

EXPERIENCIA DE CN ALMARAZ EN LA IMPLANTACIÓN DE MODIFICACIONES DE DISEÑO EN RECARGA

Durante el año 2016 la Central Nuclear de Almaraz ha realizado con éxito dos recargas de combustible en las que se han puesto en servicio más de 60 modificaciones de diseño (MD). Esto ha sido posible gracias a la capacidad del equipo humano que cuenta la Organización y a las mejoras del proceso de gestión e implantación de MD introducidas en los últimos años, tales como la reorganización del Departamento de Ingeniería de Planta, el desarrollo de procesos y herramientas de seguimiento y avances en los análisis de implantación. La puesta en servicio de MD es un factor clave para garantizar el cumplimiento con los requisitos de seguridad nuclear y mantener una elevada actualización tecnológica, garantizando la operación segura, fiable y económica de nuestras centrales.

En el año 2016 la central nuclear de Almaraz ha realizado con éxito dos recargas de combustible, la Recarga nº 24 de la Unidad 1 al comienzo del año y la Recarga nº 23 de la Unidad 2, finalizada en el mes de diciembre. Las recargas son el periodo de mayor indisponibilidad de la planta, por lo que una buena preparación repercute en la duración de la misma y la calidad de los trabajos influye directamente sobre la disponibilidad del ciclo posterior.

Con una potencia eléctrica de 1.049,43 MWe en la Unidad 1 y 1.044,45 MWe en la Unidad 2 y ciclos de operación de 18 meses, la central es capaz de asegurar un abastecimiento anual de 16.000 millones de kWh. Para conseguir este alto nivel de disponibilidad y fiabilidad se debe seguir un método de trabajo y planificación de actividades de la recarga para garantizar el cumplimiento del alcance, compromisos, así como la duración y costes previstos.

Junto a las actividades de sustitución de combustible, mantenimiento e inspecciones, se llevan a cabo actividades asociadas a cambios de diseño. Estas actividades alcanzan especial significado en un momento como el presente en el que es necesario adaptarse a la capacidad técnica exigida ante el aumento de los requisitos de seguridad del sector.

El reto que se presenta es asegurar la calidad del elevado número de actividades a desarrollar durante la recarga, a la vez que se optimiza su duración, garantizando la seguridad nuclear y personal y minimizando, a su vez, la exposición radiológica.

Considerando el proceso de implantación de modificaciones de diseño durante este periodo, éste ha sido un año significativo debido a la incorporación de mejoras en el mismo, que han dado sus resultados en las dos recargas realizadas. Para la planificación de la parada, se elaboran las matrices de seguimiento de las actividades de mantenimiento e inspección y de modificaciones de diseño. En esta última matriz se reflejan los proyectos definidos con una anticipación de dos recargas y se clasifican dichas modificaciones de diseño en críticas y no críticas. Esta clasificación se define en base a las cuatro características clave que influyen en el desarrollo e implantación de proyectos: diseño, requisitos de licencia, suministros y contratación de servicios e implantación.

Adicionalmente, se ha mejorado el análisis y la evaluación de las solicitudes de modificaciones de diseño antes de su aprobación, para disponer de una visión global del esfuerzo



JORGE OLIE TE MAYORGA

Jefe de Ingeniería de Diseño y Componentes de la central nuclear de Almaraz

CENTRALES NUCLEARES
ALMARAZ-TRILLO (CNAT)

Ingeniero industrial por la Universidad de Castilla-La Mancha

EXPERIENCE OF ALMARAZ NPP ON THE IMPLEMENTATION OF DESIGN MODIFICATIONS IN REFUELLING OUTAGES

In the year 2016 two outages in Almaraz NPP were successfully completed, in which more than 60 design modifications (DM) have been put into service. This has been possible due to the capabilities of the human team which the organisation has. Also to improvements in the management and implementation of DM's introduced over recent years. These have included the reorganisation of the Plant Engineering Department, the development of processes and monitoring tools and of advances in the implantation analysis.

The putting into service of DM's is a key factor in ensuring the safe, reliable and economic operation of our plants.

organizativo, a nivel de recursos humanos y materiales, con una anticipación suficiente que sirva de apoyo a la toma de decisiones sobre su priorización. También se han reforzado los análisis de implantación, donde se evalúa, previo a la aprobación de ejecución de la MD, el impacto de las modificaciones tanto en las fases de implantación y pruebas, como en la actualización de la documentación de explotación de acuerdo a la Instrucción de Seguridad IS-21 y la formación requerida para la puesta en servicio la MD.

