

AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE GASTADO: RERACKING DE LA PISCINA ESTE

J. L. de Diego, J. A. Laserna, R. Orive y B. Rodríguez Quesada



JOSÉ LUIS DE DIEGO

Es ingeniero técnico industrial por la Universidad de Cantabria. Trabaja en el negocio nuclear desde 1983, habiendo participado en varios proyectos: Valdecaballeros, Cofrentes, Garoña, Vandellós 2 y Vandellós 1. En la actualidad trabaja en la Dirección de Generación Nuclear de Iberdrola, dentro de la Dirección Técnica, en la sección de Tecnología y, concretamente, en la Gestión de Residuos Radiactivos. Director de Proyecto del Reracking para la Piscina Este de Combustible (P.A.C.E.) de C.N. Cofrentes.



JOSÉ ANTONIO LASERNA

Es ingeniero Técnico Industrial por la Universidad de Jaén. Trabaja en el negocio nuclear desde 2001, habiendo trabajado durante 3 años en C.N. José Cabrera en la sección de Licenciamiento e Información. En la actualidad trabaja en la Dirección de Generación Nuclear de Iberdrola, dentro de la Dirección Técnica, en la sección de Ingeniería como ingeniero de sistemas. Jefe de Obra ejecución en planta del proyecto Reracking para la Piscina Este de Combustible Gastado (P.A.C.E.) de C.N. Cofrentes.



RAÚL ORIVE MORENO

Es licenciado en Ingeniería Técnica Superior Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid en la especialidad de Técnicas Energéticas. Entre 1999 y 2008 forma parte de la sección de Ingeniería del Combustible dentro de la División de Generación Nuclear de Iberdrola Ingeniería, llevando a cabo análisis de seguridad con fines de licencia dentro del área Termohidráulica. Desde 2006 desempeña las funciones de dirección de proyecto por la parte de ingeniería del proyecto Reracking PACE de C.N. Cofrentes. Actualmente, es adjunto de la Dirección de Proyecto de la Ingeniería de Proyecto en Planta, en C.N. Cofrentes.



BALTASAR RODRÍGUEZ QUESADA

Es ingeniero técnico por la Universidad de Ingeniería Técnica de Sevilla. Inicia sus trabajos en el campo nuclear en el año 1988 durante la 3ª recarga de combustible de la Central Nuclear de Cofrentes como supervisor de Protección Radiológica y ha participado en las 3 primeras recargas de Vandellós II. Desde 1990 pertenece al Grupo Iberdrola y ha llevado como supervisor ALARA las 14 últimas recargas de combustible de CN Cofrentes. Desde 2005 forma parte de Iberdrola Generación siendo el supervisor ALARA del Servicio de Protección Radiológica de CN Cofrentes.

La capacidad de almacenamiento de las piscinas de combustible gastado de C.N. Cofrentes se ha incrementado recientemente de 4186 posiciones de elementos combustibles a 5387 tras el reracking de la Piscina de Almacenamiento de Combustible gastado Este (PACE), proyecto financiado en su totalidad por ENRESA. Partiendo del grado de ocupación actual y considerando la descarga típica de elementos de combustible gastado en una recarga, se concluye que, con la configuración actual, la última recarga se produciría en septiembre de 2019 (R22). Tras esta recarga, las posiciones reservadas para descarga del núcleo completo podrían permitir la operación de la central hasta septiembre de 2021.

The storage capacity of the Cofrentes NPP spent fuel pools has recently been increased from 4186 fuel assembly positions to 5387 after the reracking of the east spent fuel storage pool (PACE), a project funded entirely by ENRESA. Based on the current level of occupation and considering a typical unloading of spent fuel assemblies in one refueling, it is concluded that, with the current configuration, the last refueling would take place in September 2019 (R22). After that refueling, the positions reserved for complete core unloading would permit plant operation until September 2021.

INTRODUCCIÓN

El Sexto Plan General de Residuos Radiactivos publicado por Enresa en junio 2006, preveía la saturación de C.N. Cofrentes a partir de finales de la presente década (2011).

