nucleares convertida en la energía atómica es un sector ecológicamente inocuo".

La energía atómica ofrece nuevas posibilidades en la solución de los problemas ecológicos. La URSS y otros países tratan de utilizar esa energía para el enriquecimiento de combustibles orgánicos y para la obtención de hidrógeno de alta pureza a través de procesos hidroquímicos, lo que permitiría reducir en la industria tecnológica ecológicamente puras.

Finalmente, el profesor Protsenko indicó que la relación industria-naturaleza es un problema tan complejo que es imposible resolverlo aplicando métodos tradicionales, se necesitan nuevas ideas y, en última instancia, la solución del problema "hombro-técnica-naturaleza" pasa por el desarrollo de alta tecnología, incluso la energía nuclear.

## Repercusión en el Desarrollo Tecnológico.—Programa Nuclear en España

Logo de la primera planta

Alcanzar esta situación requirió un gran esfuerzo. Las actividades nucleares españolas se iniciaron en 1958 a nivel de investigación y desarrollo, en 1959 se crea la Junta de Energía Nuclear, en 1963 se crea el interés de las compañías eléctricas por esta fuente de energía y, en 1968, se presentan los primeros estudios. Estas actividades conducen a la decisión, a principios de la década de los 60, de construir las primeras centrales nucleares. En marzo de 1963 se autoriza el emplazamiento de la central nuclear de Zorita (actualmente José Cabrera), en junio de 1964 la construcción de la planta de Zorita se comienza a la red. Veinte años han transcurrido desde la primera generación de energía eléctrica de origen nuclear. Posteriormente en las centrales nucleares de G. A. (1971) y Vandellós I (1972) que constituyen la primera generación. Ya en la década de los 80 se ponen en marcha el resto de las unidades que completan el actual parque nuclear español.

Las razones para el desarrollo del programa nuclear español no son diferentes de las consideradas por otros países, aunque matizadas por las características de la situación del país. España cuenta con recursos de combustibles fósiles insuficientes; algo mayor en cuanto a carbón, muy escasos en cuanto a petróleo. La energía nuclear representaba una posibilidad de diversificar las fuentes de suministro pero, además, representaba ventajas económicas que el tiempo ha incrementado. Menor costo del KWh, una mayor estabilidad de dicho costo a lo largo en la vida de la central, eliminando las grandes incertidumbres de la evolución de los precios de los combustibles fósiles, importantes beneficios en la balanza de pagos y unos menores costos en el establecimiento de reservas estratégicas de energía justifican las decisiones.

El título ilustrativo señalaríamos que la producción nuclear española, en 1987, ha evitado la importación de unos 10 millones de toneladas de petróleo, lo que representa un ahorro para la balanza de pagos de un país con escasos recursos energéticos pero que también representaría ventajas para un país, como México, exportador de petróleo al permitirle un ahorro de este combustible que puede utilizarse para la exportación.

Una consecuencia, que es interesante resaltar, del programa nuclear, ha sido el desarrollo tecnológico alcanzado. Cuando al cumplimiento de la década de los 50 se inicia el programa, se estudia la capacidad de la industria española para participar en el proyecto. La construcción y puesta en marcha de una central nuclear. La conclusión que puede participar en lo que podemos llamar parte convencional de la central (obras civiles, auxiliares eléctricos, algunos componentes mecánicos, etcétera, así como en la ingeniería y montaje en forma limitada. Se alcanza una participación del orden de 40% de la inversión en

las centrales de la primera generación.

Sin embargo, la experiencia alcanzada es importante, se ha realizado un esfuerzo en la asimilación de la tecnología; la industria se va familiarizando con la utilización de códigos y normas, se introducen criterios de garantía de calidad que permiten cumplir los requisitos exigidos en centrales nucleares, se completa la capacidad industrial con nuevas instalaciones, se desarrollan las actividades de ingeniería, que se hablan iniciado en las centrales térmicas, se ponen en marcha instalaciones para formación de personal y se desarrollan,

más ampliamente, las actividades del ciclo del combustible.

La consecuencia es la capacidad actual de la industria española para alcanzar una participación del orden de 85% en las inversiones necesarias para el proyecto, construcción y puesta en marcha de una central nuclear. Esta participación se consigue por medio de una industria capaz de fabricar los grandes componentes, del sistema nuclear de generación de vapor (vasijas de presión, generadores de vapor, etcétera) de prestar los servicios de ingeniería necesarios de fabricar, con la calidad requerida, la

gran mayoría de los componentes de una central, así como de contar con las instalaciones necesarias para la formación y entrenamiento del personal especializado necesario para la explotación de la central. Al mismo tiempo España fabrica los combustibles necesarios para su programa nuclear.

Ventaja añadida a este desarrollo tecnológico ha sido su aplicación a otras muchas actividades, distintas de la nuclear, que se han beneficiado de las mejoras obtenidas, de forma que el programa nuclear español ha contribuido también a la elevación del nivel tecnológico del país.

## Repercusión en el Desarrollo Tecnológico

### Programa Nuclear en España

FRANCISCO PASCUAL MARTINEZ

Dentro del contexto del desarrollo de la energía nuclear en el mundo puede ser interesante, para los lectores mexicanos, considerar la situación de un país medio como España.

Al 31 de diciembre de 1987, España cuenta con ocho unidades nucleares en explotación comercial con una potencia instalada de 5515 MW<sub>ve</sub> con posterioridad durante el año actual, se han incorporado dos nuevas unidades con lo que se ha alcanzado el número de diez, con una potencia total de 7.817 MW<sub>ve</sub>. La producción de energía eléctrica de origen nuclear en 1987 fue de 41.200 millones de KWh que representó 31% de la producción total. Se estima que en 1988 la producción nuclear puede alcanzar la cifra de 52.900 millones de KWh que representará del orden de 38% de la producción total.

El comportamiento de las centrales nucleares españolas durante 1987 ha sido excelente, el factor de utilización medio fue de 81% (equivalente a 7083 horas de funcionamiento) lo que las coloca en el cuarto lugar en el mundo.

SIGUE EN LA PAGINA 1765

# lada, Sobre la Construcción de Otras



MOMENTOS en que el director general de la CFE, Joaquín Carreón Hernández recibe una preseña en reconocimiento como impulsor al desarrollo del sector eléctrico nacional. Le hace entrega el presidente de la Asociación Nacional de Ingenieros Mecánicos Electricistas, Armando Arceo Paztagua. Observan Francisco Saitoy y Francisco J. Reed

Uno de los puntos clave de la política energética de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es su honorabilidad. Lo para sostenerlo, se habla en los miembros de la Asociación Nacional de Ingenieros Mecánicos Electricistas.

26/oct/69

"Sólo Está Aprobada un Reactor más en LV"

## Nada, Sobre la Construcción de Otras 4 Nucleoeléctricas: CFE

El director general de la Comisión Federal de Electricidad, Joaquín Carreón Hernández, señaló que "hasta el momento" no se ha tomado ninguna decisión para construir otras cuatro plantas nucleares dentro del territorio nacional, pero sí está aprobado que la Laguna Verde cuente con otro reactor nuclear más, que entrará en operación en 1982, con una inversión complementaria de unos 150 millones de dólares.

SIGUE EN PAG. TREINTA Y UNO

detada de los sistemas de seguridad más estables que se hayan construido a una planta semejante.

Aproximadamente, Laguna Verde abstraza unos 100 mil dólares diarios para su operación, lo que permite de manera constante el suministro de energía eléctrica que desde el punto de vista económico y técnico no se puede cambiar su sistema nuclear a los convencionales.

El proceso que la carga de trabajo, cuando se en la planta, que, por este desarrollo, donde inmediatamente, insisten que la planta, en sus palabras, está desarrollando los sistemas de seguridad de esta operación correctamente.

Además, el gobernador del estado de Veracruz, Francisco Galtosy Barrón, y el presidente de la Asociación Nacional de Ingenieros Mecánicos Electricistas, Armando Arceo Paztagua, se les está informando sobre las medidas de seguridad en la zona; pero que no se construirán sistemas antiterroristas "porque no es una planta que pueda llegar a estallar", sino con medidas para prevenir cualquier accidente o fuga radiactiva, "mas es un caso muy remoto".

la industria eléctrica. Como representante, aseguró que la planta en marcha de Laguna Verde demuestra que México está en condiciones de desarrollar tecnología para trabajar con personas de otros países.

