



Martín REGAÑO URETA es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao. En 1974 ingresó en Iberduero, participando en el montaje eléctrico de la Central Nuclear de Lemóniz. Desde 1981 a 1984 colaboró con el Departamento de Ingeniería de Nuclenor en el desarrollo del "Systematic Evaluation Program". Desde 1984 a 1988 participó en el proyecto de la Central Nuclear de Trillo como Jefe de la Sección de Ingeniería Eléctrica y, posteriormente, como Jefe de la Oficina de Ingeniería en Obra. En 1988 se incorporó a Nuclenor, desempeñando las funciones de Jefe de Grupo de Proyectos. Es coordinador del Comité de Gestión de Vida Remanente del Grupo de Propietarios de Centrales BWR.

CENTRALES BWR

COMITE DE GESTION DE VIDA REMANENTE DEL GRUPO DE PROPIETARIOS

M. REGAÑO

ANTECEDENTES

La generación de electricidad a partir de la energía nuclear se ha perfilado como una alternativa realista, por lo que la conservación y el alargamiento de la vida útil de las centrales existente es un tema de gran importancia económica y estratégica para el Sector Eléctrico que ha motivado que en distintos países que poseen centrales nucleares se hayan desarrollado planes encaminados a conseguir este objetivo.

Después de los primeros estudios sobre viabilidad técnica y económica realizados por el EPRI entre 1982 y 1988, las empresas propietarias americanas, en colaboración con el DOE, han puesto en marcha un proyecto para alargar la vida de las centrales nucleares de Monticello (BWR) y Yankee Road (PWR). Dichos proyectos, actualmente en curso, tienen una duración estimada de 5 años y su objetivo es renovar la licencia de operación para extenderla por un período total de 60 años.

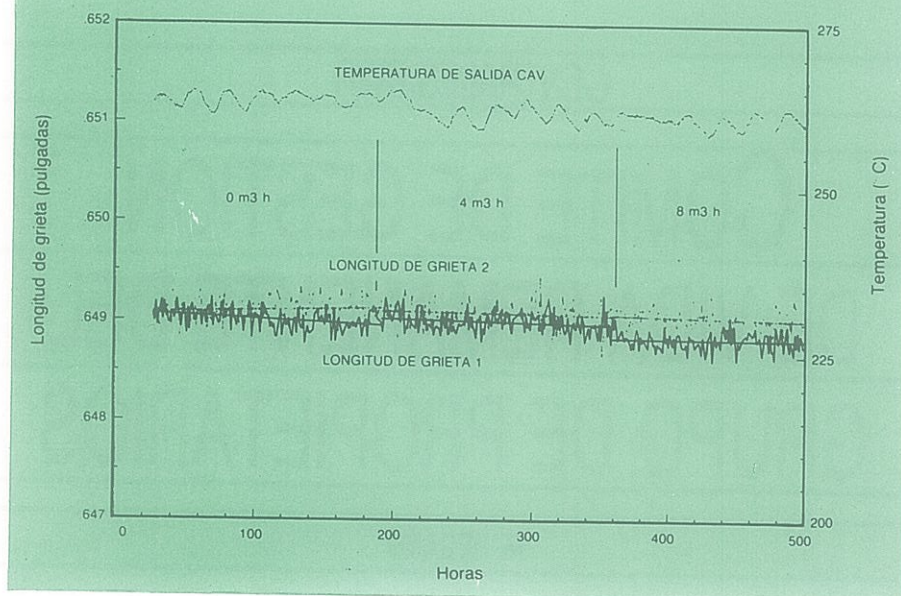
La NRC, con fecha 15 de junio de 1990, ha emitido para comentarios la propuesta de normativa aplicable (10CFR 2, 50, 54) para renovar la licencia de operación y espera aprobar la edición definitiva a finales del año 1991.

Tomando como base el proyecto piloto americano para la central de Monticello,

similar a la de Santa María de Garoña, de cuyo estudio de costo y beneficio se deducía un beneficio económico considerable para la opción de alargar la vida de las centrales BWR, Nuclenor realizó en 1987 un estudio sobre la viabilidad de alargar la vida útil de la central nuclear de Santa María de Garoña. Los resultados del estudio indicaron que dicha central es una candidato óptimo, debido principalmente a las modificaciones que se han ido introduciendo para adaptar la normativa en vigor y a la calidad observada en los principales componentes críticos.

