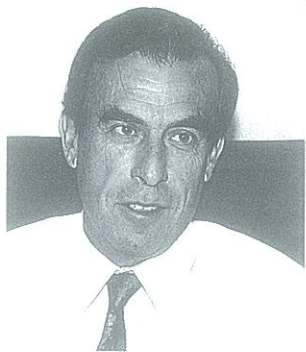




Juan I. PARDO ALBARELLOS es Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid. Desde 1966 trabaja en el campo nuclear en Unión Fenosa.

Participó en el montaje, pruebas, arranque y comienzo de la operación comercial de CN José Cabrera. Fue Jefe de Proyecto de CN de Trillo 1 desde el comienzo del proyecto hasta la puesta en marcha. Actualmente es Subdirector Jefe de la Organización Soporte de Producción Nuclear, y ostenta la Dirección de Proyecto del Análisis Probabilista de Seguridad de la Central Nuclear José Cabrera.

CENTRAL NUCLEAR "JOSE CABRERA"

APARICIÓN DE DEFECTOS EN LAS PENETRACIONES DE LA TAPA DE LA VASIJA

J. I. PARDO

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

La tapa de la Vasija en la C.N. José Cabrera está dotada de 37 penetraciones constituidas por tubos de Inconel 600 soldados por su extremo inferior a la zona interior de la tapa. Estos tubos llevan soldadas en su extremo superior unas bridas de acero inoxidable (adaptadores), para su conexión con los mecanismos de accionamiento de las barras de control del reactor. De las 37 penetraciones, 17 son de reserva, 2 están utilizadas para el paso de termopares, 1 es para la conexión de Inyección de Seguridad a la parte superior de la Vasija, y las 17 restantes son utilizadas para el accionamiento de barras de control. Estas últimas penetraciones incorporan un manguito térmico interior, que actúa como guía del eje de accionamiento de una haz de barras de control. Las penetraciones de reserva están taponadas por su extremo superior, mediante tapón roscado a la brida y soldadura de sellado a la misma.

Entre las actividades programadas durante la recarga de 1.994 estaba prevista la inspección visual de las penetraciones en su zona exterior a la Vasija, la inspección por ultrasonidos de la soldadura bimetalica de dos penetraciones, y la toma de réplicas metalográficas para determinación de la microestructura del material, y de la potencial susceptibilidad al fenómeno de corrosión detectado en las centrales francesas.

DETECCION DEL PROBLEMA

El pasado 10 de Enero se paró la Central para realizar la recarga de combustible y para llevar a cabo las actividades de revisión e inspección programadas. En el transcurso de dichas actividades, el día 18 del mismo mes se descubrió la presencia de boro en la parte exterior de la penetración nº36, de reserva. Como consecuencia de este descubrimiento, se efectuó una prueba con líquidos penetrantes, determinándose la existencia de una fisura pasante de orientación axial y de una longitud aproximada de 20 mm. situada en la zona libre del tubo de Inconel, por encima de la tapa de la Vasija y bajo la soldadura bimetalica. Este hecho fué puesto inmediatamente en conocimiento del Consejo de Seguridad Nuclear, como Suceso Notificable en 24 h.

Posteriormente se iniciaron inspecciones adicionales por ultrasonidos de la penetración nº36 y de otras tres con el fin de determinar el potencial daño de otras penetraciones. En la nº36 se detectaron otras dos indicaciones de defectos, axiales y no pasantes. En la penetración nº31, también de reserva, se detectaron asimismo otras tres indicaciones de defectos axiales y no pasantes. En las penetraciones nº15, equipada con barra de control, y nº23, conexión del Sistema de Inyección de Seguridad a la Tapa de la Vasija, no se encontraron indicaciones de defecto.

las penetraciones no equipadas con barra de control y en toda la longitud de la pieza de Inconel.

- Inspección de una muestra de las penetraciones equipadas con barra de control. Dependiendo de los resultados de las actividades programadas, la muestra anterior, así como las características y técnicas de la inspección, podrían ampliarse.

- Realización de análisis tensionales para determinar tamaños de grieta crítica y velocidad de crecimiento de las mismas.

- Análisis histórico de la química del refrigerante.

- Evaluación técnica y de seguridad, y ejecución de las acciones que se consideren pertinentes (reparaciones, inspecciones, vigilancia, etc), previo a continuar

la operación de la Central.