El director de la CFE insistió que el último conocimiento de construcción que se le da a través de Laguna Verde, es que se está en el punto de partida.



## Cierran una Planta Nuclear

Tipo de la página 114

reactor cerrado por 27 meses. Esta planta tiene uno de los pocos récords de operación en la historia de los reactores nucleares comerciales de Estados Unidos.

El reactor estaba trabajando al 97 por ciento de su capacidad, generando 870 megawatts de electricidad, cuando se descubrió la fuga.

(C) 1969, Los Angeles Times

# Cierran una Planta Nuclear en California

Descubrieron una Fuga de Agua con Contaminantes Radiactivos

LARRY B. STAMMER, de Los Angeles Times

LOS ANGELES, 25 de octubre.—La primera planta nuclear de Rancho Seco, cercana a la ciudad de Sacramento, California, fue cerrada hoy luego de que se detectó una fuga de agua altamente radiactiva proveniente del sistema primario de enfriamiento. La fuga era de peso más de 27 litros por hora.

El cierre fue clasificado bajo la categoría de "peso común", lo que constituye el caso más bajo de acción de emergencia. No hubo liberación de materiales radiactivos del contenido del reactor a la atmósfera, y ningún material del reactor fue transportado a la comunidad, según funcionarios del Departamento de Energía.

Los funcionarios dijeron también que tomará de una a seis días corregir el problema.

El reactor de Rancho Seco, comenzó su operación el pasado mes de marzo, después de haber permanecido cerrado por 27 meses.

SIGUE EN LA PAGINA 11





¿Quién Garantiza a los Supervisores?

## Nucleoelectricidad y Desconfianza

- \* En Telo de Juicio, los Organos de Vigilancia en EU
- \* Ocurren Fugas, Contaminación, Descuido Sistemático
- \* La Responsabilidad se Diluye en Intereses de Grupo

LORENZO MEYER

NUEVA YORK, 10. de noviembre.—Hace tiempo quedó señalado que generalmente los mexicanos, como conjunto, llegamos tarde al banquete de la civilización. Tal afirmación bien puede servir como una definición de subdesarrollo. La energía nuclear, nos guste o no, es parte de nuestra civilización y es justamente uno de los campos a los que vamos a entrar cuando ya un buen número de los invitados al banquete hace tiempo que están sentados pero, además, tienen serias dudas sobre la conveniencia de haber asistido.

El 14 de octubre, una vez pasadas las elecciones municipales de Veracruz el gobierno anunció por sí y ante sí que había autorizado poner en marcha la primera unidad de la planta nucleoelectrónica de Laguna Verde (LV). Afirmó, claro está, que antes de tomar tal decisión se había informado a las comisiones especializadas del Congreso, lo cual, en la práctica, fue exactamente igual a haber informado a la nada.

Así pues, 23 años después de que se iniciaron los estudios sobre la viabilidad del proyecto (tarde, siempre tarde) y 12 años después de que se inició la construcción de la planta y tras el gasto de miles de

Dispone ya el IIE de Medios de Enriquecer el Uranio: Rodríguez

Por HUMBERTO ABANDA

El Instituto de Investigaciones Eléctricas de México dispone ya de tecnología para enriquecer el uranio. La segunda carga de combustible que requiere la nucleoelectrónica de Laguna Verde, Veracruz, podrá ser producida en el país.

Informó lo anterior Leonardo Rodríguez Alcázar, secretario general del Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República

SIGUE EN LA PAGINA DIECIOCHO

## Dispone ya el IIE de Medios de Enriquecer el Uranio

Sigue de la página cinco

Mexicana (SUTERM), al rechazar que la producción de energía eléctrica por medios nucleares condene a México a perpetua dependencia respecto a Estados Unidos u otros países.

Laguna Verde, al iniciar en agosto la generación de 630 mil kilovatios, efectivamente trabajará con uranio enriquecido en Estados Unidos. El combustible ya está en nuestro país y es suficiente para dos años o dos y medio.

En ese lapso, el Instituto de Investigaciones Eléctricas podrá producir nuestro propio combustible nuclear, ya que finalmente ha logrado desarrollar la tecnología para enriquecer el uranio, puntualizó Rodríguez Alcázar, al señalar que carecen de base los ecologistas que pro-

ducen fugas constantes de divisas por la compra de uranio enriquecido.

Por otra parte, el dirigente sindical informó que no hay peligro de que durante la próxima temporada de estiaje se produzcan apagones, como consecuencia de que el año pasado las presas no se llenaron a toda su capacidad por insuficientes lluvias.

"Efectivamente, indiro, las presas no están llenas, pero el sistema hidroeléctrico se utiliza fundamentalmente en los "pícos", para no quemar más petróleo que el que normalmente se quemaría".

CRECE EL FRAUDE A LA INDUSTRIA ELECTRICA

Rodríguez Alcázar, en tono distinto, afirmó que existe a todo el país el fraude contra la industria eléctrica por parte de los habitantes de asentamientos irregulares, que se forman en torno a las grandes, medianas y pequeñas ciudades.

Aunque dijo carecer de información, consideró posible que la Compañía de Luz Valle de Chaco, en el estado de México, donde hay miles de usuarios que no pagan el suministro de energía por que el gobierno del estado no autoriza la regularización de las nuevas colonias.

cobro de la luz en esas zonas si lo hay, porque los propios usuarios están dispuestos a pagar las instalaciones, pero el problema —dijo— es que los gobiernos de los estados no regularizan los asentamientos ilegales.

Un ejemplo de este problema, que cada vez adquiere mayores dimensiones y severas pérdidas para la industria eléctrica, es el del valle de Chaco, en el estado de México, donde hay miles de usuarios que no pagan el suministro de energía por que el gobierno del estado no autoriza la regularización de las nuevas colonias.

SIGUE EN LA PAGINA DIEZ

# Nucleoelectricidad y Desconfianza

Según de la primera parte

millones de dólares, pero  
finanza a tener el ducto  
servicio de una electrí-  
gobierno maneje direc-  
tamente la energía con-  
tada en el átomo, una ener-  
gía que sea, portátil, liber-  
pero no controlar de ma-  
nera satisfactoria en esca-  
lidad sus residuos, cuya pe-  
rnicidad se mantiene por  
mil años.

To estoy listo de ser un  
experto en la materia, y no  
tengo ningún elemento  
para dudar de las segurida-  
des que ha dado la Electrici-  
dad Federal de Electricidad  
(CFE) sobre lo ade-  
cuado de los estudios he-  
chos en forma de la viabili-  
dad económica y técnica  
del proyecto y lo idoneo del  
sitio instalado. Espero que  
las once razones que se  
dan en el Srmp y la Sedie han  
dado al público en grandes  
despliegues, sean realmente  
razones bastantes en con-  
cientiarlos, adecuados y ju-  
stos. En lo de toda mate-  
ria, hay motivos de sermón  
para que nos preocupemos  
por el proyecto de LV. Uno  
de esos motivos es el siste-  
ma de LV histórico, y por  
tanto burocrático, de por-  
tadores dentro del cual van a  
operar la control y verificación  
de los técnicos de la C.  
F.E. Dada la naturaleza de  
nuestro sistema político, un  
sistema donde la responsa-  
bilidad es una de sus ca-  
racterísticas centrales—es  
que ya nadie se acuerda  
de la buena costumbre de  
por el accidente de Chernobyl  
y que la Consopu admi-  
nistrado en Irlanda y distri-  
buido en la manera de  
que se maneje el auxilio  
mediato y el de largo pla-  
zo, a los damnificados por  
terremoto de 1956 o por  
el colapso de este año—  
es posible dar por su-  
puesto que la supervisión  
técnica de la planta se  
vaya a cabo tanto in-  
dependientemente en el  
general y por el de  
procedencia, como inter-  
dependiente no sólo el de  
interior. LV sólo construir  
estas plantas sin que  
se crea que la base de  
el queda es meramente tec-  
nológica está avalada nada me-  
nos que por la experiencia  
de la seguridad en Estados  
Unidos.

