

LAS CAUSAS DEL EVENTO EN CHERNOBYL

by Jacques FROT*

El reactor numero 4 de la central nuclear Chernobyl en la Ucrania Soviética sufrió una excursión de potencia el 26 de Abril de 1986 cerca de la una de la madrugada, durante una prueba a baja potencia solicitada por las autoridades de Moscú. En pocos segundos la potencia aumentó casi 100 veces su valor nominal. El refrigerante de agua ligera no fue capaz de extraer la enorme cantidad de calor generado y se vaporizó en una fracción de segundo produciendo una explosión de vapor a la 1:23:44 (hora local). El reactor quedó destruido. En los siguientes 10 días, alrededor de 12 exabequerels (exa = 10^{15}) o 300 Mega curies de isótopos radioactivos se liberaron a la atmósfera, contaminando significativamente un área de 150 000 kilómetros cuadrados (equivalente a 60 000 millas cuadradas – aproximadamente el área del estado de Iowa, como ejemplo) habitada por 6 millones de personas. También causó un incremento medible en el nivel de radiación ionizante en la mayor parte de Europa.

El evento de Chernobyl tuvo dos componentes:

- .La explosión del reactor RBMK;**
- .Los efectos en la salud de la población aledaña.**

Examinaremos estas causas en forma separada ya que los efectos en la salud de la población no fueron una consecuencia inevitable de la explosión. Sin embargo, ciertas causas de naturaleza política tuvieron un impacto significativo en ambos aspectos del evento.

El lector recordara que antes de Chernobyl, la industria nuclear civil había tenido dos accidentes importantes: el reactor UNGG en Windscale, Gran Bretaña en 1957 y el reactor de agua presurizada (PWR) en la central Three Mile Island en los Estados Unidos en 1979. Cada uno de estos accidentes fue clasificado como nivel 5 por la International Nuclear Event Scale (INES – creada después del evento de Chernobyl) la cual tiene ocho niveles, del 0 al 7. Contrario a lo que comúnmente el publico cree, nadie murió ni sufrió danos en estos dos accidentes y los estudios epidemiológicos no han revelado efectos adversos en la salud de la población alrededor de dichos sitios.

A. LAS CAUSAS DE LA EXPLOSION DEL REACTOR EN CHERNOBYL

Este reactor RBMK de 1000 Megawatts eléctricos es moderado con grafito y enfriado con agua ligera. Además de potencia eléctrica, producía plutonio-239 para armamento. Por consiguiente el combustible no podía ser irradiado por largos periodos de tiempo y el reactor estaba equipado con un sistema para cargar y descargar elementos combustibles sin necesidad de apagar el reactor.

Las causas de la explosión fueron de tres tipos:

- A-1. Errores de diseño,
- A-2. Fallas de administración y errores cometidos por el staff de operación,
- A-3. Políticos.

A-1. Errores de diseño

A-1-1 El núcleo del reactor RBMK es inestable por debajo de 700 Megawatts térmicos, casi la cuarta parte de su potencia nominal. En términos más simples, a baja potencia el reactor es difícil de controlar y cualquier tendencia hacia una reacción en cadena se amplifica rápidamente. Esta característica muy peligrosa es típica del diseño RBMK. Por fortuna, esta característica está ausente en los diseños occidentales así como en los reactores soviéticos de agua presurizada VVER. En todos los reactores diferentes al RBMK, cualquier incremento en la reacción en cadena es automáticamente detenida, gracias al diseño del núcleo del reactor. La explosión en Chernobyl ocurrió durante una prueba a baja potencia, es decir en un momento en el cual el reactor estaba inestable. Los ingenieros nucleares rusos sabían de esta inestabilidad así como los expertos franceses y británicos. Las autoridades soviéticas habían sido advertidas muy bien antes del accidente de Chernobyl, pero las advertencias cayeron en oídos sordos. !!Esta situación se puede comparar con un autobús en un camino sinuoso en la montaña y con problemas en el sistema de la dirección!!

