Treinta años de seguridad nuclear

La seguridad de las centrales nucleares no ha sido un concepto estático

por Pierre Tanguy

A raíz del accidente de Chernobil en 1986, la seguridad de las centrales nucleares ha acaparado la atención de la comunidad nuclear internacional. Muchos han sido los logros alcanzados en los últimos 30 años, durante los cuales el OIEA ha cumplido una función central en el desarrollo de las prácticas de seguridad.

En *The Technology of Nuclear Reactor Safety* figuran algunos criterios relacionados con esta esfera, y en especial con los accidentes, que, desde un punto de vista histórico, resultan decisivos.* Después del accidente de Chernobil, se ha citado en varias ocasiones un fragmento de las conclusiones generales de un accidente ocurrido en enero de 1961 en el reactor experimental SL1 de 3 megavatios:

"La mayoría de los accidentes llevan implícitos errores de diseño, errores de instrumentación y errores cometidos por los operadores o supervisores. El accidente del SL1 es una lección práctica de todos ellos. Mucho se ha debatido sobre este accidente, sus causas y las enseñanzas que de él pueden extraerse, pero se ha prestado muy poca atención al papel que desempeñó el factor humano para que ocurriera. Existe la tendencia a analizar sólo lo ocurrido y señalar las deficiencias del sistema sin tratar de comprender por qué sucedieron, por qué se tomaron ciertas decisiones y no otras. En los exámenes postaccidente deben tenerse en cuenta la situación y las presiones a que estaba sometido el personal antes de que ocurriera el accidente..."

Tal afirmación sigue siendo válida y puede ayudarnos a resolver las cuestiones de seguridad que enfrentamos hoy día.

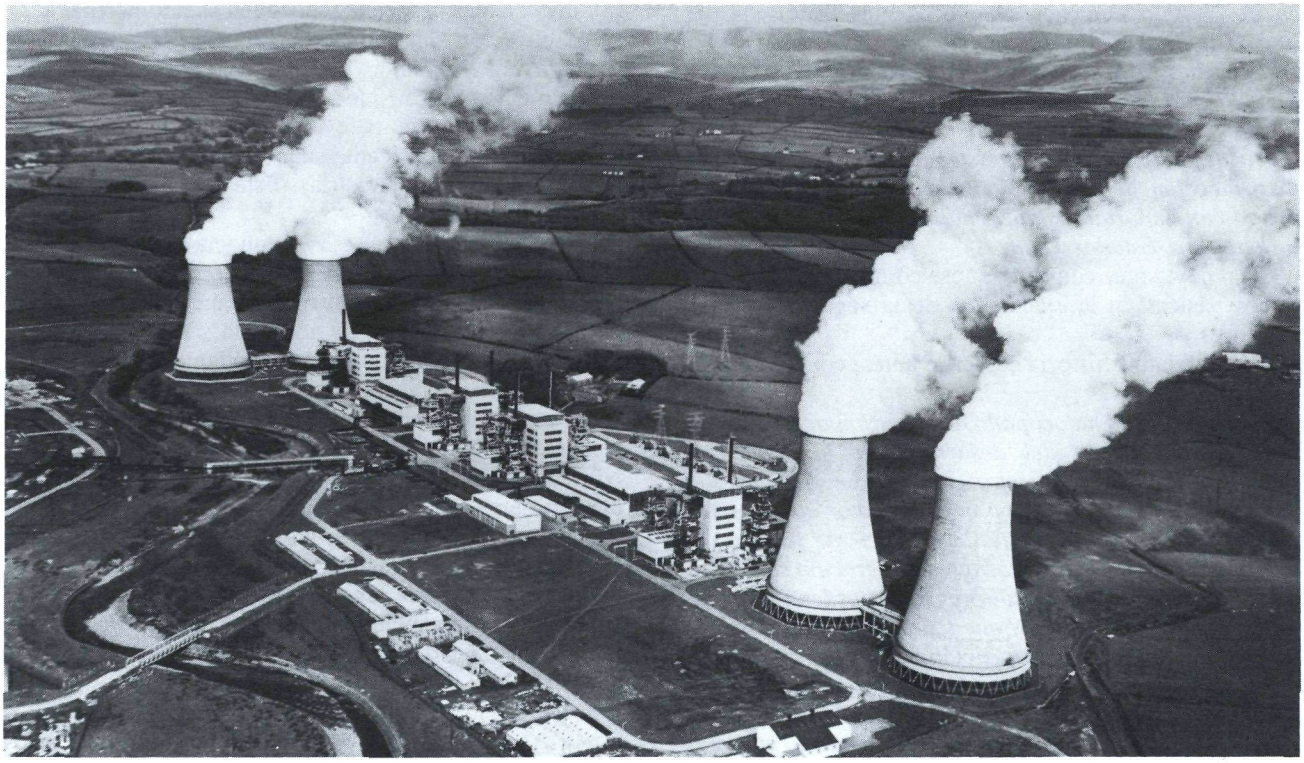
La idea fundamental de este artículo se deriva de la primera página de ese libro, donde se explica que la energía nucleoeléctrica evolucionó en períodos de diez años.