Entre las once razones  
que da LV, algunas son  
ficticias y algunas son de

de octubre la presión en  
de la LV, está tan  
que bien puede dar pie a  
temores más que a seguri-  
dad. Según el despliegue  
a que se le da en la  
prensa, el proyecto de cons-  
trucción de la planta de LV  
y el plan de protección de  
la población civil en caso de  
accidente, han sido supervi-  
sados, entre otros exa-  
minados, por el Instituto de  
Nuestro Poder Operativo  
de Estados Unidos. Dueno,  
que resulta que instrumen-  
to hoy está en tela de ju-  
do la eficacia del conjunto  
de las instituciones y buro-  
cracias públicas notoriamen-  
te encargadas de velar  
por el mantenimiento  
de la seguridad de las nu-  
merosas plantas nucleares  
en todo país, en particular  
de las que son propiedad  
del gobierno. A los meca-  
nismos de LV, en particular  
de los que se refieren a  
deber algo de o sea a no  
brillante náutica de la his-  
toria administrativa de Es-  
tados Unidos, pues aho-  
ra, una lección clara.

Ultimamente han salido a  
la luz pública algunas de  
los problemas que por años  
han afectado las operacio-  
nes de la planta productora  
de plutonio de Savannah  
River, en Carolina del Sur.  
Ahora, y desde 1967, han  
ocurrido una serie de acci-  
dentes, incluido uno que pu-  
do haber provocado la fun-  
dición del reactor C. Apen-  
tamente, los reportes de  
esos accidentes nunca lle-  
garon a las cabezas de la  
cadena de mando ni, mu-  
cho menos, al público y, por lo  
tanto, nunca hubo una in-  
vestigación de fondo. Hoy  
se sabe que en algún pun-  
to de la cadena de direc-  
ción—el punto exacto no dete-  
rminamos—se ocultó la  
información y los procesos  
de producción de material  
radiactivo continuaron con-  
tra el más estricto prescri-  
pto si lo anterior no fuera  
suficientemente serio, abun-  
da en resultados que des-  
confían de materia ya usados  
los desechos, no fueran bien  
construidos y han estado  
contaminando por años los  
mantos acuíferos de la ve-  
getación. Por aun, este pro-  
blema no es exclusivo de  
esta planta, la localización  
en Rocky Flats, Colorado,  
ha dejado de ser un asunto  
de ser hombre con alto con-  
cepto de plutonio, y en la

de Fermat, Ohio, los operarios han sido seriamente re-  
tales depósitos de desechos  
contaminan los mantos de  
agua y que salieron a la  
atmósfera, de los gases, pol-  
vares radiactivos en grandes  
cantidades.  
Algunos ejemplos del re-  
sultado concreto de estos  
accidentes y de sus distin-  
guidos por parte de quie-  
nes deberían haber respon-  
do con mayor responsabi-  
lidad, han sido presentados  
al público por la prensa y  
la televisión. Ejemplos ac-  
tuales y dramáticos, pero  
no, atípico, son los de un  
nido al que le tuvieron que  
amputar ambas piernas de-  
bido al cáncer que desar-  
rolló por haber en las  
vacaciones en la huerta  
que el padre compró al  
lado de una de las plantas  
nucleares. Una comuni-  
dad completa de 14 mil  
personas han demandado  
por 200 millones de dólares  
a la empresa que maneja  
la planta de Fermat, por  
los daños causados por  
los desechos de uranio arrojados  
al río cercano.

Los vapores trabajadores  
de la planta de Savannah  
River merecen preocupar a  
contrar leucemia en una  
proporción que doble el  
promedio nacional. Los  
granjeros de Richland, es-  
tado de Washington, acaban  
de enterarse que por vivir  
cerca de la planta de Han-  
ford Reservation, han esta-  
do expuestos a niveles de  
radiación 10 veces superio-  
res a los emitidos durante  
el accidente de Chernobyl.  
En la Unión Soviética, de  
menos, al público y, por lo  
tanto, nunca hubo una in-  
vestigación de fondo. Hoy  
se sabe que en algún pun-  
to de la cadena de direc-  
ción—el punto exacto no dete-  
rminamos—se ocultó la  
información y los procesos  
de producción de material  
radiactivo continuaron con-  
tra el más estricto prescri-  
pto si lo anterior no fuera  
suficientemente serio, abun-  
da en resultados que des-  
confían de materia ya usados  
los desechos, no fueran bien  
construidos y han estado  
contaminando por años los  
mantos acuíferos de la ve-  
getación. Por aun, este pro-  
blema no es exclusivo de  
esta planta, la localización  
en Rocky Flats, Colorado,  
ha dejado de ser un asunto  
de ser hombre con alto con-  
cepto de plutonio, y en la

de Fermat, Ohio, los operarios han sido seriamente re-  
tales depósitos de desechos  
contaminan los mantos de  
agua y que salieron a la  
atmósfera, de los gases, pol-  
vares radiactivos en grandes  
cantidades.  
Algunos ejemplos del re-  
sultado concreto de estos  
accidentes y de sus distin-  
guidos por parte de quie-  
nes deberían haber respon-  
do con mayor responsabi-  
lidad, han sido presentados  
al público por la prensa y  
la televisión. Ejemplos ac-  
tuales y dramáticos, pero  
no, atípico, son los de un  
nido al que le tuvieron que  
amputar ambas piernas de-  
bido al cáncer que desar-  
rolló por haber en las  
vacaciones en la huerta  
que el padre compró al  
lado de una de las plantas  
nucleares. Una comuni-  
dad completa de 14 mil  
personas han demandado  
por 200 millones de dólares  
a la empresa que maneja  
la planta de Fermat, por  
los daños causados por  
los desechos de uranio arrojados  
al río cercano.

un sencillo público efectivo  
no simplemente refrenar  
sus demandas por el  
gobierno, justo como es el  
caso de LV.

que les ha salido a la luz  
pública en Estados Unidos  
en relación al manejo irres-  
ponsable, criminal, de las  
plantas nucleares en los  
parafijos anteriores y de  
otras como más, es que con  
el pretexto de que se trata  
de una actividad secreta, el  
control externo sobre su  
funcionamiento fue nulo o  
raso. En la planta de Sa-  
vannah River, y según re-  
lativos del propio supervi-  
sador de Energía, John S. Her-  
nandez, los vigilantes que  
los vigilados se hicieron in-  
fingibles unos de los  
que, al menos como far-  
mas, fuerza que su filiación  
institucional formal. Las  
noticias sobre los 20 acci-  
dentes ocurridos en esta  
planta a lo largo de su his-  
toria se reportaron inter-  
namente, pero en algún  
momento se dio un giro  
de la cadena de mando que  
respondo se produjeron la  
gran mayoría de los  
accidentes. Desde hace años, un  
grupo de Pennsylvania ha de-  
mandado del Departamento  
de Energía que se le per-  
mita el acceso, para su es-  
tudio, a los archivos de  
datos de los 200 mil trabaja-  
dores de las plantas nu-  
cleares gubernamentales  
que han sido expuestos a  
diferentes niveles de  
radiactividad desde el inicio  
de la actividad de esta in-  
dustria; hasta la fecha la  
respuesta a la petición ha  
sido negativa, alegando la  
confidencialidad y el  
interés nacional. No han  
sido llevados a cabo por espe-  
cialistas contratados por el  
gobierno y cuyo resultado  
ha sido satisfactorio.