A-1-2 En un reactor RBMK las barras de control se insertan l e n t a m e n t e. La inserción completa requiere 20 segundos, mientras que en otros reactores en el mundo solo toma menos de 2 segundos. Aquello es demasiado lento para evitar el desbocamiento del núcleo cuando opera en modo inestable. Y los reactores RBMK no tienen barras de control de emergencia con inserción rápida.

¡¡Imagine que pasaría si el autobús empieza a reducir velocidad 20 segundos después que el conductor aplica los frenos!!

A-1-3 Las barras de control son de carburo de boro con una cubierta de grafito. Cuando la barra de control se empieza a insertar, el grafito aumenta la reactividad. Este fenómeno peligroso fue observado en 1983 - tres años antes del incidente de Chernobyl - en un reactor RBMK en la central Ignalina en Lituania. ¡¡Es como si al aplicar los frenos del autobús el resultado fuera pisar el pedal del acelerador a fondo durante un par de segundos!!

A-1-4 En el reactor RBMK el moderador neutrónico consiste de 600 toneladas de grafito. No es tanto un error de diseño sino una propiedad infortunada de ese material; cuando el grafito muy caliente entra en el contacto con el aire, estalla en llamas. En Chernobyl el fuego del grafito vaporizó los radioisótopos en el reactor y los dispersó en la atmósfera junto con el humo. Los reactores de agua presurizados occidentales (PWR) y los reactores de agua hirvientes (BWR) no contienen grafito ni cualquier otro material inflamable.

A-1-5 Los reactores RBMK no tienen un sistema para filtrar los gases de escape ni una contención estructural. En el peor de los escenarios, esta última por lo menos habría reducido y habría retardado el escape de material radiactivo al ambiente. Semejante contención protege los otros reactores en todo el mundo, incluso los reactores más recientes (VVER 1000) instalados en la ex-Unión Soviética y en sus estados satélites. El reactor de Three Mile Island estaba bien protegido y por consiguiente no hubo una liberación significativa de radioactividad. Faltando la contención, el reactor RBMK es como un autobús sin carrocería - la estructura de la contención es obviamente un requisito de seguridad mayor y esencial, aunque no es invulnerable.

Resumiendo, teníamos un autobús sin carrocería que desciende por un camino en la montaña, con una dirección que no trabaja y con un sistema de frenos que acelera el vehículo por unos segundos y tarda otros 20 segundos en aplicar los frenos, esto después de que el autobús ha golpeado en la pared o ha caído en un barranco !!.

A2. Errores cometidos por el grupo de operación

Se identificaron seis errores humanos. Se violaron dos reglas permanentes de operación: no operar el reactor por cualquier periodo de tiempo a un nivel de potencia reducida (debajo de 700 Megavatios-térmicos), y nunca tener menos de treinta barras de control totalmente insertadas en el núcleo. Un error consistió en no seguir el procedimiento de prueba, y tres mecanismos de seguridad se baipusaron deliberadamente - uno para la inyección de agua de emergencia, y otros dos para el paro de emergencia.

Es evidente que los operadores no fueron entrenados adecuadamente y no comprendieron la naturaleza peligrosa de sus acciones. Si no se hubiera cometido cualquiera de estos seis errores, la explosión no habría ocurrido. Por otro lado, sería demasiado fácil culpar al grupo de operación por la catástrofe; ellos estaban haciendo su trabajo con el entrenamiento que habían recibido. Ese entrenamiento era insuficiente y totalmente inconsistente con la falta de características de seguridad pasivas que tiene el diseño del reactor RBMK. No sabiendo mucho sobre el comportamiento del núcleo del reactor, los operadores fueron incapaces de apreciar las implicaciones de las decisiones que estaban tomando, y su situación era aun más peligrosa ya que la prueba estaba haciéndose a baja potencia y en violación de órdenes vigentes.

