

APLICACION DEL APENDICE R AL 10 CFR 50 A LA PROTECCION CONTRA INCENDIOS EN CENTRALES NUCLEARES EN OPERACION

COMISION TECNICA SNE

La publicación por parte de la NRC, ya en 1981, del Apéndice R al 10 CFR 50, exigiendo a las centrales nucleares en operación por entonces nuevos requisitos de Protección Contra Incendios, trajo consigo diversos interrogantes en cuanto a la factibilidad técnica de su aplicación o las consecuencias económicas de ésta. La presente nota informa de los aspectos más relevantes que plantea dicha aplicación, así como de las diversas alternativas presentadas por el propio Apéndice.

ANTECEDENTES

El 19 de noviembre de 1980, la Nuclear Regulatory Commission de Estados Unidos publicó en el Registro Federal el Apéndice R al 10 CFR 50, dando como fecha de su entrada en vigor el 19 de febrero de 1981.

Dicha reglamentación se declara aplicable a las centrales nucleares en operación y su objeto es establecer correcciones y mejoras en la protección contra incendios de las centrales con permiso de explotación anterior al 1 de enero de 1979.

Estas centrales estaban diseñadas y evaluadas conforme a la Branch Technical Position APCSB 9.5-1 y a su Apéndice A, publicados en 1976 a partir del incendio producido en la central nuclear de BROWNS FERRY.

Dicha BTP APCSB 9.5-1 y su Apéndice A habían aportado una guía básica de diseño de PCI que en general establecía un grado de seguridad razonable y equilibrado, pero que en algunos aspectos había suscitado ciertas carencias en el diseño o dificultades en la aplicación.

La NRC se centra en el Apéndice R en dichos aspectos conflictivos y, utilizando la experiencia adquirida en aquellos años, madura y matiza algunos requisitos. Principalmente son cuatro las secciones en las que se requiere que

los diseños previos sean revisados y actualizados. Dichas secciones se han resumido en la Tabla I.

Se describe a continuación el contenido de cada una de estas secciones.

MANTENIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PARADA SEGURA EN CASO DE INCENDIO

La sección III.G. el Apéndice R define las características de la protección contra incendios a aplicar para asegurar que las distintas redundancias de los sistemas necesarios para la parada segura y sus circuitos asociados no se pierdan en caso de existir un fuego de exposición, entendiéndose éste como el que pueda darse en cualquier área susceptible de contener materiales combustibles fijos o transitorios.

Se plantean distintas alternativas de protección basadas en los conceptos siguientes:

- El rango de resistencia al fuego de la barrera establecida.
- La separación (distancia) física entre los distintos componentes redundantes.
- La existencia o no de material combustible intermedio.

Tabla I
PRINCIPALES ASPECTOS DE LA
NORMATIVA REVISADOS POR EL
APENDICE R

- Protección contra incendios que asegure la capacidad de Parada Segura. (Sección III.G)
- Iluminación de Emergencia. (Sección III.J)
- Capacidad Alternativa y Dedicada de Parada Segura. (Sección III.L)
- Sistema Colector de Aceite de las Bombas de Refrigerante del Reactor. (Sección III.O)

- La existencia de sistema de detección automática de incendios en el área.
- La existencia de sistema de extinción automática de incendios en el área.

En la Tabla II se resumen las alternativas de protección ofrecidas según se trate de áreas fuera de la contención o dentro de la contención, alternativas que se detallan a continuación:

Fuera de la contención

En estas áreas se ofrecen tres alternativas:

- Separación de los trenes redundantes necesarios para la Parada Segura y sus circuitos asociados mediante barrera de tres (3) horas de resistencia al fuego.
- Combinación de las siguientes medidas:
 - Distancia de 20 pies (6,1 m) o mayor entre dichos trenes redundantes.
 - Ausencia de combustible intermedio entre ellos.
 - Existencia de un sistema de detección automática en el área.
 - Existencia de un sistema de extinción automática en el área.
- Combinación de las siguientes medidas:
 - Separación por barrera de una (1) hora de resistencia al fuego.
 - Existencia de un sistema de detección automática en el área.
 - Existencia de un sistema de extinción automática en el área.

Dentro de la contención

En estas áreas, la NRC ofrece, si no se puede cumplir con alguna de las alternativas anteriores, la posibilidad de reducir las exigencias, basándose en que dentro de la contención son menos probables los fuegos de exposición debidos a combustibles transitorios durante la operación de la central. Las alternativas en este caso son:

- Combinación de las siguientes medidas:

- Distancia de 20 pies (6,1 m) o mayor entre los trenes redundantes necesarios para la Parada Segura y sus circuitos asociados.
- Ausencia de combustible intermedio entre ellos.
- Combinación de las siguientes medidas:
 - Existencia de un sistema de detección automática en el área.
 - Existencia de un sistema de extinción automática en el área.
- Separación mediante una barrera no combustible que impida que la radiación emitida por el incendio de un tren pueda afectar al redundante.

