

# **SERIE DE ARTICULOS SOBRE ENERGIA ALTERNATIVA: LA NUCLEAR**

## **ENTREGA N° 5**

### **ACCIDENTES EN REACTORES NUCLEARES**

**Enero 2010**

**Autor: Ing. Jorge Bertoni**

El imaginario popular cree todavía que la probabilidad de que ocurra un accidente en una central nuclear, es grande. Cree además que si se produjese, sus consecuencias serían catastróficas.

Una forma efectiva de contrarrestar y acotar esa creencia, es pasar revista a los principales accidentes ocurridos en reactores nucleares, en las últimas cinco décadas en que los reactores entraron en operación y ver cuales fueron sus consecuencias.

Es importante recordar que las primeras aplicaciones de los reactores fueron las de producir plutonio con fines bélicos, y luego llegaron los reactores de potencia para producir electricidad.

Los reactores nucleares son parte de la nueva tecnología y como tal en sus etapas iniciales, la tecnología nuclear sufrió inconvenientes y accidentes significativos. Esto pasó antes de alcanzar la madurez que ahora se le reconoce.

Es válido establecer un paralelo con el desarrollo de la tecnología espacial, la que cuenta con varios accidentes mortales en sus comienzos, aunque no resulte ecuánime. Los accidentes nucleares tuvieron gran difusión por el desarrollo de las comunicaciones, que magnificaron su trascendencia, mientras que la mayor parte de los otros permanecieron en el anonimato por muchos años, para no perjudicar el desarrollo de sus programas.

Es el precio que hubo que pagar para alcanzar el grado de excelencia que ahora tienen ambas tecnologías.

La historia indica que cuando una nueva tecnología se inicia, no cuenta con el favor de la opinión pública hasta que se la conoce bien y deja de infundir desconfianza.

Hacia finales del siglo XIX y durante muchos años, cuando se comenzó a utilizar la electricidad para la iluminación, frecuentes artículos y editoriales en los periódicos de aquella época, explicaban con toda clase de razones, por qué

la energía eléctrica jamás podría ser utilizada para el alumbrado público o domiciliario. Hablaban del riesgo de los accidentes que ello significaría, y que la gente moriría electrocutada tanto en casa como en la vía pública.

Leer uno de esos artículos en la actualidad, nos resultaría risueño. Si extrapolásemos el caso algunas décadas, bien podría ocurrir lo mismo cuando se leyeran, entonces, artículos de hoy contrarios a la energía nuclear.

Se describen a continuación, los accidentes más relevantes ocurridos en reactores nucleares de distinto tipo. Desde reactores experimentales hasta reactores de centrales nucleares.

### **1952 – NRX – CANADA**

El Centro de Investigación de Chalk River (Canadá) perteneciente a AECL (Atomic Energy of Canada Limited) se encuentra a unos 200 Km. al norte de Ottawa.

Allí funcionaba el reactor experimental NRX y un error humano en la operación, produjo un calentamiento brusco de los elementos combustibles que ocasionó una explosión (química, no nuclear) que destruyó el núcleo del reactor.

Se aplicaron de inmediato los procedimientos de emergencia, tan pronto como los detectores de radiación de ambiente hicieron sonar las alarmas.

El informe oficial del accidente, confirmó que nadie del personal de operación recibió una dosis de radiación excesiva, durante el accidente, o el año posterior al mismo, cuando se realizó la limpieza.

### **1957 – WINDSCALE – INGLATERRA**

En el centro de investigación nuclear de Windscale en Inglaterra, entre el 7 y el 12 de octubre de 1957, funcionaba un reactor de grafito-gas para producir plutonio con fines bélicos (fabricar bombas atómicas).

Su diseño era tan simple que el combustible se refrigeraba con aire por circulación forzada. Un efecto desconocido hasta entonces, durante el proceso de alivio de tensiones del grafito aumentó la energía bruscamente e hizo que éste se incendiara y dañara los elementos combustibles.

No hubo de inmediato ninguna indicación de anomalía y tardaron un día más en apagar el incendio con agua. La causa, una instrumentación inadecuada del reactor.

Como consecuencia, una columna de gases radiactivos conteniendo productos de fisión se dispersó en la atmósfera a través de una chimenea. La nube, que produjo una larga pluma de varios kilómetros, contenía yodo 131, radiactivo, que se fija en la leche, y como precaución las autoridades obligaron a volcar

unos dos millones de litros de leche en los ríos y en el mar para evitar que el yodo pasara a la cadena alimenticia.

