

Aspectos Vigentes en Chernobyl a Veinte Años del Accidente

C. Arredondo[†]

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
Carr. México-Toluca S/N, La Marquesa, Ocoyoacac, Edo. De México
cas@nuclear.inin.mx

Resumen

Para el 25 de abril del año 1986 estaba programada la parada anual de la unidad 4 de la central nuclear de Chernobyl, a fin de llevar a cabo tareas de mantenimiento. Esta unidad se hallaba equipada con un reactor de 1000 MW, tipo RBMK, desarrollado en la ex Unión Soviética, este tipo de reactores utiliza grafito como moderador, el núcleo está refrigerado con agua común en ebullición, y el combustible es uranio enriquecido al 2%. También se había programado realizar, antes de detener el funcionamiento de la central, una prueba con uno de los dos turbogeneradores, la cual no afectaría al reactor. Sin embargo, las características intrínsecas del diseño del reactor y el hecho de que los operadores desconectaran intencionalmente varios sistemas de seguridad que hubieran detenido automáticamente el reactor, ocasionó un aumento descontrolado de la potencia (un factor 1000 en 4 segundos), con la consecuente fusión del combustible y la generación de una onda de choque, producida por la evaporación rápida del agua de refrigeración y ocasionada por la interacción del combustible fundido con la misma. Ello rompió el núcleo en pedazos y destruyó la estructura del edificio del reactor, que no era resistente a la presión. Al quedar expuesto al aire, el grafito del moderador entró en combustión, mientras el material radiactivo se dispersaba en el ambiente. La liberación de radionucleidos se prolongó durante 10 días, y sólo fue detenida mediante el vertido desde helicópteros, de unas 5000 toneladas de materiales absorbentes sobre el reactor destruido, en tanto se cavaron túneles para realizar el enfriamiento del núcleo con nitrógeno líquido. Posteriormente, todo el edificio del reactor dañado fue encerrado dentro de un edificio de hormigón. La consecuencia inmediata del accidente fue la muerte de 31 personas, entre operadores de la central nuclear y bomberos. Una de las personas murió como consecuencia de la explosión y 30 fallecieron a causa de la irradiación, con dosis del orden de 16 Gy. El material radiactivo liberado fue la totalidad del inventario de gases nobles del núcleo. Las consecuencias del accidente han sido estudiadas durante los veinte años transcurridos desde que ocurrió. En este trabajo se comentan los hallazgos más recientes sobre los efectos en la salud, el ambiente y económicos que han sido reportados, así como los actuales avances respecto a la solución de los problemas con el sarcófago. Además, se discuten otros aspectos poco mencionados que pueden ser considerados consecuencias del accidente, como son el incremento en la seguridad nuclear en los reactores en operación en todo el mundo y la terminación de la guerra fría con el consecuente desmantelamiento de un gran número de armas nucleares. Finalmente se recuerda que las lecciones aprendidas en Chernobyl nunca deben ser olvidadas.

†

[†] También: Instituto Politécnico Nacional.

1. INTRODUCCIÓN

El 26 de Abril de 1986 cerca de la una de la madrugada el reactor numero 4 de la central nuclear Chernobyl en la Ucrania Soviética sufrió una excursión de potencia, durante una prueba a baja potencia solicitada por las autoridades de Moscú. En pocos segundos la potencia aumentó decenas de 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. El reactor quedó destruido. En los siguientes 10 días, alrededor de 12 exabequerels o 300 Mega curies de isótopos radioactivos se liberaron a la atmósfera, contaminando significativamente un área de 150 000 kilómetros cuadrados habitada por 6 millones de personas. También causó un incremento medible en el nivel de radiación ionizante en la mayor parte de Europa.

Se han escritos miles de artículos sobre el accidente y sus consecuencias, algunos de ellos sin bases científicas sólidas. A veinte años del trágico accidente se siguen haciendo estudios sobre las consecuencias del mismo y existen todavía actividades importantes en el sitio como es la construcción de un nuevo sarcófago que evite la posibilidad de un nuevo accidente radiactivo. En este trabajo se mencionan algunos de los aspectos vigentes en Chernobyl.