Siguiendo las recomendaciones de los últimos *Peer Reviews* de WANO y de los estándares de la industria nuclear, el Departamento de Ingeniería de Planta se ha reestructurado en dos secciones: Ingeniería de Sistemas e Ingeniería de Diseño y Componentes, con el objetivo de que esta última coordine la gestión de modificaciones de diseño y actualización documental. Adicionalmente se ha apostado por el relevo generacional, con el objetivo de garantizar una transferencia de conocimiento eficaz entre el personal con amplia experiencia y el de nuevo ingreso.

Todo esto ha permitido que en las dos recargas realizadas en el año 2016 se hayan puesto en servicio más de 60 modificaciones de diseño, estando el 60% de los mismos asociadas a compromisos con el regulador o reglamentación, el 20% relacionadas con la mejora en la seguridad y el 20% restante a la implantación de mejoras tecnológicas. Entre ellas, cabe destacar las siguientes:

COMPROMISOS CON EL REGULADOR O REGLAMENTACIÓN

Dentro los compromisos con el regulador, destacan las modificaciones de diseño relacionadas con la Autorización de Explotación (AEX), las mejoras asociadas a las Instrucciones Técnicas Complementarias pos-Fukushima y el cumplimiento con la IS-30 sobre protección contra incendios.

Asociado a los proyectos relacionados con la AEX, se ha instalado un nuevo tren redundante del sistema de filtración y ventilación del Edificio de Combustible, en cada unidad, cuyo diseño cumple con lo requerido por la RG 1.52 rev. 3. Este nuevo tren redundante está compuesto por una unidad de ventilación, tren de filtrado, compuertas y conductos, control y sistemas soporte asociados, habiéndose realizado una prueba funcional



Personal de la sección de Diseño y Componentes con el jefe de departamento de Ingeniería de Planta.

de cada tren y una prueba integrada de ambos, previo a su puesta en servicio.

Se ha finalizado la implantación del programa de adaptación a la RG 1.75 rev. 3 para llevar a cabo la independencia de trenes eléctricos y, así, evitar que un fallo de modo común pueda afectar al correcto funcionamiento de los equipos necesarios para llevar la planta a parada segura.

También se han incorporado modificaciones de diseño derivadas del análisis de cumplimiento con la RG 1.140 rev. 2, mediante las que se adaptan las unidades de filtración a los valores de penetración de los filtros HEPA y de los filtros de carbón del 0,05%, así como se realizan mejoras que faciliten su mantenimiento.

Relacionado con las Instrucciones Técnicas Complementarias pos-Fukushima se han instalado 22 recombinadores pasivos de hidrógeno (PAR), distribuidos en el interior de cada Edificio de Contención. Estos equipos tienen la capacidad necesaria para recombinar el hidrógeno generado en el Edificio de Contención en un escenario de accidente más allá de las Bases de Diseño, garantizando la ausencia de mezclas explosivas debidas a este gas. Adicionalmente, se ha comenzado la implantación en la Unidad 2 del sistema de Venteo Filtrado de la Contención como medida de último recurso para la protección de la misma en escenario de accidente severo. Este sistema, que emplea la tecnología de venteo



Maniobra de izado estructura FREC.

húmedo, tiene como objetivo garantizar la despresurización controlada de la misma, minimizando la dosis e impacto negativo a la población y las consecuencias radiológicas de los accidentes en el exterior, mediante la filtración de los gases liberados (aerosoles, yodo molecular y yodo elemental).

Ligado a la Instrucción de Seguridad IS-30, se han realizado un conjunto de modificaciones de diseño para

