



Los nuevos retos en la gestión del **mantenimiento** de la central nuclear de Almaraz



Mantenimiento

De izquierda a derecha

- **Antonio Calero**
(Mantenimiento Mecánico)
- **César Antonio Rodicio**
(Oficina Técnica de Mantenimiento)
- **José María Lozano**
(Jefe Departamento)
- **Víctor Rojas**
(Mantenimiento, Instrumentación y Control)
- **Jordi Mena**
(Mantenimiento Eléctrico)

¿DE DÓNDE VENIMOS? ¿QUÉ HEMOS HECHO? ¿HACIA DÓNDE VAMOS?

Estas tres cuestiones nos pueden servir de guía para exponer la evolución y adaptación de CNA a las nuevas tecnologías, su impacto en los procesos y en la preparación del personal, para mantener los buenos indicadores de funcionamiento que han caracterizado a esta planta con unas premisas básicas; la seguridad de la instalación y de las persona como el pilar básico del funcionamiento, siendo escrupulosos en el cumplimiento de las normas y requisitos que aplican al desarrollo de sus actividades y respetuosos con el medio ambiente.

El diseño original de CNA es de los años 70 y estaba basado en una instrumentación analógica, en unos sistemas informáticos de proceso de grandes dimensiones y pocas capacidades, y en unos equipos mecánicos y eléctricos muy funcionales, pero susceptibles de ser mejorados a lo largo del tiempo.

Durante el transcurso de los años, la central ha dedicado grandes recursos para ir actualizando, mejorando, y corrigiendo la obsolescencia de los sistemas, estructuras y componentes con el objetivo de seguir garantizando la seguridad, la fiabilidad y la disponibilidad de la planta, habiendo conseguido valores que la hacen estar entre las mejores centrales del mundo.

Prueba de lo expuesto, son los resultados obtenidos, como media anual de los últimos diez años, que a continuación se detallan y que reflejan el buen funcionamiento de ambas unidades y la gran labor realizada por su organización, día a día, para mantener y tener actualizada la central:

- Producción media energía bruta U-I/U-II: 7.748 / 7.909 (GW/h).
- Factor de carga medio U-I / U-II: 91,94 / 90,13.
- Disponibilidad media U-I / U-II: 92,81 / 90,65.

Dentro de las miles de mejoras que se han incorporado en la planta a lo largo del tiempo y que han contribuido decisivamente a conseguir los buenos resultados citados anteriormente, podemos destacar, de las realizadas en los últimos diez años, por su significación en la seguridad y en la producción, las que a continuación se relacionan:

- Instalación de un cuarto transformador de arranque.
- Nuevo sistema de medida de caudal de agua de alimentación principal. Mini aumento de potencia.
- Cambio de control a plataforma digital en las grúas de contención,



- movimiento de combustible y carro de transferencia.
- Cambios de interruptores de centros de fuerza de 380V.
- Cambio del control de las turbobombas de agua de alimentación principal (plataforma Ovation).
- Cambio de las cabinas control del reactor y del control de turbina (plataforma Ovation).
- Instalación del 5º generador Diesel de emergencia.
- Cambio de los MSR.
- Sustitución de la envoltura de las barreras térmicas de las bombas del RCS.
- Aumento de la capacidad de refrigeración del sistema de agua de servicios esenciales.
- Cambio de los monitores de radiación de la Sala de Control.
- Cambio del ordenador de proceso, SAMO.
- Cambio de la megafonía.

- AUMENTO DE POTENCIA:
- Nuevo sistema de refrigeración de las barras de fase aislada.
- Cambio de motores y bombas de agua de condensado y drenaje de calentadores.
- Reacondicionamiento de los transformadores principales.
- Cambio de las turbinas de alta presión.
- Cambio de los alternadores.
- Nuevo sistema de refrigeración de turbina.

Todos estos cambios y su posterior incorporación a la producción llevan asociados impactos significativos en la organización y gestión de la planta, tales como:

- Formación de los trabajadores.
- Nuevas prácticas de trabajo.
- Actualización de la documentación de sistemas y componentes.
- Nuevos procedimientos y gamas de trabajo.

- Nuevos útiles y equipos para realizar las tareas de mantenimiento.
- Establecimiento de los repuestos necesarios y sus stocks.
- Revisión de la operación.
- etc.

La plantilla de trabajadores es uno de los factores de producción que tiene mayor significado y están más afectados por los continuos cambios y actualización tecnológica de la planta.

