



José FAIG SUREDA es Ingeniero Industrial (Técnicas Energéticas) por 1 ETS11 de Barcelona (1975). Entre 1978 a 1984 ha sido responsable de I&C en la Puesta en Marcha de los Grupos I y II de C.N. Ascó. Ha participado en diversos trabajos de Ingeniería y Seguridad Independiente para la misma central. Desde 1987 es responsable de área de Análisis Probabilista de Seguridad-IPE para Asociación Nuclear Ascó.

ANALISIS DE RIESGO POR INUNDACIONES EN EL APS DE C.N. ASCO

J. FAIG

El alcance del plan de proyecto del Análisis Probabilista de Seguridad (APS) de C.N. Ascó ha incluido el análisis y evaluación de la probabilidad de ocurrencia de situaciones con daño al núcleo del reactor debido a inundaciones originadas por fuentes internas a la central.

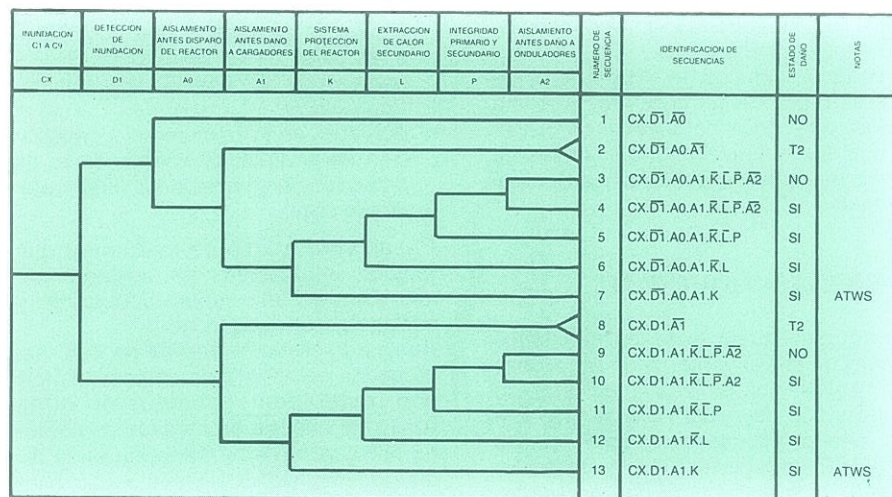
Se describe brevemente la sistemática y metodología utilizada en el análisis, y se discuten los resultados obtenidos, así como el impacto que algunas mejoras introducidas han supuesto en la reducción de la frecuencia de daño al núcleo en el APS de C.N. Ascó.

La metodología utilizada ha seguido básicamente las directrices de NUREG/CR-2815 (1). El proceso de análisis se ha desarrollado en dos etapas principales: Análisis selectivo y Análisis Detallado.

ANALISIS SELECTIVO

En esta etapa del análisis se realiza un cribado general ("Screening") de las zonas de la central con objeto de reducir el mayor número de áreas de inundación a analizar, el proceso se basa en determinar:

- Los sucesos iniciadores que no pueden ser inducidos por inundaciones.
- Los edificios o áreas de la central en los que los daños por inundaciones no tienen relevancia, fundamentalmente referido a que los equipos que alberga no pueden sufrir daños por inundación.
- Los sistemas cuyas características de inventario (volumen, tipo de fluido) no pueden constituir fuente de inundación.



FI. Arbol de sucesos de escenarios con daño a cargadores/onduladores.

Los edificios en que se centró el análisis con potencial riesgo de inundaciones son: Control, Penetraciones Eléctricas, Penetraciones Mecánicas y Auxiliar. Asimismo, los únicos sistemas identificados en estos edificios que pueden ser generadores de fuentes de inundación son los siguientes: Agua de Servicio de Componentes, Agua de Servicio de Salvaguardias y Agua de Protección contra Incendios (PCI).

Una vez seleccionados los edificios, iniciadores y sistemas origen de inundación se definen las áreas de inundación en los citados edificios. Estas están constituidas por recintos individuales o grupos de recintos de arquitectura cuando entre los mismos no existe una barrera de inundación, entendiéndose por tal cualquier tipo de medio (muro, puerta, cubeto, sellado, drenaje, etc.) capaz de retardar significativamente o evitar la propagación de la inundación de un recinto a otro. Dicho proceso de definición de áreas de inundación se ha verificado y completado mediante inspecciones en planta ("walk-downs").

El análisis efectuado ha determinado que en todos los edificios seleccionados puedan dañarse potencialmente equipos de ambos trenes, por lo que todas las áreas que puedan ser dañadas por inundaciones y que causan condiciones de disparo del reactor y daños a equipos de salvaguardias se han seleccionado directamente para el análisis detallado sin efectuarse ninguna cuantificación preliminar.