Este plan de actuación se inició a finales del mes de Enero.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Durante el mes de Febrero se realizaron las inspecciones de las 17 penetraciones de reserva, más una de las utilizadas para paso de termopares, y la de conexión de la Inyección de Seguridad. La empresa Tecnatom fué la encargada de su realización. Las técnicas de inspección utilizadas fueron las corrientes inducidas y los ultrasonidos. Los resultados preliminares mostraron la existencia de defectos en 16 de las 19 penetraciones examinadas, siendo éstos discretos y de orientación axial en la parte superior del tubo, y múltiples y en algunos casos de orientación circunferencial en la parte inferior.

A la vista de estos resultados, a finales del mismo mes de Febrero se decidió la inspección de las 17 penetraciones equipadas con barra de control. Estas penetraciones, al incorporar un manguito interior, no pueden ser inspeccionadas con los mismos equipos utilizados para las restantes. Por esta razón se solicitaron los servicios de los equipos y las técnicas de inspec-

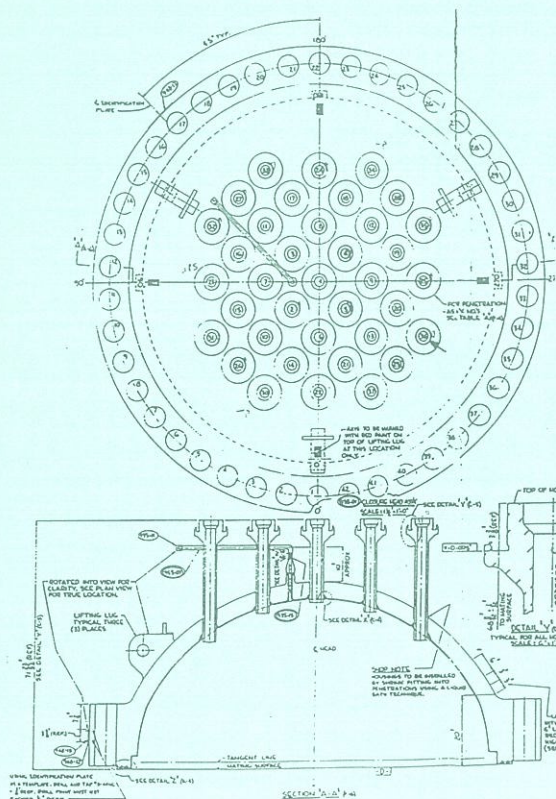
ción puestos a punto en el proyecto de I+D denominado PETAVA, desarrollado por el Sector Eléctrico. Se estableció un plan consistente en la inspección por ultrasonidos, por el exterior del tubo, de la parte superior sobre la tapa de la vasija, y la inspección por corrientes inducidas, por el interior del tubo, de la parte inferior.

Durante el mes de Marzo se efectuaron las inspecciones citadas. Los resultados preliminares mostraron indicaciones en 10 de estas penetraciones, si bien solo en su parte inferior. De estas indicaciones, en número significativamente menor que las halladas en las penetraciones de reserva, tan solo en 3 penetraciones han sido reportadas algunas como defectos. En la segunda quincena de Marzo se trabajó en la retirada de los manguitos térmicos y en la caracterización por ultrasonidos de los defectos reportados en dichas 3 penetraciones, así como en la utilizada para paso de termopares, que estaba pendiente. Durante todo este programa, el Consejo de Seguridad Nuclear y el Ministerio de Industria y Energía han sido puntual y continuamente informados por UNION FENOSA de los resultados, tanto preliminares como finales. En paralelo con el programa descrito durante los meses de Febrero y Marzo se avanzó en el resto de actividades de análisis e investigación descritas.

Durante el mes de Febrero, se llevaron a cabo los estudios metalográficos previstos, sobre el tramo de la penetración que contenía el primer defecto encontrado, y que fue enviado a EE.UU. para su análisis en los laboratorios de Westinghouse. Los resultados preliminares indicaron que la naturaleza del defecto era una corrosión intergranular producida por la presencia de contaminante químico en el refrigerante, en particular azufre, atribuida a entradas accidentales de resinas al circuito primario, producidas en los años 1.980 y 1.981. Por otra parte, se puso de manifiesto una buena calidad mecánica del material, si bien se apreció una alta sensibilización del mismo, lo que favorecería el ataque químico citado.

