

La gestión del combustible gastado desde la perspectiva de Enresa. El ATC

P. Zuloaga, J. Astudillo y J. E. Martínez

ENRESA tiene encomendada la gestión del combustible gastado ha participado en actuaciones en centrales, incluyendo el suministro de los contenedores y sistemas de almacenamiento en seco y transporte. En diciembre de 2011 el Gobierno designó Villar de Cañas para albergar el ATC. En esta instalación se almacenará la totalidad del combustible gastado y residuos de alta españoles. El proyecto incluye un centro tecnológico asociado e infraestructuras para el asentamiento de empresas. En gestión final Enresa ha realizado estudios de opciones, un programa de I+D, el plan de búsqueda de emplazamientos y diseños genéricos del AGP, y participa en plataformas internacionales.

ENRESA is responsible for the management of SNF. It has participated in on site activities at NPPs, including the supply of dry-storage casks and systems. In December 2011, The Government decided the location of the Centralized interim storage facility (ATC) at Villar de Cañas. This facility will store the totality of the Spanish SNF and HLW. The project also includes a Technology center and infrastructure for business settlement. In the final management field, ENRESA has performed options studies, an R&D program, deep geological repository (AGP) site search and generic designs, and works in International platforms.

PABLO ZULOAGA

es doctor e ingeniero industrial, especialidad de Técnicas Energéticas, por la Universidad del País Vasco. Es actualmente director de Ingeniería de Enresa, donde trabaja desde 1986, proveniente de Initec.

JULIO ASTUDILLO

es doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense, especializado en Geoquímica, y es jefe de los departamentos de Coordinación de Proyectos e I+D, y de Ingeniería de Suelos en Enresa, donde trabaja desde 1986. Anteriormente trabajó en Enusa.

JUAN ENRIQUE MARTÍNEZ

es ingeniero industrial, especialidad de Técnicas Energéticas, y es jefe del Departamento de Ingeniería de Residuos de Alta Actividad de Enresa, donde ingresó en 2002. Anteriormente trabajó en Empresarios Agrupados.

INTRODUCCIÓN

Enresa tiene encomendada la gestión del combustible gastado por la Ley de Energía Nuclear, modificada por la ley 11/2009 [1], dentro del servicio público esencial de titularidad pública en ella definido. Por ello tiene una participación activa en las diversas etapas de su gestión. Apoya la gestión en las centrales, y es responsable de las etapas posteriores de almacenamiento temporal centralizado (ATC), o de gestión final, sin olvidar su transporte. Igualmente entre sus funciones está la de establecer programas de I+D para apoyar la gestión segura de los residuos y el combustible gastado, para los que el centro tecnológico asociado al ATC será un componente importante.

El 30 de diciembre de 2011 el Consejo de Ministros acordaba la designación del municipio con quense de Villar de Cañas para albergar el emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado de combustible gastado y de residuos radiactivos de alta y de media actividad (ATC) y su centro tecnológico asociado, encomendando a Enresa su realización [2]. Esta instalación era una actuación prevista en todos los planes de gestión de re-

siduos radiactivos (PGRR), desde el segundo, aprobado por el Gobierno en 1989. En concreto el sexto plan [3] la definía como objetivo prioritario.

El ATC tiene como objetivo el almacenamiento en seco de la totalidad del combustible gastado de las centrales españolas, durante un periodo de unos 60 años, tiempo que permitirá el desarrollo tecnológico y social para la implantación de las opciones de gestión final.

LA GESTIÓN DEL COMBUSTIBLE GASTADO EN LAS CENTRALES NUCLEARES

Enresa está participando en actuaciones en las centrales, y es el explotador, dentro del plan de desmantelamiento y clausura de la central, del ATI de C.N. José Cabrera.

Durante la década de los 90 se realizó la ampliación de la capacidad de casi todas las piscinas del parque nuclear español. Cabe mencionar que el único cambio de bastidores realizado en la década de 2000, ha sido realizado en la central nuclear de Cofrentes.

Enresa inició en 1989 el proyecto de un contenedor metálico de doble propósito (almacenamiento y transporte) para Trillo. El contenedor ENSA-DPT

está actualmente aprobado para almacenar y transportar combustible con grados de quemado de 49 GwD/tU.

La parada de la central nuclear de José Cabrera en 2006 obligó a Enresa a lanzar un proyecto, en 2004, para almacenamiento de los 377 elementos y aditamentos almacenados en la piscina. El sistema escogido para el almacenamiento en seco en esta ocasión fue el sistema HI-Storm de Holtec, consistente en contenedores de acero y hormigón con cápsulas soldadas de acero inoxidable. Esos contenedores se depositan en el Almacén Temporal Individual (ATI), sobre una losa sísmica. En 2009 se completó la carga de los doce contenedores. En 2013 se prevé cargar cuatro contenedores similares con los internos del reactor.

En 2013 está previsto que se carguen en la central de Ascó los primeros contenedores con 32 elementos combustibles cada uno. El sistema elegido en este caso es de la misma tecnología que el de la central de José Cabrera, anteriormente indicado. Las cápsulas pueden ser transportadas en el contenedor metálico HI-STAR, suministrado a Enresa por Holtec, actualmente licenciado para combustibles de ambas centrales.

Enresa ha encargado a ENSA, en 2012, el diseño, licenciamiento y suministro de contenedores metálicos de doble propósito, denominados ENUN 54B, para almacenar y transportar combustible de la central de Sta. M^a. de Garoña, con objeto de poder vaciar parcialmente la piscina de cara a optimizar el futuro transporte.