ANÁLISIS DETALLADO

En esta etapa se realiza un análisis en detalle de las áreas de inundación seleccionadas. El desarrollo del análisis deta-

llado ha precisado la recopilación "in situ" de un importante volumen de datos ("walk-downs") relativos fundamentalmente a alturas de daño de equipos y características arquitectónicas de las áreas (superficies, tipos de puertas, altura de holguras, drenajes existentes, etc.). Para la determinación de los niveles de inundación en las distintas áreas y evaluación de sus propagaciones (aplicación de la ecuación de continuidad de un recinto con ciertas hipótesis y condiciones de contorno) se ha precisado la construcción de una estructura informática soporte adicional para la resolución de los necesarios cálculos dinámicos de propagaciones (ecuaciones diferenciales). También ha sido necesario en algún caso la realización de análisis de la

capacidad resistente de soportaciones de muros de recintos con objeto de determinar tiempos de colapsamientos de dichas soportaciones o avalar resistencias de las mismas.

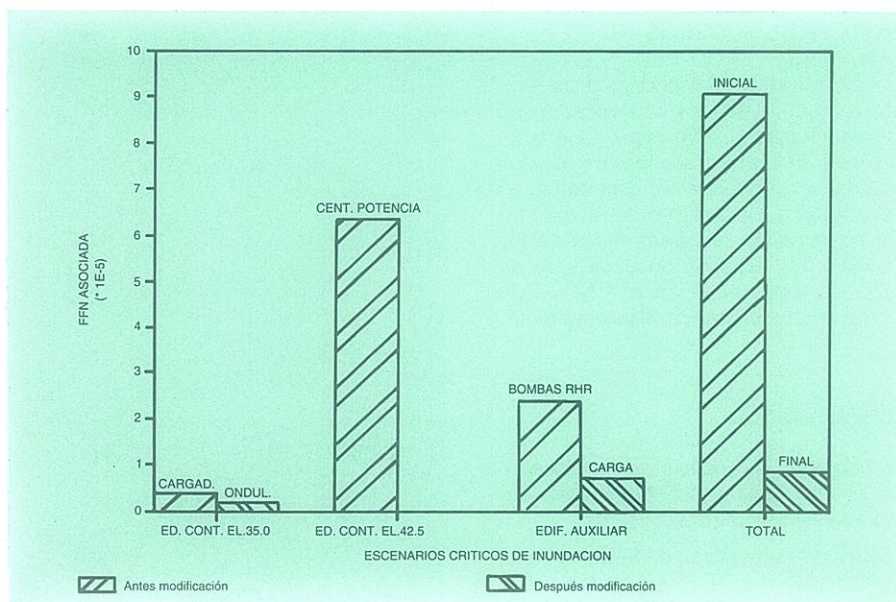
FUENTES DE INUNDACION CONSIDERADAS

Se han considerado, como fuentes potenciales de inundación, roturas de tuberías, tanques, cambiadores de calor y juntas de expansión y las descargas espúreas de válvulas de seguridad o alivio. No se ha considerado la posibilidad de inundaciones debidas a incorrecciones en la realización de pruebas y mantenimiento debido a las condiciones específicas en C.N. Ascó de tales actos para los sistemas identificados con volumen potencial de inundación.

SELECCIONES DE FUENTES DE INUNDACION

Los cálculos dinámicos efectuados han determinado que las fuentes de inundación han de liberar un volumen capaz, en un plazo máximo de cuatro horas, de producir cualquiera de los siguientes efectos:

- Alcanzar un nivel de 10 cm (altura de daño) en las salas de cargadores de baterías de la EL. 35.0 del Edificio de Control.
- Alcanzar un nivel de 3 cm en las salas de cabinas 7A y 9A en la EL. 42.5 del Edificio de Control.
- Almacenar un volumen suficiente en las EL. 35.0 ó 42.5 del Edificio de Penetraciones Eléctricas para que por



FII. Escenarios con daños críticos (resultados antes/después modificaciones).

comunicación con el Edificio de Control se alcanzasen los daños anteriormente citados en dicho edificio.

- Almacenar un nivel de agua suficiente en el Edificio Auxiliar para dañar conjuntamente las bombas de RHR y de carga (EL. 29.8 del Edificio Auxiliar).

FRECUENCIAS DE INUNDACION

Las frecuencias se han determinado de acuerdo a la correlación empírica de Thomas (2) dada la inexistencia de inundaciones específicas en C.N. Ascó. Las roturas se han categorizado en tres tipos: grande o circunferencial, media y pequeña, habiéndose estimado una frecuencia relativa de ocurrencia del 10, 30 y 60%, respectivamente (3).

ESCENARIOS DE INUNDACION

Para cada área de inundación se han efectuado agrupaciones de fuentes de inundación de un mismo sistema con caudales iguales o similares. Las inundaciones pertenecientes a cada grupo tienen efectos similares y su mecanismo de detección es el mismo. Las frecuencias de cada fuente se han adicionado y se ha seleccionado el caudal de la fuente mayor como caudal de inundación. Cada grupo de fuentes, junto con los acontecimientos que provocan en la planta en el transcurso de la inundación, constituyen los denominados "escenarios" de inundación. En este sentido se han definido 21 escenarios (diez en Edificio de Control, cuatro en Edificio de Penetraciones Eléctricas y siete en Edificio Auxiliar).

