

Actuaciones sectoriales en relación con el combustible irradiado

Grupo Combustible de Unesa (*)

El Grupo de Combustible de Unesa, que coordina las materias de interés conjunto de las centrales nucleares españolas relativas al combustible nuclear, presenta en este artículo sus actividades más relevantes en relación con la gestión del combustible irradiado, así como una síntesis de las actuaciones específicas de algunas centrales orientadas a ampliar su capacidad de almacenamiento, bien para reducir el inventario de la piscina de combustible previniendo la saturación o liberando espacio para evitar restricciones operativas, bien como condición previa al desmantelamiento.

UNESA Fuel Group, in charge of coordinating all fuel related issues that are of common interest for all Spanish NPPs, addresses in this article its most relevant activities regarding the spent fuel management, as well as a summary of the specific actions some plants have taken to expand their fuel storage capacity, either reducing the fuel pool inventory to prevent saturation or providing empty space in order to avoid operational restrictions, or as a previous requirement to proceed to dismantling.

(*) El Grupo de Combustible de Unesa está compuesto por los siguientes representantes: J. Blanco, L. Rebollo, E. Celma, P. Mata, L. López, J.V. López, J.M. de Blas, C. González, M. Novo, J.C. Martínez-Murillo, F. Culebras, L. Alberca y L. Francia.

INTRODUCCIÓN

En su ciclo de vida en las centrales nucleares, el combustible nuclear atraviesa diferentes fases. Una vez que ha sido irradiado y descargado definitivamente del reactor, el combustible se gestiona siguiendo las directrices marcadas por el Plan General de Residuos Radiactivos (PGRR). Aunque actualmente está en elaboración el séptimo, el actualmente vigente, sexto PGRR, de junio de 2006, desarrolla una línea estratégica de acción coherente con un sistema de ciclo abierto de manera que tras la operación después de varios años de irradiación en el reactor, los elementos combustibles se enfrían y almacenan en las piscinas de las centrales para posteriormente ser trasladados para su almacenamiento centralizado en el llamado ATC, Almacén Temporal Centralizado, que hace algunos meses se decidió que se construyera en Villar de Cañas (Cuenca).

Algunas centrales españolas, bien para liberar la piscina de combustible y permitir su desmantelamiento junto con el resto de instalaciones de la central, o bien para recuperar espacio en la piscina que permita la operación del reactor sin restricciones, disponen de instalaciones propias para el almacenamiento temporal de combustible

irradiado fuera de las piscinas (Almacén Temporal Individualizado, ATI) ubicadas en el emplazamiento. En estos casos, el combustible se almacena en contenedores hermetizados en ambiente seco e inerte.

En el presente artículo, el Grupo de Combustible de Unesa presenta las actividades más relevantes que se desarrollan de manera coordinada en relación con el combustible en las centrales nucleares españolas. Adicionalmente se presentan algunas actividades relevantes de las centrales españolas en lo relativo a la gestión del combustible irradiado. El Grupo de Combustible depende de la Comisión de Tecnología del Comité de Energía Nuclear de Unesa e integra especialistas en la materia tanto de las propias centrales como de sus empresas propietarias. Dentro del Grupo se tratan de forma coordinada materias de interés común relacionadas con el combustible nuclear, y particularmente las siguientes:

- Fiabilidad del combustible nuclear en su fase de operación en el reactor,
- Investigación y desarrollo asociado al combustible,
- Combustible irradiado,
- Análisis termo-hidráulicos y mecánicos de seguridad del combustible nuclear.

ACTIVIDADES EN LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

A finales de 2011 había almacenados en España 12.906 elementos combustibles, que equivalen a 4.227 toneladas de metal pesado en el combustible irradiado de las distintas piscinas de cada central, así como en dos instalaciones de almacenamiento en seco ubicadas en las centrales José Cabrera y Trillo.

En Francia, están almacenados residuos derivados del reprocesado del combustible gastado de C.N. Vandellós I, cuyo volumen será de 37 metros cúbicos acondicionados en cápsulas de dimensión estandarizada en un número aproximado de 200 unidades de residuos de media y alta actividad no susceptibles de ser almacenados en el centro de almacenamiento de El Cabril.