2. CAUSAS DEL ACCIDENTE

La causa raíz del accidente de Chernobyl fue la falta de una cultura de seguridad, consecuencia a su vez de la falta de un régimen político social democrático en la Unión Soviética.

No había en la Unión Soviética un Organismo Regulador como los que existen en los países occidentales, en consecuencia no existía un sistema de inspección y evaluación independiente de la seguridad de las instalaciones nucleares.

El diseño del RBMK nunca se habría autorizado en un países occidental debido a características como su coeficientes de reactividad positiva o la falta del edificio de contención. Ninguno ha sido construido fuera de la antigua Unión Soviética.

El experimento que dio pie al accidente nunca hubiera sido aprobado en un país occidental Las prácticas operativas de los reactores soviéticos no eran homologables a las de los países occidentales donde nunca hubieran sido permitidas.

3. CONSECUENCIAS A LA SALUD

Los diferentes efectos del accidente de Chernobyl han sido evaluados seriamente por Organismos Internacionales, como el OIEA, la Organización Mundial de la Salud y la Agencia de Energía Nuclear de la OCDE, los resultados de su investigación se han hecho públicos y sus conclusiones se resumen en los siguientes aspectos.

El accidente causó la muerte directa de 31 personas, pudiendo presentarse efectos en la salud a largo plazo en otras personas afectadas por el accidente de los cuales el más importante es el aumento de cáncer de tiroides en 565 niños encontrados hasta el final de 1994.

A mediados del año 2005, no llegan a 50 las defunciones atribuidas directamente a la radiación liberada por el desastre; casi todas esas muertes fueron de trabajadores de servicios de emergencia que sufrieron una exposición intensa y fallecieron a los pocos meses del accidente, otras se produjeron más tarde, algunas incluso en 2004.

La mayoría de los trabajadores de los servicios de emergencia y de los que intervinieron en las operaciones de recuperación, unos 200.000 durante los años 1986 y 1987, recibieron dosis corporales relativamente bajas, comparables a la radiación de fondo e inferiores a las que reciben los residentes en algunas partes del mundo, una pequeña parte recibió dosis más altas. Sólo aproximadamente 1000 personas, entre las que se encontraban en el sitio y las de los servicios de emergencia que intervinieron el 26 de abril de 1986, sufrieron una exposición intensa a altos niveles de radiación el primer día del accidente.

Las defunciones ya atribuidas al accidente y las que probablemente ocurrirán entre las personas más afectadas, serán unas 4.000. Esta cifra comprende 50 de los servicios de emergencia por irradiaciones agudas y nueve niños por cáncer de tiroides, que ya fallecieron. El resto, unos 3.940, se originarían entre los 200.000 antes mencionados, 116.000 evacuados y 270.000 residentes en las zonas más contaminadas, un total de 600.000 personas.

Alrededor de una cuarta parte de los afectados morirán por cánceres espontáneos no causados por el accidente, el aumento debido a él sólo será del 3%. Sólo en los grupos más expuestos se ha registrado un cierto aumento de cánceres específicos, como por ejemplo, de leucemia.

No se han encontrado pruebas de una merma de la fecundidad entre hombres o mujeres, ni parece probable que se produzcan. Tampoco hay indicios de embarazos malogrados, de complicaciones durante el parto, ni de efectos sobre la salud infantil.

Uno de los daños más importantes producidos en la población es el impacto psicológico, no relacionado con exposiciones directas a la radiación, debido al desconocimiento del efecto de la radiación, tensión y traumas por las reubicaciones obligatorias, rotura de lazos sociales, miedo de daños a la salud futuros por la exposición a la radiación y las informaciones incorrectas que se diseminaron.