No hay nada de raro en  
este esfuerzo de la burocracia  
por limitar el acceso de  
grupos y fuerzas ajenas a  
la información que en prin-  
cipio no debería ser accesi-  
ble. En las condiciones de  
secrezidad de las operacio-  
nes de las plantas nucleares  
A estas alturas ya se han  
descubiertos, como Max Weber  
lo explicó desde hace buen  
tiempo, que la burocracia  
crea rápidamente intereses  
propios, distintos y a la lar-  
ga opuestos a los del resto  
de la sociedad. Así, en mo-  
mentos críticos, como el  
reciente particular, de grupo,  
trenden a poner todos  
los obstáculos posibles pa-

ra evitar que la estructura  
se simplemente refrenar  
sus demandas por el  
gobierno, justo como es el  
caso de LV.

que les ha salido a la luz  
pública en Estados Unidos  
en relación al manejo irres-  
ponsable, criminal, de las  
plantas nucleares en los  
parafijos anteriores y de  
otras como más, es que con  
el pretexto de que se trata  
de una actividad secreta, el  
control externo sobre su  
funcionamiento fue nulo o  
raso. En la planta de Sa-  
vannah River, y según re-  
lativos del propio supervi-  
sador de Energía, John S. Her-  
nandez, los vigilantes que  
los vigilados se hicieron in-  
fingibles unos de los  
que, al menos como far-  
mas, fuerza que su filiación  
institucional formal. Las  
noticias sobre los 20 acci-  
dentes ocurridos en esta  
planta a lo largo de su his-  
toria se reportaron inter-  
namente, pero en algún  
momento se dio un giro  
de la cadena de mando que  
respondo se produjeron la  
gran mayoría de los  
accidentes. Desde hace años, un  
grupo de Pennsylvania ha de-  
mandado del Departamento  
de Energía que se le per-  
mita el acceso, para su es-  
tudio, a los archivos de  
datos de los 200 mil trabaja-  
dores de las plantas nu-  
cleares gubernamentales  
que han sido expuestos a  
diferentes niveles de  
radiactividad desde el inicio  
de la actividad de esta in-  
dustria; hasta la fecha la  
respuesta a la petición ha  
sido negativa, alegando la  
confidencialidad y el  
interés nacional. No han  
sido llevados a cabo por espe-  
cialistas contratados por el  
gobierno y cuyo resultado  
ha sido satisfactorio.

Como todo indica que ya se  
está creando el peligro de  
la nucleoelectricidad, es  
responsabilidad de los  
miembros de la oposi-  
ción materializar sus  
demandas, en la medida de  
sus limitadas posibilidades, un  
sistema de control sobre las  
actividades de la CFE en  
LV y no dejar el manejo  
de la energía atómica en  
manos de un tecnócrata.  
El asunto es demarcado polí-  
ticamente como para que nos  
podamos dar tal lujo.



# Construye la URSS en el río Vajsh su más Potente Sistema de Plantas Hidroeléctricas

IGOR RUZNETZOV,  
de APN, explica cómo  
para ENCELSIOR

de construirse una cascada mente casi 82,000 millones  
increpada por 13 centrales de hidroenergía,  
que podrán generar anual- (c) 1963 (APN).

MOSCU, 28 de febrero. (APN) — Científicos soviéticos, que en cuanto a recursos hidráulicos colocan a Tadzhikistán en el segundo lugar entre las 15 Repúblicas Federadas de la URSS, recibieron nueva confirmación práctica en los comienzos mismos de 1953. Entró en explotación el primer grupo generador en la hidroeléctrica Balmazinskáia en el río Vajsh. El sistema de hidroeléctricas, que se prevé construir en este río de Asia Central, será uno de los más potentes de la URSS.

Actualmente en el río Vajsh funcionan tres centrales hidroeléctricas construidas en los años 50, así como la Central de Nurek de 2,700 megavattios — la más importante del Asia Central. Cuando empiecen a generar energía todos los grupos de la Hidroeléctrica Balmazinskáia, la potencia total de todo el sistema constituirá de 3,600 megavattios. Con la entrada en servicio de la Hidroeléctrica de Rogún, donde en 1953 está previsto iniciar el sauce del Vajsh, la potencia de este sistema energético se duplicará. Además, en los años próximos comenzarán a construirse otros dos potentes hidroeléctricas.

Entre las demás centrales de la Cascada del Vajsh, a Balmazinskáia (con una potencia proyectada de 600 megavattios) ocupa, a primera vista, un modesto lugar. Pero los especialistas consideran que su importancia no sólo debe medirse por la potencia de las turbinas.

## EXPERIMENTO ECONOMICO

La Hidroeléctrica Balmazinskáia — su costo presupuestario es de 170 millones de rublos — se construye a costa de créditos bancarios. Es la primera vez que la Unión Soviética, para construir una obra tan importante como una hidroeléctrica, la concesión de un crédito se hace eligiendo instancias intermediarias: la empresa constructora es al mismo tiempo cliente y contratista.

Esta novedad resulta ser eficaz. Actualmente, los cuatro años, transcurridos desde el inicio de la construcción hasta la puesta en marcha del primer grupo generador, no es mucho tiempo para construir en las difíciles condiciones de la montaña una hidroeléctrica bastante potente. Así, según las condiciones de concesión del crédito, el dinero ahorrado queda a disposición de la empresa constructora, la cual está interesada en las soluciones más racionales para lograr el objetivo fijado.

Cuando el primer grupo generador entra en servicio el resultado financiero es el siguiente: se gastaron 90 millones de rublos, se ahorraron 2 millones. Para 1953 está previsto poner en explotación otros dos grupos, la hidroeléctrica alcanzará en 1956 la potencia proyectada. Será entonces cuando se hará el cómputo final del experimento económico, se determinará la conveniencia de aplicar este nuevo procedimiento en la construcción de otras hidroeléctricas.

## ENERGIA MAS REGADIO

Los especialistas en la materia consideran que la hidroeléctrica en el Vajsh mejorará considerablemente el funcionamiento del principal componente de la cascada — la hidroeléctrica de Nurek. ¿De qué manera?

El embalse de esta hidroeléctrica, en el cual se acumulan hasta 10,500 millones de metros cúbicos de agua, permite regar vastas plantaciones de algodón en Tadzhikistán y Uzbekistán. Pero en los días más de verano, cuando crece la demanda de agua, suele ocurrir que el agua destinada al riego se vierte en el sauce del Vajsh no a través de las turbinas, sino por un túnel abierto en las montañas.

Ahora, esta agua que no generaba electricidad, pasará por el embalse de la hidroeléctrica Balmazinskáia, situada más abajo en la corriente del río. La presa tiene una capacidad de 90 millones de metros cúbicos. Los agricultores tendrán toda el agua que necesitan, pero esta última dará su energía primero a las turbinas de la hidroeléctrica de Nurek y luego a las de Balmazinskáia. De este modo, el nuevo complejo hidráulico posibilitará regular mejor el caudal de Vajsh, supliendo simultáneamente las necesidades del riego y de generación de energía eléctrica.

Mientras tanto, los propietarios e autoridades soviéticas se relacionan con la construcción de un nuevo sistema de hidroeléctricas en el Plandzh, otro importante río de Tadzhikistán. Se estima que allí pue-

## En Marcha, 7 Plantas Generadoras de luz en Este año: CFE

La Comisión Federal de Electricidad pondrá en marcha, en este año, siete unidades generadoras de energía eléctrica con lo que incrementará su capacidad en poco más de un millón de kilovatios, adicionales a los que actualmente se producen. Además, iniciará la construcción de seis proyectos de hidroeléctricas y termoeléctricas, que producirán 4 millones de kilovatios.

Durante la reunión de la Junta de Gobierno de la CFE, que preside el secretario de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Fernando Hiriart Bahlerama, el director general de la Comisión Federal de Electricidad, Guillermo Guerrero Villalobos señaló que de esta forma, se pretende asegurar el abasto de energía eléctrica, que en 1988 tuvo una tasa superior a 95 por ciento, en que se contrataron 681 mil 800 nuevos servicios, para llegar a un total de 14 millones 773 mil 377 usuarios.

El funcionario público estableció además que en 1988 la energía suministrada a las industrias en las tarifas 8 y 12 tuvieron un incremento del 5.5 y del 6.4 por ciento, respectivamente.

Guerrero Villalobos informó que actualmente se encuentran en período de preoperacionales la unidad uno de Laguna Verde, con capacidad de 675 mil kilovatios; la unidad dos de Manzanillo II de 350 mil kilovatios y la unidad uno de la termoeléctrica de Tejamaniles, en Michoacán, de 50 mil kilovatios, mismas que deberán entrar en operación este año.