El concepto es acertado, porque en cada período de diez años la atención se ha concentrado en aspectos de seguridad concretos. Cabría afirmar que el término de

El Sr. Tanguy es Inspector General de Sûreté et Sécurité Nucléaires, Electricité de France (EDF), París. Su artículo es la versión de un discurso que pronunció en la sede del OIEA en 1987.

* Publicado por Massachusetts Institute of Technology Press (1964) y editado por Thomson and Beckerly.

Calder Hall, la primera central nucleoeléctrica en gran escala, fue inaugurada oficialmente en 1956 en Windscale Works, Cumbria (Reino Unido). (Cortesía de UKAEA)



Los dispositivos de seguridad son elementos clave en el diseño de las centrales nucleoeléctricas. (Cortesía de UKAEA)

cada uno de esos períodos estuvo señalado por un número reducido de sucesos significativos desde el punto de vista de la seguridad que dieron paso a una nueva era de desarrollo en materia de seguridad. Es evidente que 1979, año en que ocurrió el accidente de Three Mile Island (TMI), y 1986, año en que tuvo lugar el accidente de Chernobil, pueden considerarse como dos de esos puntos de referencia. La creación del OIEA en 1957 constituye otro hito.

"Prehistoria" de la seguridad

En 1947 David Okrent señaló en su libro *Nuclear Reactor Safety on the History of the Regulatory Process* el primer suceso significativo desde el punto de vista de la seguridad, que se ha tomado como punto de partida en el capítulo dedicado a antecedentes históricos del libro *The Technology of Nuclear Reactor Safety:*

"En su primera reunión, celebrada en 1947, el Reactor Safeguards Committee analizó la primera propuesta para construir un reactor con sistema de contención. A partir de ese momento, los sistemas de contención para la protección de la población en general han desempeñado un importante papel en la seguridad de los reactores en los Estados Unidos."

Aún hoy, sigue considerándose como una de las cuestiones básicas en la evaluación de la seguridad de los reactores.

En realidad la historia comenzó antes, como se indica en el libro:

"La seguridad ha ocupado un lugar importante desde el comienzo mismo del desarrollo de los reactores nucleares. El 2 de diciembre de 1942, poco antes del momento en que se esperaba que el reactor alcanzara la criticidad, Fermi se percató de la creciente tensión del personal. A fin de garantizar que la operación se llevara a cabo serena y meticulosamente, ordenó que se detuviera el experimento y que todos tomaran un receso para almorzar. Con una atención tan primordial por la seguridad desde los primeros momentos, resulta lógico que hasta el presente (1964) la explotación de los reactores haya transcurrido sin el menor contratiempo."

Quizás no existan en muchas centrales supervisores con una cultura de seguridad semejante, dada la gran proporción de los denominados incidentes anormales que ocurren cuando se pone en marcha la central tras una parada por reabastecimiento de combustible o mantenimiento. Es en esta fase cuando, al surgir dificultades secundarias, el deseo de poner en marcha la central lo más pronto posible impide que los responsables detengan las operaciones antes de que la situación se agrave.

Fue por obra de la casualidad que en 1957 se produjo el accidente de Windscale, el cual dio lugar a la primera —y hasta Chernobil la única de su época—, liberación radiactiva importante en el medio ambiente: 20 000 curios de yodo. Este accidente y sus posibles consecuencias a largo plazo han sido objeto de reiterados debates desde que ocurrió el accidente de Chernobil.

El WASH-740 fuel el primer informe en el que se evaluaron las consecuencias máximas de un accidente grave sin contención, y sirvió de base para establecer los límites de responsabilidad que se incluirían en la *Price Anderson Act,* en la cual se estipulan las disposiciones sobre el seguro en materia de centrales nucleoeléctricas en los Estados Unidos.

Muchos años después, en 1966, se publicó una versión revisada que no llegó a ser tan conocida como la anterior. El WASH-740 constituyó la referencia básica para las posibles consecuencias de un accidente nuclear muy grave hasta que se publicó el Informe Rasmussen (en 1975), y hasta que ocurrió el accidente de Chernobil.

Según Okrent, en los primeros años las prioridades en materia de seguridad recaían en las características de diseño y se prestaba muy poca atención a las otras fases, la construcción y la explotación. En 1965, la Comisión de Energía Atómica (CEA) de los Estados Unidos publicó una versión inicial sobre el criterio general de diseño. Sin embargo, en la segunda versión, publicada en 1967, tras un debate con el Comité de Asesoramiento sobre Seguridad de los Reactores (ACRS) se incorporaron importantes aspectos que siguen siendo pertinentes. La publicación de estos criterios representa un paso decisivo en el método determinista de la seguridad. Casualmente, ese mismo año se presentó por primera vez el concepto de la evaluación probabilista de la seguridad (EPS) durante una reunión internacional celebrada en Viena (Austria). Este concepto ha tenido una amplia difusión.