ELECCION DE ALTERNATIVA DE PROTECCION

Como vemos, el criterio seguido en la definición de alternativas corresponde a una aplicación equilibrada de las medidas de protección activas y pasivas. La decisión, en un área dada, de qué alternativa emplear, debe estar precedida de una evaluación global de los impactos de diverso tipo que en la explotación de la Central puedan producir las distintas soluciones a cambio del incremento del nivel de protección que proporcionan.

Procedemos a continuación a analizar las diferentes alternativas:

Protecciones pasivas de tres horas de resistencia al fuego

La aplicación de protecciones pasivas de tres horas de rango de resistencia al fuego constituye la medida más directa de cumplimiento con la norma, ya que no requiere otras complementarias.

Al estudiar esta alternativa hay que tener en cuenta los elementos a proteger y el tipo de protección a emplear.

En el caso de protección de conductos de ventilación, de equipos mecánicos o de cables de instrumentación y control, no deben presentarse problemas en su aplicación salvo los derivados del montaje, especialmente en lugares estrechos o inaccesibles.

En el caso de protección de bandejas de cables de potencia, hay que tener en cuenta que el cubrimiento de dichas bandejas lleva consigo la disminución de la capacidad de disipación del calor al disminuir el efecto de la convección natural en torno a la bandeja. Por ello, hay que considerar las características de "de rating" del producto empleado para no afectar de forma inadmisiblemente a la capacidad de transporte del cable y no provocar un envejecimiento prematuro del aislamiento.

Protecciones pasivas de una hora de resistencia al fuego

La aplicación de protecciones pasivas de una hora de rango de resistencia al

Tabla II
ALTERNATIVAS DE PROTECCION PARA
ASEGURAR LA CAPACIDAD DE PARADA
SEGURA

FUERA DE CONTENCIÓN

- Barrera tres (3) horas de resistencia al fuego
- o
- Barrera una (1) hora de resistencia al fuego
- Detección automática
- Extinción automática
- o
- Distancia $\geq$ 20 pies (6,1 m)
- Ausencia combustible intermedio
- Detección automática
- Extinción automática

DENTRO DE CONTENCIÓN

- Distancia $\geq$ 20 pies (6,1 m)
- Ausencia combustible intermedio
- o
- Detección automática
- Extinción automática
- o
- Barrera energía radiante

fuego simplifica el montaje, abarata los costes y reduce el problema de la disipación de calor en los cables de potencia, pero lleva emparejada la instalación de sistemas automáticos de detección (en general, deben existir en todas las áreas) y de sistemas automáticos de extinción.

Evidentemente, en el caso de existencia previa en el área de dichos sistemas automáticos de detección y de extinción, esta alternativa se muestra como la más favorable.

Sistemas automáticos de extinción

La instalación de un sistema automático de extinción, generalmente de agua, presenta más o menos dificultades según cada caso concreto, en función de los siguientes aspectos:

- Conexión a un punto adecuado de la red de agua contra incendios.
- Montaje en una central en operación.
- Posibilidades de fallo funcional, con descargas de agua innecesarias en la zona.
- Difícil protección de equipos que puedan ser funcionalmente afectados.
- Posible ausencia de drenajes.
- Instalación de petos de protección contra inundación.

Teniendo en cuenta que en muchos casos los riesgos de incendio presentes en las áreas están perfectamente identificados y reducidos a zonas muy delimitadas y constituidos por materiales de aislamiento de cables, cuya combustión es de desarrollo lento pero con generación temprana de humos, podría considerarse suficiente adoptar una protección combinada activa-pasiva que garantizara que un incendio real en la zona pudiera ser controlado eficazmente mediante un sistema de detección automática de humos y un sistema fijo

de extinción de cobertura localizada al riesgo y de accionamiento manual, con lo que la descarga de agente extintor sería notablemente inferior y totalmente controlada.

El criterio de protección por distancia

La aplicación del criterio de protección por distancia igual o superior a 20 pies (6,1 m) que la guía permite aplicar tanto dentro como fuera de la contención (aunque para su aplicación fuera de la contención se exige la instalación de un sistema fijo automático de extinción, medida ésta ya comentada anteriormente) exige el requisito adicional de ausencia de material combustible intermedio que pueda propagar el fuego desde un componente a su redundante. El material combustible propagador más generalizado en estas zonas está constituido por los aislamientos de los cables. Si suponemos que la propagación más probable es la lineal a través de las propias bandejas y conductos de cables, podemos introducir una flexibilización a la norma aceptando que la instalación de cortafuegos en bandejas y conductos que pudieran actuar de intermediarios en la propagación del fuego dentro de la zona pudiera eliminar este riesgo y permitiera aplicar el criterio de protección por distancia en muchos más casos.

Dentro de contención

Dentro de contenciones no inertizadas en condiciones de funcionamiento normal, el Apéndice R ofrece, además de la alternativa de protección por distancia analizada anteriormente y de la alternativa de los sistemas automáticos de detección y extinción, una tercera vía de protección para salvaguardar las funciones redundantes de parada segura en caso de incendio.