Además, afirmó el funcionario entrarán también en servicio la cuarta unidad de la termoeléctrica Libertad, en Sonora, de 158 mil kilovatios; dos unidades, cada una de 70 mil kilovatios, de la central de ciclo combinado de Valladolid, Yucatán, y las unidades geotérmicas por 30 mil kilovatios en Michoacán y Puebla, correspondientes a la 7 y 8 de Los Azules y 1 y 2 de Los Hornos.

Para atender el crecimiento del mercado eléctrico, Guerrero Villalobos anunció además que se continuará con la construcción de diversas centrales generadoras que habrán de incrementar la actual capacidad instalada en más de 4 millones de kilovatios. Asimismo se iniciará la construcción de nuevos proyectos.

Estos proyectos, cuya construcción se inicia este año son: hidroeléctricas de Agua Milpa, en Yucatán, con 900 mil kilovatios y Zimapán en Hidalgo con 280 mil kilovatios. En centrales termoeléctricas, unidades 3 y 4 con capacidad conjunta de 700 mil kilovatios en la central de Tuxpan en Veracruz, y central Topolobampo, en Sonora, con 320 mil kilovatios.

Se inicia además la construcción de las unidades 3 y 4 de la central dual de Lázaro Cárdenas en Michoacán, que va a consumir como energético primario, indistintamente, combustible o carbón, o una combinación de ambos energéticos, con capacidad conjunta de 700 mil kilovatios y las centrales 3 y 4, también de 700 mil kilovatios de la central de Carbón II en Coahuila.

Destinados a Proyectos Hidroeléctricos

## Aprobó el Banco Mundial un Crédito de 460 Millones de Dólares a Nafinsa

El Directorio Ejecutivo del Banco Mundial aprobó, ayer, el crédito por 460 millones de dólares para la Nacional Financiera, con el propósito de apoyar dos proyectos de desarrollo hidroeléctrico de la Comisión Federal de Electricidad, en Tepic y en Zimapan, cuyo costo total asciende a 1,440 millones de dólares.

La CFE, explicó la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, invertirá a su vez, en los mismos proyectos, 333 millones de dólares; el Gobierno Federal lo hará con 100 millones de dólares, y 147 millones provendrán de créditos bilaterales y de proveedores.

Este crédito, como se sabe, es el primero de una serie de préstamos solicitados al Banco Mundial y que fueron anunciado el pasado 17 de mayo por el titular de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Pedro Aspe Armella, como parte de las negociaciones con la mencionada institución financiera internacional.

Los proyectos comprenden la construcción de una central de 960 megavatios a 40 kilómetros de Tepic, y otra en Zimapan, a 250 kilómetros de la ciudad de México, con capacidad de generación de 250 megavatios.

La aplicación de los mencionados recursos, mencionó la SHCP, permitirá diversificar las fuentes de generación de electricidad y promoverá su mejor aprovechamiento. También comprende un programa que permita aumentar la capacidad de construcción y operación de proyectos hidroeléctricos de la CFE.

Agregó que adicionalmente, el proyecto incluye el apoyo al establecimiento de un programa de protección

SIGUE EN LA PAGINA NUEVE

## Aprobó el Banco Mundial

Sigue en la página cinco

ambiental y de reubicación de las poblaciones desplazadas por la construcción de las centrales, así como la contratación de servicios de consultoría para efectuar diversos estudios sobre el sector eléctrico.

Es la primera vez, desde 1976, que el Banco Mundial otorga un préstamo destinado específicamente al sector eléctrico. El crédito se otorga a 17 años, incluido cinco de gracia, a una tasa de interés variable, actualmente de 7.65 por ciento, vinculada al costo de los empréstitos del banco y que devenga también una comisión por compromiso de 0.75 por ciento anual sobre el saldo no desembolsado.

## No Contaminan las Centrales Nucleares, Dice la CFE

IRMA PILAR ORTIZ

Ante los elevados índices de contaminación que se registran en México, específicamente en la zona conurbada del Distrito Federal, la energía nuclear muestra sus ventajas, pues es la única fuente que garantiza que no habrá emisión de bióxido de carbono, como sucede actualmente con las termoeléctricas.

Solamente en 1987, las 417 centrales nucleares en servicio en el mundo generaron 1 852 teravatio-hora, y si se hubiera usado petróleo para producir tal energía, se tendrían que quemar de 7 a 8 millones de barriles diarios de combustible, equivalente al 13 y 15 por ciento de la producción mundial de petróleo, informó la Comisión Federal de Electricidad.

Los beneficios ecológicos de las centrales nucleares no son cosa del futuro, se presentan ya en la actualidad con el ahorro en la quema de energéticos que son altamente contaminantes.

En los sistemas tradicionales de generación de energía eléctrica, la emisión de bióxido de carbono es inevitable, y sólo se puede evitar mediante la sustitución

## Contaminan las Centrales

Figura de la página cinco

ción de los combustibles fósiles por fuentes de energía que no dependan de la combustión, es aquí donde la nucleoelectricidad muestra sus ventajas.

Al referirse a las hidroeléctricas, la Comisión Federal de Seguridad explicó que de acuerdo a estudios realizados en Estados Unidos, en ese país el riesgo de muerte por falla de una presa es del orden de una vez superior al de morir por accidente de una de las 676 centrales que tienen actualmente en servicio.

Lo que pasa, estableció paraestatal, es que la mayoría de los ecologistas es selectiva se acuerdan de los accidentes e incidentes nucleares, aún cuando no hayan tenido consecuencias o hayan sucedido hace más de 30 años como si la tecnología no hubiera progresado, y se olvidan de los accidentes de centrales hidroeléctricas, aún cuando se trate de cientos o miles de muertes.

De acuerdo a datos, en los últimos 20 años han muerto de 20 mil a 25 mil personas por fallas asociadas a centrales hidroeléctricas, se trata de muertes reales, concretas y no de estimaciones de muertes potenciales basadas en las peores hipótesis posibles, como se acostumbra hacer en el caso de accidentes que podrían ocurrir en centrales nucleoeeléctricas.

Asimismo, la Comisión Federal de Electricidad explicó que los 1 852 teravatio-hora producidos por las centrales nucleares en 1987, hubieran sido producidos con carbón, las afectaciones pulmonares habrían causado entre 5 mil 500 y 27 mil 500 muertes.

Martes 15 de Agosto de 1989

sobre el Usunocoinia

para Guatemala es  
preferible la ecología  
a la construcción de  
una hidroeléctrica

- + el gobernador del Petén, manifestó su total desacuerdo con el proyecto
- + también habló sobre el narcotráfico
- + y de su eterno anhelo: una carretera asfaltada que los una a su país

deja buenas divisas, solamente hay que hacer la infraestructura. Nosotros todavía estamos iniciando la infraestructura turística, no tenemos suficientes hoteles para poder albergar una corriente turística mayor que la que estamos recibiendo.

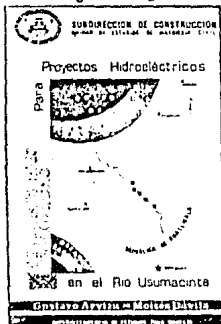
¿Cuál es la postura de Guatemala, en relación a la posible construcción de una presa sobre el Río Usunocoinia, específicamente en Boca del Cerro, Tenosique?

El asunto de la hidroeléctrica lo hemos discutido muchísimo. Con toda sinceridad le digo que los guatemaltecos no estamos de acuerdo con la construcción de la hidroeléctrica, pues tanto daña la parte de México como la de Guatemala; más que todo, la de Guatemala por ser sus tierras más planas, y desde luego nosotros aprovecharíamos muy poco esa energía; en cambio, si nos ponemos a pensar que en vez de esa energía tenemos buenas tierras agrícolas,



Desde hace 24 años, la Comisión Federal de Electricidad ha efectuado estudios geotécnicos en un tramo de 110 kilómetros del Río Usumacinta y sus márgenes, en una zona cuyo cauce es límite natural entre México y Guatemala compartido por los estados de Tabasco y Chiapas y el departamento del Petén.