Antes de 1957 no se reconocía plenamente la seguridad como un concepto independiente de los adelantos nucleares. Eso sucedió después. Por tanto, el término "prehistoria" es adecuado. Ya la seguridad constituía una preocupación fundamental para las organizaciones dedicadas a fomentar la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos, pero no era plenamente autónoma. En su trabajo "Progress in Nuclear Safety", François Cogné menciona que en las dos primeras conferencias de Ginebra, celebradas en 1955 y 1958, no hubo ninguna sesión dedicada específicamente a la seguridad.* Durante este período de prehistoria tuvieron lugar en los Estados Unidos de América tres acontecimientos importantes en materia de seguridad. David Okrent considera que la primera

* Trabajo publicado en francés en *Revue Générale Nucléaire,* N° 1 (1984).

declaración oficial de principios de la CEA en materia de seguridad fue hecha en 1953 por Edward Teller, ex presidente del Reactor Safeguards Committee:

"En opinión del público, el peligro principal de un reactor nuclear radica en la posibilidad de que haga explosión. Sin embargo, cabe señalar que aunque tal explosión es posible, probablemente sólo tenga efectos nocivos en las inmediaciones del reactor y sus efectos destructivos se limiten a los operadores. El hecho de que las centrales nucleoeléctricas contienen venenos radiactivos constituye un peligro mucho mayor para el público. Durante un accidente nuclear los venenos pueden escapar a la atmósfera o a las fuentes de abastecimiento de agua. De hecho, aún después de haber sido arrastrados por el viento hasta una distancia de diez millas, mantienen un grado de concentración peligroso. Incluso a distancias de hasta cien millas puede existir algún peligro."

Esto fue dicho 33 años antes de Chernobil.

Un segundo aspecto es el relacionado con el método empírico para determinar el radio R en millas alrededor de la central, en el cual sería posible la evacuación.

$R = 0{,}01 \sqrt{P}$, donde P = Potencia en kilovatios térmicos

De acuerdo con esta fórmula, el radio correspondiente a 1000 megavatios eléctricos (MW(e)) es de 17,3 millas, es decir, unos 30 kilómetros. Este método empírico se estableció en 1950, 36 años antes de los sucesos de Chernobil.

Por último, en 1953 se anunció la construcción de la primera central nucleoeléctrica civil en Shippingport: alrededor del reactor se erigió un edificio de contención. Ya estaban presentes los tres aspectos principales que primaron en la esfera de la seguridad en los años siguientes: prevención de accidentes, atenuación de las consecuencias mediante la contención y planificación de medidas de emergencia.

1957–1967: La seguridad en el diseño

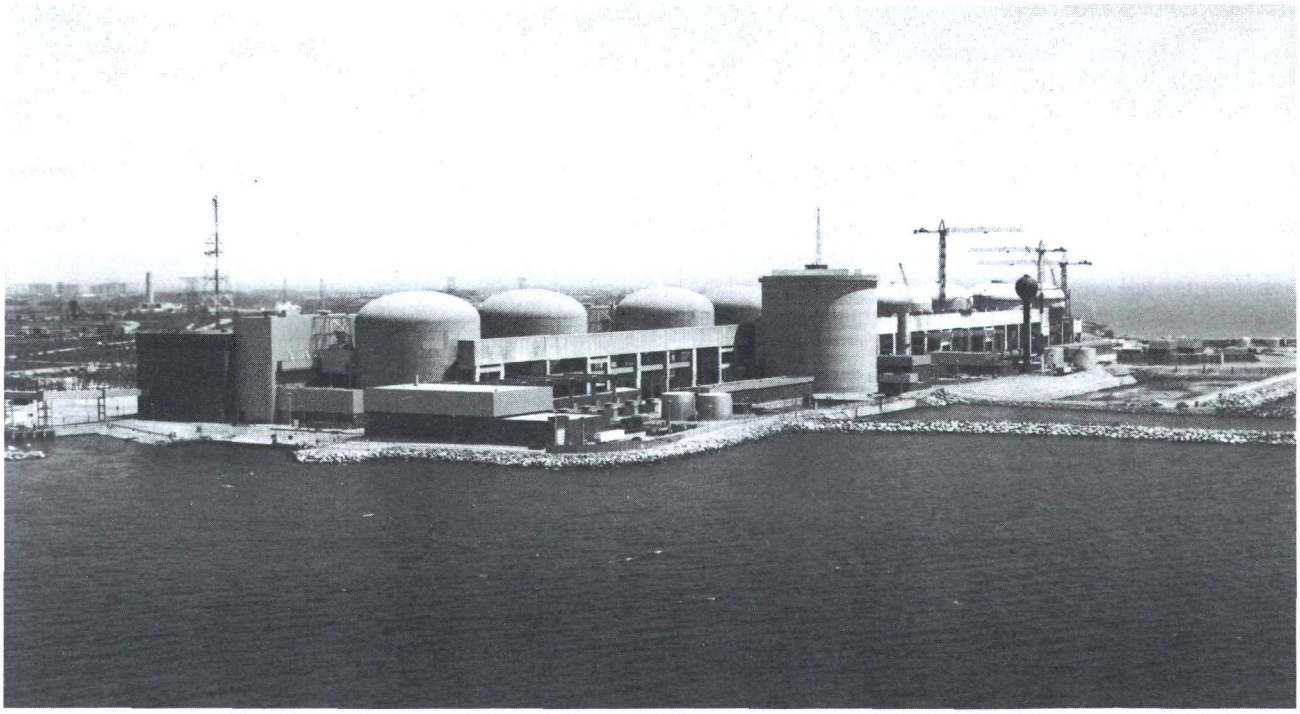
El aspecto predominante en materia de seguridad durante este período es la importancia atribuida a la seguridad en el diseño. En esa época se establecieron la mayor parte de los conceptos que aún están vigentes, entre ellos las funciones de seguridad fundamentales: control de la reacción en cadena, refrigeración del núcleo; y contención del material radiactivo. Se establecieron los conceptos de defensa en profundidad con el requisito de redundancia para cumplir el criterio de fallo único, y el de sucesos iniciadores postulados que proporciona la base de diseño para los dispositivos de seguridad. Aunque posteriormente se producirían otros adelantos, en esa época se introdujeron la mayoría de los conceptos relativos a sucesos externos, como terremotos e inundaciones.