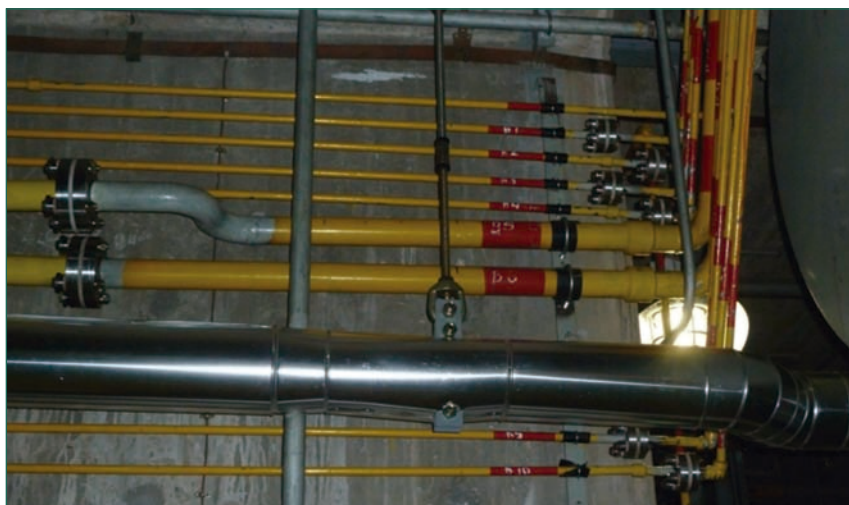


cumplir con los requisitos establecidos en la misma. De acuerdo al apartado A3 de esta Instrucción de Seguridad, cabe mencionar las adecuaciones mediante las cuales los cables del falso suelo y falso techo de Sala de Control se han protegido por medio de sistemas automáticos de extinción, a menos que dichos cables estuviesen dispuestos en conductos de acero de 10 cm o menores, o bien en bandejas completamente cerradas y con un sistema de extinción automático en su interior.

Adicionalmente, se ha implantado un sistema de alumbrado de emergencia autónomo y sísmico y un sistema de comunicaciones inalámbricas basado en tecnología TETRA. Ambos proyectos dan respuesta tanto a los requerimientos de la IS-30 como de las Instrucciones Técnicas Complementarias pos-Fukushima.

MEJORAS EN LA SEGURIDAD

En la recarga de la Unidad 2 se ha sustituido el sistema analógico de control de velocidad de la turbobomba de Agua de Alimentación Auxiliar por un nuevo sistema digital, estando prevista su implantación en la próxima recarga de la Unidad 1. El controlador y el actuador electrohidráulico se han sustituido por un controlador digital, servoamplificador y actuador eléctrico que actúa directamente sobre el eje de la válvula de control de la turbina, eliminándose de esta manera elementos hidráulicos de control. Esta modificación ha requerido autorización del CSN y un gran esfuerzo de licenciamiento al tratarse



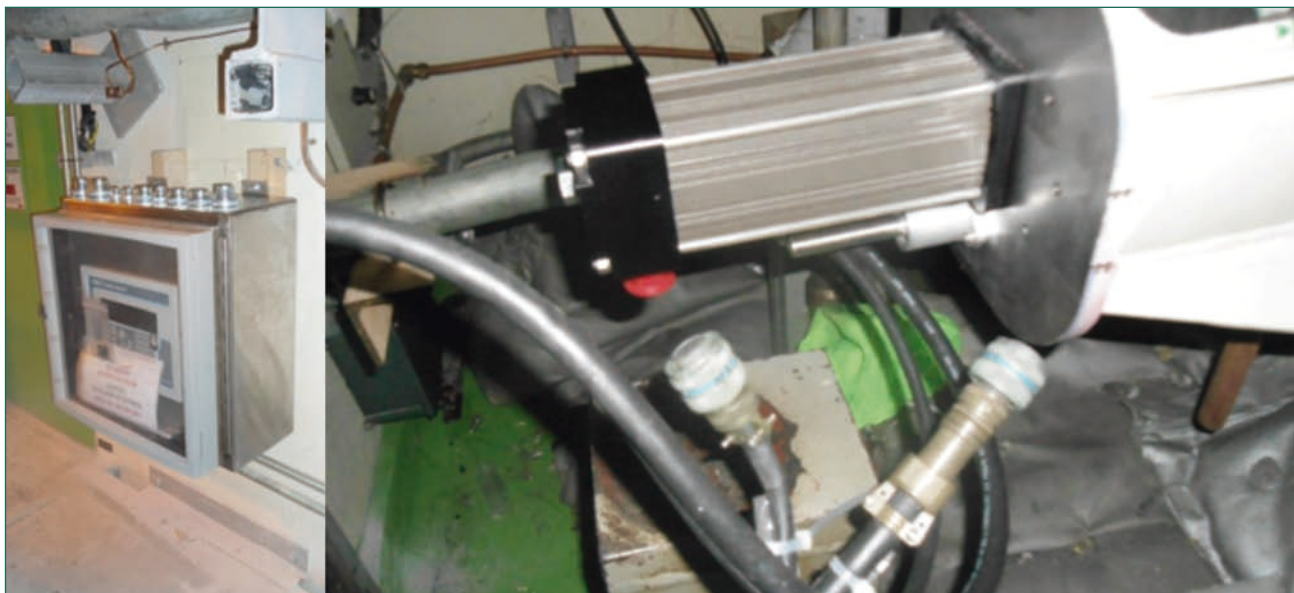
Bridas aislamiento eléctrico de tuberías del sistema de refrigeración del generador eléctrico (RGE).

de un control digital de seguridad. Tras su implantación, se han realizado las correspondientes pruebas funcionales, que han consistido en la prueba de alineamiento de señales, de componentes, de control, etc., finalizando con la prueba de caudal a temperatura y presión nominales y la de tiempo de respuesta.