Adicionalmente, existen pequeñas cantidades de materiales fisiónables recuperados en el reprocesado del combustible gastado de C.N. Santa María de Garoña, enviado al Reino Unido con anterioridad al año 1983 y que podrían retornar a España para su gestión como residuos radiactivos.

La experiencia de Zorita

El Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR) en su

Artículo 28, “Cese de la explotación”, establece que antes de la concesión de la autorización de desmantelamiento, entre otras obligaciones, el titular deberá haber descargado el combustible del reactor y de las piscinas de almacenamiento. Por otra parte, el contrato marco entre las empresas eléctricas y Enresa y en particular su Apéndice J establece las obligaciones de cada parte en relación con la gestión del combustible irradiado y otras cuestiones relativas al desmantelamiento de centrales nucleares.

En virtud de la esta normativa, Enresa y la empresa propietaria de la central José Cabrera, Gas Natural Fenosa (GNF), colaboraron para el diseño, licenciamiento y construcción de un Almacén Temporal Individualizado, ATI, para albergar los contenedores de almacenamiento en seco que forman parte del sistema que había sido seleccionado por Enresa. Una vez se consiguieron las preceptivas licencias y autorizaciones, GNF construyó el ATI entre los meses de enero y agosto de 2007.

Enresa había propuesto al Ministerio un Estudio Básico de Estrategias para el desmantelamiento de José Cabrera que contemplaba su terminación en 2015. Para ello, las actividades propiamente de desmantelamiento tendrían que comenzar en mayo de 2009, tres años después de parada la planta. Por lo tanto, en tres años había que disponer de todas las licencias y permisos, construir el ATI, disponer del sistema de almacenamiento plenamente operativo en la planta, tener al personal entrenado y haber realizado todas las operaciones de carga en contenedores y su transferencia al ATI. Por su parte, en ese plazo Enresa tenía que completar y presentar la documentación necesaria y recibir la aprobación de la Autorización de Desmantelamiento.

En marzo de 2008, GNF completó todas las autorizaciones y permisos para la explotación del ATI con el sistema de almacenamiento de contenedores en seco elegido por Enresa. Este proceso de licenciamiento es particularmente complejo y se consiguieron autorizaciones del Consejo de Seguridad Nuclear y del Ministerio de Industria, del de Medio Ambiente y

de otros organismos autonómicos y municipales.

Durante todo el año 2008 se realizaron las pruebas requeridas, se completó el entrenamiento del equipo de personal de operación (principalmente de Equipos Nucleares, S.A.) y se realizaron una colección significativa de modificaciones de diseño en la planta para el correcto funcionamiento de los diferentes componentes del sistema de almacenamiento.

En José Cabrera, para salir fuera del recinto de contención con el contenedor cargado de combustible había que atravesar la esclusa del recinto de reducidas dimensiones y transitar a lo largo del edificio auxiliar, saturado de equipos muchos de ellos todavía en funcionamiento en esa fase. Todo esto obligó a realizar múltiples modificaciones y cambiar la operativa en relación con la que disponen el resto de centrales. Por ejemplo, el contenedor tenía que ser volteado y transportado en posición horizontal, gestión operativa única para este sistema y que obligó, en determinados contenedores, a limitar el tiempo de las operaciones por la degradación de la transmisión de calor en esta posición.

Por otra parte, la mayor complejidad relativa de las operaciones con los contenedores conllevaba mayores tiempos de manejo y mayor número de operarios, por lo que resultaron cruciales los aspectos de protección radiológica y determinó la necesidad de realizar muchas modificaciones

al sistema para reducir las dosis operacionales. En total, para la gestión del combustible gastado se realizaron más de una treintena de modificaciones de diseño, algunas de envergadura considerable como las mejoras realizadas a la grúa del recinto de contención o a los suelos del recinto, esclusa y edificio auxiliar para mover las cargas pesadas con un sistema neumático que permite salvar los pasos con el escaso margen de espacio existente, así como resolver el movimiento con los relativamente pequeños radios de curvatura consecuencia de la escasez de espacio disponible.