A principios del año 1988 el Comité de Dirección del Grupo de Propietarios de las centrales tipo BWR decidió la creación de un nuevo comité denominado de Gestión de Vida Remanente, con el objetivo de elaborar un plan relacionado con el alargamiento de la vida útil de las centrales nucleares. Este plan comprende un conjunto de actividades genéricas para todas las centrales BWR, que se desarrolla en coordinación con el resto de los Comités del Grupo de Propietarios, y otro conjunto de actividades específicas que cada central desarrolla según su propio programa. Debido a que Nuclenor ya había iniciado algunas actividades específicas en este campo, el Comité de Gestión de Vida Remanente decidió considerar el programa específico de Santa María de Garoña como el pro-

SS - 137



F I

grama piloto y de referencia del Grupo de Propietarios BWR.

PLAN DE GESTION DE VIDA REMANENTE

Una de las conclusiones más importantes que se ha sacado del trabajo realizado hasta la fecha es que los programas de mantenimiento preventivo, inspecciones en servicio, pruebas periódicas, calibraciones, diagnosis y sustitución de componentes consumibles, serán la clave para poder gestionar un plan de alargamiento de vida, ya que permitirán reducir a casi la mitad el número de componentes sujetos a evaluación para renovar la Licencia de Operación.

Podríamos definir la gestión de vida remanente como el programa de acciones requeridas para mejorar la disponibilidad de una central, alargar su vida útil y mantener abierta la posibilidad de renovar su Licencia de Operación. Básicamente el objetivo de este programa es complementar los programas en curso de mantenimiento e inspecciones para aquellos componentes activos clasificados como críticos por su importancia en relación con la seguridad, viabilidad de su sustitución e impacto en la disponibilidad de la central y evaluar y controlar los mecanismos de degradación de aquellos otros componentes críticos pasivos, tales como, la vasija, los internos de la vasija, la contención, las estructuras de hormigón, etc.

A continuación se lista, de forma resumida, la actividades del programa del Grupo.

PROGRAMA PILOTO DEL GRUPO BWR

Actividades genéricas

- Almacenamiento de muestras de materiales envejecidos.
- Conservación en paradas.
- Diagnosis de generadores Diesel.

Actividades específicas relacionadas con la evaluación de componentes

- Vasija del reactor.
- Internos de la vasija.
- Contención primaria.
- Sistema de recirculación (barrera de presión).
- Erosión-corrosión de tuberías.
- Turbina.
- Componentes mecánicos.
- Componentes eléctricos y de instrumentación.
- Estructuras de hormigón.
- Ampliación de Sala de Control y equipo eléctrico.
- Documentación.

ACTIVIDADES GENERICAS

Muestras destructivas de materiales envejecidos

Dentro del programa de gestión de vida remanente se considera que la toma de

muestras de los materiales envejecidos de los componentes críticos de la central son una actividad importante para obtener datos valiosos referentes a los procesos de degradación, envejecimiento y comportamiento a largo plazo de dichos materiales.

Actualmente se han redactado los procedimientos necesarios para la identificación, almacenamiento y preservación de los materiales retirados y se ha dispuesto una zona para su almacenamiento. Esta actividad se ha puesto en marcha en la parada de recarga de 1990.

Plan de conservación en paradas (LAY-UP)

Se ha iniciado un programa de conservación para establecer un método que mitigue la posible degradación de los sistemas y componentes durante las paradas. El plan trata de preservar en buenas condiciones los sistemas y componentes mediante el control de corrosión que tienen lugar durante las mencionadas paradas de recarga. El programa se puso en marcha durante la parada de recarga de 1990 en el sistema de vapor principal.

Generadores diesel

Se están redactando guías y procedimientos para vigilar el desgaste de algunos componentes de estas máquinas mediante diagnosis por vibraciones. En dichos procedimientos se describirán las señales que es necesario tomar, sensores que es necesario utilizar, puntos de medida, secuencia de carga y velocidad, y formatos de resultados. También se describirán los tipos de análisis que puedan realizarse en base a los datos registrados y los criterios de evaluación de dichos análisis.

EVALUACION DE COMPONENTES

Vasija del reactor

La conclusión principal de los análisis realizados sobre la pérdida de tenacidad por fluencia neutrónica es que existe margen suficiente para que la vasija pueda seguir funcionando durante más de 60 años. Actualmente el programa de evaluación de la vasija comprende fundamentalmente dos actividades: ensayos de probetas irradiadas y evaluación de la fatiga.

- Ensayos de probetas irradiadas: Para determinar con mayor exactitud la pérdida de tenacidad por fluencia neutrónica de los materiales de la vasija se están realizando una serie de ensayos complementarios a los ya

realizados sobre probetas irradiadas. Previamente ha sido necesario reconstituir, por el procedimiento del "Electro beam welding", las probetas irradiadas que habían sido utilizadas en ensayos anteriores. De los trabajos realizados hasta la fecha parece confirmarse que la pérdida de tenacidad por fluencia neutrónica no es un fenómeno que limite la vida útil de las vasijas de las centrales BWR.