Esta alternativa consiste en aceptar unos escudos, denominados "non-combustible radiant energy shields", a situar entre las divisiones redundantes de cables que convergen dentro de la contención en la zona de penetraciones eléctricas, de manera que la radiación de energía generada por un fuego en los cables de una división no degrade o prenda los cables de otras divisiones.

En este caso, parece que la NRC tiene en cuenta que, al existir en estas áreas grandes volúmenes de aire, los efectos de un posible incendio (térmicos y de generación de humo) alcanzan valores que sólo requieren protección de los equipos contra la energía radiada por la alta temperatura del material combustible ardiendo; asimismo dichos escudos sirven para desviar la energía de convección generada por el incendio.

El Apéndice R no define el rango de resistencia al fuego requerido para dichos escudos.

Posteriormente, la NRC, en la BTP, CMEB 9.5-1, sección c.7.a(1)b, indica que tales escudos deben poseer un rango de resistencia al fuego de media (1/2) hora.

Parada segura fría

Para garantizar las funciones de parada segura fría, y dado el margen de tiempo permitido para el inicio de este tipo de operaciones desde el disparo del reactor, la guía permite la ausencia de adopción de medidas especiales de protección, siempre que sea posible demostrar mediante procedimientos administrativos de actuación el reemplazo o separación del componente afectado por el incendio en un plazo máximo de 72 horas, para lo que se requiere un estudio previo de estimación de daños por incendio postulable en las distintas zonas de la central y el alcance y valoración de los daños causados sobre estos componentes.

CAPACIDAD ALTERNATIVA Y DEDICADA DE PARADA SEGURA

En la sección III.L, el Apéndice R exige que en aquellas centrales en las que no pueda asegurarse en algún área el conseguir y mantener la capacidad de parada segura caliente, o bien la capacidad de parada segura fría y su mantenimiento en el plazo de 72 horas, mediante ninguna de las alternativas anteriormente analizadas, se dote a esa área específica de medios alternativos o dedicados para conseguir dichas condiciones de parada segura, independientemente del área afectada, y postulando la pérdida de energía exterior durante 72 horas.

La localización de todos los componentes de estos sistemas alternativos (Panel de transferencia, tendidos de cables, etc.) debe instalarse en áreas de fuego independientes.

Esta alternativa constituye una solución compleja y costosa en la mayoría de los casos.

ILUMINACION DE EMERGENCIA

En la sección III.J, el Apéndice R exige instalar unidades de iluminación de emergencia provistas de baterías con autonomía de ocho horas en todas aquellas áreas donde sea preciso acceder para la operación de los equipos necesarios para parada segura, así como en las rutas de acceso y escape a dichas áreas.

La implantación de este requisito no

presenta dificultades técnicas, en general.

SISTEMA COLECTOR DE ACEITE DE LAS BOMBAS DE REFRIGERANTE DEL REACTOR

En la sección III.O, el Apéndice R exige equipar a las bombas de refrigerante del reactor con un sistema colector de vertidos del aceite lubricante de dichas bombas.

Este sistema colector debe ser capaz de confinar cualquier vertido de aceite, es decir, debe estar dimensionado para el máximo vertido posible, y conducirlo a un depósito cerrado y venteado; asimismo, la guía pide que dicho sistema colector sea diseñado para asegurar "razonablemente" su resistencia al Terremoto de Parada Segura, de modo que se cumpla el párrafo C.2 de la Guía Reguladora 1.29 "Seismic Design Classification", según la NRC en la información suplementaria que sirve de preámbulo a la publicación del Apéndice R en el Registro Federal.

Este sistema de recogidos de vertidos presenta generalmente dificultad en su implantación debido, principalmente, a la congestión de las zonas afectadas.

CONCLUSIONES

En la aplicación del Apéndice R a las centrales nucleares en operación se ha de hacer una evaluación caso a caso del impacto producido por cada una de las alternativas propuestas, eligiendo aquella que proporcione el nivel de protección requerido teniendo en cuenta la seguridad global de la central y que resulte por otro lado más factible y económica por afectar en menor grado a su explotación. En todo caso, las aplicaciones ya realizadas en USA demuestran que es posible armonizar sin una complicación excesiva las instalaciones existentes con los nuevos requisitos del Apéndice.

REFERENCIAS

- 10 CFR Part 50: *Fire protection program for operating nuclear power plants*, dated November 19, 1980. Federal Register Vol. 45, n.º 225, 76602.
- Appendix R. *Fire protection program for nuclear power facilities operating prior to January 1, 1979*.
- Branch Technical Position APCSB 9.5-1: *Guidelines for fire protection for nuclear power plants* (5/1/76).
- Appendix A to Branch Technical Position APCSB 9.5-1: *Guidelines for fire protection for nuclear power plants docketed prior to July 1, 1976*. (August 23, 1976).
- Branch Technical Position CMEB 9.5-1. Rev. 2 (julio 81).