ARBOLES DE SUCESOS

La simulación de la inundación es altamente dependiente de la evolución de los acontecimientos en cada escenario. Para ello se han construido los árboles de sucesos para aquellos escenarios en que el fallo a aislamiento de la inundación no conduce directamente a daños al núcleo. Un árbol de sucesos para un grupo de escenarios en el Edificio de Control se muestra en la figura I adjunta.

RESULTADOS

Básicamente, el análisis de los escenarios de inundación en C.N. Ascó quedó centrado en tres puntos:

- Salas de cargadores de baterías y ondulaciones de div. A y B por rotura de tuberías del Sistema PCI en el Edificio de Control o Penetraciones Eléctricas.
- Salas de centros de potencia de div.

A y B por rotura de tubería del Sistema PCI en el Edificio de Control o Penetraciones Eléctricas.

- Salas de bombas de RHR y de carga por rotura de tuberías del Sistema PCI y de Agua de Servicio de Salvaguardias y tuberías e intercambiadores de Agua de Servicios de Componentes.

MEJORAS INDUCIDAS

Como consecuencia de los resultados obtenidos inicialmente, C.N. Ascó decidió analizar una serie de medidas para la reducción del riesgo. Dichas propuestas, analizadas desde el punto de vista de viabilidad ingenieril y relación coste-beneficio, se han traducido en estudios de modificación de diseño y revisión de procedimientos. El APS ha considerado este último concepto (beneficio) evaluando distintas posibilidades con objeto de determinar el impacto de cada modificación (reducción) en la frecuencia resultante de fusión del núcleo (FFN).

En la figura II se muestran los resultados iniciales (antes de modificaciones) y finales (después de modificaciones) para cada escenario y "total del APS".

Las mejoras introducidas en estas áreas consisten:

- Instalación de un murete en el suelo, de 20 cm de altura, con rampas a cada lado (para permitir el paso de equipos), frente a las puertas de las salas de cargadores de div. A y B.
- Instalación de un murete en el suelo, de 20 cm de altura, con rampas a cada lado, frente a las puertas de las salas de centros de potencia de div. A y B.

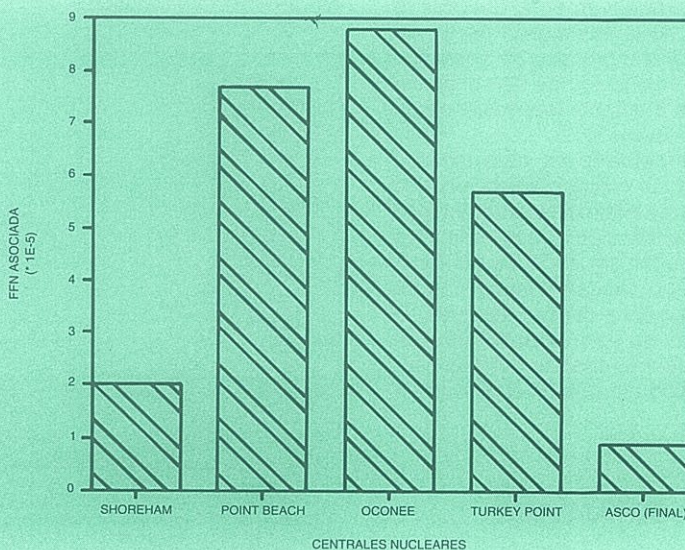
- Colocación de impermeabilización en las zonas de pasillos que comunican a las salas de las bombas de RHR y salas de las bombas de carga del Edificio Auxiliar.
- Aumento de la frecuencia de realización de pruebas de componentes de detección de inundaciones (interruptores de nivel).

Puede constatar de lo anterior que mejoras introducidas con costes relativos suponen una mejora constatada y sustancial de la seguridad.

Aunque la situación original de C.N. Ascó podría categorizarse en consonancia con resultados conocidos de otros APS's, el análisis de mejoras posibilitado por el APS se ha traducido en la reducción muy significativa del riesgo asociado (90% de la FFN inicial). El valor puntual final obtenido puede catalogarse de satisfactorio en comparación con los resultados definitivos, con inclusión de mejoras posteriores de otros APS's de inundaciones conocidas y publicadas (4) según se muestra en la figura III.

REFERENCIAS

- (1) NUREG/CR-2815: "Probabilistic Safety Analysis Procedures Guide", Rev. 1.
- (2) "Pipe and Vessel Failure Probability", Thomas H. M. Reliability Engineering.
- (3) NSAC-60: Oconee PRA.
- (4) NUREG-1407: "Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination of External Events (IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities, junio 1991.



F III. Comparación de resultados entre APS's publicados.