Además las instrucciones de operación, tanto las órdenes vigentes como las instrucciones específicas para la prueba, eran incompletas e imprecisas.

Un examen detallado de lo que pasó en las pocas horas y minutos que precedieron a la explosión mostró que esta ocurriría. Y, si usted cree que un accidente esta asociado con la aleatoriedad y la incertidumbre, y si usted cree que existe una cierta probabilidad de que un accidente ocurra, entonces la explosión del reactor de Chernobyl no fue un accidente. Esto nos lleva a examinar las causas políticas.

A3. Causas políticas

En la Guerra Fría, que a veces amenazó en ponerse caliente, el aspecto de la producción de plutonio del RBMK impuso un sentido de urgencia en su diseño, construcción y operación; ningún tiempo debía ser "desperdiciado" en mejoras aun siendo esenciales para un funcionamiento seguro. Los científicos e ingenieros trabajaron bajo una y sólo una pauta: producir plutonio de grado armamento - tanto y tan rápidamente como fuera posible.

Los problemas presupuestales fueron manejados en la misma dirección. Simplemente usar los fondos disponibles para producir la máxima cantidad de plutonium-239 de grado armamento de la más alta calidad y tan rápidamente como fuera posible.

Fue bajo estas circunstancias que el Ministro de Electrificación declaró en una reunión del Politburó el 2 de mayo de 1986, seis días después de la explosión: "A pesar del accidente, el equipo de construcción cumplirá con sus obligaciones socialistas y pronto empezará a construir el reactor número 5."

La cultura del secreto era universal en la URSS. Impuso la departamentalización del conocimiento: ninguna persona podía ver la película completa e integrar todos los aspectos de la seguridad de la operación. En la energía nuclear civil la cultura soviética del secreto duró hasta 1989.

Algunos científicos soviéticos eran estrictamente honrados y abiertos. Otros que también eran competentes, y reconocidos como tales, estaban más motivados por sus intereses personales que por la objetividad científica y les faltó valor para ser científicamente rigurosos. Ellos aceptaron o animaron al poder político en la toma de decisiones cuestionables e incluso peligrosas. El forcejeo por influencias reemplazó al debate científico, técnico y tecnológico.

Los errores de diseño del reactor no surgieron de la incompetencia de los ingenieros. Eran más bien el resultado de la dictadura burocrática que se impuso en todas las decisiones del sistema soviético, incluso las que trataban con la seguridad.

Está claro que la explosión del reactor de Chernobyl se hizo posible por las muchas limitaciones del sistema soviético. Se puede decir bien que la explosión de Chernobyl fue más un evento soviético que un evento nuclear.

B. LAS CAUSAS DE LOS EFECTOS PERJUDICIALES A LA SALUD

Los efectos perjudiciales a la salud pública que siguió a la explosión del reactor de Chernobyl no eran inevitables. Las únicas consecuencias inevitables eran la destrucción completa del reactor, la muerte de dos miembros del personal de operación que estaba encima del reactor en el momento que explotó y la contaminación radiactiva de una vasta superficie de territorio. Pero las circunstancias fueron tales que hubo efectos perjudiciales a la salud pública; los resumiremos primero y entonces examinaremos las **causas inmediatas** y las **causas más profundas**.

B1. Los efectos perjudiciales en la salud pública

Desde 1986 mucha controversia ha rodeado las dimensiones de los efectos perjudiciales en la salud pública. En todo el mundo, las autoridades nucleares han sido acusadas a menudo de minimizar la gravedad de esos efectos. Por otro lado, los políticos (sobre todo aquellos de persuasión ambientalista), los medios de comunicación y las industrias de combustibles fósiles se han aprovechado de cada ocasión para dramatizar injustificadamente. La objetividad científica ha estado y todavía sigue notablemente ausente del debate.