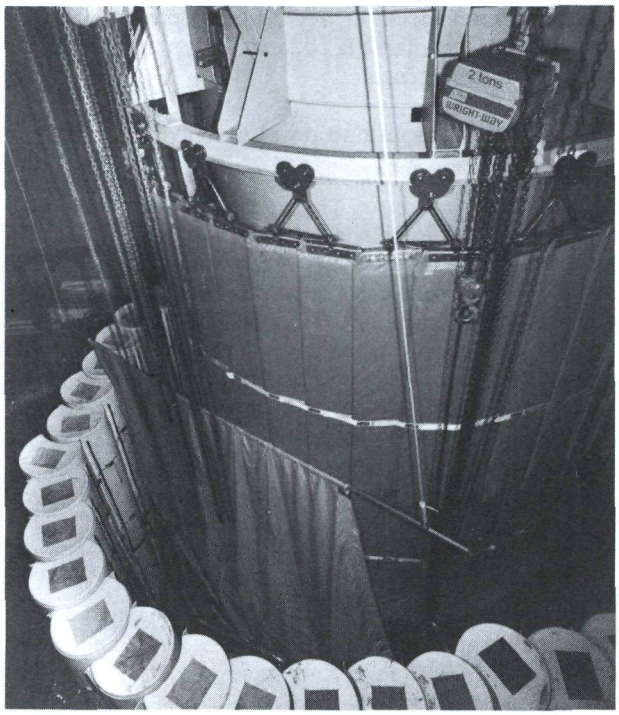
En el enfoque de la CEA se utilizó el concepto de "el más grave accidente previsible", que se introdujo por primera vez en 1959, pero no fue aceptado universalmente.

En Francia, la mayor atención recayó en el sistema de barreras múltiples colocadas entre los materiales radiactivos y el medio ambiente, así como en la evaluación de las posibles dificultades que pudieran enfrentar estas barreras.

Cabe mencionar algunos aspectos técnicos que fueron muy debatidos en ese período y que continúan siendo pertinentes en la actualidad. Se planteó la cuestión de la integridad de la vasija de presión con referencia al enfoque de seguridad, tomando como base la prevención de accidentes y la atenuación de sus consecuencias dado

Fase final de la construcción de la planta de generación nuclear Pickering al final de los años sesenta.





El accidente de TMI trajo como resultado que se concentrara la atención en la seguridad operacional. (Cortesía de GPU)

el caso de que ocurrieran. Este enfoque era válido para el diseño de tubos de presión, en el que se daba prioridad a la prevención de roturas del tubo; pero también había que demostrar que la propagación hacia otros tubos no acarrearía consecuencias inaceptables. ¿Sería necesario prever en el diseño de las vasijas de presión un sistema de contención que resistiera las consecuencias de una ruptura? La pregunta resultaba fácil de responder en el caso de los reactores refrigerados por gas, en los que no se consideraba necesaria la contención para frenar las consecuencias de un accidente hipotético a un nivel aceptable.

Sin embargo, en cuanto a los reactores de agua ligera (LWR) el análisis fue más difícil. Cuando la CEA consideró tal fallo ''inconcebible'', en un informe realizado por expertos británicos en 1964 se llegó a la conclusión de que era posible que ocurriera un fallo rápido en la vasija si la temperatura excedía el rango nominal de transición de ductilidad a fragilidad dentro de los límites de temperatura operacional en que se suponía que no ocurriera un fallo imprevisto. En 1965 se inició en los Estados Unidos de América un programa de investigación específica que duró cerca de diez años. En el programa de ensayo de acero para grandes perfiles, que llevó a cabo el Oak Ridge National Laboratory, se concluyó que a temperaturas operacionales el acero grueso empleado en las vasijas de presión era muy resistente y no tendía a sufrir fracturas rápidas.