A la vista de estos primeros resultados, se puso en marcha, por un lado, un estudio para determinar el alcance del efecto del azufre y sus derivados en otros materiales y componentes del circuito primario, y por otro, una investigación de las capacidades a nivel internacional para inspeccionar otras áreas del primario donde pudieran existir posibles materiales afectados. Actualmente, estas actividades continúan su curso.

En relación con la identificación final de la causa raíz de los defectos encontrados, se ha profundizado en la evaluación de la susceptibilidad del material de las penetraciones al fenómeno de PWSCC hasta ahora conocido. Los resultados preliminares indi-



Se procedió a continuación al corte de un tramo de la penetración que incluía la fisura pasante, para su análisis metalográfico. Ello permitió la inspección visual del tubo, apreciándose en su interior puntos de corrosión de escasa profundidad en el Inconel, y ausencia de indicaciones en la brida (acero inoxidable) y en la soldadura bimetálica.

PLAN DE ACTUACION

A la vista de estos resultados se elaboró un plan de actuación, conjuntamente con el Suministrador Principal, para establecer el origen del daño, evaluar su alcance y definir los aspectos técnicos necesarios para determinar las acciones correctoras adecuadas. Como actividades a desarrollar en dicho plan, se definieron las siguientes:

- Análisis químico del material depositado en la superficie interior de la penetración nº36.

- Obtención de réplicas metalográficas y posterior evaluación de las mismas.

- Análisis metalográfico del tramo de penetración retirado, que contiene la fisura pasante.

- Inspección por corrientes inducidas del interior del tubo, complementada con examen por ultrasonidos cuando haya indicación de defecto, de todas

can unos valores significativamente más bajos que los de la penetración de la planta de referencia (Ringhals 2), que permitirían concluir que este fenómeno no constituye una preocupación para la vida remanente de la Central.

RESULTADOS DE LAS INSPECCIONES

En los primeros días del mes de Abril se dió por finalizada la campaña de inspecciones de las penetraciones a la Tapa de la Vasija del reactor, y la evaluación de resultados. El resumen de estas actividades es el siguiente:

- Penetraciones de reserva (17): Inspeccionadas por corrientes inducidas por ultrasonidos, con los siguientes resultados:

- 1 penetración sin defectos.
- 5 penetraciones con defectos solo en la zona inferior siendo estos defectos aislados en tres de ellas (números 2, 3 y 4).
- 11 penetraciones con defectos aislados en zona superior y múltiples en zona inferior. En tres de ellas se han caracterizado las fisuras circunferenciales por ultrasonidos.

- Penetración de termopares (2): Inspeccionadas por corrientes inducidas y ultrasonidos, con los siguientes resultados:

- 1 penetración sin defectos.
- 1 penetración (nº30) con 3 defectos en parte inferior. Caracterizados como fisuras axiales la más larga de 21 mm, y profundidades máximas del 25% del espesor del tubo.

- Penetración de Inyección de Seguridad (1): Inspeccionada por corrientes inducidas, no mostró defectos.

- Penetraciones equipadas con barras de control (17): Inspeccionadas las 17 por corrientes inducidas en su zona inferior, y por ultrasonidos 12 por la parte superior y 3 de ellas también por la inferior. Los resultados son los siguientes:

- No detectadas indicaciones en la zona superior.
- 7 penetraciones sin indicaciones en parte inferior.
- 7 penetraciones con indicaciones aisladas, evaluadas sin profundidad significativa en base a los resultados obtenidos de las 3 penetraciones caracterizadas por ultrasonidos.
- 3 penetraciones con defectos en zona inferior:
 - nº10: dos fisuras axiales con profundidad máxima del 25% del espesor.
 - nº15: cuatro fisuras axiales, con profundidad máxima del 25%.
 - nº17: dos fisuras circunferenciales, una de 80° y profundidad máxima aproximada del 50% y otra

de 24° y profundidad máxima del 25%.