Se ejecutaron también doce conjuntos de pruebas pre-operacionales que estaban requeridas por las correspondientes autorizaciones administrativas.

Antes de la carga del combustible se requiere que todo él esté perfectamente caracterizado, lo que obligó a tener analizado y determinado el estado de integridad de las varillas de todos los elementos combustibles y su estado estructural. Este proceso, y su licenciamiento, fue particularmente complejo por la escasa experiencia existente en España, por una normativa relativamente poco desarrollada, y por lagunas de información en el histórico documental del combustible que necesitaron ser completadas con inspecciones adicionales.

En el periodo de enero a septiembre de 2009, se realizó con éxito la carga efectiva de todo el combustible de la piscina en contenedores y su transferencia al ATI.

La experiencia de Almaraz y Trillo

Las centrales de Almaraz y Trillo realizaron el cambio de bastidores en las piscinas a otros más compactos, dando crédito al quemado, en los años 1991 y 1996, pasando de 612 y 592 posiciones de almacenamiento a 1804 y 805, respectivamente.

La capacidad de la piscina de Trillo aumentó solamente en 213 posiciones por ser relativamente más pequeña al estar dentro de contención. En esa época las centrales alemanas de la familia de Trillo enviaban su combustible a reprocesar y, además, disponían de dos almacenes centralizados, Ahaus y Gorleben, por lo que no necesitaban ampliar su capacidad de almacenamiento.

Así pues, siendo Trillo la última central en entrar en



Figura 1. Maniobras de transferencia al ATI del contenedor de Zorita (febrero 2009).

operación comercial en España fue la primera en necesitar ampliar su capacidad de almacenamiento después del cambio de bastidores.

En el año 1994 Enresa y C. N. Trillo acuerdan iniciar un proyecto de almacenamiento en seco que dará como resultado la carga de los dos primeros contenedores en el año 2002.

Enresa seleccionó un contenedor metálico de doble propósito (almacenamiento y transporte), de tecnología base americana y con requisitos de licencia también americanos, el ENSA-DPT.

El suministro y licencia del contenedor es responsabilidad y propiedad de Enresa, mientras que la instalación y operación del almacén en la central son responsabilidad y propiedad de C. N. Trillo.

A fecha de hoy están almacenados en el ATI de Trillo 22 contenedores con unas 214 toneladas de uranio. Estos contenedores se han cargado bajo dos licencias del DPT distintas, con quemados máximos de 40 y 45 MWd/kgU.

Para cargas a realizar en un futuro próximo, Enresa ha licenciado el contenedor DPT hasta quemados de 49 MWd/kgU, encontrándose el contenedor en fase final de pruebas. La central de Trillo tiene previsto retirar combustible de la piscina en estos nuevos contenedores tan pronto como estén disponibles y en cualquier caso antes del arranque del ciclo 27, en la primavera del año 2014.

En el caso de Almaraz se dispone de capacidad de almacenamiento en piscina hasta el año 2020, sin embargo diversos motivos aconsejan disponer de capacidad adicional en el año 2017.

Con este horizonte y la experiencia de Trillo, Almaraz comenzó en el año 2005, conjuntamente con Enusa, un proyecto de caracterización del combustible irradiado para su almacenamiento en seco.

Este proyecto, que continúa en la actualidad, permite disponer de información para diseñar un sistema de almacenamiento óptimo.

También con esta base, Almaraz ha elaborado un Plan de Gestión del Combustible Gastado que cubre hasta el año 2020 que incluye mejoras en el manejo del combustible y componentes del núcleo, así como preparación de la piscina y actividades adicionales de inspección y acondicionamiento del combustible.

La experiencia de Ascó y Vandellós

La ampliación de la capacidad de almacenamiento de combustible gastado de Vandellós II fue llevada a cabo



Figura 2. Interior del ATI de Trillo con 12 contenedores (actualmente almacena 22).

en el año 1995, pasando de 572 a 1.594 posiciones en piscina de combustible.