Determinada la necesidad de una 2ª fase del proyecto de aumento de capacidad de almacenamiento de combustible gastado, se analizaron las diferentes alternativas disponibles. De entre las posibles estrategias estudiadas, se seleccionó la opción de sustituir los bastidores de la Piscina de Almacenamiento de Combustible gastado Este (P.A.C.E.) por otros de mayor capacidad (reracking), solución similar a la que se llevó a cabo en la Piscina de Almacenamiento de Combustible gastado Oeste (P.A.C.O.).

Este proyecto se ha estructurado en cuatro grandes subproyectos:

1. Diseño, fabricación, suministro y montaje de los bastidores de alta densidad.
2. Aumento de la capacidad del puente grúa del Edificio de Combustible X68-EE003 de 10 Tm a 15 Tm y adaptación según normativa NUREG-0554 y NUREG-0612 Apéndice C para el cumplimiento del criterio de prueba de fallo único.
3. Aumento de la capacidad de extracción de calor del sistema de enfriamiento y limpieza de las piscinas de combustible G41.
4. Gestión de los bastidores sustituidos: Los bastidores que serán retirados de

la PACE serán enviados al Almacén de Piezas de Baja Actividad (APBA) de C.N. Cofrentes y gestionados de acuerdo a la autorización y condiciones establecidas.

SUSTITUCIÓN DE BASTIDORES DE LA P.A.C.E.

El diseño, fabricación y montaje en planta de los nuevos bastidores lo ha llevado a cabo la empresa Equipos Nucleares S.A. (ENSA). Estas actividades se han realizando en base a la especificación técnica definida por Iberdrola y de acuerdo a la normativa y códigos aplicables, destacando como más significativos los siguientes:

- Regulatory Guide RG 1.13, Spent Fuel Storage Facility Design Basis.
- ANSI/ANS 57.2, Design Requirements for Light Water Reactor Spent Fuel Storage Facilities at Nuclear Power Plants.

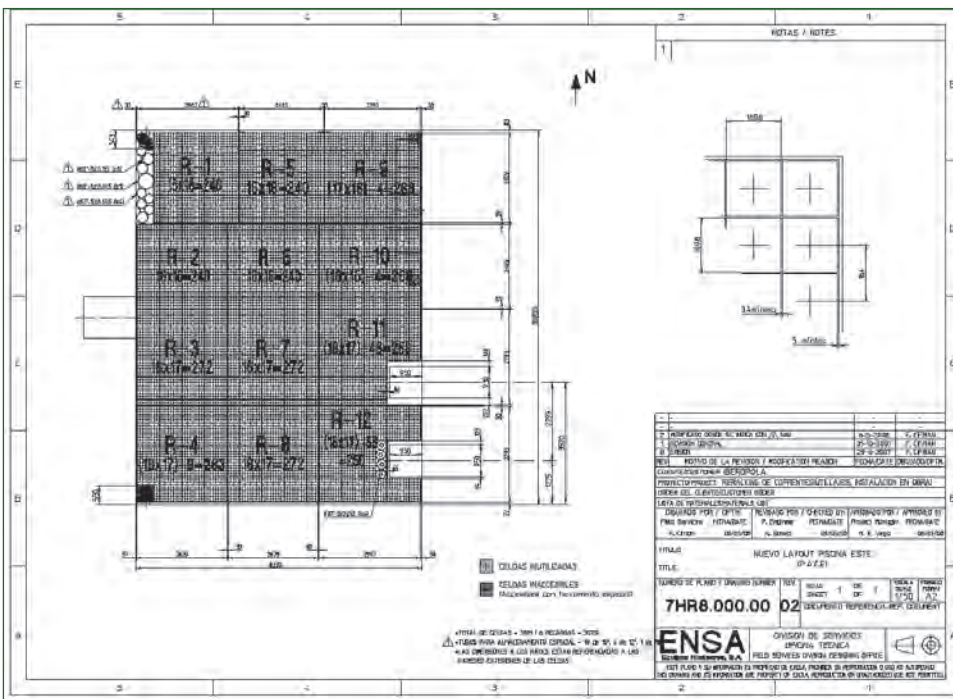
Los principales requisitos aplicados al diseño de los nuevos bastidores son:

- Estructurales, considerando no sólo las condiciones normales de operación, sino también las condiciones adversas y accidentales postuladas (terremoto, caída de elemento de combustible sobre los bastidores de almacenamiento).
- Operacionales, asegurando la operación satisfactoria durante la vida de la planta, sin problemas debidos a degradación del material y consumo

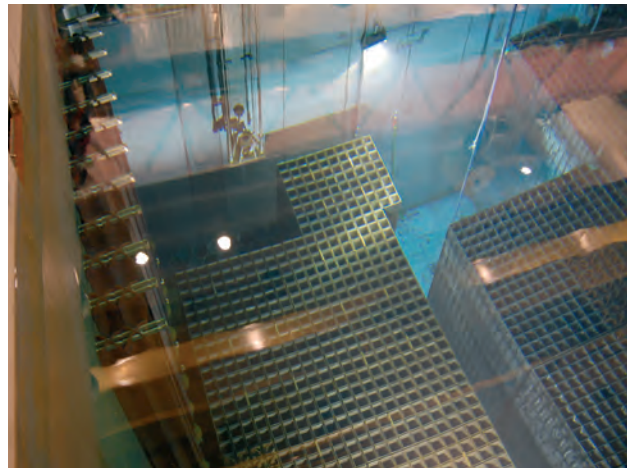
del material absorbente neutrónico por las condiciones de servicio.

- De criticidad, asegurando su compatibilidad con la reactividad de presentes y futuros elementos de combustible gastado y garantizando la subcriticidad del conjunto de combustible almacenado asumiendo las condiciones más desfavorables de almacenamiento que pudieran presentarse.
- Termohidráulicos, asegurando la capacidad de refrigeración local y global del combustible almacenado en la P.A.C.E. Desde el punto de vista del mantenimiento del enfriamiento a escala local, garantizándose que en ninguno de los casos contemplados se llega a ebullición local y que el diseño de los nuevos bastidores permite la circulación del agua por convección natural en todos los EC, y desde el punto de vista de refrigeración global, garantizándose que se dispone de capacidad de refrigeración suficiente para acomodar la máxima producción de calor esperada para varios escenarios de funcionamiento de los intercambiadores de calor de los sistemas asociados.
- Radiológicos, asegurando que se cumplen los criterios radiológicos aplicables, es decir, que las consecuencias radiológicas del accidente de caída de un elemento combustible en el Edificio de Combustible son asumibles, justificando que la actividad del agua de la piscina no va a sufrir modificaciones significativas por el aumento de la capacidad de almacenamiento, y evaluando las tasas de dosis en áreas adyacentes a las piscinas de combustible gastado.

El diseño de bastidor ha considerado como material absorbente neutrónico el uso del acero inoxidable borado Tipo 304B7 Grado B que cumple con las normas ASTM A887-89 (2004) y ASTM A480/480M. Respecto al análisis estándar de la ASTM A887, se ha exigido una serie de modificaciones para conseguir unas propiedades mejoradas del material: para mejorar la resistencia a corrosión se requiere un menor contenido en carbono y mayor contenido en cromo, y para minimizar la activación futura de los bastidores se requiere el menor contenido posible en



Nueva disposición de la P.A.C.E.



cobalto. El suministro del material acero borado lo ha realizado Böhler-Bleche, estando, en todo momento, garantizada la calidad de su suministro mediante la definición de un plan de muestreo y el seguimiento de su realización por una agencia de inspección independiente desplazada a sus instalaciones, asegurándose aspectos como el espesor mínimo garantizado de las chapas (3,4 mm), el contenido mínimo en boro (1,8% en peso) o la adecuada distribución del boro (uniforme).

ENSA ha innovado un nuevo diseño de bastidor denominado "Optimized Cell Matrix[®]", que establece un nuevo concepto de fabricación basado en pletinas ranuradas, cuyo montaje presenta considerables mejoras frente al diseño antiguo de celdas. Los bastidores son de tipo de libre deslizamiento, no empernado ni al suelo ni apoyados en las paredes laterales de la piscina.