En interés de la objetividad, nos referiremos al último informe del Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Atómicas - UNSCEAR. Representantes de 21 países participan en este trabajo. Las Naciones Unidas le dieron a la UNSCEAR la tarea de evaluar el nivel de exposición a las radiaciones ionizantes y sus efectos. Los gobiernos de todo el mundo utilizan la base científica desarrollada por UNSCEAR cuando estiman riesgos y crean protocolos para radio-protección.

El 6 de junio de 2000, UNSCEAR sometió un informe a las Naciones Unidas. En el párrafo 136 se lee lo siguiente:

"Aparte del aumento en cáncer tiroideo después de la exposición en la niñez, no hay evidencia de un impacto mayor en la salud pública 14 años después del accidente de Tchernobyl. Ningún aumento en incidencia de cáncer total o mortalidad que podría atribuirse a la radiación ionizante se ha observado. El riesgo de leukaemia, una de las preocupaciones principales (la leukaemia es el primer cáncer que aparece después de una exposición a la radiación, debido a su corto tiempo de latencia), no es elevado incluso entre los obreros que participaron en la recuperación. Tampoco hay prueba científica de otros desórdenes no-malignos, somático o mentales que se relacionen con la radiación ionizante."

Se observa que las conclusiones de UNSCEAR son consistentes con las observaciones hechas desde 1945 en 86 500 sobrevivientes de los ataques de la bomba atómica en Hiroshima y Nagasaki. Ésta es la Cohorte de Hiroshima-Nagasaki (HNC), una base para los estudios epidemiológicos de los efectos de la radiación ionizante. Estos sobrevivientes obviamente recibieron dosis más altas que las personas que se irradiaron después de la explosión de Chernobyl.

Recordemos los datos siguientes que caracterizan los efectos perjudiciales a la salud pública debido a Chernobyl. Involucran una área de 150 000 kilómetros cuadrados alrededor de Chernobyl, en Belarus, Ucrania y la Federación Rusa.

- a. Treinta y una personas murieron de los efectos agudos de la explosión. La explosión mató a dos miembros del grupo de operación (estaban encima del reactor y nada podría salvar a esos dos infortunados hombres). De 134 personas que fueron irradiadas agudamente, 28 murieron en los tres meses después del accidente. Otro paciente murió de una trombosis coronaria.
- b. Hasta principios del año 2000, se había informado de aproximadamente 1800 casos de cáncer tiroideo entre personas que tenían menos de 18 años de edad en 1986. Si se descubre y se trata a tiempo, este cáncer tiene una tasa de mortalidad baja. A la fecha han habido diez muertes. Podemos esperar ver nuevos casos de cáncer tiroideo en el futuro pero con una tasa de mortalidad aun más pequeña.
- c. Ha habido un aumento en la tasa de suicidios y, en general, un aumento en la tasa de muerte violenta entre los bomberos, policías y otros obreros de la recuperación en el sitio y en la población evacuada que ha experimentado una reducción considerable en su calidad de vida. El daño mayor se encuentra entre los evacuados y los equipos de obreros en la recuperación (oficialmente había 313 000 obreros en la recuperación); ningún número puede asignarse a este efecto, pero muchos han muerto violentamente.
- d. Aparte de los cánceres tiroideos, no ha habido exceso de cánceres sólidos, ni de leukaemia ni de anomalías congénitas.

Hasta donde Francia está preocupada, no hay evidencia de efectos patológicos. El aumento en la dosis de radiación ionizante que recibirá la población de Francia en 60 años a partir de Chernobyl será aproximadamente una centésima de la debida al fondo natural. En el este y sur-este del país, las áreas más cercanas a Chernobyl y más expuestas a la nube radioactiva llevada por los vientos, la irradiación en exceso durante los primeros doce meses fue del orden de un décimo del fondo natural. Pero el propio fondo natural varía por un factor de 1 a 10 de una región de Francia a otra, y los estudios epidemiológicos no han revelado impacto alguno sobre la salud debido a esta variación.