El cambio de bastidores en la piscina de combustible gastado de C.N. Ascó se realizó en 1992, en la Unidad I y 1993, en la Unidad II ampliando sus capacidades de 588 a 1421 posiciones.

Para vaciar parte de las piscinas de combustible y ampliar la capacidad de almacenamiento en el propio emplazamiento hasta que el ATC esté disponible, se ha decidido construir un Almacén Temporal Individualizado (ATI) en el emplazamiento de C.N. Ascó. La puesta en marcha de la instalación ATI está prevista para el primer trimestre de 2013.

El proyecto ATI se basa en un acuerdo técnico-económico entre la Asociación Nuclear Ascó-Vandellós (ANAV) y Enresa. Enresa se ha responsabilizado del diseño, licenciamiento y suministro del sistema de almacenamiento HI-Storm 100, así como los útiles para el proceso de carga, y es la propietaria de los contenedores. ANAV ha realizado la contratación, control, seguimiento y cumplimiento de plazos del resto de proyecto, así como la ejecución de las modificaciones de diseño necesarias para su implantación, encargándose también de la obtención de licencias y autorizaciones necesarias para la instalación ATI y operará dicha instalación.

La instalación ha sido diseñada para una vida útil de 50 años, aunque está licenciada para 20 años prorrogables. Está formada por dos losas sísmicas sobre las que podrán descansar hasta 32 módulos de almacenamiento en una disposición regular de dos filas de ocho módulos por losa. Cada módulo o contenedor, albergará un máximo de 32 elementos, por lo que la capacidad total del ATI será de hasta 1.024 elementos combustibles para ambas unidades.

El sistema de almacenamiento HI-Storm 100 ha sido elegido por Enresa

tomando como referencia un sistema licenciado por la NRC. Este sistema se utiliza en numerosas instalaciones estadounidenses y también ha sido licenciado en España por el CSN e implantado en Zorita. Los contenedores del sistema HI-Storm 100 están diseñados para el almacenamiento en un ATI, para su transporte se emplean los contenedores HI-STAR. Los criterios iniciales para la carga son que el grado de quemado del elemento combustible sea igual o inferior a 45.000 MWd/tU y el tiempo de enfriamiento mínimo en la piscina sea de 19 años.

Previamente a su carga, es necesario inspeccionar los elementos combustibles con objeto de determinar los criterios físicos y radiológicos que determinarán su disposición en el contenedor y en el ATI. Cada elemento combustible debe cumplir una serie de condiciones, tales como la integridad estructural, integridad de vaina, manejabilidad, etc con el fin de determinar su acondicionamiento previo a la carga. Existen, además, condicionantes térmicos y radiológicos en la configuración de los elementos en el contenedor. Estos condicionantes implican no sobrepasar una carga térmica máxima, conseguir la adecuada distribución de la carga térmica y cumplir límites de tasas de dosis en el emplazamiento, así como operacionales bajo el criterio Alara.

El ATI, contemplado como un sistema complementario para almacenar el combustible irradiado, ha sido tratado a efectos de licenciamiento como una modificación de diseño de la instalación según establece el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR) y la Instrucción IS-21 del Consejo de Seguridad Nuclear.

Su construcción y puesta en marcha ha supuesto un cambio en las condiciones de autorización de la central y una modificación de alcance, por lo

que ha sido necesaria la solicitud de dos autorizaciones establecidas por el RINR: Autorización de Ejecución y Montaje, necesaria para el inicio de las obras, obtenida en mayo de 2011; y Autorización de la Modificación, para la puesta en servicio de la instalación, cuya obtención está prevista para finales de 2012. Paralelamente, la instalación ha requerido la obtención de la declaración de impacto ambiental y la licencia municipal de obras.

Debido a la complejidad técnica y burocrática del proyecto, a principios de 2008, ANAV constituyó un equipo multidisciplinar para el desarrollo y seguimiento de las actividades relacionadas con el mismo. Además, este grupo interno de ANAV cuenta con el apoyo de un comité de seguimiento mixto entre Enresa y ANAV.