Las condiciones de salud presentes anteriormente al accidente son la razón básica de muchas de las enfermedades de los habitantes de las zonas afectadas, encontradas posteriormente por los minuciosos estudios y que no habían sido detectadas antes, dichas enfermedades no están relacionadas directamente con la radiación.

No hubo aumento significativo en la incidencia de leucemias o de otro desórdenes en la sangre, pero como el pico de incidencia de desórdenes en la sangre puede ocurrir más de 10 años después del accidente, se requiere continuar con estudios a largo plazo de estas enfermedades.

La pobreza, las enfermedades asociadas con el “modo de vida” que ahora proliferan en la antigua Unión Soviética y los problemas de salud mental representan para las comunidades locales una amenaza mucho mayor que la exposición a la radiación.

3. CONSECUENCIAS AMBIENTALES

En cuanto a los efectos en el medio ambiente las evaluaciones científicas indican que, salvo en la zona incluida en un radio de 30 km del reactor, que está muy contaminada, y en algunos lagos cerrados y bosques de acceso restringido, los niveles de radiación han vuelto a situarse, en su mayor parte, en valores aceptables. “En la mayoría de las zonas los problemas son de índole económica y psicológica, no sanitaria o ambiental”, señala el Dr. Balonov, secretario científico del Foro sobre Chernobyl, que ha participado en la recuperación de Chernobyl desde que ocurrió el accidente. El viento, la lluvia y las actividades humanas han reducido los niveles de radiación superficial pero, sin embargo, han causado una contaminación secundaria en los sistemas de evacuación de aguas residuales y fangos del alcantarillado

La vegetación y los animales de las zonas forestales y montañosas absorbieron grandes cantidades de cesio radiactivo. Hasta una distancia de 20 ó 30 km de Chernobyl se apreciaron inicialmente aumentos de la mortalidad de coníferas, invertebrados y mamíferos y pérdidas reproductivas en plantas y animales. Las poblaciones biológicas se han recuperado al bajar los niveles de exposición.

La contaminación de las aguas superficiales disminuyó rápidamente gracias a la dilución, la desintegración y la absorción de los radionucleidos en los suelos de las cuencas. Sin embargo, se ha encontrado cesio radiactivo en el músculo de peces del mar Báltico. La contaminación comparable por el radioestroncio tiene menor importancia por concentrarse en las espinas, no comestibles habitualmente. El cesio, por su persistencia y su ingesta, será el causante de mayores preocupaciones.

En relación con el medio ambiente, el último informe de la IAEA pide una vigilancia a largo plazo de los radionucleidos de cesio y estroncio para evaluar la exposición humana y la contaminación de los alimentos y analizar los efectos de las medidas correctivas y de las contramedidas para reducir la radiación. Debe informarse mejor al público sobre la persistencia de la contaminación radiactiva en determinados productos alimenticios y sobre los métodos de preparación de alimentos que reducen la ingesta de radionucleidos. En algunas zonas es necesario todavía restringir la recolección de ciertos alimentos silvestres.

También en lo que respecta a la protección del medio ambiente, el informe aboga por el establecimiento de un “programa integrado de gestión de desechos para el sarcófago, el emplazamiento de la central nuclear de Chernobyl y la zona de exclusión”, a fin de establecer una forma de gestión y una capacidad sistemáticas para todos los tipos de desecho radiactivo. Según el informe, el almacenamiento y la eliminación de los desechos deben tratarse de manera integrada en toda la zona de exclusión.

En las zonas en que la exposición humana no es alta, no se requieren medidas de reparación, señala el Dr. Balonov. “*Si no prevemos que vaya a haber efectos en la salud o en el medio*

ambiente, no debemos malgastar recursos y esfuerzos en las zonas de baja contaminación y, por lo tanto, de baja prioridad”, explica. “Tenemos que concentrar los esfuerzos y los recursos en los problemas reales.”

4. CONSECUENCIAS ECONOMICAS

El coste económico del accidente es difícil de calcular. Las evaluaciones realizadas en los años 1990 sitúan su valor en unos cientos de miles de millones de dólares.

