

Servicio integrado de actividades de recarga

M. García Valcárcel y J. L. López García

Las paradas para recarga de combustible en las centrales nucleares están sujetas a la exigencia de criterios de mejora en todas y cada una de las actividades que en ellas se desarrollan.

Las actividades que se realizan en la plataforma de recarga, incluyendo las fases de apertura y cierre de la vasija del reactor y tareas asociadas con los componentes internos del reactor, la descarga, carga y actividades con el combustible irradiado, así como las actividades de inspección en servicio para los componentes esenciales del circuito primario, son intervenciones que tienen un impacto grande sobre el camino crítico de las paradas y cuya integración en una coordinación única permite una optimización significativa de las mismas. Desde el año 2003 hasta ahora, un equipo compuesto por Enusa, como empresa especializada en servicios de combustible nuclear, Tectatom, como empresa responsable de la inspección en servicio de los componentes del circuito primario y Westinghouse, como proveedor de tecnología y especialista en el suministro de servicios de apoyo a planta, viene ofreciendo este servicio integrado de actividades de recarga a las plantas españolas, realizándolo, desde entonces, en todas las paradas para recarga de las centrales nucleares de ANAV (Ascó y Vandellós II).

En el año 2005, en aras a conseguir una mayor integración entre las tres empresas, para mejorar su integración y colaboración con ANAV, dado el compromiso reconocido que estas empresas tienen con los objetivos de ANAV, se constituyó la Unión Temporal de Empresas Tecnatom-Westinghouse-Enusa (UTE-TWE), para continuar ofreciendo y realizando el Servicio Integrado de Actividades de Recarga (SIR).

En este artículo se exponen las ventajas, o razones de ser, de estos servicios integrados realizados por la UTE-TWE en las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II, así como sus resultados y lecciones aprendidas.

Refuelling outages at nuclear power plants are subject to demanding improvement criteria in each and every one of the activities scheduled.

The management of activities on the refuelling floor, including the phases of opening and closing of the reactor vessel and associated tasks relating to the reactor internals, the unloading, loading and management of the irradiated fuel and activities requested for the in-service inspection of essential primary circuit components, are interventions that have an impact on the refuelling critical path and whose overall integration allows for significant optimization of the entire management of this fundamental refuelling activity.

Since 2003 until now, a team formed by Enusa, as the company specializing in irradiated fuel services, Tecnatom as the company responsible for the in-service inspection of critical primary side components and Westinghouse as the technology provider and specialist in the supply of plant support services, is offering this integrated refuelling service to the Spanish plants.

In 2005 year, with the aim of obtaining a better integration among three companies and to improve its collaboration with ANAV, and due to the compromise of these companies with ANAV objectives, a joint venture, Unión Temporal de Empresas Tecnatom-Westinghouse-Enusa (UTE-TWE), was created to continue offering and performing the Outage Activities Integral Service (SIR).

In this article, the advantages of this integral service performed by the UTE-TWE for Ascó and Vandellós II nuclear power plants, and their results and learned lessons are presented.



MANUEL GARCÍA VALCÁRCEL

es ingeniero superior electromecánico del ICAI.

Pertenece a Tecnatom desde 1985.

Ha sido el Coordinador General del SIR y Gerente de la UTE-TWE desde el inicio de la actividad en 2003 hasta finales de 2009, compaginándolo con los cargos de Responsable de Cuenta para los servicios de Tecnatom con CNAT y ANA, hasta 2008 y de Jefe de la Unidad de Programas y Gestión de Inspecciones, dentro de la División de Ingeniería de Inspección, que actualmente sigue ostentando.



JOSÉ LUIS LÓPEZ GARCÍA

es ingeniero técnico industrial mecánico por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Santander.

Pertenece a Tecnatom desde 1976.

Hasta 1992 fue el responsable de la Ingeniería ISI de C. N. Almaraz y hasta 1996, de la de C. N. Ascó. Participó, como responsable de inspecciones, en los proyectos del cambio de generadores de C. N. Ascó y de la Central Nuclear de Angra (Brasil).

Actual Gerente de la UTE-TWE y Coordinador General del SIR, compaginándolo con trabajos de apoyo a la Ingeniería ISI, principalmente de las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II.