Una de las principales características de las plantillas de trabajadores de CNA, tanto propias como contratadas, es la estabilidad y fidelidad a sus empresas, lo que hace que sea pequeña la renovación del personal. Esto tiene sus ventajas e inconvenientes, dentro de las ventajas destacamos que es un personal muy cualificado para el desempeño de su función, con un gran conocimiento de todos los sistemas, estructuras y componentes de la planta y que durante las paradas para recarga de combustible, donde se incrementa fuertemente el personal de apoyo, forman el grupo sobre el que se vertebran el resto de trabajadores que se incorporan a los trabajos. Uno de los inconvenientes que se puede destacar es que, plantillas formadas en el uso de tecnologías de menor uso y obsoletas, deben conocer y aprender a mantener los nuevos sistemas y componentes que se van incorporando en la continua actualización de la planta lo que les supone un gran esfuerzo en su adaptación y aprendi-

zaje, para poder seguir realizando su función con éxito.

Como datos de los tiempos dedicados a la formación del personal de mantenimiento, se dan los siguientes: 6 % de las horas laborables en instrumentación y control, y 3 % en las especialidades de eléctricos y mecánicos.

Esto no es suficiente para afrontar todas las mejoras que se han realizando, que se están realizando y que se realizarán en un futuro próximo. Entre las estrategias que se han adoptado para seguir garantizando los buenos resultados en la explotación, están el establecer nuevos contratos de apoyo con empresas especializadas, muchas de ellas las propias suministradoras de los nuevos sistemas y componentes instalados en planta, de forma que garanticen la funcionalidad de los mismos, sus actualizaciones a futuro y que además sirvan de formación a nuestras plantillas, transfiriéndoles los conocimientos durante la ejecución de las tareas de mantenimiento y montaje.

Para seguir afrontando la modernización y mejora de las instalaciones, no solo hay que hacer hincapié en el personal, sino que hay que tener por objetivo el desarrollo de un marco de actuación donde el desempeño de las actividades ayude a garantizar la explotación de los sistemas, se recojan las experiencias de su implantación y a su vez, sirvan de base de aprendizaje a la organización. Los procesos establecidos de supervisión

de trabajos en campo, el uso de la experiencia operativa previa a las intervenciones, la preparación y el cierre de actividades (*pre y postjob briefing*), el desarrollo y la documentación de las mismas, contribuyen de manera decisiva en hacer posible el objetivo establecido.

Añadido a esto, la creación de nuevos procedimientos y la revisión de las gamas de trabajo, haciéndolas más completas y exhaustivas para que recojan las características de los componentes y todos los cambios realizados, así como las experiencias y buenas prácticas en el desempeño de la función, posibilitan la correcta explotación de los sistemas y servirán de soporte documental para la transferencia del conocimiento.

El proceso de renovación tecnológica, que se ejecuta desde el inicio de la explotación de la central, es una actividad permanente y está en continua evolución, tanto para adaptar las instalaciones a los nuevos requerimientos exigidos por el organismo regulador, CSN, por ejemplo cumplir con los requisitos de la nueva autorización de explotación, de las mejoras que se deriven del accidente de Fukushima, etc., como para mejorar la eficiencia y seguridad de la planta, cumplir rigurosamente con los requerimientos y la normativa aplicable e incorporar las mejoras necesarias para facilitar y asegurar la disponibilidad y fiabilidad de la central en el futuro.

Para conseguir todos estos objetivos se aprovechan e incorporan los mejores desarrollos de la industria lo que conllevará la realización de una gran cantidad de proyectos y actividades en los próximos años. Dicha hoja de ruta exigirá de la organización un renovado esfuerzo y compromiso para desarrollar, ejecutar y explotar todas las innovaciones y mejoras a incorporar a la instalación.

La estrategia de mantenimiento para el futuro, no es otra que mantener y reforzar los procesos establecidos hasta ahora, que tan buenos resultado han dado, asegurando y garantizando los conocimientos y capacidades del personal adscrito al departamento para poder realizar el mantenimiento de la planta con la calidad y la seguridad demandadas y teniendo siempre presente el aprendizaje continuo y la transferencia del conocimiento a las nuevas personas que se irán incorporando por el natural relevo generacional, al equipo de mantenimiento de la C.N. de Almaraz.



EL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN

El diseño original de los sistemas de I&C de C.N. Almaraz se basa, como ocurre en el resto de reactores de su misma generación, en tecnologías analógicas y también neumáticas. Tras 30 años de funcionamiento, muchos de estos sistemas adolecen de dos grandes problemas: la obsolescencia y el envejecimiento.

La obsolescencia supone una pérdida de mantenibilidad del sistema, en tanto genera problemas en la adquisición de repuestos y en el soporte técnico a veces necesario por parte del suministrador, bien por problemas de mantenimiento o por modificaciones necesarias a realizar sobre el sistema.

