

|     |      |
|-----|------|
| NO  | 1    |
| AÑO | 1982 |

## COMENTARIOS ACERCA DEL ESTUDIO DE RIESGOS ALEMAN

PERL, Hugo

INTRODUCCION.

Históricamente se reconoce a la industria nuclear como aquella en la que se ha desarrollado con mayor anticipo una práctica de análisis y control de las cuestiones de seguridad inherentes a la misma. Esta iniciativa, expresada en un desarrollo de igual o mayor trascendencia en lo referido a la seguridad nuclear que en el desarrollo de la propia tecnología nuclear, ha conducido al hecho significativo que hasta el presente no se haya producido ningún daño al público en general debido a accidentes en instalaciones nucleares.

El estudio de riesgos, cuya definición cualitativamente sería la combinación intuitiva de la probabilidad de ocurrencia y consecuencias de posibles accidentes que devienen de la operación de centrales nucleares, tuvo un desarrollo que puede dividirse en dos grandes etapas. La primera etapa cuyo punto de partida puede considerarse el Wash-740 (estudio realizado en Brookhaven en 1957 a pedido de la USAEC) estudio centrado en la estimación de las consecuencias de los posibles accidentes. En esta etapa se adoptó la denominada filosofía determinística, cuya aplicación llevó a definir y buscar determinar el máximo accidente creíble, algo como un accidente patrón representativo de cualquier otro posible. El principal cuestionamiento a este procedimiento fué lo "creíble" (o "increíble") de los accidentes postulados.

A mediados de 1960, surge por parte de los ingleses, Farmer, Siting Criteria-A New Approach, la propuesta de realizar una estimación de la probabilidad de cada posible accidente y por ende de los daños que pudieren producirse. Sin embargo debido a la falta de experiencia disponible, al menos en forma pública, y de la real aceptación de los métodos probabilísticos luego utilizados no se concretaron análisis del tipo propuesto.

En 1972 se comienza en EEUU el primer estudio público de tipo global que incluye el concepto probabilístico de evaluación de la ocurrencia y consecuencia de posibles accidentes en centrales nucleares comerciales, conocido como US Reactor Safety Study, NRC Report Wash-1400. No parece casual que este estudio se haya dado en EEUU y que en el mismo se incluyan la comparación de los valores obtenidos para las centrales nucleares con los riesgos no nucleares a los que se encuentra expuesta la población de dicho país. Una explicación de la realización de un estudio de

estas características sería la necesidad de justificar públicamente la producción y utilización de las centrales nucleares en EEUU y por añadidura en otros países. Finalizado el estudio estadounidense surge por necesidades del mismo tipo que en EEUU, la realización de un estudio de riesgos específico alemán, cuyo sustento básico y punto de partida fué el Wash-1400.

Del Wash-1400 son de destacarse como aspectos de importancia, luego presentes también en el estudio de riesgos alemán:

- Un importante aporte en la estimación de los riesgos de la operación de centrales nucleares.
- La presentación de un modo de evaluación de riesgos, la introducción de una clasificación de accidentes y una metodología para la determinación cuantitativa de sus efectos.
- El mostrar la bondad de procedimientos probabilísticos de evaluación: árboles de eventos y árboles de fallas, los que con una adecuada base constituyen en la actualidad la mejor herramienta en la cuantificación de la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