INTRODUCCIÓN

Las paradas de las centrales nucleares son necesarias para poder realizar las recargas de combustible, los mantenimientos preventivos y correctivos de aquellos equipos que solo pueden ser intervenidos en condiciones de parada y también para la implantación de Modificaciones de

Diseño para mejorar la Seguridad y el Funcionamiento de las Centrales Nucleares. Los trabajos que se realizan en las Paradas involucran a muchas personas y organizaciones de las plantas que, necesariamente, han de trabajar juntas, lo que requiere que exista un alto nivel de Coordinación entre todas ellas. Para ello, es necesario preparar los Progra-

mas de Recarga, con la antelación debida y el mayor detalle posible, contando con la participación todas las organizaciones y empresas de apoyo, para que verifiquen y cuiden que todas las actividades a realizar están reflejadas, junto con los condicionantes que puedan tener cada una de ellas, lo que, sin duda, facilitará la ejecución y la coordinación de los trabajos, para

lograr los mejores resultados, en base a la Seguridad de las personas y de los equipos, la Calidad del trabajo realizado y los Plazos de realización de los mismos.

El objetivo de las plantas, en las paradas, es la búsqueda de la optimización de las actividades de recarga que condicionan el camino crítico de las mismas y que afectan a su duración, en aras de la rentabilidad y competitividad, priorizando, por este orden, la Seguridad de las personas y de las plantas, la Calidad de los trabajos y el Cumplimiento de los Programas establecidos.

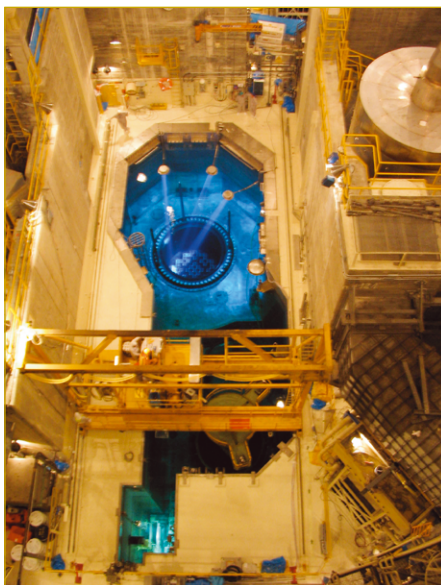
Todo ello ha hecho que se enfoquen los servicios integrales en recarga como una de las formulas más apropiadas para la consecución de estos objetivos a alcanzar.

SERVICIOS INTEGRADOS DE ACTIVIDADES DE RECARGA (SIR)

Tecnatom, Westinghouse y Enusa, como empresas comprometidas con el sector nuclear y por lo tanto con sus objetivos, iniciaron, en el año 2002, un proceso de análisis de sus servicios con el fin de poder ofrecer una propuesta de servicio integrado, englobando los servicios que cada uno venía realizando de forma separada, lo que se plasmó en un acuerdo para la realización de un servicio que integra todas las actividades de ruta crítica en el edificio de contención.

Varias son las razones o ventajas del SIR, las cuales se pueden agrupar en dos apartados:

- 1.- Las correspondientes a la propia ejecución de los trabajos de la recarga, que permite mejorar la interrelación entre los servicios requeridos, garantizándose la inherente optimización de los mismos. Como consecuencia, esta coordinación única incluida en el servicio y su integración en la organización de planta permite:
 - Desarrollar un análisis conjunto y previo del alcance integrado de la recarga, que permite mejorar y alcanzar una mayor y mejor integración de los objetivos de las actividades críticas que condicionan la recarga.
 - Reducir las interfases entre actividades concatenadas, con el consiguiente ahorro de tiempo.
 - Mejorar el control de los trabajos, tanto por parte del ejecutor, como de la planta, al tener un único interlocutor y una comunicación fluida.
 - Mejorar la prevención de riesgos laborales, al conocer cada uno los riesgos en los que está inmerso, tanto propios como ajenos.
 - Disponer in situ de los tecnológicos para gestión de contingencias
 - Añadir un valor preventivo mediante un análisis exhaustivo del programa. Esto hace que el sistema sea flexible



Plataforma de recarga.

a cualquier cambio del programa/ secuencia antes o durante la recarga.