B2. Las causas inmediatas

En ausencia de un plan de emergencias como el francés "ORSEC" o PPI (1), las siguientes simples y elementales precauciones no se pusieron en efecto alrededor de Chernobyl, o se pusieron con retraso:

- la transmisión inmediata de las noticias incluso las instrucciones para quedarse dentro de casa con ventanas y puertas cerradas (esto no se hizo hasta que habían pasado 36 horas);
- la prohibición en el consumo de leche fresca (después de 7 días);
- la prohibición en el consumo de frutas frescas y verduras producidas localmente (después de 7 días);
- la distribución inmediata de yodo estable (cápsulas de sodio o yoduro de potasio) con instrucciones para tragarlo inmediatamente (la oferta de EE.UU. fue rechazada);
- la provisión inmediata de ropa de protección y respiradores a los bomberos, personal de operación y obreros de la recuperación (por mucho tiempo indisponible).

Durante las primeras semanas, el Iodo-131 radiactivo con vida media de 8 días fue la fuente principal de irradiación, y en el curso de los años siguientes ha causado varios casos de cáncer tiroideo. El yodo estable tragado sirve para saturar la glándula tiroidea inmediatamente y así prevenir la captación de Iodo-131 radiactivo cancerígeno.

B3 Las causas profundas.

Como en el caso de la explosión del reactor, las causas más profundas de los efectos perjudiciales a la salud pública son políticas. Las precauciones elementales que se debieron haber tomado inmediatamente, mencionadas en el punto B2, eran desconocidas por las autoridades locales y quizás incluso por la dirección de la central de potencia. No tenían plan de emergencia para intervenir, ni yodo estable para administrar, ni los suministros médicos, ni la ropa de protección, incluso ni los instrumentos para medir la radioactividad y la razón de dosis.

Los problemas por accidentes nucleares eran bien conocidos en la URSS desde los años cincuenta. En esa década los accidentes en el complejo nuclear Mayak irradiaron a 1800 personas, y es más había casos de irradiación a bordo de los submarinos nucleares. En total, 500 casos de irradiación aguda provocaron 433 muertes. Los científicos soviéticos, médicos, radio-biólogos y físicos nucleares habían estudiado muy en serio el asunto desde los años cincuenta para desarrollar técnicas convenientes de radio-protección y para el cuidado de personas irradiadas. Los científicos soviéticos tenían una base de conocimientos en este campo comparable a la que se tenía en el mundo Occidental a pesar de la política paralizante del secreto que les prohibía muy a menudo su participación en reuniones y simposios internacionales. Y ellos habían hecho recomendaciones útiles a las autoridades de la URSS; desgraciadamente, estas recomendaciones fueron ignoradas.

En los 70s los científicos soviéticos desarrollaron una sustancia de radio-protección llamada "la Preparación B", eficaz contra la irradiación por rayos gamma y neutrones. Fue probada en animales y seres humanos. Podría haberse producido industrialmente desde 1977 con la idea de distribuir dotaciones en todas las instalaciones nucleares civiles, militares y en áreas cercanas. Una versión más elaborada, B-190, fue desarrollada en 1984.

Los biólogos soviéticos sabían muy bien cómo se fija el yodo a la tiroides y la importancia de la protección simple y eficaz proporcionada por el yodo estable. De hecho, ellos adoptaron el yoduro de potasio como el tratamiento preferido. Desde los años setenta ellos también sabían como contrarrestar los efectos del radio-caesium y del radio-estroncio.

¡¡Debido a los difíciles procedimientos administrativos, las dificultades presupuestales y los pleitos político-científico ninguna de estas medidas defensivas, y en particular ni "la Preparación B" ni el yoduro de potasio estuvieron disponibles en Chernobyl en 1986!!