Paralelamente, se introdujeron mejoras sustanciales en los códigos y las normas, que abarcan desde el análisis de tensiones hasta la inspección en servicio. Por último, se concluyó que el riesgo de una ruptura importante provocada por misiles que pudiesen quebrar el sistema de contención era muy bajo, conclusión que fue confirmada posteriormente en el informe Rasmussen.

Otra de las cuestiones técnicas se relacionaba con el riesgo de excursiones de reactividad. La cinética de los reactores fue objeto de amplios estudios e investigaciones que incluían los diferentes coeficientes de reactividad, las inestabilidades del xenón y los efectos de hueco en el caso de los moderadores líquidos. Durante ese período se realizaron muchos experimentos importantes, entre ellos el conocido programa SPERT con reactores de agua ligera en Idaho Falls.

En los años siguientes, muchas instalaciones de investigación —de los Estados Unidos, el Japón y Francia, por ejemplo— continuaron realizando amplias investigaciones sobre los transitorios de reactividad, sobre todo en lo tocante a los mecanismos de fallo del combustible, para varios tipos de reactores.

Cabe considerar que fue al final de este primer período que se descartó la posibilidad de los emplazamientos urbanos. La cuestión se planteó por primera vez en los Estados Unidos de América en 1963, al presentarse una solicitud para el emplazamiento Ravenswood: dos reactores de agua a presión (PWR) de aproximadamente 600 MW(e) cada uno, en el barrio de Queens, ciudad de Nueva York, a orillas del East River, donde había 3 millones de personas durante la noche y 5,5 millones de personas durante el día en un radio de 5 millas. La solicitud fue retirada y la razón que se dio oficialmente no guardaba relación alguna con la seguridad, sino con la disponibilidad de energía más barata en Labrador.

Varios años más tarde, en la República Federal de Alemania, tuvo lugar un debate similar respecto del proyecto Ludwigshafen, en el que se preveían disposiciones específicas para poder solucionar fallos de la vasija. Finalmente, pese a la fuerte presión que ejerció la industria para que se aprobara el emplazamiento en una zona metropolitana (en los Estados Unidos, por ejemplo, el Edison Electric Institute escribió en 1967 que ''el emplazamiento de proyectos nucleoeléctricos en zonas metropolitanas debe ser un factor esencial en el diseño de nuestros futuros sistemas de electricidad'') hubo consenso general en cuanto a alejarlo de las zonas metropolitanas al reconocerse el vínculo entre la fusión del núcleo y los fallos en el sistema de contención.

1967–1979: Seguridad en la construcción

Durante el segundo período, desde 1967 hasta el accidente de TMI, se dió prioridad a la seguridad en la construcción. Esto puede parecer exagerado si se tiene en cuenta que gran parte de los esfuerzos aún se dedicaban a la seguridad en el diseño. Sin embargo, en esta época se introdujo un aspecto esencial de la seguridad: la garantía de calidad.

Siempre se ha reconocido la importancia de la seguridad durante la etapa de construcción. Como se señaló en *The Technology of Nuclear Reactor Safety* en 1964:

''Puesto que muchos proyectos de reactores han presentado dificultades debido a la falta de destreza en el trabajo, materiales defectuosos y otros problemas relacionados con la construcción, la importancia que se conceda a esta fase (la etapa de construcción) nunca será exagerada. Si el diseño de un reactor no se ejecuta adecuadamente, podrían invalidarse las características de seguridad. Poco puede decirse a modo de orienta-

ción, salvo que es indispensable mantener las más elevadas normas de construcción e instalación.''

Posteriormente se brindó mucha orientación al respecto, y es probable que la garantía de calidad haya dado origen a más documentos que todo el proceso de reglamentación. Actualmente el concepto goza de aceptación general, aun cuando su ejecución acarrea problemas.

Aparte de la garantía de calidad, el diseño para la seguridad se desarrolló considerablemente en estos años. Es importante señalar que durante ese período tuvo lugar un auge de órganos reglamentadores independientes. En 1974 se creó en los Estados Unidos de América la Comisión de Reglamentación Nuclear (CRN) en virtud de la *Energy Reorganization Act.* Previamente, en 1970, la CEA había iniciado un programa de guías de seguridad (más tarde denominado guías de reglamentación) para poner en práctica los criterios sobre la seguridad en el diseño.

En Francia, la responsabilidad en materia de seguridad, que correspondía al Commissariat à l'énergie atomique (CEA) pasó al Service Central de Sûreté des Installations Nucléaires (SCSIN) en 1973. En Gran Bretaña se creó en 1975 el Nuclear Installation Inspectorate (NII) como parte del Health and Safety Executive.