2.- Aquellas a más largo plazo, que van a redundar en beneficio de las dos partes (planta/equipo integrado) y que, para que cristalicen, deben llevar asociado un compromiso y garantía de continuidad por parte del cliente, plasmado en un acuerdo plurianual, lo que conllevaría:

- Desarrollar con garantía de continuidad los recursos humanos especializados y tecnológicos (know-how) en un mercado en el que cada vez los activos humanos son más escasos.
- Generación, de forma más acelerada, de un equipo de personas con mayores capacidades, al crearse un equipo multidisciplinar preparado para su integración con diferentes plantas, garantizando una especialización, dedicación y disponibilidad



Equipo de inspección por CC.II. de tubos de Generadores de Vapor.

para estas actividades específicas. Todo ello, con una elevada carga de trabajo con carácter anual y por lo tanto con una experiencia garantizada.

- Una mayor integración entre ambas partes, al compartir y asumir compromisos y expectativas
- Una garantía de calidad del servicio en cuanto a personal cualificado, tecnología avanzada y equipos sofisticados, garantizado por un compromiso de alcance, metas
- Las lecciones aprendidas y el retorno de experiencia se asume de forma integrada garantizando un proceso de mejora continua más efectivo
- Una estabilidad presupuestaria, al no existir volatilidad de precios.
- Un seguro de continuidad para las empresas de servicios, lo que supone seguir disponiendo de personal cualificado, tecnología y equipos avanzados.
- Estar abiertos a integrar de forma muy eficaz otros servicios de carácter no recurrente que sean requeridos en determinadas ocasiones.
- Una posibilidad de optimización de equipos, entre las empresas de servicios, con la consiguiente reducción de personal, dosis y en costes.

RESULTADOS Y EXPERIENCIA

El primer SIR realizado, en base al acuerdo entre Tecnatom, Westinghouse y Enusa, fue en septiembre de 2003, en la parada para recarga No 13 de C. N. Vandellós II.

En julio de 2005, en aras de conseguir una mayor integración entre las tres empresas, para mejorar su integración y colaboración con ANAV, se constituyó la Unión Temporal de Empresas Tecnatom-Westinghouse-Enusa (UTE-TWE), para continuar ofreciendo y realizando el SIR en las centrales nucleares de Ascó y Vandellós II.

Hasta la fecha, el SIR se ha realizado en 13 paradas para recarga de combustible de las centrales nucleares de ANAV (4 en C. N. Vandellós II, 4 en C. N. Ascó 1 y 5 en C. N. Ascó 2) y también en 1 parada, no de recarga, de C. N. Vandellós II, realizada para el cambio de los Split-Pins.

Los alcances del SIR se establecieron sobre todas aquellas actividades recurrentes que son normalmente requeridas en las paradas de recarga, como son:

- Coordinación de los trabajos de contención, tanto propios como de terceras empresas.
- Introducción y retirada de equipos y herramientas en contención.
- Apertura y cierre de la tapa de la vasija.
- Descarga y carga de combustible y actividades en piscina de combustible
- Apertura y cierre del generador de vapor y del presionador.
- Inspección por corrientes inducidas y taponado de los tubos de los generadores



Equipo de desenroscado y roscado de pernos de vasija.

- de vapor.
- Inspecciones en la vasija, incluyendo penetraciones del fondo y cabeza.
- Mantenimiento en las bombas de refrigerante del reactor.
- Mantenimiento de la grúa manipuladora y sistema de transferencia de combustible.