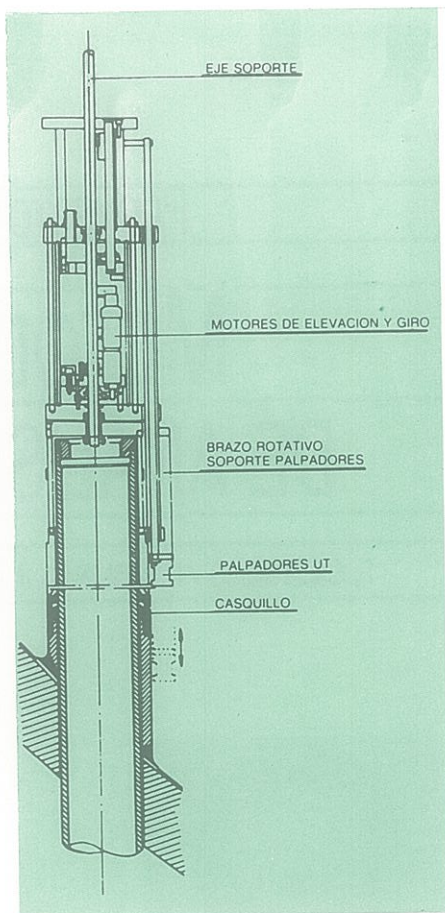
- **Evaluación de la fatiga:** Esta actividad persigue dos objetivos fundamentales, por una parte realizar una recopilación histórica de todos los transitorios de la central y un cálculo realista del factor de uso de la fatiga de los componentes, y por otra parte instalar un sistema de vigilancia y evaluación de la fatiga en tiempo real con los parámetros reales del proceso. La metodología consiste básicamente en calcular para cada elemento del componente sujeto a fatiga, la llamada función de influencia que refleja la respuesta de dicho componente, en términos de tensiones, ante un transitorio térmico unitario. Con esta función y los datos de proceso correspondientes a un transitorio real se calculan las tensiones del componente, en tiempo real, y su gasto en fatiga.

Internos de la vasija

Además de las inspecciones visuales requeridas por la Sección XI del Código ASME se ha puesto en servicio un sistema de vigilancia de la corrosión que consiste en un autoclave en el cual se introducen probetas preagrietadas de distintos materiales y sometidas a tensiones de tracción en presencia del refrigerante del reactor, que se toma a través de la línea de drenaje de la vasija. De esta forma se controla, en tiempo real, la influencia del contenido de oxígeno (mayor o menor inyección de hidrógeno) en la velocidad del proceso de corrosión. En la figura I puede apreciarse cómo el proceso de corrosión intergranular de un acero austenítico queda prácticamente inhibido cuando se inyecta en el refrigerante un caudal de 8 m³/h. de H₂ en el sistema de recirculación de la central.

Inspeccionar por ultrasonidos, por el interior de la vasija y bajo agua, alguno de los internos de la vasija. La figura II corresponde a una herramienta para inspeccionar por ultrasonidos las penetraciones de los accionadores de las barras de control.

El Grupo de Propietarios ha firmado un contrato de colaboración con EPRI para compartir experiencias y resultados en los proyectos de corrosión de los internos de la vasija, tanto desde el punto de vista de acciones mitigadoras como acciones correctoras (inspecciones y reparaciones).



F II Inspección por UT-OD soldadura inferior

Contención primaria

Las principales actividades que se están realizando en este tema están encaminadas a vigilar el envejecimiento por corrosión y se refieren principalmente a inspecciones visuales del liner embebido en el hormigón de la cimentación y a la medida de espesores por ultrasonidos en diferentes puntos que se han seleccionado como referencia. Los resultados de dichas medidas e inspecciones han sido satisfactorios, ya que no se ha detectado, hasta la fecha, ningún envejecimiento significativo.

Sistema de recirculación (barrera de presión)

Para controlar el proceso de la corrosión intergranular de la tuberías de acero inoxidable se están realizando las siguientes actividades:

- Se ha instalado un sistema de inyección de hidrógeno para inhibir el proceso de corrosión intergranular controlando el contenido en oxígeno y, por tanto, el potencial electro-químico del refrigerante.
- Alivio de las tensiones residuales localizadas en las zonas próximas a las

soldaduras, aplicando un proceso conocido como "Proceso Mecánico de Alivio de Tensiones Residuales". Este proceso permite cambiar el signo de las tensiones en las fibras interiores de la zona próxima a la raíz de la soldadura, pasando a trabajar a compresión en lugar de a tracción. Este efecto se consigue aplicando, por procedimientos mecánicos, una presión a la superficie exterior de la tubería capaz de producir una deformación permanente controlada. La deformación es inapreciable a simple vista.