En un proyecto de aprovechamiento hidráulico para generación de energía, similar al de La Angostura-Chicoasén-Malpasos-Peñitas, desde 1965, la CFE ha realizado investigaciones topográficas, hidrográficas, hidrogeológicas,



**+ pretende la CFE un proyecto hidroeléctrico similar al que funciona en Mal Paso-Peñitas**

que resultaran afectadas, no saben aún las desventajas que traería consigo la construcción de una presa.

En 1987, la Subdirección de Construcción, por medio de la Unidad de Estudios de Ingeniería Civil y la Superintendencia de Estudios de la Zona Sureste de la CFE, publicaron la monografía "Ex-

**PORTADA** de la monografía elaborada por la Comisión Federal de Electricidad.

estratigráficas y geológicas en una amplia área denominada "El Medio Usumacinta", localizada entre el cañón de Boca del Carro y la desembocadura del Río Lacantún.

La ejecución del proyecto alteraría, sin lugar a dudas, la ecología regional. Esto ha provocado ya la protesta y las inconformidades de grupos ecologistas mexicanos del centro del país y de las propias autoridades de Guatemala. Paso a ello, en los últimos años, la paraestatal ha intensificado sus trabajos en la zona.

Sin embargo, pasa a la importancia del proyecto -necesariamente de carácter Internacional-, y de los efectos ambientales, económicos y hasta culturales, por la riqueza arqueológica regional; la población del área sólo conoce la situación por rumores y versiones no oficiales; es decir, los tabasqueños y chiapanecos que viven en las riberas del río o en las posibles zonas

de Exploraciones Geológicas para Proyectos Hidroeléctricos en el Río Usumacinta", cuya difusión fue limitada al personal técnico de la dependencia.

En el documento, cuya circulación fue restringida recientemente, se plantea que "El principal objetivo de los reconocimientos de carácter

regional que se han llevado a cabo, es el de conocer los principales rasgos estructurales, morfológicos y estratigráficos de la zona y con ello, poder localizar de una manera preliminar los lugares que pudieran ser atractivos como sitios de presa".

"Los resultados que con tales estudios se han obtenido, fueron los de poder realizar un bosquejo geológico, hidroológico, y fisiográfico de una zona del Río Usumacinta, a lo largo de más de 110 kilómetros. Finalmente se logró también establecer un primer modelo de fracturamiento regional principalmente por el cauce del Río Usumacinta".

"Los autores, Ingenieros Gustavo Arvizu y Moisés Dávila, precisan en la introducción del documento, la conveniencia de recopilar "aunque en forma resumida, todos los trabajos geológicos desarrollados en torno al proyecto Usumacinta Internacional y los resultados que se han obtenido a lo largo de casi 20 años de estudios en diferentes ciclos exploratorios".

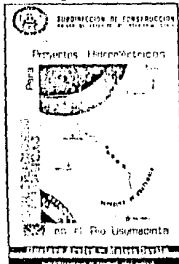
la zona Inicial de estudio según el documento "se localiza al oriente del estado de Chiapas, en los límites con la República de Guatemala, y está limitada por las coordenadas geográficas 16°30' y 17°30' de latitud norte y 90°45' y 91°35' al oeste del Meridiano de Greenwich. El área es atravesada por el Río Usumacinta, el cual corre en general en orientación SE-NW y sirve como frontera de México y Guatemala entre el primero y segundo paralelo fronterizo de ambos países".

Fisiográficamente, la zona es localizable en la subprovincia de las Sierras Ple-

Miércoles 30 de Agosto de 1989

Desde hace 24 años, la Comisión Federal de Electricidad ha efectuado estudios geotécnicos en un tramo de 110 kilómetros del Río Usumacinta y sus márgenes, en una zona cuyo cauce es línea natural entre México y Guatemala compartido por los estados de Tabasco y Chiapas y el departamento del Petén.

En un proyecto de aprovechamiento hidráulico para generación de energía, similar al de La Angostura-Chicomsén-Maipaso-Peñitas, desde 1965, la CFE ha realizado investigaciones topográficas, litológicas, hidrogeológicas,



**PORTADA** de la monografía elaborada por la Comisión Federal de Electricidad.

Estadísticas y geológicas en una amplia área denominada "El Medio Usumacinta", localizada entre el cañón de Boca del Cerro y la desembocadura del Río Lacantún.

La ejecución del proyecto alteraría, sin lugar a dudas, la ecología regional. Esto ha provocado ya la protesta y las inconformidades de grupos ecológicos mexicanos del centro del país y de las propias autoridades de Guatemala. Pese a ello, en los últimos años, la parastatal ha intensificado sus trabajos en la zona.

Sin embargo, pese a la importancia del proyecto -necesariamente de carácter internacional-, y de sus efectos ambientales, económicos y hasta culturales por la riqueza arqueológica regional; la población del área sólo conoce la situación por rumores y versiones no oficiales; es decir, los tabasqueños y chiapanecos que viven en las riberas del río o en las posibles zonas

## + pretende la CFE un proyecto hidroeléctrico similar al que funciona en Mal Paso-Peñitas

que resultaran afectados, no saben aún las desventajas que traería consigo la construcción de una presa.

En 1967, la Subdirección de Construcción, por medio de la Unidad de Estudios de Ingeniería Civil y la Superintendencia de Estudios de la Zona Sureste de la CFE, publicaron la monografía "Ex-

ploraciones Geológicas para Proyectos Hidroeléctricos en el Río Usumacinta", cuya difusión fue limitada al personal técnico de la dependencia.

En el documento, cuya circulación fue restringida recientemente, se asienta que "El principal objetivo de los reconocimientos de carácter

regional que se han llevado a cabo, es el de conocer los principales rasgos estructurales, morfológicos y litológicos de la zona y, de ello, poder localizar de una manera preliminar los áreas que pudieran ser aptas como sitios de presa".

"Los resultados que hasta ahora se han obtenido, fueron los de poder realizar un bosquejo geológico, hidroológico, y litológico de una zona del Río Usumacinta, a lo largo



LOS RAPIDOS del Usumacinta, estos cañones serán inundados con la presa.

de herradura y presentar por ello, la posibilidad de utilizar su garganta en obras civiles, ganando caída aunque mínima y ahorrando longitudes importantes en las obras de desvío y los verederos.

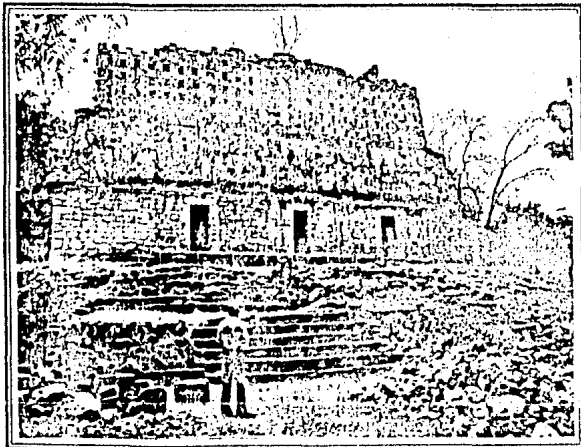
En este último, se detalla que la presa "se localizaría aguas arriba" del sitio arqueológico. Es necesario precisar, que de construirse en alguno de los otros cuatro puntos, lo más seguro es que este importante centro cere-

### + protestan grupos ecologistas mexicanos y de Guatemala, por posibles daños al medio ambiente

monial maya sea inundado por el Usumacinta.

Del lado guatemalteco, en 1982, el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), publicó el documento denominado "Aprovechamiento Hidroeléctrico del Río Usumacinta" en el que se presentan diferentes alternativas para la construcción de

presas, considerándose costos y aprovechamientos en cascada; pero también prevén la inundación de una extensa región del país vecino conocida como "tierras bajas Chapayal", depresión que llega a extenderse hacia el norte, al otro lado de la frontera, en el estado de Chiapas.



EN PELIGRO de desaparecer las ruínas arqueológicas de Yaxchilán. (Foto: Benjamin Aranda).

El nacimiento del río se ubica en las estribaciones septentrionales del Macizo de los Altos, en el departamento de Huehuetenango.