#### ESTUDIO DE RIESGOS ALEMAN (ERA).

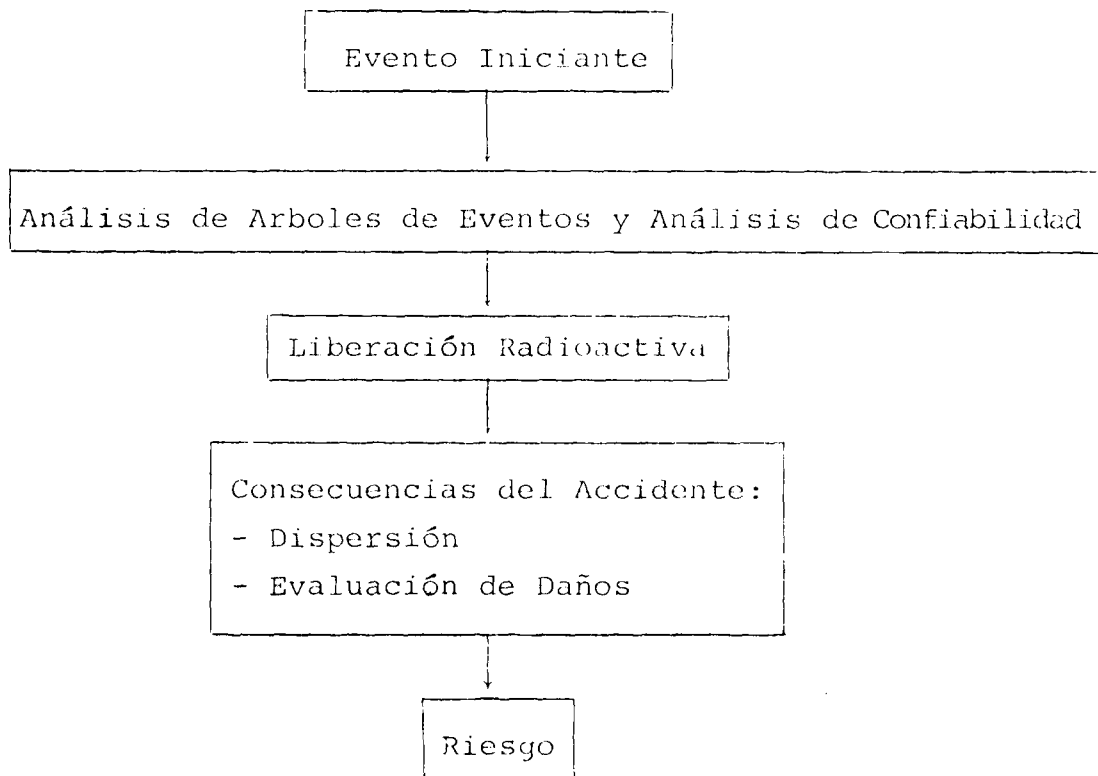
La justificación de un estudio de riesgos específico alemán, presente ya el estadounidense, puede darse por:

- Las diferencias entre las centrales nucleares de referencia utilizadas en ambos estudios (Wash 1400 y ERA) en relación a aspectos técnicos y de funcionamiento adoptados. En particular estas diferencias son válidas en algunos sistemas de seguridad; pueden destacarse: mayor redundancia en sistemas de seguridad en la RFA que en EEUU, la existencia de una doble envoltura en el caso alemán, el modo de indicación en los sistemas de protección que es dinámico en el caso alemán y estático en el caso americano.
- Las condiciones de emplazamiento de las centrales nucleares que existen en la RFA difieren de las consideradas en el estudio de EEUU, por ejemplo en la densidad de población que es diez veces mayor en la RFA que en EEUU, número y distribución de las centrales nucleares, condiciones geográficas, climáticas, etc.

En el estudio de riesgos alemán se tomó como central de referencia (o standard) la central nuclear BIBLIS B, PWR de 1300 MWe, se consideraron 10 sitios geográficos de emplazamiento y un total de 25 centrales.

El estudio de carácter analítico, dada la imposibilidad de realizar un análisis empírico ya que no se ha dado hasta el presente ningún accidente extremo del tipo utilizado como representativo, ni muerte por liberación de productos radioactivos a consecuencia de accidentes en cen-

trales nucleares, comprende cinco pasos:



Los instrumentos matemáticos utilizados en este estudio son esencialmente los mismos que los del Wash-1400 con la diferencia que en este caso se ha adicionado el "valor mas probable" indicador mas claro que el valor medio y en consecuencia mas significativo.

Los datos utilizados en la evaluación de la confiabilidad y/o disponibilidad de sistemas, subsistemas y componentes son promedios de datos recopilados de distintos países (EEUU, Francia, Inglaterra); datos a los cuales se les dió el mismo peso estadístico, según algunos puntos de vista, cuestionable dado el diferente grado de "confianza" que puede darse a las distintas fuentes. De todas formas es un aspecto que queda abierto debido a la falta de una verdadera estadística específica en muchos casos. En aquellos casos en que se disponía una estadística suficiente, se utilizaron los datos empíricos obtenidos directamente de datos de operación y cuya validez no es discutible.