La construcción del ATI se inició en el verano de 2011, finalizándose el hormigonado de las losas de almacenamiento de contenedores en diciembre del mismo año. Paralelamente a la obra civil, la construcción del ATI ha implicado la ejecución de una serie de modificaciones de diseño en la central, entre otras, la instalación de raíles interiores y exteriores en el Edificio de Combustible para el transporte de los contenedores hasta su carga en el vehículo de traslado de contenedores, la adecuación del vial para la ruta de traslado desde el Edificio de Combustible hasta el ATI y la modificación de los puentes-grúa de los Edificios de Combustible para cumplir con la normativa contra fallo único.

A fecha de elaboración del presente artículo, C.N. Ascó está llevando a cabo pruebas preoperacionales que permitirán asegurar el buen funcionamiento de todas las maniobras de carga y traslado de los elementos combustibles desde la piscina al ATI.

ACTIVIDADES EN EL GRUPO DE COMBUSTIBLE

Proyecto piloto sobre combustible gastado y residuos de alta actividad

El artículo 20 del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado por el Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, y modificado por el RD 35/2008 de 18 de enero de 2008, relativo a la documentación a presentar por los titulares de las instalaciones nucleares para solicitar la autorización de explotación establece que 1) se deben describir en el estudio de seguridad los sistemas de recogida y eliminación de residuos radiactivos y 2) se debe presentar un plan de gestión de residuos radiac-

tivos y del combustible gastado que incorpore, en su caso, los contratos establecidos con empresas gestoras e incluya, entre otros conceptos, un sistema para su posible desclasificación.

En aplicación de esta normativa, los titulares deben desarrollar el Plan de Gestión de Residuos Radiactivos y del Combustible Gastado (PRR), conforme a lo descrito en la Guía de Seguridad del CSN, GS-9.3: *Contenido y criterios para la elaboración de los planes de gestión de residuos radiactivos de las instalaciones nucleares*.

En 2009 se terminó un proyecto del Programa Coordinado de Investigación CSN-Unesa, financiado al 50% por Enresa y Unesa y desarrollado por Socoin (actualmente Gas Natural Fenosa Engineering) y Enusa cuyo objetivo principal fue desarrollar la metodología basada en la Guía del CSN GS-9.3, anteriormente citada, e implantarla en dos centrales nucleares de referencia en los aspectos relacionados con residuos especiales y combustible gastado. Las actividades principales fueron las siguientes:

- Desarrollo de una metodología para la elaboración de los estudios soporte y la base de datos mencionados en la Guía, referentes a los residuos especiales y combustible gastado.
- Aplicación de las herramientas metodológicas en dos centrales de referencia del proyecto: Sta. M^a de Garoña y Ascó I, por medio de la elaboración de los estudios soporte correspondientes y un ejemplo de aplicación de la base de datos.
- Elaboración de los planes piloto aplicados a las centrales de referencia del proyecto.
- Elaboración del informe anual piloto aplicado a las centrales de referencia del proyecto.
- Identificación de las lecciones aprendidas y propuesta, en su caso, de modificación de la Guía.

La metodología desarrollada para la elaboración de los cuatro estudios soporte y la estructura de la base de datos se documentó en los informes siguientes:

- INF-TD-003764, *Metodología para la elaboración del estudio soporte "Situación Existente en Materia de Generación y Gestión del Combustible Gastado"*.
- INF-TD-003765, *Metodología para la elaboración del estudio soporte "Situación existente en materia de generación y gestión de los residuos especiales"*.
- INF-TD-003766, *Metodología para la elaboración del estudio soporte "Análisis e Identificación de Posibles Mejoras de Gestión" de Combustible Gastado y Residuos Especiales"*.

- INF-TD-003767, *Metodología para la elaboración del estudio soporte "Selección, Justificación e Implantación de Nuevas Modalidades de Gestión" de Residuos Especiales y Combustible Gastado"*.

Finalmente, se aplicaron estas metodologías a los casos piloto de las centrales de referencia, generándose un conjunto de documentos adicionales de aplicación a las plantas piloto de los Estudios Soporte, planes de gestión de residuos y la estructura documental del PRR de estas centrales en lo relativo al combustible irradiado y residuos de alta actividad.