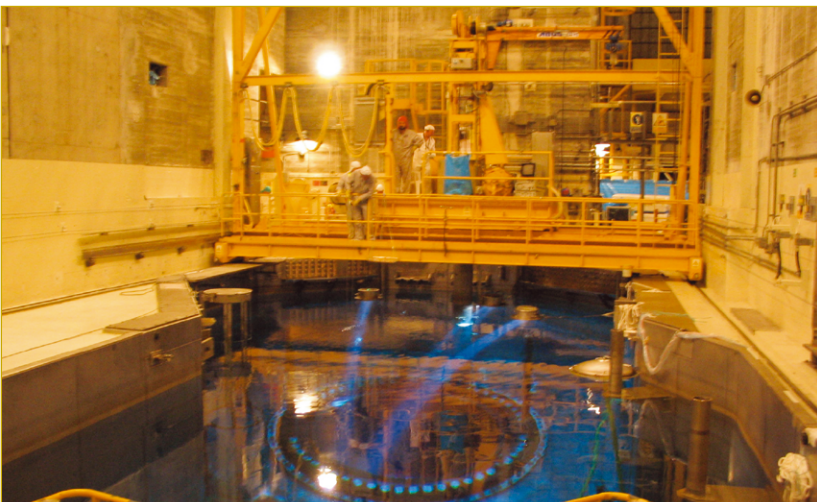
Estas actividades son realizadas por un equipo interdisciplinar que integra la gestión y en muchos casos la operación de un elevado número de equipos y medios, esenciales para la ejecución de las actividades asumidas y que son:

- Grúa polar.
- Sistemas de izado de internos superior e inferior.
- Equipo distensionado / tensionado de pernos.
- Equipos desenroscado / roscado de pernos.
- Grúa manipuladora en Contención.
- Carro transferencia de combustible.
- Sistema Sipping para el control del combustible irradiado.
- Equipo SICOM para control dimensional y capa de óxido de elementos de combustible.

- Equipo limpieza por ultrasonidos de elementos de combustibles
- Equipo de reparación y reconstitución de elementos de combustible
- Posicionadores robotizados Pegasys, TESAR y SM-22 para inspección por corrientes inducidas de tubos de generadores de vapor
- Push-Puller (introducción de sondas en los tubos de los GV).
- Equipo TIME (Tecnatom Inspection Mechanized Equipment) para inspección de vasija
- Equipo TENIS para inspección toberas
- ROV para inspección visual de internos, fondo vasija, extracción de partes sueltas, etc.

Para dichos trabajos se ha desarrollado una organización específica que tiene, como objetivos, los siguientes:

- Una preparación y optimización de las actividades planificadas en el recarga en aras de su óptima planificación.
- Durante la propia recarga una coordinación única, durante las 24 horas, para todas las actividades que se ejecutan en el edificio de contención por



Carga / Descarga de combustible.

el servicio integrado, ampliado a la coordinación de todas las actividades que se ejecutan en contención.

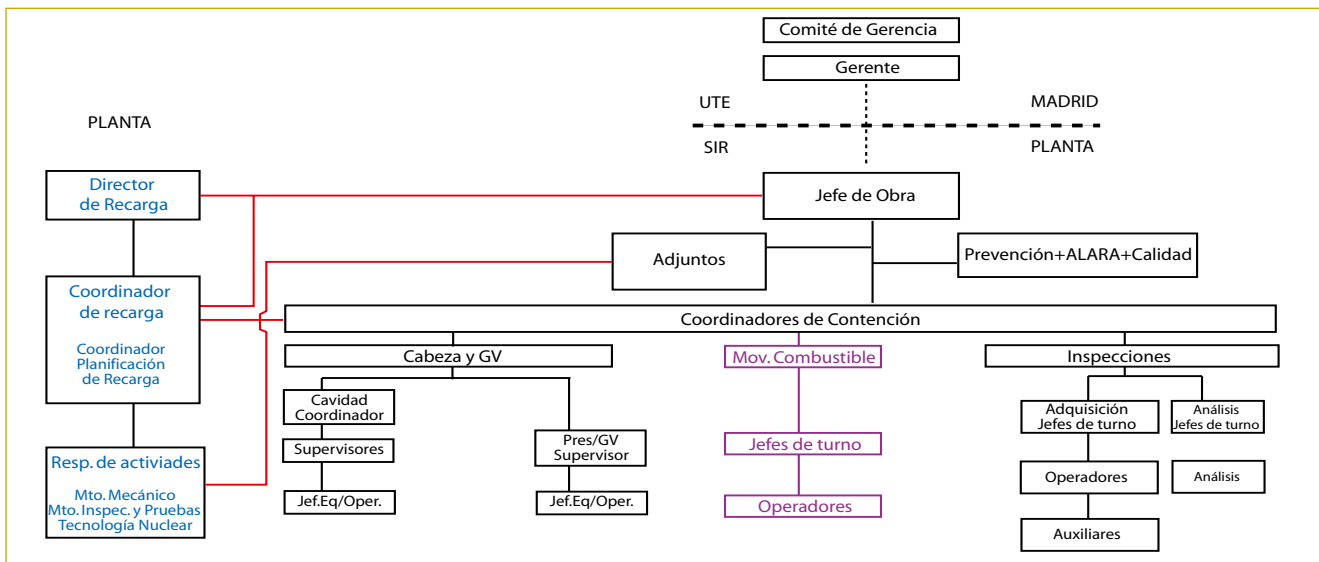
- Una integración en la organización de parada de la planta para asegurar una comunicación fácil y fluida. La comunicación con planta se complementa a través de correspondientes reuniones diarias.
- Integración de los objetivos de prevención de riesgos y de seguridad laboral.
- Analizar finalmente los resultados alcanzados con un desarrollo de las áreas de mejora y puesta en ejecución de los planes que garanticen estos nuevos objetivos en paradas siguientes.