Se examinaron 238 personas, de las que 126 estuvieron ligeramente contaminadas en la tiroides. La dosis máxima encontrada fue de 0,16 Sievert, siendo el máximo admisible para el personal de operación, 0,5 Sv para la tiroides.

El accidente de Winscale se clasifica en el nivel 5 de la escala internacional INES que comprende niveles de 0 a 7 para accidentes nucleares. (IAEA).

### **1961 – SL1 – IDAHO – USA**

El primer accidente serio en Estados Unidos, fue en 1961, en el reactor militar prototipo SL-1. Las razones son desconocidas, pero se supone que por distracción de un operador, se retiró manualmente una barra de control en el centro del núcleo.

El reactor era experimental y los tres jóvenes que estaban de servicio, murieron.

No se produjo ninguna explosión nuclear, pero la excursión de potencia (aumento instantáneo de la misma) que ocurrió al retirar la barra de control, produjo la vaporización del refrigerante y dañó los elementos combustibles.

Pasaron varios meses hasta que el nivel de la radiación remanente fuese lo suficientemente bajo como para iniciar una investigación. Nadie del público recibió alguna dosis de radiación.

### **1961 – LUCENS – SUIZA**

Dentro de una caverna, debajo de una colina, se construyó un reactor de demostración de potencia, en Lucens, Suiza.

Después de dos meses de haber estado parado para un mantenimiento de rutina, al ser puesto en marcha nuevamente, uno de los tubos de refrigeración del circuito primario se rompió y liberó una cantidad de refrigerante y agua pesada en el recinto de contención del reactor.

Las puertas esclusas que aislaban la contención afortunadamente se cerraron en forma automática sin que hubiera nadie en el interior.

Se tardaron dos años en descontaminar y dismantelar la planta, después de lo cual se decidió utilizar la caverna como depósito de material radiactivo.

No hubo nadie del personal con una dosis anormal de radiación.

## **1979 – THREE MILE ISLAND – USA**

El 28 de marzo de 1979, el reactor N° 2 de la central de Three Mile Island, del tipo PWR de 900 Mwe, sufrió la fusión parcial del núcleo con gran dispersión de material radiactivo dentro del recinto de contención.

Este accidente se clasificó como de nivel 5 en la escala internacional de eventos nucleares INES, y fue el resultado de una conjunción y sucesión de fallas materiales y errores humanos de interpretación de información.

La sucesión de fallos fue la siguiente: primero, el cierre incompleto de la válvula de descarga del presionador, después, la detención prematura de la inyección de seguridad para parar el reactor, por parte de los tres operadores y la detención de las bombas del circuito primario de refrigeración del núcleo, como consecuencia de las dificultades de interpretación de los datos disponibles en los paneles de alarmas en la sala de control.

La consecuente dispersión de los gases de fisión radiactivos, quedó confinada en el recinto de contención y no afectó ni a las personas ni al medio ambiente. Esto confirmó el correcto criterio de diseño, en relación con la seguridad nuclear, aplicado por la industria nuclear de occidente.

Este accidente hizo que se introdujeran mejoras importantes en los sistemas de detección de anomalías y del procesamiento de la información, para mejorar la seguridad de operación de este tipo de reactor.

## **1980 – SAINT LAURENT DES EAUX – FRANCIA**

El más importante accidente en Francia, sucedió en el reactor 2 del centro de producción nuclear en Saint-Laurent-des-eaux, el 13 de marzo de 1980.

Una placa interna del reactor de grafito-gas, debido a la corrosión, obstruyó una docena de canales de los bloques de grafito, y esto redujo la refrigeración de parte del núcleo del reactor, y dos elementos combustibles se fundieron.

El reactor seriamente dañado quedó inutilizado durante dos años y medio.

El accidente no tuvo ninguna consecuencia para el personal o el medio ambiente. Correspondió al nivel 4 de la escala INES.

## **1983 – RA2 – BUENOS AIRES – ARGENTINA**

En el Centro Atómico Constituyentes, se construyó una facilidad crítica (potencia cero) para probar un nuevo núcleo del reactor RA3, en operación.

Un trabajador cometió el error, en un cambio de configuración del núcleo, de extraer manualmente una barra de control, sin seguir el procedimiento previsto,

y esto ocasionó un aumento instantáneo de la radiación. La dosis de neutrones que recibió le produjo la muerte dos días después.