Durante este período se plantearon muchas cuestiones relacionadas con la seguridad en el diseño. Una de ellas se refiere en particular a los reactores reproductores rápidos de metal líquido (LMFBR). Después del accidente de Bethe y Tait, el tema predominante en este período fue el accidente hipotético con destrucción del núcleo (HCDA). En el accidente hipotético se prevé una fusión del núcleo debido a la pérdida de la capacidad refrigerante y al hecho de que no ocurriera una parada de emergencia (parada de la reacción en cadena), seguida de varios fenómenos energéticos. Si bien en el proceso de concesión de licencias no se tenían en cuenta explícitamente los sucesos de fusión del núcleo para otros tipos de reactores, se consideraba el HCDA para los reproductores, cuyo coeficiente de reactividad negativo y gran inercia térmica se estimaban favorables en términos generales. Evidentemente, en este particular había cierta incoherencia. Con todo, antes del accidente de TMI se debatió mucho sobre la fusión del núcleo en los reactores de agua ligera (el síndrome de China) y se llevaron a cabo importantes investigaciones, por ejemplo, en la República Federal de Alemania.

Con respecto a los reactores de agua ligera, el LOCA (accidente con pérdida de refrigerante) se convirtió en la cuestión fundamental. En 1971, los resultados obtenidos en una instalación de investigación (de mediana escala) indicaron que en ciertas condiciones en que se produjera la rotura de una tubería, posiblemente gran parte del agua saldría de la vasija del reactor y no volvería a inundar el núcleo inmediatamente. La cuestión del llamado sistema de emergencia para la refrigeración del núcleo (ECCS) fue una de las más polémicas durante algún tiempo, y los movimientos de oposición al uso de la energía nuclear la esgrimieron en sus actividades. Este sistema mantuvo el énfasis de la seguridad en las roturas grandes de tubería, la llamada rotura completa, y desafortunadamente desvió la atención de las roturas pequeñas y medianas, que eran las más probables, pese a que en el informe Rasmussen se señalaba claramente

Evaluación de la preparación para casos de emergencia en una central nuclear de los EE.UU. (Cortesía del INPO)

que éstas constituían las secuencias de mayor riesgo. Lamentablemente, el accidente de TMI sirvió de recordatorio sobre cuáles son los verdaderos problemas de seguridad.

Entre las otras muchas cuestiones de seguridad que se debatieron en este período, se reconoció que el fuego constituía una posible preocupación en materia de seguridad y se le concedió una importancia considerable, por lo menos durante los diez años que precedieron al incidente de Brown Ferry en 1975 en los Estados Unidos de América. Este suceso condujo a un mayor esfuerzo por parte de los órganos reglamentadores y a la incorporación de nuevos requisitos. También se solucionaron otros problemas significativos desde el punto de vista de la seguridad operacional.

Por último, otra característica de este período fue la publicación en 1975 del informe Rasmussen, el WASH-1400. Independientemente de la controversia que suscitó su resumen ejecutivo y del uso que se le dio en el debate público, lo esencial era el consenso general sobre los beneficios que en materia de seguridad reportaría un método probabilista, como complemento del método determinista que se utilizaba en el diseño. Este consenso fue universal y se expresa en un fragmento de una carta del ACRS tomada del libre de Okrent:

''El Estudio sobre la Seguridad de los Reactores constituye una valiosa contribución a la comprensión de la seguridad de los reactores de agua ligera con su clasificación de accidentes hipotéticos, la identificación de posibles puntos débiles, y sus esfuerzos por desarrollar evaluaciones de riesgos comparativas y cualitativas... La metodología debe aplicarse en reactores de diferentes tipos y diseños, en otras condiciones de emplazamiento y en el inicio y la secuencia de otros accidentes.''

Al parecer, el 28 de marzo de 1979 todo marchaba satisfactoriamente en el plano de la seguridad. El enfoque de seguridad era coherente y no quedaba pendiente ningún problema de envergadura. A diferencia de lo que se dijo posteriormente, los accidentes graves no se pasaron por alto. Mediante la evaluación probabilista se confirmó que la probabilidad de que ocurrieran era baja, y que cabía esperar que la contención atenuaría considerablemente las consecuencias, lo que reduciría más aún la probabilidad de consecuencias radiológicas graves para la población y el medio ambiente. De hecho, algunos miembros de la comunidad nuclear estaban convencidos de que las centrales nucleoeléctricas quizás fueran no sólo suficientemente seguras, sino demasiado seguras.

Tal vez en esos momentos se pasó por alto el hecho de que las centrales nucleoeléctricas habían evolucionado con los años y su capacidad de potencia había aumentado. Los niveles de calor de desintegración eran mucho más elevados. Pese a que se incorporaron dispositivos técnicos de seguridad para reducir la probabilidad de accidentes, los diseños se habían hecho más complicados. Ya existía un importante vínculo entre los posibles fallos de diversos dispositivos de seguridad, y, lo que es más importante aún, la mayoría de los debates giraban en torno al diseño, sin prestársele la debida atención a la seguridad en la explotación y a su factor humano.