- Investigación sobre el envejecimiento térmico (fragilización) de los aceros inoxidables fundidos austenoferríticos a temperaturas del orden de 280° C. Los estudios que se están llevando a cabo están siendo apoyados con ensayos que se están realizando sobre probetas pertenecientes a materiales envejecidos en servicio.

Erosión-corrosión de tuberías

Se han desarrollado programas de ordenador que permiten identificar cuáles son los puntos o accesorios más susceptibles a la erosión-corrosión en función de las condiciones de trabajo de cada línea, geometría, materiales, temperatura del fluido, contenido en oxígeno, etc.

Una vez identificados estos puntos se establece en cada parada de recarga un programa de inspecciones por ultrasonidos para medir las pérdidas de espesor de las tuberías y evaluar si son o no aceptables. Los estudios realizados y las acciones correctoras que se van tomando en cada parada de recarga (sustituciones por materiales más resistentes a este fenómeno y reparaciones) permiten acotar con mayor eficacia este mecanismo de degradación y optimizar los programas de inspecciones.

Turbina

El programa de evaluación de la turbina contempla, principalmente, las actividades relacionadas con la inspección y evaluación de los rotores, las carcassas interiores y los diafragmas; dedicándole especial atención a las etapas de baja presión. El tipo de inspecciones que se está realizando son: inspecciones visuales, medida de espesores de carcassas y de diafragmas, e inspecciones por ultrasonidos de los rotores y sus discos.

Componentes mecánicos

En relación con la gestión de la vida remanente de los equipos mecánicos están en marcha las siguientes actividades.

- Inspección, evaluación y sustitución de los ejes y tapas de las bombas de recirculación.

Pasa a la última página.

- Inspección y evaluación del condensador principal.
- Inspección, evaluación y sustitución de los calentadores de agua de alimentación y del condensador de aislamiento.
- Inspección y evaluación de los separadores de humedad.
- Diagnóstico de válvulas.
- Diagnóstico de equipos rotativos.

Componentes eléctricos y de instrumentación

Dentro del programa de renovación y modernización de la instrumentación y de los equipos eléctricos de la central se están acometiendo las siguientes actividades:

- Sustitución de los anunciadores de alarmas de la Sala de Control.
- Sustitución y reparación de las penetraciones eléctricas de la contención.
- Mejoras en el sistema eléctrico interior, instalación de nuevas fuentes de alimentación ininterrumpibles, sustitución de cabinas de media tensión y centros de fuerza, sustitución de baterías Clase 1E.
- Inspección y sustitución de los cables relacionados con los equipos de seguridad instalados dentro de la contención (Drywell).

- Sustitución de la instrumentación de los lazos de control de los sistemas de emergencia por otra instrumentación más precisa, fiable, fácil de calibrar y con funciones de autodiagnóstico.

Estructuras de hormigón

Se ha realizado un estudio y evaluación del estado de conservación de toda la obra civil, basándose en la documentación de diseño, documentación de construcción y pruebas, documentación emitida mediante inspecciones visuales de las estructuras y realización de ensayos adicionales de probetas de hormigón correspondientes a materiales envejecidos retirados de dichas estructuras.

Las conclusiones de dicho estudio son satisfactorias, ya que las estructuras de hormigón están en un estado óptimo debido, sobre todo, a la excelente calidad de los hormigones y a los procedimientos que se utilizaron durante la construcción de la central.

Ampliación de la sala de control y equipo eléctrico

Se está procediendo a la ampliación de la Sala de Control y de equipo eléctrico

para dotar a la central de una áreas de expansión para las futuras aplicaciones de los sistemas de control y protección de la central y de los sistemas eléctricos de la misma. Durante la parada de 1990 se ha instalado en la ampliación de la Sala de Control los nuevos paneles del sistema analógico de control y protección de los sistemas de emergencia de la central.

Documentación

Con objeto de proceder a la evaluación de los componentes críticos es necesario conocer las condiciones históricas de operación de los mismos. Para ello se ha llevado a cabo una selección e identificación de los documentos y registros importantes desde el punto de vista de la gestión de la vida remanente de los 120 componentes o estructuras consideradas como más importantes y se está clasificando dicha información para preparar los dosieres que contengan los datos asociados a todos los transitorios de la central.

Se considera que es prioritario realizar esta actividad a corto plazo en todas aquellas plantas que desean mantener abierta la posibilidad de alargar la vida útil de los componentes más allá de las condiciones de diseño.