Otras 17 personas recibieron dosis menores que no les produjeron efectos serios.

## **1986 – TCHERNOBYL – RUSIA**

En razón de su gravedad este accidente es el más serio en el campo nuclear, y ocurrió en la central de Chernobyl el 26 de abril de 1986.

El accidente se produjo en un reactor de agua hirviente del tipo RBMK, de diseño ruso. Los criterios de diseño utilizados eran distintos a los occidentales. El reactor, con grafito como moderador de neutrones tenía una potencia de 1000 Mwe. Las causas del accidente fueron de tipo material y humano.

La deficiencia material se manifestó en el comportamiento del reactor operando a baja potencia. Se produjo una inestabilidad en el flujo de neutrones, que tuvo como consecuencia una pérdida de la efectividad del sistema de control del reactor.

En segundo término fue un fallo humano: hubo, en efecto, numerosas violaciones a las consignas de seguridad; por ejemplo, los tres sistemas automáticos de seguridad del reactor habían sido bloqueados en forma voluntaria, para la realización de una prueba. De esta forma, no pudieron actuar las funciones de seguridad cuando debieron controlar la reactividad (ritmo de variación de la potencia) del reactor, disipar el calor generado por el combustible, y confinar los productos radiactivos.

El accidente se produjo mientras se realizaba una prueba no preparada debidamente; la falta del control de la reactividad en el núcleo, produjo un aumento descontrolado de la energía del reactor y un daño importante del combustible, que se fundió. Esto llevó a un repentino calentamiento del agua que se vaporizó en el núcleo del reactor.

El brusco aumento de la presión del vapor, produjo una explosión en el edificio del reactor, destruyéndolo parcialmente y provocó un incendio.

Dos operadores murieron en el acto por quemaduras y politraumatismos. El incendio en el edificio del reactor fue controlado por la mañana, pero el núcleo del reactor continuó quemándose y eyectando productos radiactivos a la atmósfera, durante casi diez días.

Se liberó cerca del 10% de la radiactividad contenida en el núcleo en el momento del accidente: productos de fisión (100% gases raros, 15 a 20% de productos volátiles, 3 a 5% productos no volátiles) y los transuránicos (los elementos más pesados del combustible). La nube radiactiva cubrió en mayor o menor medida casi toda Europa.

El balance oficial indicó que alrededor de 200 personas fueron gravemente irradiadas y 32 murieron en los tres meses siguientes. Varios organismos internacionales, en especial IAEA, continuó en el tiempo estudiando los efectos de la radiación sobre la población afectada y hay en la actualidad muchos informes emitidos.

Se recomienda la lectura del artículo *CHERNOBYL 15 años después*, escrito por Abel J. González, Director de la División de Seguridad Radiológica de la IAEA. Del mismo extraemos el siguiente párrafo:

*Algunas organizaciones gubernamentales y aun los propios países involucrados exageraron las consecuencias radiológicas del accidente y los medios dieron por ciertas hipótesis catastróficas que nunca fueron probadas científicamente.*

En resumen, puede decirse que ha sido mucho más dañino el golpe psicológico del accidente y la obligatoriedad de la evacuación, que los daños por radiación.

Este accidente está clasificado en el nivel 7 que es el máximo en la escala de eventos nucleares, INES (IAEA).

### **1999 – TOKAI MURA – JAPON**

Este fue un accidente de criticidad, no en un reactor, pero guarda relación con el combustible para un reactor de potencia.

Ocurrió el 30 de setiembre de 1999 en una fábrica de conversión de uranio, en Japón, justamente en la fase previa a la fabricación de elementos combustibles para un reactor.

El desencadenamiento incontrolado de una reacción nuclear en cadena en un material fisionable, es un riesgo propio de los laboratorios y fábricas del ciclo de combustible.

El accidente se produjo por la introducción en un tanque de decantación de una cantidad inusualmente elevada de uranio (16Kg.) que sobrepasó excesivamente el valor de seguridad (2,3 Kg.).

Tres operarios se irradiaron gravemente y uno de ellos murió el 22 de diciembre de 1999.

Durante las operaciones para detener la reacción de criticidad, algunos operarios y bomberos sufrieron una ligera irradiación, y una veintena de residentes en la vecindad de la fábrica, fueron contaminados con los efluentes radiactivos dispersados, pero sin consecuencia alguna.