Base de datos de combustible irradiado y residuos especiales

En mayo de 2011, la Comisión Paritaria Unesa-Enresa acordó tomar acciones para estandarizar en lo posible la recopilación de datos de combustible gastado de las centrales nucleares españolas. Esta decisión surgió de la necesidad de Enresa de disponer de información trazable y controlada para las fases posteriores de gestión del combustible y los residuos de alta actividad asociados al mismo.

Para llevar a cabo este mandato, el Grupo de Combustible de Unesa y el Departamento de Ingeniería de Residuos de Alta Actividad de Enresa, acordaron formar un grupo de trabajo conjunto. Partiendo del proyecto piloto para la aplicación de la Guía de Seguridad 9.3 que se había realizado con anterioridad, este grupo nació con dos objetivos fundamentales:

- Revisar el diseño conceptual de base de datos que se elaboró en este proyecto piloto para delimitar el contenido de la información incluida, asegurando que se conjagara la necesidad de Enresa de disponer de datos suficientes para el diseño de los sistemas de almacenamiento o transporte de combustible gastado a utilizar en el futuro y las capacidades de las centrales para obtener dicha información de forma fiable y eficiente.
- Definir los protocolos para el intercambio de información entre las centrales nucleares y Enresa de forma automática y minimizando las posibilidades de error.

Este grupo de trabajo ha celebrado numerosas reuniones a lo largo del año 2012, manteniendo una comunicación fluida y avanzando en las distintas fases del proyecto para lo que se ha contado con Gas Natural Fenosa Engineering en la realización de parte de los trabajos. Con este esquema colaborativo, se ha conseguido editar un diseño conceptual revisado para

la base de datos y una especificación para el fichero que se utilizará para la transmisión de información entre las centrales y Enresa.

Actualmente y tras realizar Enresa una ronda de visitas por la mayoría de las centrales nucleares para presentar y explicar el contenido del diseño conceptual y el esquema de comunicación previsto, el proyecto se encuentra en fase de implantación por parte de cada central.

La base de datos de combustible gastado y residuos especiales que se ha desarrollado conjuntamente entre Enresa y el Grupo de Combustible de Unesa, será uno de los puntos de partida fundamentales para la fase de ingeniería y diseño del Almacén Temporal Centralizado (ATC) que va a iniciarse en los próximos meses.

Caracterización y criterios de aceptación del combustible irradiado

La Comisión Paritaria Unesa-Enresa decidió crear un grupo de trabajo formado por técnicos de Enresa y del Grupo de Combustible de Unesa para avanzar en el desarrollo de los criterios de aceptación del combustible gastado en el momento actual, una vez están definidas las vías de gestión fuera de las centrales nucleares de estos materiales. Este grupo mixto está iniciando un desarrollo tecnológico relativo a sus criterios de aceptación y metodología de caracterización.

Las actividades a realizar incluyen el desarrollo de los criterios de aceptación y metodología de caracterización del combustible irradiado, así como de los residuos especiales asociados al combustible. Los criterios de aceptación son la colección de requisitos técnicos que deben satisfacer el combustible gastado y los residuos especiales asociados al combustible en lo relativo a la clasificación, acondicionamiento y otras limitaciones, para que sea aceptado por Enresa para las vías de gestión establecidas. Se tiene en cuenta las particularidades de las diferentes tecnologías en combustible y reactores existentes en España.

En relación a la definición de los criterios de aceptación del combustible gastado y los residuos especiales asociados al combustible se va a tener en cuenta la experiencia internacional de otros países que puedan constituir una referencia adecuada para el caso español.

También se establece una clasificación para los residuos especiales asociados al combustible para definir los requisitos funcionales en las etapas de acondicionamiento y almacenamiento (almacenamiento conjunto o separado del combustible, necesidades de

blindaje, recuperabilidad para etapas posteriores de gestión,...). También se analizará el desarrollo de una metodología para la realización de esta clasificación de los residuos especiales asociados al combustible.