En la monografía de la CFE se estima la longitud del Usumacinta en 622 kilómetros, desde la confluencia del Chixoy y La Pasión, en Guatemala, hasta Tres Brazos, en donde se une al Río Grijalva.

Por su cauce se informan anualmente un promedio de 55 mil 606 millones de metros cúbicos, según los registros tomados en Boca del Cerro, en 1948 y 1983.

Si para los mexicanos y guatemaltecos el asunto es todavía objeto de estudios preliminares, para los gringos, la zona ya fue estudiada ampliamente.

En 1973, la American Association of Petroleum Geologists, publicó el trabajo "Stratigraphic Nomenclature of Recognized Paleozoic and Mesozoic Rocks of Western Guatemala; el mismo organismo norteamericano elaboró, en 1962, la investigación "Upper Cretaceous and Tertiary Stratigraphy of Guatemala".

En 1980, la Cornell University Press editó el estudio "Ancient Sedimentary Environments"; y en 1981, la Universidad de Berkeley, California, dio a conocer el "Report on the Boca del Cerro Area of Northeastern Chiapas and Southern Tabasco".



Miércoles 25 de Octubre 1989

## el reactor nuclear de Laguna Verde es un elefante blanco

◊ **su costo de operación se incrementó 900 por ciento.**

MEXICO, D.F., 24 de octubre. (UNIVERSAL).-A un año de iniciada la carga del reactor nuclear de Laguna Verde, esa planta no ha pasado de ser un mero proyecto, que constituye una carga económica para México, pues su costo de operación se incrementó en 900%.

Lo anterior fue planteado esta mañana por el Pacto de Ecologistas e Investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, quienes expusieron que la nucleoelectricidad en el estado de Veracruz no es viable en estos momentos, desde el punto de vista económico.

Durante un seminario que se realizó en el Palacio de Minería, Carlos Bugen, doctor en Física de la UNAM, afirmó que la generación de energía nuclear se incrementó en su costo en 300 o 400 por cien-

to. Mencionó, a ese respecto, que dicha energía, que hace dos o tres décadas era relativamente barato

producir, ahora será mucho más gravosa en términos económicos.

Afirmó que por ello a un año de instalada la carga del reactor nuclear de Laguna Verde, ese proyecto no es económicamente viable.

En tanto, José Arias Chávez, miembro del Pacto de Ecologistas, afirmó que es necesario que esa planta nuclear inicie un proceso de comprensión para el empleo de hidrocarburos, con el objeto de producir energía.

Se sumó al planteamiento hecho por un grupo de intelectuales y de ecologistas para demandar una investigación "independiente y pública sobre Laguna Verde, que permita la nación decidir responsablemente qué hacer con ella y, entre tanto, suspender un proceso tan riesgoso y lleno de fallas".

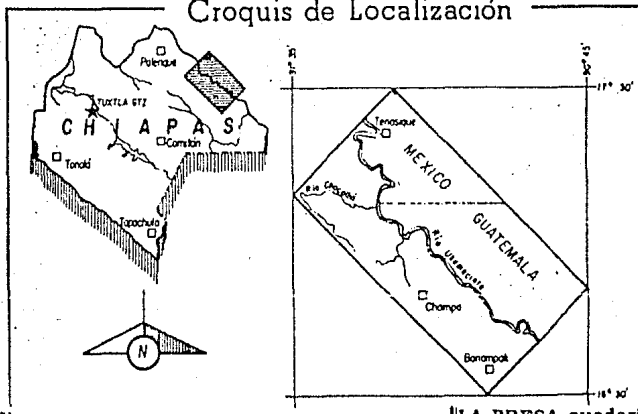


EN UNA amplia zona ubicada en el norte de Chiapas y el municipio de Tenosique, se ha previsto la posibilidad de construir un proyecto hidroeléctrico.

Miércoles 30 de Agosto de 1989

15

**Croquis de Localización**



LA PRESA quedaría en algún punto del Río Usumacinta en la zona limitrofe con Guatemala.

tren de paso procedente de Chicago, que viajaba rumbo al este, esperaba el aviso de que las vías estuvieran despejadas. La joven Jennie Paulson, de 20 años, iba junto a su compañera de viaje Elizabeth Bryan, en la primera sección, conversando tranquilamente. Las muchachas se dirigían a Filadelfia para asistir a una fiesta, ese fin de semana, en casa de Elizabeth.

Cuando se oyó el silbato del tren del maquinista Hess, las pje-

nes alzaron el cuello para ver las vías. Unos ferrocarriles pasaron rápidamente por todos los carros para indicar a los pasajeros, con la mayor calma: "Por favor, suban a la cofina lo más pronto posible!" Y, por supuesto, se negaban a comentar aquella indicación.

Tras oír el gemido del silbato, un hombre se volvió hacia una mujer que se encontraba cerca y le dijo: "Supongo que no habrá peligro".

Luego, miró por la ventanilla del vagón y vio, a unos 60 o 90 metros, la inmensa mole de árboles y agua que obstruía el horizonte, al precipitarse sobre el ferrocarril.

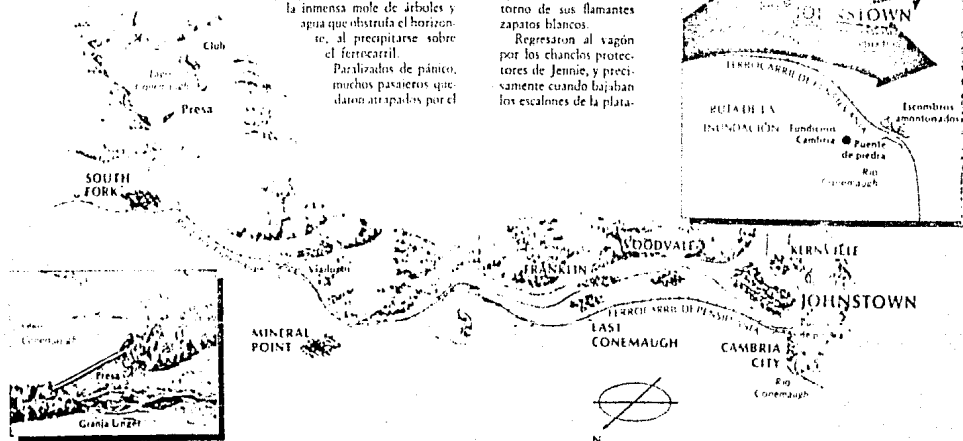
Paralizados de pánico, muchos pasajeros quedaron atapeados por el

agua, aun dentro del tren. Otros saltaron al exterior y se apresuraron hacia las alturas.

Elizabeth y Jennie estuvieron entre los primeros pasajeros que se apearon del tren y corrieron a las faldas de los montes. Pero, va fuera del carro de primera clase, Jennie tuvo que asir el brazo de su amiga, al ver, angustiadísima, que la lodosa agua se arremolinaba en torno de sus flamantes zapatos blancos.

Regresaron al vagón por los chanclos protectores de Jennie, y precipitadamente cuando bajaban los escalones de la plata-

forma, el agua azotó al tren y se lo llevó. Muchos días después, y a muchos kilómetros río abajo, fueron recuperados sus cadáveres. Cuando la



Al ceder el muro de la presa South Fork, todo el lago se puso en movimiento. Con un impetu tremendo que hizo temblar los montes, 20 millones de toneladas de agua se precipitaron hacia el valle. Quienes lo presenciaron sabían que no habría salvación para la gente de la población, allá abajo. Los hombres, mujeres y niños que se encontraban en el trayecto del monstruoso torrente estaban a punto de convertirse en víctimas de uno de los peores desastres naturales que se han visto en Estados Unidos. He aquí la crónica de esa gran inundación, ocurrida hace un siglo.

Esta es la Resección. Las partes principales de esta relación se han tomado de "Johnstown: The Disaster from Nature" (El sobrestante, el día que se resquebrajó la presa), obra de Richard D. Glenn. El origen del incidente se basa en numerosos hechos publicados, y también en entrevistas de los habitantes del "Reservoir Engine". Dejamos con los hechos a los autores agradecidos a los habitantes de Johnstown, por su colaboración y apoyo.