También se han realizados trabajos de mejora en el sistema de aire de instrumentos, mediante los que se amplía la autonomía de los acumuladores de aire para las válvulas de control de Agua de Alimentación Auxiliar y alivio de vapor del sistema de vapor principal con nuevos equipos cualificados sísmicamente.

Se han incorporado al Sistema de Apoyo Mecanizado a la Operación

(SAMO) de la Unidad 2 las señales de equipos y componentes necesarios para completar el seguimiento de todas las cargas a desconectar y conectar durante la secuencias de mínima tensión e inyección de seguridad, estando prevista la implantación en la Unidad 1 en la próxima recarga. La implantación de esta modificación de diseño ha sido compleja debido al alto número de señales a incorporar, provenientes de orígenes diversos y de ambos trenes. Entre estas 59 nuevas señales se encuentran válvulas motorizadas, centro de control de motores, equipos alimentados desde centros de fuerza, inversores, cargadores de baterías y señales de paneles de ventilación. Tras la implantación se han conseguido los objetivos



Modificaciones del control de la turbobomba de Agua de Alimentación Auxiliar.

planteados para esta modificación, que consistían en un aumento de la fiabilidad en los resultados de la pruebas de secuencias de mínima tensión e inyección de seguridad, facilitando su análisis y disminuyendo la duración establecida para esta actividad, que se debe realizar cada recarga.

Por otro lado, se ha implantado una modificación de diseño para mejorar el sistema de cierre de las columnas de termopares de la cabeza del reactor, instalando el modelo CETNA de Westinghouse. Gracias a esta modificación se ha disminuido el riesgo de aparición de fugas en estos puntos y se ha reducido el tiempo de montaje con la consiguiente reducción de la exposición de los trabajadores a la radiación.

MEJORAS TECNOLÓGICAS

Para mantener un alto nivel de actualización tecnológica y modernización de la planta, es necesario invertir en modificaciones de diseño tales como la implantación de mejoras relacionadas con la ciberseguridad para prevenir ataques por este medio y la renovación de equipos y componentes, como la sustitución de los interruptores de nivel del sumidero del recinto de

Contención. Éstos han sido sustituidos debido a un problema de obsolescencia del modelo anterior y que presentaban una dificultad elevada para su calibración, lo que conllevaba una mayor exposición radiológica. Los nuevos componentes instalados no disponen de partes móviles, por lo que se han reducido considerablemente los tiempos de mantenimiento, disminuyendo costes, dosis y aumentando la seguridad en el trabajo.

En base a la experiencia operativa interna y externa, se han actualizado tecnológicamente los monitores de radiación de la chimenea del edificio de Combustible, con la sustitución de las bombas y protecciones, mejorando su fiabilidad eléctrica en un proceso con condiciones de alta humedad.

Por último, y no por ello menos importante, cabe mencionar las mejoras realizadas en el aislamiento eléctrico de tuberías del sistema de refrigeración del generador eléctrico (RGE), siendo también importantes desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales. Mediante esta modificación se han incorporado bridas de aislamiento en las líneas que discurren próximas a la caja de

bornas del generador eléctrico, para evitar corrientes derivadas de inducciones electromagnéticas.

CONCLUSIONES

La implantación de modificaciones de diseño es un factor clave para garantizar el cumplimiento con los requisitos de seguridad nuclear y mantener una elevada actualización tecnológica, garantizando la operación segura, fiable y económica de nuestras centrales.

La correcta priorización, programación, seguimiento, coordinación y preparación de las modificaciones de diseño a implantar en recarga es fundamental para asegurar la ejecución los trabajos con alta calidad y sin impactar en el programa de recarga. Las mejoras introducidas en los últimos dos años, incluyendo la reorganización de Ingeniería, el desarrollo de procesos y herramientas de seguimiento, avances en los análisis de implantación, etc., ha permitido seguir mejorando el proceso de modificaciones de diseño. Gracias a ello se ha realizado la implantación con éxito de más de 60 modificaciones de diseño durante las dos recargas que han tenido lugar en el año 2016.■