En lo relativo a la caracterización del combustible gastado y los residuos asociados al combustible, se incluirá el análisis de los datos existentes en las diferentes fases de la vida del residuo y se definirán las recomendaciones sobre el alcance y las técnicas de las inspecciones a llevar a cabo en cada caso. Si la caracterización se basa en análisis o cálculos se definirá la metodología que se utiliza para ello.

Seguimiento y participación en el programa de combustible usado de EPRI

Unesa, en el marco de su asociación como miembro de pleno derecho de EPRI, participa en el programa nuclear del EPRI que contiene líneas de actuación en el área de gestión del combustible usado y residuos de alta actividad. En este programa se desarrollan los conocimientos, la orientación y las herramientas para reducir los riesgos y para optimizar las tecnologías para la manipulación, almacenamiento, transporte y/o eliminación segura y eficiente de estos materiales. Para ello, se desarrolla un plan de actividades, que en el presente ejercicio incluye las áreas técnicas siguientes:

- Transporte y almacenamiento del combustible, desarrollando las bases técnicas para ayudar a resolver cuestiones genéricas relacionadas con el almacenamiento de combustible usado y el transporte, como son:
 - análisis de criticidad del combustible usado en piscinas,
 - metodologías para los análisis de riesgos,
 - consideraciones del combustible de alto quemado, y
 - evaluación del comportamiento del combustible de las piscinas de Fukushima Daiichi en el accidente de marzo 2011.
- Estudios de materiales absorbentes de neutrones, compartiendo experiencias y desarrollando manuales técnicos y guías para investigaciones futuras.
- Modelización de ciclos avanzados y de gestión de residuos, desarrollando modelos de ciclos de combustible que pueden optimizar la utilización de materiales, incluyendo el uso de óxidos mixtos, y los radionucleidos generados en los reactores de agua ligera y en los reactores rápidos, valorando su impacto en los riesgos económicos y de accidentes.

- Almacenamiento en seco del combustible a plazos muy largos, identificando las cuestiones técnicas y regulatorias que deben abordarse para lograr el almacenamiento en seco a muy largo plazo en los contenedores existentes. La investigación trata de desarrollar un plan de gestión que incluye pruebas y vigilancia, así como el eventual re-encapsulado.

CONCLUSIONES

En resumen, en el artículo se han presentado brevemente las principales actividades que las centrales nucleares españolas están desarrollando en relación con el combustible irradiado.

Se ha avanzado en la coordinación con Enresa y en la potenciación de los canales de intercambio tecnológico para tratar asuntos de interés común y de aplicación en las centrales españolas.

En los últimos años se ha intensificado el desarrollo de herramientas que facilitan las actividades para la gestión de estos materiales.

La futura puesta en servicio del ATC, y con ello la culminación de la correspondiente vía de gestión, obliga a que se acuerden metodologías que, cumpliendo de manera eficiente los requisitos de seguridad a que obliga la normativa, permitan que los residuos puedan acondicionarse, transportarse y almacenarse fuera de las centrales siguiendo las programaciones que acuerden las centrales y Enresa.

La caracterización del combustible irradiado requiere disponer de un grado de conocimiento especializado y de tiempo suficiente para analizar los registros existentes del histórico del combustible y completarlos con las inspecciones que sean necesarias. Para ello, conjuntamente con Enresa, las centrales están realizando actividades para desarrollar métodos y procedimientos operativos que puedan facilitar esta tarea.

La complejidad tecnológica de licenciamiento de los proyectos es muy significativa por lo que tienen que ser iniciados con suficiente anterioridad. Tanto las construcciones de almacenes como la adquisición y puesta en servicio de sistema de almacenamiento y contenedores requieren plazos muy dilatados que deben estar acordados entre las centrales y Enresa con tiempo suficiente. También se requiere adelantar a Enresa los datos del estado del combustible irradiado y de los residuos de alta actividad correctamente caracterizados para poder diseñar el sistema de almacenamiento que mejor se adapte a las necesidades de la central y que además sea compatible con el almacenamiento y transporte al futuro ATC.■