Permítannos hacer el comentario de que un plan de emergencia para radio-protección en caso de un accidente nuclear estaba desarrollado desde 1964. Incluía todas las medidas que se aceptan ahora universalmente: quedarse dentro de casa con ventanas y puertas cerradas, distribuir yodo estable, evacuar la población amenazada temporalmente, prohibir el consumo de comida probablemente contaminada, mover el ganado a pasturas no contaminadas, etc. Cada acción estaba acompañada por criterios para el nivel de radioactividad que justificaba su aplicación. Este plan de la emergencia fue aprobado por el Ministro de Salud de la URSS el 18 de diciembre de 1970, más de quince años antes de Chernobyl, pero se mantuvo como carta muerta. Un nuevo plan se presentó en 1985 pero fue rechazado por el Ministro de Ingeniería Nuclear en septiembre, sólo siete meses antes del accidente. ¡¡La razón dada era que un accidente de semejante naturaleza que requiriera estas medidas era "imposible en la URSS"!!

La anchura y profundidad de conocimiento pertinente desarrollado por científicos soviéticos no se hizo del conocimiento de las comunidades médicas y nucleares de la Unión Soviética. Las autoridades civiles locales o no sabían nada o no le prestaron ninguna atención a esto. La ignorancia y falta de preparación eran tan profundas que en los momentos que siguieron a la explosión, la inmensa mayoría de los actores en el drama: los grupos de operación del reactor, los directores de la central de potencia, las autoridades locales y superiores estuvieron tan aturdidos que fueron incapaces de apreciar la dimensión del desastre, incapaces en definir prioridades e incapaces incluso para emprender las actividades urgentemente requeridas.

Así fue que algunos de los obreros de rescate, principalmente los bomberos en la central de potencia, fueron irradiados fatalmente porque ellos trabajaron demasiado tiempo en áreas de alta contaminación sin equipo de protección adecuado y aun sin dosímetros. Veintiocho de ellos murieron. Estos 28 sacrificios pudieron evitarse.

Así fue que la población de Pripyat, alejados de 3 a 5 kilómetros, no fue informada ni evacuados hasta la tarde del 27 de abril, más de 36 horas después de la explosión.

Así fue que no se distribuyeron tabletas de yoduro de potasio a los habitantes de la zona contaminada, o era demasiado tarde cuando fueron distribuidas para ser eficaces. Esas tabletas habrían protegido sus glándulas tiroideas de la irradiación por radio-yodo y así habrían evitado el cáncer. Es digno de mencionar que el yodo estable de hecho fue distribuido en la Polonia vecina y como resultado, ese país no ha tenido exceso de cánceres de tiroides juveniles aunque ciertas áreas recibieron una precipitación fuertemente radiactiva.

Así fue que la oferta de los EE.UU. el 1 de mayo, cinco días después de la explosión, de enviar una gran cantidad de yodo estable en forma de tabletas de yoduro de sodio fue rechazada.

Así fue que casi todos los 1800 casos de cáncer tiroideo descubiertos a la fecha pudieron evitarse; probablemente se debieron al radio-iodo-131 enviado a la atmósfera por la explosión y por el fuego que siguió.

Así fue que el 2 de mayo, siete días después de la explosión, el consumo de productos agrícolas locales fue prohibido.

Así fue que, durante la primavera de 1986, finalmente se evacuaron 120 000 personas mientras que por falta de instrumentos de medición, y por desconocimiento de los adelantos en radio-biología y radio-protección desarrollado por científicos en la URSS y en otras partes, la comunidad médica y las autoridades soviéticas no tenían la seguridad de que estas evacuaciones estaban justificadas.

Así fue que la población mal informada y desinformada cayó presa del temor, y pronto comprendió que las autoridades públicas habían perdido el control de la situación.

Así fue que las personas se convirtieron en víctimas de cuentos y rumores siendo aun hoy el pan de los "mercaderes del miedo" quienes habitan en la prensa local, regional, nacional e internacional.