En el estudio se tuvieron en cuenta solo accidentes cuya consecuencia final fuere en principio la fusión total del núcleo lo que implica una tendencia a sobreestimar el riesgo. Se analizan eventos de dos tipos: internos y externos. Los accidentes producidos por eventos internos, de mayor interés por poseer un caracter mas general, están divididos en aquellos en que existe pérdida del primario y todo otro tipo de accidente que pudiese conducir a la fusión del núcleo.

Se consideran como representativos de todos los posibles eventos con pérdida del primario las mismas roturas que las consideradas en el Wash-1400, así como también son iguales los transientes adoptados en el estudio.

Con un análisis mas o menos superficial se deja de lado eventos como rotura del recipiente de presión por considerarlo muy poco probable; en relación a esta cuestión el estudio adolece de la falta de un tratamiento claro. En cambio en el estudio americano se toma en cuenta la frecuencia de fallas de recipientes de presión utilizados en áreas convencionales y de estas tasas se inducen las utilizadas con los recipientes utilizados en reactores. De todas formas no resulta convincente esta aplicación ya que si bien en el caso de los recipientes de presión de reactores se tiene una calidad superior al caso de los convencionales; existen diferencias en la operación, por ejemplo irradiación neutrónica en el primer caso, que no harían tan directa la asimilación de ambos tipos. En conclusión las indefiniciones existentes dejan abierta esta cuestión.

De los accidentes analizados resultan de particular significación en su contribución a la probabilidad de fusión del núcleo los eventos: "pérdida pequeña" (rotura entre 5 y 15 cm de diámetro equivalente en el primario) con un valor de  $5.7 \times 10^{-5}$ /año y "pérdida de alimentación eléctrica" con  $1.2 \times 10^{-5}$ /año; mientras que en los demás casos resultaron de orden o menores a  $10^{-6}$ /año. En el primer caso esta contribución proviene de la "gran" frecuencia postulada ( $2.7 \times 10^{-3}$ /a) y en el segundo debido a que la frecuencia de ocurrencia es alta ( $10^{-1}$ /a).

En la contribución de los distintos modos de falla de los accidentes que producirían la fusión del núcleo es de destacarse al de fallas humanas, ~60% del total, juntamente con las posibles fallas no dependientes de componentes de ~20%.

Lo que muestra la gran incidencia del factor humano en la probabilidad de ocurrencia de accidentes con fusión del núcleo. Así como el factor humano resulta determinante como causal de los accidentes con fusión del núcleo, este resulta en gran medida evitable mediante la intervención humana, de todas formas este es un factor aún no cuantificado.

En el análisis de la liberación radioactiva asociada al posible accidente el estudio considera tres modos posibles de falla de la envoltura:

- Pérdidas en la envoltura
- Fallas en la envoltura por sobrepresión
- Explosión de vapor en el recipiente de presión del reactor y consecuente destrucción de la envoltura.

Todas las secuencias de eventos consideradas, combinando los eventos que conducirían a la fusión del núcleo o acci

dente de diseño de pérdida del primario, fueron agrupadas en ocho categorías de liberación las que no difieren mayormente de los valores del Wash-1400.

Una primera comparación entre el ERA y el Wash-1400 muestra que a pesar de las diferencias técnicas y de ubicación entre las centrales nucleares alemanas y de EEUU los resultados de ambos estudios coinciden. Este resultado es directo ya que en la mayoría de los aspectos básicos ambos estudios se basan en las mismas premisas. En realidad el factor mas importante es que en ambos casos la "banda de errores" o indeterminaciones en los valores hallados es lo bastante grande como para que exista una superposición de ambas curvas de distribución de frecuencias acumulativa de muertes "tempranas. y "tardías" por año para 25 centrales. De todas formas lo importante de los resultados obtenidos según la metodología utilizada, común a ambos estudios, es la confirmación del orden de magnitud de los riesgos potenciales provenientes de la operación de centrales nucleares; además de mostrar en algunos casos, los logros obtenidos en aspectos vinculados a la seguridad y puntualizar aspectos considerados débiles.