*En los días después de la inundación, unos sobrevivientes buscan víveres de vida entre los escombros.*



*La inundación dañó gravemente dos importantes empresas del valle: el Ferrocarril y la Compañía Cambria Iron.*

lares, y sólo se daba un respiro para comer y dormir lo indispensable.

A fines de octubre, esta dama pudo informar: "La nueva Johnstown, como ave Fénix, ha resurgido de sus cenizas, más hermosa que la anterior". El día en que salió de la ciudad, Clara Barton recibió como testimonio de gratitud un broche de oro y una medallón con incrustaciones de diamantes y amatistas.

#### **Vuelta a la vida**

Desde, en toda la historia de Estados Unidos, había habido un proyecto de limpieza y reconstrucción como el que se iba a realizar en Johnstown y en otras comunidades del valle del Little Conemaugh. En total, 2209 personas habían sucumbido; las pérdidas materiales ascendieron a casi 17 millones de

dólares, en la época en que el precio normal de las casas era de unos cuantos cientos de dólares.

Entre las fuerzas estatales y los voluntarios civiles, trabajaron cerca de 7000 hombres en limpiar el valle las primeras semanas de junio. El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos instaló puentes de pontones hasta que se construyeron obras permanentes, y 3500 guardias y carpinteros del Ferrocarril de Pensilvania trabajaron 19 horas diarias para rehabilitar las vías y reanudar el servicio.

La ciudad volvió poco a poco a la vida, conforme trascurría el mes de junio y se retiraban las aguas. Los primeros servicios religiosos se llevaron a cabo el 9 de junio en una escuela, en la estación ferroviaria y en la esquina de una calle.

NOTA: © THE BETTMANN ARCHIVE

## Vigilancia Permanente en 5 Presas del Edem; Fisuras por las Lluvias

EDUARDO A. RACHO, corresponsal

VALLE CUAUTILAN-TEXCOCO, Méx., 6 de Julio.—La SARH mantiene una vigilancia permanente en cinco presas del estado de México, las cuales pudieran resultar gravemente dañadas con fisuras ante la presión del agua por las constantes precipitaciones pluviales.

Luis Mancera, representante de la dependencia, aseguró que con ello desaparece el riesgo de un desbordamiento, pues todas se encuentran a su máxima capacidad. Las presas más importantes en el estado de México, —mahfestó— están llenas al ciento por ciento, han sido reforzadas con costales y se han construido muros con el fin de proteger a las comunidades.

Aseveró que no se retirará al personal especializado de las presas hasta que el nivel del agua vuelva su cauce normal, pues ya no se esperan grandes lluvias sobre el Valle de México.

Aunque la situación se encuentra bajo control —mencionó—, el peligro para la población no ha desaparecido.

Añadió que de seguir lloviendo igual, las presas no podrán resistir y se tendrían que tomar otras acciones pero confió en que esto no llegue a suceder.

Finalmente, comentó que sin embargo lo anterior representa un beneficio para todo el estado de México,

pues se garantiza la energía eléctrica y sobre todo la dotación de agua a colonias que carecen de ella.

16 de Febrero 1990

## proyecto de la CFE en 1990 pondrá en marcha 25 centrales generadoras de electricidad

MEXICO, D.F., 15 de febrero (NOTIMEX).—La Comisión Federal de Electricidad tiene proyectado poner en servicio este año, mediante financiamiento privado, 25 centrales generadoras de electricidad con una capacidad superior a los ocho mil 604 megawatts.

Su director general, Guillermo Villarobos, informó lo anterior a la junta de gobierno de la CFE, encabezada por el titular de la Semp, Fernando Hiriart, luego de hacer un balance de los trabajos de la institución durante 1989.

Explicó que bajo la modalidad del programa "Llave en Mano" se iniciará la construcción de los proyectos Adolfo López Mateos unidades 3 y 4, Tepolobampo II unidades 1 y 2, Peracabo unidades 3, 4, 5 y 6, Carbón II unidades 3 y 4, y Mérida II unidad 3.

En su informe anual de labores, Guerrero Villarobos puntualizó que con el mismo mecanismo se tiene previsto concluir las obras de diseño de la presa de Aguamiapán e iniciar la construcción de otras.

Añadió que se utilizará financiamiento privado para la puesta en marcha de los proyectos Chilitán y Tamazcal, así como para el de San Juan Tetzcingo y Boca del Cuero.

Guerrero Villarobos indicó que el servicio doméstico aumentó el año pasado 11.8 por ciento, el agrícola 12.6, y el industrial 7.2, para atender el incremento en la demanda de electricidad.

Sobre lo que en 1990 la CFE ejecutará un intenso programa de rehabilitación y mantenimiento de sus plantas generadoras, a fin de elevar la disponibilidad en las hidroeléctricas a 65.3 por ciento y en 77.9 en las termoeléctricas.

El director de la paraestatal estimó que este año el número de usuarios ascenderá a 16.3 millones, y el servicio se ampliará a 60 ciudades más.



## BIBLIOGRAFIA

- ENERGIA HIDROELECTRICA  
Turbinas y Plantas Generadoras  
Viejo Zubizaray y Alonso  
Ed. Limusa
- DESARROLLO NUCLEAR DE MEXICO  
José Antonio Rojas  
Facultad de Economía U.N.A.M.
- LOS ENERGETICOS, EL PETROLEO... Y NUESTRO FUTURO ?  
Heberto Castillo y Jacinto Viqueira Landa  
Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México
- PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984 - 1988  
Poder Ejecutivo Federal
- INGENIERIA Y SOCIEDAD ( Ensayos )  
Jacinto Viqueira Landa  
U.A.M. Azcapotzalco S.E.P.
- BALANCE NACIONAL DE ENERGIA 1986  
Secretaria de Energía Minas e Industria Paraestatal
- ANUARIO DE LAS CIENCIAS 1987  
Grolier
- ENCICLOPEDIA DE LAS CIENCIAS Vol. III  
Tecnología II Grolier
- ENERGETICOS (anexo) DEL PROGRAMA NACIONAL DE ENERGETICOS 1984-1988  
Segunda Epoca Vol.1 Núm.8
- PRINCIPLES OF ENERGY CONVERSION AN CULP. INTERNATIONAL STUDENT  
EDITION  
Mc - Graw Hill 1984
- WEC SURVEY OF ENERGY RESOURCE 1986
- VIA COL VENTO ( ENERGIE ALTERNATIVE )  
G. Riveccio L' Espresso 7 / 1987
- PUBLIC ACCEPTANCE OF NUCLEAR POWER IN THE U.S. A STATUS REPORT  
Lynn R. Wallie San José Ca. June 22 -22 1988
- ARTICULO DEL M. en I. BRUNO DE VECCHI APPENDINI  
Mayo \_ Junio 1986
- BOLETIN IIE  
Noviembre 1977
- PONENCIA " LOS RETOS DE LA MODERNIZACION "  
Lic. Carlos Salinas de Gortari

- INFORME ANUAL 1984  
C. F. E.
- ARTICULO DE PROBLEMAS DE LA ENERGIA EN MEXICO  
Ing. Jacinto Viqueira Landa
- BOLETIN O I E A  
1986 - 1988
- REVISTA BROWN - BOVERI  
1987 - 1988
- ENERGETICOS " BOLETIN INFORMATIVO DEL SECTOR ENERGETICO "  
1981 - 1982
- HANDBOOK WATER POWER AND DAM CONSTRUCTION  
1987 - 1988
- REVISTA CIENCIA Y DESARROLLO  
Conacyt 1984 - 1987
- REVISTA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA  
Conacyt 1982 - 1985
- QUE ES LA CENTRAL NUCLEOELECTRICA DE LAGUNA VERDE  
C. F. E.
- QUE ES UNA CENTRAL NUCLEAR  
C. F. E.
- REVISTA HIDROPOWER ATATUHK DAM AND HIDROELECTRIC POWER PLANT
- REVISTA MODERN POWER SYSTEMS  
1988
- REVISTA NUCLEAR NEWS  
1987
- REVISTA HIDRO REVIEW  
1988
- REVISTA DE INGENIERIA  
Facultad de Ingenieria Oct. - Dic. 1988
- PERIODICOS  
1987 - 1989