Así fue que muchos de los obreros de la recuperación y los evacuados cayeron víctimas de la tensión psicológica; además de muchos suicidios, el trauma psicológico les llevó a enfermedades respiratorias, digestivas y cardio-vasculares. Estos casos no son el resultado directo de la irradiación pero constituyen por mucho los más grandes efectos perjudiciales a la salud pública infligida por la explosión de Chernobyl.

Así fue que el contexto político del accidente de Chernobyl hizo imposible evitar una cantidad considerable de efectos perjudiciales a la salud pública; esto a pesar del hecho que el conocimiento médico y las técnicas preventivas y curativas habían existido en la Unión Soviética durante años y años.

Aquí de nuevo, se puede decir bien que los aspectos de salud del evento de Chernobyl fueron mucho más un evento soviético que un evento nuclear.

CONCLUSIÓN

La explosión en Chernobyl y los efectos perjudiciales a la salud pública, se hicieron posible debido a un sistema político que cultivo el secreto y que no juzgó útil dar prioridad al desarrollo de una cultura de seguridad adaptada al funcionamiento de los reactores nucleares.

Al respecto, el evento de Chernobyl fue sobre todo un evento soviético.

Esta falta seria de una cultura de seguridad aparece en tres niveles: el diseño del reactor, el funcionamiento del reactor y la falta de un plan de acciones a ser tomado en caso de un accidente grave. Con ayuda Occidental, los reactores RBMK han mejorado progresivamente desde 1986, sobre todo con nuevos diseños para las barras de control y para un núcleo más estable. Pero la ausencia de la estructura de contención permanece como una debilidad inaceptable. La seguridad operacional se ha mejorado, también con la ayuda del Oeste, por un lado con la preparación de procedimientos más precisos y asegurándose que se siguen; y por otro lado con un esfuerzo vigoroso para entrenar al personal de operación. **Otra explosión como la que ocurrió en Chernobyl es ahora extremadamente improbable que ocurra en cualquiera de los otros 13 reactores RBMK.** Sin embargo, comparado con el nivel muy alto de seguridad con que los países Occidentales han insistido, la situación presente no es totalmente aceptable; la mejora ha empezado pero se necesitan otras más.

Finalmente los planes de emergencia para proteger a la población se han puesto en su lugar en la ex-URSS, mientras que antes de 1986 fue considerado un lujo innecesario.

Los errores de diseño del reactor RBMK y sobre todo la ausencia de una estructura de contención son únicos en ese modelo. Los demás reactores en el mundo, incluso los recientes reactores PWR soviéticos (VVER 1000 y VVER 440 de la segunda generación), tienen una estructura de contención. Si el núcleo llegara a sufrir una fundición, un evento sumamente improbable pero que no puede ser totalmente excluido, la estructura de la contención prevendría el escape de sustancias radiactivas peligrosas. La contención exitosa se demostró en Three Mile Island en 1979. El accidente en Windscale en 1957, involucro el reactor UNGG que no tenía ninguna estructura de contención y mostró la efectividad de un plan de la emergencia bien diseñado, previamente puesto en su lugar y probado. Podemos concluir que **un evento tipo Chernobyl, una explosión que destruye el reactor y su contención junto con las consecuencias muy serias para la salud pública y el ambiente, posiblemente no puede ocurrir fuera de la ex-URSS y sus satélites anteriores.**

No olvidemos, sin embargo, que el reactor de Chernobyl así como estaba en 1986 no habría explotado si el grupo de operación, mientras ejecutaban confiadamente un procedimiento de prueba mal definido y peligroso, no hubieran baipasado varios sistemas de seguridad deliberadamente.