5. MEJORAS EN LA SEGURIDAD NUCLEAR

Un resultado del accidente de Chernobyl que ha sido poco mencionado es el incremento que se ha logrado en la seguridad de los reactores nucleares en operación en el mundo, tal incremento se ha debido a varios factores, entre ellos:

- La creación de World Association of Nuclear Operators (WANO)
- La revisión de seguridad y modificaciones en los reactores del bloque oriental
- Desmantelamiento de armamento nuclear

Creación de WANO. Poco después del accidente se fundó la World Association of Nuclear Operators con el propósito de unir el conocimiento y experiencias de los operadores de las plantas nucleares de potencia en operación en todo el mundo para lograr la operación de las mismas con un nivel de seguridad mayor, el intercambio que se ha logrado efectivamente ha hecho que el objetivo se vaya alcanzando. WANO pondera una serie de indicadores que le permiten tener una visión global de cómo se maneja de la seguridad nuclear en cualquier central. Como un ejemplo de la contribución positiva de este organismo está la Central Laguna Verde (CLV) que solicitó y recibió inspecciones de WANO que si bien detectaron una serie de debilidades en la operación, permitieron a través del conocimiento transmitido para la solución de las mismas en otras centrales del mundo y con la dedicación e ingenio de la dirección y el personal de la CLV, superarlas para lograr una mejora importante en la seguridad nuclear y avanzar hacia la excelencia en su manejo. Las calificaciones más recientes obtenidas por la CLV demuestran en parte la contribución que WANO hace al incremento de la seguridad nuclear en el mundo.

Modificaciones a reactores del bloque oriental. Las autoridades y la industria nuclear de los países occidentales ha realizado esfuerzos notables para ayudar a los países del Este a mejorar la seguridad de sus reactores, incluyendo los RBMK, actualmente es muy improbable que un accidente similar ocurriese.

Fin de la guerra fría. Otro resultado colateral al accidente de Chernobyl está relacionado con la terminación de la guerra fría que ha dado como resultados la celebración de acuerdos entre el Gobierno de los Estados Unidos y el Gobierno de la Federación de Rusia sobre armamento nuclear entre los que se puede mencionar los siguientes:

Acuerdo relativo a la Cooperación relativa a Reactores para la Producción de Plutonio.
Acuerdo relativo a la Disposición de Uranio Altamente Enriquecido Resultado del Desmantelamiento de Armas Nucleares en Rusia.
Acuerdo de Destrucción de Armas y de no Proliferación

Acuerdo relativo a la Cooperación relativa a Reactores para la Producción de Plutonio. Acuerdo concluido por los Estados Unidos y la Federación de Rusia el 23 de septiembre de 1997 por medio del cual las dos partes aceptan cesar la operación de sus reactores utilizados en la producción de **plutonio** apto para armas. Bajo el Acuerdo, Rusia aceptó convertir para el año 2000 sus últimos tres reactores de producción de plutonio y detener toda la producción de plutonio apto para armas. Tanto Rusia como los Estados Unidos se comprometieron a no volver a utilizar cualquiera de sus reactores de producción de plutonio previamente cerrados; a no usar en sus **armas nucleares** el plutonio producido previamente por sus reactores antes de su conversión y a incorporar el uranio extraído de las armas nucleares desmanteladas en combustible para ser utilizado en los reactores convertidos, reduciendo así sus arsenales de plutonio apto para armas. Existe un Comité Conjunto de Ejecución y Cumplimiento para vigilar la ejecución del acuerdo y para mediar cualquier disputa que pudiera surgir.