Este es el accidente más grave que conoce una instalación nuclear en Japón, y ha sido clasificado en el nivel 4 de la escala INES.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES Y COMPARACIONES

Se han mencionado nueve accidentes relevantes ocurridos desde la utilización de la energía nuclear, es decir durante las últimas cinco décadas.

1952 NRX	Reactor Experimental
1957 Windscale	Reactor para producir plutonio
1962 SL-1	Reactor experimental, militar
1969 Lucens	Reactor de demostración de potencia
1973 Tree Mile Island	Central nuclear comercial
1980 Saint-Laurent-des-eaux	Central nuclear comercial
1983 RA2	Facilidad crítica
1986 Chernobyl	Central nuclear comercial
1999 Tokai Mura	Planta de reconversión de uranio

La forma directa de consultar el INES (sistema de información de incidentes nucleares del OIEA) es abrir la página [www.world-nuclear-news.com](http://www.world-nuclear-news.com) y luego la ventana "Nuclear Event Reports". En la actualidad, están listados una decena de eventos catalogados como 0, 1 y 2. Estos son solo incidentes menores. La mayoría se refieren a escapes gaseosos o líquidos de efluentes radiactivos, al exterior de la planta, sin ninguna consecuencia para el personal de operación o el exterior de la misma.

Hay que agregar que en el caso de escapes de productos radiactivos, en una central nuclear, dado el hecho de que se pueden detectar en forma inmediata, también se pueden corregir en forma inmediata, mucho antes de que el incidente pueda llegar a ser importante.

Este escrito no ha pretendido minimizar o ignorar la importancia de un eventual accidente nuclear. Solamente hemos tratado de ubicarla en su justa posición relativa entre las actividades humanas con riesgos de baja probabilidad de ocurrencia y aceptados por la comunidad, como está siendo el caso del uso de la nucleoelectricidad.

Por sobre todo, se ha querido desvirtuar la validez de los pronósticos catastrofistas que a veces hablan de cientos de miles de muertos en el caso de la explosión de una central nuclear.

Se acepta como conclusión, que un hipotético accidente grave en una central nuclear, tiene muy baja probabilidad de ocurrencia, pero al mismo tiempo puede tener importantes consecuencias, sin llegar a la catástrofe.

Es por esta razón que una de las exigencias que deben cumplir las centrales nucleares para recibir el permiso de operación de las autoridades correspondientes, es la de contar con un plan de emergencia para accidentes severos, que contemple la rápida evacuación del personal cercano.

Dicho plan debe ser verificado anualmente, mediante simulacros en los que tienen que intervenir todas las partes involucradas incluyendo las autoridades civiles del lugar.

Y finalmente para comparar con la industria química se puede mencionar el accidente que se produjo en la planta de Union Carbide en la India, el 3 de diciembre de 1984. Ese día, se dispersaron en la atmósfera de la ciudad de Bophal, 26 toneladas de una sustancia muy tóxica, el Isocianato de metilo.

En Bophal, ciudad de unos 800.000 habitantes, se produjeron como consecuencia de ese escape entre 2500 y 4000 muertos y más de 180.000 heridos y afectados.

## CONCLUSION

La lectura y análisis de todo lo anterior, permite extraer algunas conclusiones generales referentes a las consecuencias que se han derivado hasta ahora, de un accidente nuclear.

- ❖ Las víctimas de la actividad aerocomercial son mucho más numerosas que las ocurridas en la actividad nuclear.
- ❖ **ningún reactor experimental o de potencia puede dar lugar a una explosión atómica, como creen algunas personas.**
- ❖ Los flagrantes errores de operación, en particular en los reactores experimentales, han producido contadas muertes por radiación entre el personal próximo al accidente.
- ❖ El accidente mas severo producido, como fue el de Chernobyl, si bien afectó extensas zonas de Europa y Asia, no ha tenido los efectos catastróficos que le suelen atribuir los grupos ecologistas anti-nucleares.
- ❖ Todos los accidentes nucleares ocurridos hasta ahora, han servido para perfeccionar la tecnología y reducir significativamente la probabilidad de que uno nuevo se repita.
- ❖ El sistema INES de la OIEA, asegura la transparencia internacional en materia de información de accidentes e incidentes nucleares.
- ❖ Uno de los objetivos que deberán alcanzar los reactores de la próxima generación IV, es el de ser más seguros (seguridad por diseño).

Todo lo anterior, contribuye a disipar o al menos disminuir la desconfianza todavía existente respecto a la seguridad de las centrales nucleares.