SOLUCIONES PREVISTAS

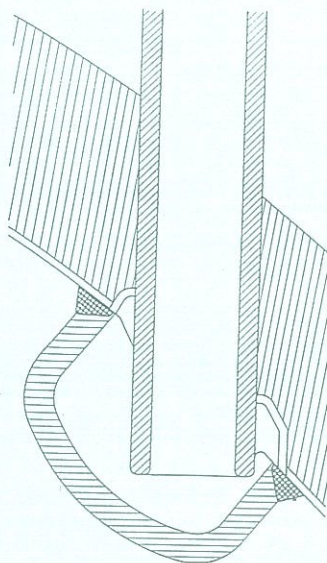
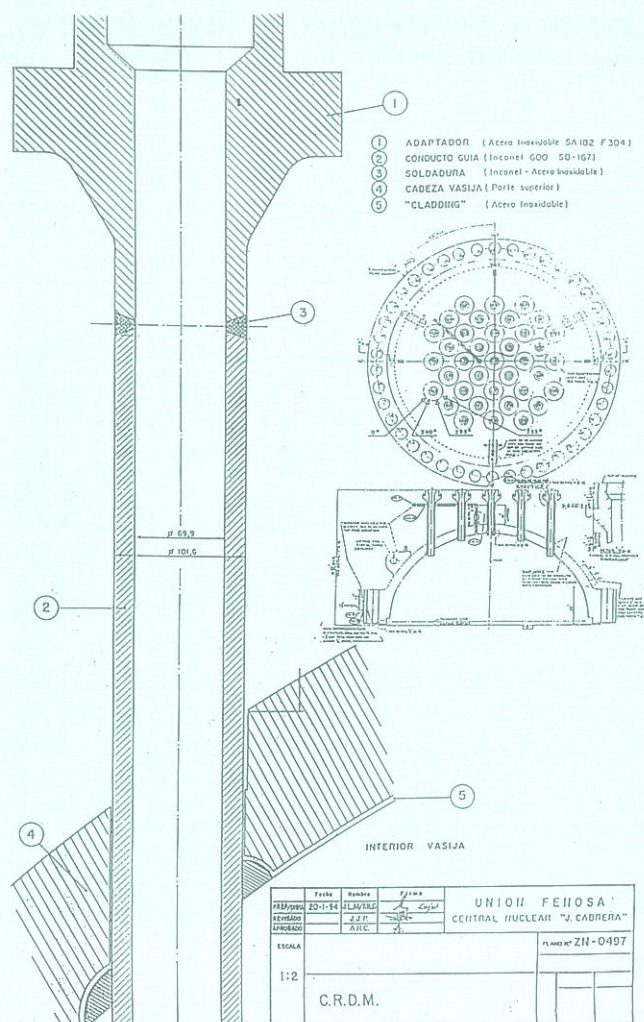
Los defectos encontrados, tanto en le primero como en el segundo tipo de penetraciones, se consideran reparables.

Actualmente se esta trabajando en la ingeniería de detalle de las reparaciones a efectuar, que son distintas para cada tipo. Se están planteando dos diseños de reparación diferentes:

- Para las penetraciones de reserva con defectos múltiples en su parte inferior, la solución en estudio consiste en cubrir el extremo inferior de las mismas con casquetes semiesféricos soldados a la Tapa por su parte interior, aislando los defectos y anulando las penetraciones.

- Para las 3 penetraciones equipadas con barra de control en las que se han caracterizado defectos (números 10, 15 y 17), así como para la nº30 de termopares, y eventualmente para las de reserva con indicaciones aisladas solo en zona inferior (número 2, 3 y 4), la solución consistiría en el saneado de las zonas defectuosas mediante mecanizado interior del tubo, y en los casos en que fuera requerido, posterior recargue por soldadura.

- Para las restantes 7 penetraciones equipadas con barras de control, que dieron indicaciones aisladas en la inspección por corrientes inducidas, se considera justificable la no necesidad de reparaciones al haber sido evaluadas dichas indicaciones, concluyendo que carecen de profundidad significativa.



REPARACIÓN PENETRACIÓN SIN MANGUITO DE RESERVA

RESUMEN DE LA INTERVENCION DEL PRESIDENTE DEL CSN EN SU COMPARECENCIA ANTE LA COMISION DE INDUSTRIA DEL SENADO

Publicamos a continuación la nota que ha dado a conocer el Consejo de Seguridad Nuclear sobre la comparecencia de su Presidente, el pasado 19 de abril, ante la Comisión de Industria, Comercio y Turismo del Senado, a petición del Grupo Parlamentario Popular.