Acuerdo relativo a la Disposición de Uranio Altamente Enriquecido Resultado del Desmantelamiento de Armas Nucleares en Rusia. Acuerdo concluido por los Estados Unidos y la Federación de Rusia el 18 de febrero de 1993 mediante el cual ambas partes aceptan cooperar para convertir el uranio altamente enriquecido (UAE) resultante del desmantelamiento de las armas nucleares rusas en uranio empobrecido (UPE) para su uso como combustible en reactores nucleares comerciales. Bajo dicho Acuerdo, los Estados Unidos se comprometen a comprar durante los veinte años siguientes 500 toneladas métricas de UAE extraído de las armas nucleares rusas desmanteladas a un ritmo de no menos de 10 toneladas métricas anuales en los primeros cinco años y no menos de 30 toneladas métricas anuales en los años posteriores. El material adquirido tiene que ser entregado a los Estados Unidos en la forma de UPE comercial utilizable en reactores, cuyo proceso de conversión se habría llevado a cabo en Rusia. Los beneficios generados por la venta de UAE pueden ser utilizadas por Rusia para mejorar la seguridad de los reactores nucleares en la ex Unión Soviética y/o para apoyar la construcción y la operación de sus instalaciones de conversión de combustible nuclear. Adicionalmente, ambas partes se comprometen a establecer medidas adecuadas para asegurar la no proliferación, la seguridad física, contabilidad y controles adecuados, y requisitos de protección ambiental con respecto del material UAE y UPE amparados por el acuerdo. Las primeras transferencias de Rusia a Estados Unidos bajo el Acuerdo tuvieron lugar en 1998.

Acuerdo de Destrucción de Armas y de no Proliferación (*Acuerdo entre los Estados Unidos de América y Rusia sobre el Transporte a Salvo y Seguro, Almacenamiento y Destrucción de Armas y la Prevención de la Proliferación de Armas*) Acuerdo entre Rusia y los Estados Unidos firmado en Washington, DC el 17 de junio de 1992, el cual entró en vigor en esa misma fecha. Compromete a ambas partes a cooperar en la destrucción de armas nucleares, químicas y otras, asegurar el transporte seguro y el almacenamiento de armas destinadas a la destrucción y a adoptar medidas verificables contra la proliferación de dichas armas. Tiene una duración de siete

años y podrá ser enmendado o prorrogado con el consentimiento formal de las dos partes. Su denuncia requiere de una notificación previa de 90 días.

6. EL SARCÓFAFO

Los elementos estructurales del sarcófago construido en torno al reactor dañado se han deteriorado, con el consiguiente riesgo de hundimiento y liberación de polvo radiactivo. En un principio, había dos alternativas, enterrar el sarcófago en un bloque de hormigón, o bien construir un nuevo recinto que cubriera completamente el reactor 4 accidentado y el reactor 3.

En mayo de 1997, se preparó el Shelter Implementation Plant (SIP) cuyos objetivos tendientes a convertir el sarcófago en un instalación segura fueron los siguientes:

- Reducir el riesgo de hundimiento del sarcófago.
- En caso de hundimiento, limitar las consecuencias.
- Mejorar la seguridad nuclear del sarcófago.
- Mejorar la seguridad de los trabajadores y la protección ambiental del sarcófago.
- Convertir el sitio del sarcófago en una zona segura desde el punto de vista medioambiental.

También el SIP estableció tres aspectos claves a conseguir:

- Decisión estratégica a seguir en cuanto a la estabilidad y la protección.
- Decisión respecto al combustible dañado y esparcido por el interior del sarcófago.
- Decisión del nuevo tipo de recinto a construir.

Según el programa, el proyecto debe estar finalizado en 2007. Respecto al tipo de recinto de protección, se decidió construir un amplio arco de bóveda metálico en cuyo interior quedaría la unidad 4 dañada, esta solución ofrecía muchas ventajas en cuanto a la reducción de las dosis de irradiación, la seguridad durante la construcción, la liberación de las actuales estructuras inestables, un mayor espacio para el desmantelamiento y la flexibilidad necesaria para hacer frente a las incertidumbres de retirada del combustible dañado y disperso.