1979–1986: Seguridad en la explotación

El tercer período es conocido e incluye las enseñanzas extraídas del accidente de TMI, que volvieron a ponerse de relieve en la mayoría de los países tras el accidente de Chernobil. Sólo después de TMI se prestó a la seguridad operacional la atención que merecía. Muchas cuestiones de seguridad esenciales incidieron en el accidente de TMI, entre ellas la importancia de los procedimientos operacionales adecuados; la necesidad de una capacitación adecuada del personal de explotación; la mejora necesaria de la interfaz hombre-máquina; la utilidad del intercambio de experiencia operacional; la necesidad de contar con planes de emergencia eficaces; y el peligro que entrañan los "esquemas mentales" erróneos a todos los niveles de la organización explotadora. Ya en muchos países se presta la debida atención a estos aspectos de seguridad. La creación del Institute of Nuclear Power Operation (INPO) en los Estados Unidos es un ejemplo significativo.

También en este período, finalmente se pusieron en práctica las metodologías probabilistas para mejorar la seguridad. Un ejemplo representativo es el criterio de fallo único, que si bien resulta útil para un diseño seguro, no es suficiente. Existen casos en que ha de tenerse en cuenta la pérdida total de sistemas redundantes de seguridad si sus consecuencias fuesen demasiado graves: el "efecto peligro inminente". En estos casos, la evaluación probabilista de la seguridad (EPS) constituye el único mecanismo para tomar una decisión. Los problemas de seguridad complejos como la interrupción total de suministro de electricidad (fallo de todas las fuentes de suministro de electricitad de la central, tanto internas como externas) y el transitorio previsto sin parada de emergencia (ATWS) se han podido solucionar con la ayuda de la EPS.

Los "objetivos de seguridad" deben utilizarse, aunque sea implícitamente, en el proceso de adopción de decisiones. Si se hace un análisis retrospectivo, es evidente que desde un inicio se siguió una política consciente encaminada a lograr que los reactores de potencia fuesen más seguros que cualquier otro proyecto industrial o tecnológico. Muchos países han tratado de plasmar este objetivo general en probabilidades limitadas de consecuencias perjudiciales como resultado de un accidente. Este concepto no resulta fácil, y aunque muchos convinieran en el orden de magnitud que deben tener algunos objetivos de seguridad, resultaría más difícil el debate sobre su utilización o aplicación práctica.

Por último, no cabe duda de que en este período se han registrado notables avances en materia de seguridad de las centrales nucleoeléctricas. El desastre de Chernobil no contradice necesariamente esta afirmación, más bien nos obliga a examinar nuevamente todos nuestros criterios y prácticas en materia de seguridad.

La seguridad internacional a partir de 1986

Nadie puede prever cuáles serán las tendencias de seguridad que prevalecerán en el plano técnico el próximo decenio. Es probable que conceptos de moda como el de la seguridad intrínseca no tengan un futuro muy prometedor; en cambio, los aspectos internacionales ocuparán un lugar destacado.

No esperamos a 1986 para enfrascarnos en una intensa labor de cooperación internacional en materia de seguridad. Además de la función que desempeña el OIEA, pueden citarse muchos ejemplos de fructífera cooperación internacional en materia de seguridad por conducto de organizaciones internacionales como la Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), así como mediante acuerdos bilaterales o multilaterales.

Estos acuerdos abarcan todos los aspectos de la seguridad nuclear, desde cuestiones de reglamentación hasta el intercambio de experiencia operacional, incluida la investigación en materia de seguridad. El progreso alcanzado hasta ahora en la esfera de la seguridad se debe en gran medida a los programas de investigación comunes, que por ser tan numerosos no vamos a mencionar.

Programa de seguridad nuclear del OIEA. Los encargados de redactar el Estatuto del OIEA confirieron al Organismo el mandato de "procurar acelerar la contribución de la energía atómica a la paz, la salud y la prosperidad en el mundo entero". Al inicio se consideró que con esa formulación se daba al Organismo la función de promover la utilización de la energía nucleoeléctrica para la generación de electricidad. Al mismo tiempo, sin embargo, le confería una misión concreta en la esfera de la seguridad.

En realidad el Organismo no es una autoridad reglamentadora; sólo está facultado para prestar servicios de asesoramiento. La única excepción es el caso de los proyectos de asistencia técnica, en que se ve obligado a respetar sus propias normas de seguridad además de las de la autoridad reglamentadora o de seguridad del país, de no existir contradicción entre ellas.

El Organismo se creó en momentos en que existían muy pocas centrales nucleoeléctricas; además, los recursos que se destinaban a su programa de seguridad nuclear eran limitados. Las autoridades nacionales tomaron la iniciativa en la elaboración de normas, lo cual reflejaba su grado de vinculación con la energía nucleoeléctrica. El Organismo siguió muy de cerca la labor que se llevaba a cabo en aquellas esferas que evidentemente exigían un acuerdo internacional.

Por ejemplo, en los años sesenta se elaboró el conocido "reglamento" para el transporte de materiales radiactivos a través de las fronteras internacionales, que ha sido adoptado por muchos países como base de sus legislaciones nacionales, así como por organismos con autoridad reglamentaria. El Organismo trabajó en estrecha cooperación con corganizaciones como la Comisión Central para la Navegación por el Rhin, la Oficina Central de Transporte Internacional por Ferrocarril, la Euratom, la Organización Marítima Internacional, la Asociación de Transporte Aéreo Internacional, la Unión Postal Universal, y la Organización Mundial de la Salud.