La modificación principal ha consistido en la instalación en la P.A.C.E. de 12 nuevos bastidores de almacenamiento en sustitución de los anteriormente existentes. Con la instalación prevista de los nuevos bastidores, la capacidad de la P.A.C.E. aumenta desde los 1880 elementos combustibles actuales hasta 3081, por lo que la capacidad total de almacenamiento de combustible gastado aumenta desde 4186 a 5387. Además, se han instalado 15 tubos de acero inoxidable con diferentes tamaños para almacenamiento especial.

Como consecuencia del cambio en el tipo de bastidor, para su adecuada instalación y para el mejor apro-

vechamiento del espacio en la piscina, ha sido necesario realizar además las siguientes modificaciones:

- Sustitución de tuberías y difusores en el sistema de refrigeración de la piscina de combustible. La eliminación, en la medida de lo posible, de interferencias en la piscina, con el fin de maximizar la capacidad de almacenamiento, implica la modificación de los difusores de refrigeración y de los canales de distribución de agua fría de la propia piscina. Para ello se ha realizado el diseño estructural sísmico del nuevo difusor de la tubería de entrada de agua en las piscinas, como elemento Categoría Sísmica I.
- Eliminación de accesorios en revestimiento de la piscina.

- Instalación de chapas en el suelo de la piscina para proteger el revestimiento y proporcionar una superficie plana de apoyo.
- Instalación de nuevos colgadores de barras de control. Se ha realizado el diseño de los conjuntos colgador - barras de control que garantiza el comportamiento el análisis estructural y sísmico de los colgadores de barras de control.

Respecto a la ejecución de los trabajos importantes se destaca que, dado que en la P.A.C.O. no había capacidad suficiente para el almacenamiento de todos los elementos de combustible y barras de control de la P.A.C.E., la realización del presente Reracking, a diferencia del realizado en la P.A.C.O.,

no se ha podido llevar a cabo en seco; sino que las operaciones se han llevado a cabo bajo agua y manteniendo el nivel en la piscina. Previo al inicio de los trabajos, se ha elaborado un "Plan ALARA" y un "Plan de Contingencias" en base a las lecciones aprendidas del reracking de la P.A.C.O. y experiencia operativa externa de otras CCNN españolas, así como la experiencia del contratista ejecutor (ENSA) en la C.N. de Kuosheng (Taiwán). Estos documentos han sido aprobados por el Comité ALARA de C.N. Cofrentes.

La retirada de los bastidores viejos y la instalación de los nuevos en la P.A.C.E. ha resultado ser una maniobra compleja, con un elevado número de movimiento de componentes contaminados y muy voluminosos. Las tasas de exposición dentro de la piscina P.A.C.E. con elementos de combustible gastado, barras





de control irradiadas y la acumulación de partículas radiactivas en el suelo de la piscina eran relativamente elevadas, por lo que ha sido necesario realizar todas las operaciones radiológicamente más críticas bajo agua, como puede ser el empleo de útiles y herramientas especiales para corte de tubería y pernos mediante electrodesintegración, y emplear otras técnicas de reducción de dosis, tales como: control del tiempo de exposición de los trabajadores e instalación de balizas de alarma para control de la tasa de dosis en área, descontaminación con agua a presión y cepillado de todas las celdas de los racks viejos, control de la contaminación superficial y ambiental de forma permanente mediante la instalación de muestreadores en continuo, vigilancia de la tasa de radiación con sonda bajo agua antes de la extracción de cualquier componente, instalación de blindajes en barandillas y en plataforma auxiliar, limpieza del suelo de la piscina con bomba sumergible y almacenamiento de los filtros bajo agua, instalación de filtro en el sumidero de la piscina de descontaminación de los racks para recoger las posibles partículas calientes, etc...

Durante el desarrollo de las tareas se han mantenido todas las condiciones de seguridad, evitándose las configuraciones transitorias que pudieran implicar riesgos para la central. Como contingencia principal, se ha previsto un procedimiento de reparación rápida del revestimiento de la piscina, en caso de que éste resultara dañado.