El arco abovedado metálico con un costo aproximado de 700 millones de dólares, albergará las unidades 3 y 4 de la central de Chernobyl, bajo su muro impermeable de doble pared presurizada internamente y con una cimentación de 27 metros de profundidad.

Aún no se ha definido un plan completo para deshacerse, respetando las normas de seguridad vigentes, de las toneladas de desechos radiactivos de actividad alta que se encuentran dentro y alrededor del sitio de la central nuclear de Chernobyl.

La unidad 3 de la central de Chernobyl, se paró definitivamente el 15 de diciembre de 2000. El costo aproximado varía según los expertos de entre 2,00 y 5000 millones de dólares, hasta retirar el combustible radiactivo que quede en la central con fecha límite en 2008. Esta decisión

completó el cierre total de la instalación nuclear que había dado lugar a la mayor catástrofe nuclear de la historia.

Anteriormente, el reactor 1 se había cerrado el 31 de noviembre de 1996, tras graves deficiencias de la refrigeración que dieron lugar a un nivel 3 en la Escala INES, y el reactor 2, que se había cerrado en octubre de 1991 tras un incendio.

7. CATÁSTROFE SOBREEEXAGERADA

La magnitud de Chernobyl ha sido muy exagerada por la prensa sensacionalista y los ecologistas a ultranza. Las actividades industriales de la humanidad resultan siempre en la presencia de peligros que deben ser adecuadamente considerados y manejados para lograr que el riesgo debido a ellos sea suficientemente bajo como para ser aceptado por la sociedad. Efectivamente Chernobyl puede ser considerado como un accidente catastrófico, pero cuando se le caracteriza y se compara con otras catástrofes ocurridas en el pasado, sus verdaderas dimensiones aparecen y se observa que de ninguna manera es el peor desastre resultante de la actividad humana acaecido hasta ahora. Como ejemplo a nivel internacional el accidente de fuga de gas tóxico ocurrido el año de 1984 en Bhopal en la India donde hubo aproximadamente 15,000 muertos directamente como consecuencia del mismo. A nivel nacional en 1984 se tiene el accidente por la explosión de gas en San Juanico en la Ciudad de México con 452 muertos en forma directa.

8. CONCLUSIONES

Aparte del aumento de cáncer de tiroides después de la exposición en niños, no se ha observado ningún aumento de la incidencia de cáncer en general o de la mortalidad, que pudiese ser atribuido a la radiación ionizante. El riesgo de leucemia, una de las mayores preocupaciones, no parece ser elevado, aún entre los operarios encargados de la recuperación. Tampoco hay ninguna prueba de algún otro desorden no-maligno que sea relacionado a la radiación ionizante. Sin embargo, hubo una extendida reacción psicológica al accidente, que se debió a miedo a la radiación y no a las verdaderas dosis de radiación.

Tiene que enfatizarse que la vasta mayoría de la población no tiene que vivir con temor a serias consecuencias para su salud a causa del accidente de Chernobyl. En su gran mayoría, ellos fueron expuestos a niveles de radiación comparables a, o poco más, que los niveles de radiación naturales. Hay vidas que han sido perturbadas por el accidente de Chernobyl, pero desde el punto de vista radiológico y basados en la evaluación de los expertos deberían prevalecer perspectivas generalmente positivas para la futura salud de la mayoría de la población.

Sin embargo, no debe olvidarse que el accidente pudo haber sido evitado si las medidas adecuadas se hubiesen tomado. Debe pugnarse porque en toda actividad industrial el riesgo sea aceptable, la industria nucleoelectrónica en particular debe mejorar continuamente sus métodos para

controlar y disminuir la posibilidad de un accidente y las consecuencias que pudiese tener el mismo. Todos los mecanismos que se utilizan tiene su importancia y deben ser permanentemente revisados. Las lecciones dejadas por Chernobyl no deben ser olvidadas nunca.

REFERENCIAS

1. “Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience”, IAEA, August 2005.
2. “Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts” Chernobyl Forum, IAEA and other United Nations Organizations, 2003-2005.