En los años setenta, el número de proyectos de centrales nucleoeléctricas aumentó y se reconoció que el proceso de armonización de las diferentes normas y requisitos de reglamentación nacionales —no sólo en la esfera del transporte, sino también en otras esferas de la seguridad nuclear— podría ser útil para desarrollar el comercio internacional de servicios y equipo para las centrales nucleoeléctricas. De ahí que el Organismo se diera a la tarea de desarrollar un conjunto amplio de normas de seguridad para las centrales nucleares. Con el tiempo, este programa culminó en la publicación de 60 documentos del programa de normas de seguridad nuclear del Organismo (NUSS), relacionados con el emplazamiento, el diseño, la construcción, la explotación y la garantía de calidad.

El accidente de TMI y los cambios en la situación energética mundial provocaron una disminución en las solicitudes de centrales nucleares. El Organismo dio una nueva orientación a sus programas de forma que se hiciera más hincapié en la seguridad operacional. En 1982 revisó sus Normas básicas de seguridad a fin de incorporar las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) sobre la optimización de la dosis. En ese mismo período publicó una amplia gama de documentos de orientación técnica que abordan las necesidades de protección radiológica tanto de los trabajadores como de la población en general, así como la planificación y preparación para casos de emergencia.

Desde sus inicios el Organismo ha enviado misiones especiales a los Estados Miembros, relacionadas en particular con los servicios y la asistencia que presta mediante su programa de asistencia técnica. Gracias a estas misiones, los países en desarrollo en particular pudieron beneficiarse con el asesoramiento de expertos. En 1972, a fin de satisfacer las crecientes necesidades de los Estados Miembros, el Organismo anunció la creación de misiones para la Evaluación Integrada de la Seguridad de Reactores de Investigación (INSARR), muchos de los cuales se encuentran en países en desarrollo.

En 1983, el Organismo brindó formalmente los servicios del primer Grupo de examen de la seguridad operacional (GESO). Las misiones GESO brindan un valioso asesoramiento a los explotadores de las centrales nucleares y un intercambio de criterios sobre la manera de aumentar la seguridad en la explotación de la central. El programa de los GESO se ha ampliado mucho después del accidente de Chernobil; en la actualidad el Organismo envía por los menos una misión al mes.

También en 1983, el Organismo estableció, con carácter internacional, el Sistema de Notificación de Incidentes (IRS) con el propósito de que los explotadores de los países participantes se beneficiaran de las "enseñanzas extraídas". Este sistema complementa al que ha puesto en práctica la AEN/OCDE, e incluye específicamente las centrales de los países que no pertenecen a la OCDE. Actualmente se amplía a fin de incorporar más "sucesos significativos" y propiciar un análisis más eficaz y oportuno de los sucesos. También se brindan ahora los servicios de los Grupos de evaluación de sucesos significativos desde el punto de vista de la seguridad (GESSS), para realizar análisis locales a fondo de la experiencia operacional de las centrales nucleares en materia de seguridad, con especial atención a la interfaz hombre-máquina y al factor humano.

En 1985 el Organismo estableció un Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (GIASN), encargado de examinar las actividades del Organismo en la esfera de la seguridad nuclear y brindar asesoramiento sobre el programa de trabajo futuro. El GIASN participó activamente en el examen de los datos y los análisis que se presentaron en la Reunión de Examen Postaccidente celebrada en Viena en 1986, en respuesta al accidente de Chernobil.

El Organismo ofrece asimismo misiones de los equipos de asesoramiento en protección radiológica (EAPR), a fin de ayudar a los Estados no poseedores de centrales nucleares para que establezcan un servicio de protección radiológica; se están ampliando las actividades de capacitación en esta esfera.

¿Dónde recae el énfasis en la actualidad?

En la actualidad, el énfasis de los esfuerzos en pro de la seguridad nuclear se está desviando de la elaboración de normas y la garantía de calidad para recaer en la prevención de accidentes mediante el mejoramiento de la seguridad operacional y la atenuación de los accidentes. La atenuación de los accidentes tiene tres aspectos: la gestión de accidentes, la integridad de la contención y la preparación para casos de emergencia.

Además, la creación de redes de vigilancia y el establecimiento de niveles de intervención (que demuestran a nivel nacional que puede protegerse eficientemente a la población de las consecuencias de un accidente grave) tendrán que formar parte de los esfuerzos colectivos que emprendan las naciones y los organismos.

Por último, desde el inicio el objetivo principal de la seguridad ha sido la prevención de accidentes, en especial de accidentes graves. Si bien es correcto estar preparados para enfrentar los accidentes en el caso de que ocurran, debemos estar convencidos de que pueden evitarse si tenemos en cuenta las enseñanzas extraídas de más de 30 años de desarrollo en materia de seguridad nuclear.