«El Presidente mencionó que hasta la fecha, dentro del programa de inspecciones de las centrales PWR españolas, se ha llevado a cabo la revisión de las dos unidades de Almaraz y Ascó, y de la C.N. José Cabrera. La C.N. Vandellós II será inspeccionada en la parada de recarga prevista para el próximo mes de mayo y está en estudio la correspondiente a la C.N. de Trillo.

En el caso de las CC.NN. de Almaraz y Ascó, no se ha detectado la existencia de grietas en ninguna de las penetraciones inspeccionadas.

En cuanto a la C.N. José Cabrera, a falta todavía de informes definitivos, se puede avanzar que existen grietas generalizadas en las 17 penetraciones de reserva, y 11 grietas en la zona de soldadura de 4 de las 20 penetraciones restantes. Así mismo parece confirmarse la hipótesis de que el mecanismo iniciador ha sido un ataque de origen químico relacionado con los incidentes ocurridos en los años 1980 y

1981, en los que, como consecuencia de unos fallos en los filtros de los desmineralizadores, pasaron resinas al interior del circuito provocando una alteración de las condiciones químicas del agua de refrigeración del reactor. Por este motivo, la central deberá identificar todos aquellos componentes del circuito primario que pudieran ser sensibles a tal ataque, y proceder a una inspección de los mismos.

El CSN ha requerido a C.N. José Cabrera una serie de informes específicos que permitirán, una vez evaluados y contrastados, determinar la posición de este Organismo en cuanto a los requisitos que habrá de cumplir la central para una posible reanudación de la operación con plenas garantías de seguridad.

Estos informes incluyen aspectos relacionados con:

- Las inspecciones que se están llevando a cabo: resultados detallados, determinación de causa raíz, evaluación de otras posibles zonas afectadas, propuesta de las medidas a adoptar y análisis de seguridad de las medidas propuestas.

- La capacidad preventiva de detección de fugas procedentes del circuito primario.

- El proceso de fabricación de las penetraciones.

- Las inspecciones en servicio de la tapa realizadas hasta la fecha.

- La química del refrigerante: historial de la central desde su puesta en funcionamiento.

- Actuaciones de C.N. José Cabrera como explotador responsable en relación con el fenómeno de agrietamiento de las penetraciones detectado en otras centrales.

- Aclaración sobre las imprecisiones detectadas en el Estudio Final de Seguridad.

- Valoración del coste radiológico tanto de las inspecciones realizadas como de cada medida correctora que se proponga adoptar.

El informe que preceptivamente elaborará el CSN incorporará sus conclusiones sobre los aspectos indicados anteriormente, las auditorías realizadas a C.N. José Cabrera, y la contrastación de los estudios teóricos recibidos.

Se espera que la información solicitada a C.N. José Cabrera, entregada en forma escalonada, obre en el CSN antes de finales del mes de abril. Se estima que, en caso de ser necesarias inspecciones adicionales de componentes del primario, éstas podrían realizarse a lo largo del mes de mayo, en cuyo caso el informe preceptivo de este Organismo no estaría listo hasta mediados o finales de junio».



SOCIEDAD MUTUA DE SEGUROS Y REASEGUROS A PRIMA FIJA

c / Padilla, 46

28006 MADRID

Tfno.: (91) 575 01 38

Fax: (91) 576 90 47

LA GERENCIA DE RIESGOS EFICAZ

INGENIERIA Y GERENCIA DE RIESGOS

- Más de veinticinco años de experiencia nos avalan con la mayor y más importante cartera de riesgos industriales en España.

- La experiencia y profesionalidad de nuestro equipo técnico, nos ha permitido contar con la confianza de los principales grupos del sector eléctrico nacional.

- Nuestro Departamento de Gerencia de Riesgos ofrece un servicio integral de consultoría y asesoramiento en el tratamiento de los riesgos, tanto en lo que se refiere a su protección física (seguridad industrial), como a su protección financiera (seguros).

NUESTROS SEGUROS

- Diseño de Planes de Seguros Integrales a la medida de cada cliente.

- Nuestros seguros se adaptan a las necesidades de cobertura de cada empresa, abarcando desde las garantías básicas, a aquellas que requieran de un tratamiento más sofisticado.

Delegación CATALUÑA/BALEARES

c / Aragón, 264 - 1º 1ª

08007 BARCELONA

Tfno.: (93) 215 13 86

Fax: (93) 215 88 31