Jacques FROT *
Noviembre 2000

La traducción del francés al inglés fue hecha por Berol Robinson (EFN) * * *

La traducción del inglés al español fue hecha por Jorge Del Río (CFE) * * *

* Jacques FROT (jfrotelsuz@aol.com) es ingeniero, ex-director de Mobil Oil Française y miembro de SFEN - Societe Francaise d'Energie Nucleaire. Él es miembro del Scientific Committee de EFN (la asociación Ambientalistas Por la Energía Nuclear (ver website <http://www.ecolo.org/>) y fundador y líder del Grupo de Comunicaciones (GR.COM) de EFN (ver website: http://www.ecolo.org/conferences/presentation_of_conf/confintroen.htm)

** Berol Robinson es un físico y ambientalista americano. Hasta su retiro, él fue un oficial científico en las oficinas principales de la UNESCO en Paris.

* * * Jorge Del Río (jdeldriom@hotmail.com) es ingeniero mecánico-electricista, empezó a trabajar para la CFE (Comisión Federal de Electricidad) de México en 1978. Tiene experiencia en operación y entrenamiento de operadores de centrales nucleoeléctricas. Ha sido instructor en el simulador de la central nuclear Laguna Verde.

(1) ORSEC es el acrónimo francés de la "Organización Regional para Asistencia." Es un plan detallado región por región para el rescate y las medidas de seguridad que deben ser activadas siempre que una emergencia natural de gran escala o de cualquier otro tipo ponga en riesgo la vida o las propiedades – inundaciones, tormentas, avalanchas, accidentes industriales, etc. ORSEC-Rad se relaciona con accidentes que pueden generar danos por irradiaciones. PPI es un suplemento de ORSEC y de ORSEC-Rad.

Bibliografia

- Valery A. Legasov, Nucleonics Week & Inside N.R.C., 3 November 1988
- Professor L.A. Ilyin, "Chernobyl: Myth and Reality," 1994-95
- UNSCEAR, 48th session April 1999 Exposures and Effects of the Chernobyl accident, Annex G
- UNSCEAR, 49th session May 2000 Exposures and Effects of the Chernobyl accident, Annex G
- IPSN Information file N*219, 2nd quarter 2000
- Le Monde (Paris), 21 May 2000, "Thyroid cancer: a rarely fatal disease"
- P. Benkimoun
- Professor A. Aurengo, Lecture of 28 Septembre 2000 ;
- Enerpresse, 16 October 2000 (Interview with Professor A. Aurengo)
- M. Tubiana, Letter of 17 May 2000 to the editorial mediator of France 2 (television station)
- La Revue du Praticien, No. 49, 1999, "Chernobyl 13 years later: consequences for the population."
- Enerpresse, N*s 7322 and 7323 / IPSN 11th and 12th May. 1999 : "Chernobyl: some numbers."
- A. Doury, "Limits on the radiotoxicity of the Chernobyl clouds" Fusion, January-February 1999
- Z. Jaworowski, " A realistic evaluation of Chernobyl effects on health ," Fusion, January-February 1999
- IPSN, " Chernobyl, an ecological and health appraisal" La Correspondance Nucleaire 30 April 1999
- P. Grau, "Why Chernobyl ?" Le Figaro (Paris) 3 June 1996
- FORATOM, "The Chernobyl accident," pages 305 to 334
- C. Mandil, "Nuclear energy in 110 questions," October 1996
- SFEN, "Chernobyl: truths, falsehoods and uncertainties," April 1996
- CEI, Nouvelles de Moscou, 14 November 1993, "The RBMK reactors are still worth having."
- C. Socias, Letter to Louis Bayeurte, mayor of Fontenay s/s Bois (France), 19 November 1993
- Segodnia, "A new Chernobyl is impossible with the RBMKs," Ukraine N° 1, 27 April 1993
- Le Monde diplomatique (Paris), May 1992: "Du Risque Majeur à la Societe Autoritaire"
- Declaration by Sociétés Savantes (France), 30 October 2000, a communiqué to the Presidents of France Television and of the CSA (French audio-visual regulatory authority).