UPGRADING DE LA GRÚA PUENTE DEL EDIFICIO DE COMBUSTIBLE

La ejecución del reracking de la P.A.C.E. ha requerido la anulación de los bloques que impiden el paso del gancho de la grúa puente del Edificio de Combustible por encima del

área que ocupan las piscinas de almacenamiento y el manejo de los racks de acuerdo a la normativa expuesta. Para ello, C.N. Cofrentes ha optado por adaptar la grúa a prueba de fallo único (GPFU) frente a la alternativa de realizar un análisis de caída de cargas pesadas. Esta opción se ha considerado más adecuada desde un punto de vista de cultura de seguridad y bajo la perspectiva de explotador responsable frente a la de postular el accidente y evaluar sus consecuencias, aunque éstas se mantuvieran dentro de los límites requeridos. Asimismo, se han aprovechado las modificaciones a realizar a la grúa para aumentar su capacidad en operación de 10 Tm a 15 Tm.

La modificación de la grúa se ha realizado de acuerdo con el Apéndice C del NUREG-0612 "Modification of existing cranes" y NUREG-0554 "Single-failure-proof cranes for Nuclear Power Plants".

GESTIÓN DE LOS BASTIDORES SUSTITUIDOS

Los bastidores que han sido retirados de la P.A.C.E. han sido enviados al APBA de C.N. Cofrentes y gestionados de acuerdo a la autorización y condiciones establecidas.

Ante el grado de ocupación del almacén, surge la necesidad de liberar espacio en el APBA para poder ubicar los bastidores sustituidos en el reracking de la P.A.C.E. Para satisfacer esta necesidad, se ha previsto retirar un volumen de material residual del almacén equivalente al volumen total de los 23 bastidores a sustituir, teniendo en cuenta la necesidad de espacio adicional para maniobras. Con este propósito se han llevado a cabo las actividades necesarias para la gestión como material convencional de los materiales identificados inicialmente como potencialmen-

te desclasificables y la caracterización y acondicionamiento de los materiales clasificados finalmente como residuos radiactivos.

AUMENTO DE CAPACIDAD DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LAS PISCINAS DE COMBUSTIBLE GASTADO

Para disponer de capacidad de enfriamiento suficiente para el aumento de carga térmica que implica la mayor capacidad de almacenamiento en las piscinas proporcionada por el reracking, se ha previsto sustituir el actual cambiador de calor de placas del sistema de refrigeración y limpieza de las piscinas de combustible por otro de mayor capacidad. Asimismo, se tiene previsto instalar nuevos filtros en el sistema para evitar la degradación de su capacidad durante la operación de la central.

El modo de refrigeración de la piscina de combustible del sistema RHR no ha precisado de ninguna modificación, continuando teniendo capacidad suficiente en su función de apoyo al sistema de refrigeración y limpieza del agua de la piscina, cuando éste no pueda mantener las temperaturas requeridas en las piscinas de almacenamiento, incluyendo el caso más limitante de descarga del núcleo completo.

CONCLUSIONES

La sustitución de los bastidores antiguos de acero inoxidable por otros de alta densidad que contienen materiales con mayor eficacia para la absorción neutrónica (acero borado) ha constituido una compleja secuencia de actividades cuya ejecución en C.N. Cofrentes se ha extendido desde principios de septiembre de 2008 hasta finales de abril de 2009.

Con la aplicación del Plan ALARA y las técnicas de reducción de dosis indicadas, se ha conseguido que ningún trabajador haya superado los valores administrativos de dosis establecidos en el Manual de Protección Radiológica de C.N. Cofrentes, ni se haya producido contaminación externa o interna de ninguno de ellos. La dosis colectiva total del proyecto ha sido significativamente inferior a la estimada inicialmente.

Con el proyecto del reracking de la P.A.C.E., C.N. Cofrentes ha incrementado su capacidad de almacenamiento de las piscinas de combustible gastado de 4186 posiciones de elementos combustibles a 5387. Está ampliación permitirá a C.N. Cofrentes la operación de la central hasta septiembre de 2021.■