El envejecimiento sobre los componentes no solo genera un problema de mantenibilidad, sino también de fiabilidad que, dependiendo del sistema, puede repercutir en la productividad o incluso en la seguridad de la planta.

Ante estos problemas, C.N. Almaraz empezó a desarrollar, hace ya unos años, un plan integrado de renovación de los sistemas de I&C. Posteriormente también se elaboró un plan para los sistemas eléctricos. En base a estos planes, se han modernizado una serie de sistemas que, sin ánimo alguno de exhaustividad, se relacionan a continuación:

- Sistema de control del reactor.
- Sistema de control de turbina.
- Sistema de control de BOP (MSR y calentadores).
- Plant Computer.
- Sistema de protección del reactor.
- Sistema de detección de PCI.
- Sistema de megafonía.
- etc.

Todas estas modernizaciones han hecho un uso intensivo de nuevas tecnologías digitales, entendiendo por tales aquellas que incorporan microprocesadores con software embebido o con sistemas operativos (en tiempo real o no) y software de aplicación. También se han empleado otro tipo de tecnologías que no corresponden a este tipo, como la modernización del sistema de protección del reactor con nuevas tarjetas basadas en *Complex Programmable Logic Device* (CPLD).

Adicionalmente, nuevos sistemas y equipos que incorporan instrumentación y control de procesos se han venido instalando a lo largo de los años, a través de diferentes modificaciones de diseño, muchos de los cuales han empleado tecnologías digitales tipo *Programmable Logic Controller/Programmable Automatic Con-*

troller (PLC/PAC), formando islas de automatización.

En el caso de C.N. Almaraz, el soporte que proporciona el suministrador original de los principales sistemas, Westinghouse, es importante. Westinghouse ha desarrollado numerosas iniciativas para asegurar la continuidad de dichos sistemas originales, bien a través de rediseños de tarjetas, manteniendo la misma tecnología o incluso utilizando otras más modernas (como *Application Specific Integrated Circuit* (ASIC) o *Complex Programmable Logic Device* (CPLD)), o simplemente asegurando la posibilidad de suministro de repuestos originales.

Las nuevas tecnologías empleadas traen consigo una serie de ventajas, como la existencia de redundancias, funciones de monitorización avanzada, funciones de mantenimiento avanzado, etc. Adicionalmente, el empleo habitual de tecnologías del mundo de *Information Technology* (IT) (dispositivos y protocolos de red, estaciones y sistemas operativos convencionales, etc.) y la estandarización permiten una disminución de costes y facilitan la integración de sistemas. De hecho, hoy en día hablamos de plataformas (digitales, de control distribuido, etc.) donde se integran numerosos sistemas que antaño eran totalmente independientes y nada tenían que ver unos con otros en cuanto a su arquitectura, componentes, funcionamiento, etc. Esto redundaba también en un menor inventario de repuestos y, por tanto, menor coste de inmovilizado, arquitecturas más simples, mayor intercambio de información entre sistemas, etc.

No obstante lo anterior, la modernización digital trae consigo una serie

de desventajas. Por un lado, mientras sigan existiendo sistemas antiguos (analógicos, neumáticos) conviviendo con los nuevos sistemas, el personal de mantenimiento se enfrenta a la difícil tarea de obtener y mantener un conocimiento amplio sobre todos los tipos de tecnologías (desde el control y la instrumentación neumática, pasando por diferentes y diversos sistemas de control y protección analógicos, siguiendo por diferentes tipos de PLC y PAC, hasta varios SCD (Sistemas de Control Distribuido), lo que implica además conocimientos de administración de sistemas operativos, protocolos de red, etc.).

Adicionalmente, los nuevos sistemas digitales, incluso los propietarios, como ha quedado claramente demostrado recientemente con Stuxnet, están sujetos a ciberataques. La ciberseguridad es un proceso continuo asociado a estos sistemas que abarca todo el ciclo de vida.

Por último, el hecho de que se aprovechen tecnologías y equipos del mundo de IT supone que aquellas partes del sistema que hagan uso de los mismos están sujetas a un ciclo de vida muy corto, y resulte muy difícil seguir soportando y manteniendo el sistema a medio y largo plazo. En este sentido, el acopio masivo de repuestos de este tipo en las primeras fases del proyecto puede ser una solución. El empleo de tecnologías de virtualización (*hypervisors*) sería una solución más elegante, en tanto permite independizar el ciclo de vida del software del ciclo de vida del hardware, aunque en la actualidad la mayoría de los fabricantes no soportan este tipo de tecnologías. ■