La evaluación de los resultados alcanzados se puede establecer bajo criterios objetivos y subjetivos. Respecto a los primeros, se pueden valorar el cumplimiento de las expectativas en función del cumplimiento de los objetivos del servicio integrado, evaluados bajo un concepto de Bonus-Malus, basado en cuatro (4) parámetros, cuya definición y resultados han sido los siguientes:

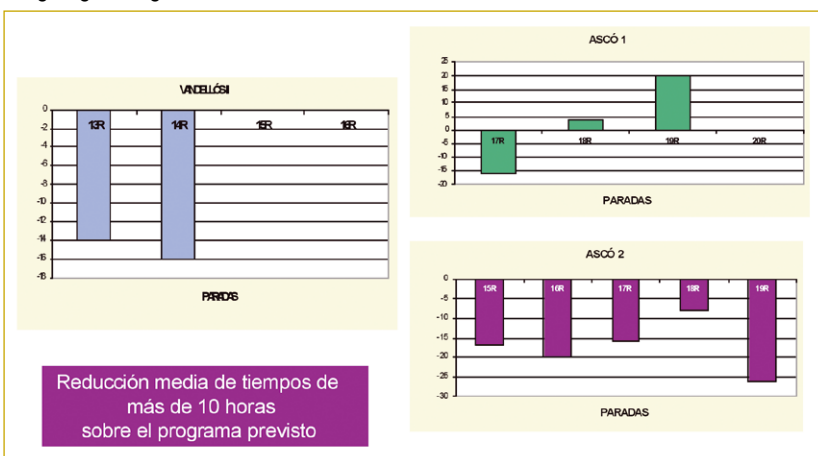
- Calidad.- No han existido paradas no programadas por causas achacables a los servicios del SIR
- Plazos.- Se han conseguido reducciones del camino crítico de más de 10 horas de media en 10 paradas consideradas. No se han considerado 3 paradas (15RVN2, 16RVN2 y 20RAS1), por la larga duración de las mismas (más de 3 meses)
- Dosis.- Se han conseguido reducciones de dosis de más del 13% de media en las 13 paradas realizadas
- Prevención de riesgos.- En las 13 paradas realizadas, solo ha habido 2 accidentes con baja (uno en mayo de 2007 en la 15RVN2 y otro, en octubre de 2008, en la 18RAS2).

Adicionalmente se puede establecer una valoración sobre aspectos subjetivos, algunos de ellos con igual o mayor relevancia sobre los anteriores y que son:

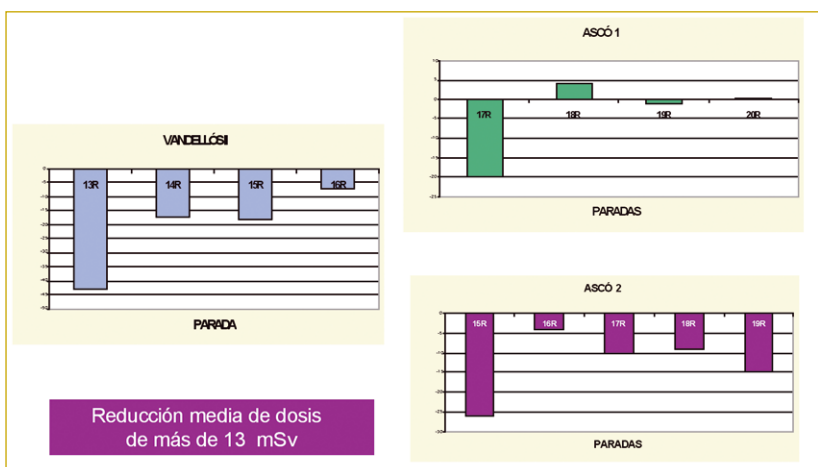
- Consolidación de un equipo de especialistas para una segura y eficiente ejecución de las actividades críticas de recarga
- La integración de estos servicios ha repercutido satisfactoriamente en las centrales donde se han implementado, beneficiándose significativamente por el grado de mejora de las actividades abordadas
- La integración de servicios absorbe las desviaciones de las actividades ejecutadas por los tres socios y, por ello, la central no se ve repercutida por los posibles retrasos que, si se realizaran independientemente, debería asumir
- La integración de servicios ha permitido optimizar el número de especialistas garantizando una mayor carga continua a lo largo de la parada
- El desarrollo de programas integrados ha incidido en una mayor y más eficiente preparación y formación de los especialistas, un mejor desarrollo de los planes y procedimientos de prevención, calidad, operación, etc.
- La disponibilidad de este equipo multidisciplinar ha permitido abordar exitosamente contingencias no previstas



Organigrama general del SIR.



Reducciones del camino crítico.



Reducciones de dosis.

LECCIONES APRENDIDAS Y CONCLUSIONES

El éxito alcanzado en la integración de las actividades abordadas e incluidas en el SIR, por la UTE-TWE, se puede decir que ha aportado a las centrales, las ventajas siguientes:

- Disponer de un interlocutor único para la gestión y la ejecución de las

actividades más relevantes de las paradas para recarga

- Disponer de una garantía de los trabajos realizados dentro del SIR, por la alta capacidad profesional y tecnológica de las empresas y personal participante.
- Reducir los tiempos de las interfaces existentes en las actividades del SIR por la coordinación que se hace durante las 24 horas del día

- Reducir costes por la optimización de personal y equipos compartidos entre las empresas de la UTE-TWE.
 - Mejorar la prevención de riesgos y la seguridad por la coordinación de actividades empresariales (Artículo 24 de la PRL)
 - Conseguir una estabilidad de los precios por los acuerdos plurianuales establecidos con la UTE-TWE y sus empresas constitucionales
 - Mejorar las comunicaciones y el seguimiento de las actividades de contención por la coordinación del SIR durante las 24 horas al día
- Darle continuidad al SIR nos va a permitir seguir mejorando y complementando el portfolio con nuevos servicios y actividades que podrían ser abordadas (algunas ya lo han sido) como pueden ser:

- Optimización de la Organización, para una mejora de la coordinación y medios de comunicación
- Mejora de equipos y herramientas, para una mejor calidad del servicio
- Integración en el SIR de otros trabajos, para la optimización de tiempos y recursos, como podrían ser, entre otros, el Mto. y pruebas de equipos que puedan afectar al camino crítico, Mto. de la instrumentación intranuclear In-Core etc.
- Desarrollo de un proceso iterativo para una mejora continua y sistemática, que pueda complementarse con una ingeniería integral para la mejora de las actividades de recarga y el desarrollo de un centro de monitorización y control de la misma, en una estrecha relación con las organizaciones de las plantas.

Como conclusión, cabe decir que la experiencia alcanzada en la integración de todos los servicios del camino crítico en contención es una fórmula muy eficiente para la consecución de los objetivos de optimización de las actividades de paradas para recarga de combustible. Su garantía de continuidad debe permitir desarrollar aun más, este modelo optimizado y garantizar su flexibilidad para abordar nuevas actividades, que permitan establecer nuevos retos para una más segura y eficiente operación de las paradas de recarga. ■