EL ATC Y SU CENTRO TECNOLÓGICO ASOCIADO

El proyecto genérico del ATC fue apreciado favorablemente por el Consejo de seguridad Nuclear [4] en junio de 2006. Como se ha indicado, su objetivo principal es el de almacenar durante un periodo prolongado la totalidad del combustible gastado (unas 7.000 toneladas de uranio), así como de los residuos vitrificados de alta actividad procedentes del reproceso, y los residuos de media actividad y vida larga que superan los criterios de aceptación en El Cabril, procedentes del reproceso de combustible español en el extranjero, del desmantelamiento y de la operación de las centrales españolas. El hecho de tener que recibir la totalidad del combustible es uno de los principales retos en el diseño y licenciamiento de la instalación, y

exigirá un esfuerzo en la preparación de unos criterios de aceptación que desarrollen los del contrato-tipo entre las centrales y Enresa.

De acuerdo con las resoluciones de convocatoria de candidaturas [6] y de designación del municipio [2], este proyecto es parte de un servicio público esencial, e incluye, además de las instalaciones de almacenamiento, el centro tecnológico asociado y las infraestructuras de apoyo a la implantación de empresas en la zona.

EL PROCESO DE SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DEL ATC

El proceso de selección de emplazamiento se inicia en 2006, a instancias de la Comisión de Industria del Congreso de los Diputados, creándose una Comisión Interministerial [5], asistida por un comité asesor técnico, para definir los criterios, supervisar el proceso y elevar un informe-propuesta al Consejo de Ministros. En diciembre de 2009 [6] por resolución del secretario de Estado de Energía, presidente de la citada Comisión, se convoca la presentación de candidaturas de los municipios interesados en albergar el ATC.

El proceso de selección estaba basado en criterios de voluntariedad, participación y transparencia, y constaba de dos fases: una primera de presentación de candidaturas, aprobadas por los respectivos plenos municipales; y una segunda fase de propuesta de terrenos, tras la identificación de las zonas afectadas por criterios de exclusión técnicos, o de protección ambiental o cultural. Entre ambas estaba establecido un proceso de

información pública, sometiéndose a alegaciones de instituciones, organizaciones, y público en general, en el que se contestaron más de 14.000 alegaciones. Se recibieron candidaturas de 14 municipios, aunque algunas candidaturas fueron excluidas por requisitos administrativos, fueron retiradas, o en el que la totalidad del territorio municipal estaba afectada por criterios de exclusión. Quedaron ocho candidaturas que presentaron propuesta de terrenos.

En septiembre de 2010, la Comisión Interministerial aprobó su informe-propuesta [7], que se presentó al Gobierno. De acuerdo con sus conclusiones, los ocho municipios se consideraban aceptables, y, de entre ellos, cuatro, incluido el de Villar de Cañas, se consideraban más idóneos. El Congreso de los Diputados instó en 2010 al Gobierno a intentar lograr el máximo consenso con las comunidades autónomas. Finalmente, el Consejo de Ministros acordó la selección de Villar de Cañas para albergar el emplazamiento del ATC.

LA CARACTERIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DEL ATC

En la candidatura seleccionada se preveían tres terrenos potenciales (Figura 1). Tras una investigación geológica preliminar y el estudio de los niveles máximos de inundación, se ha seleccionado uno de ellos, y se han adquirido las parcelas que lo componen. Se prevé que el edificio de vivero de empresas se realice en un terreno diferente, de entre los terrenos propuestos, pero más próximos al pueblo.

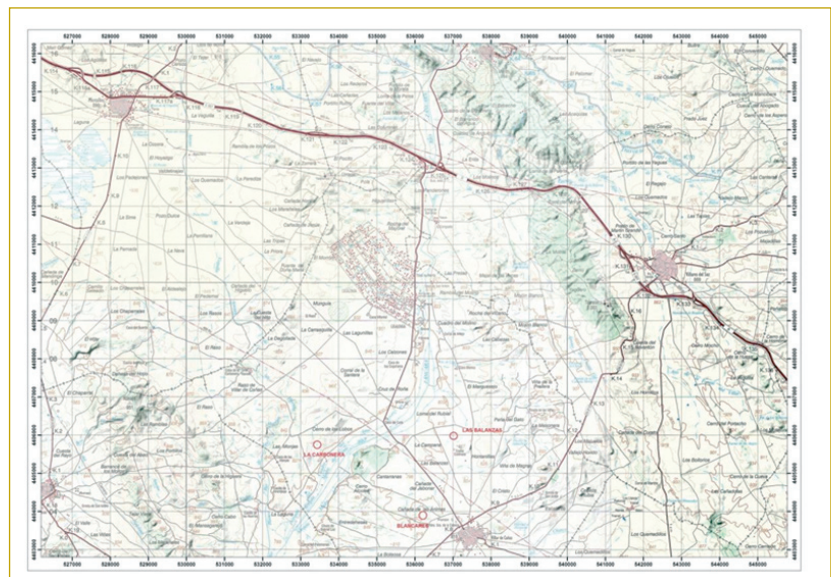


Figura 1. Localización del emplazamiento del ATC en Villar de Cañas (Cuenca).

Se envió al CSN un Plan de Caracterización, teniendo en cuenta las instrucciones anexas a la apreciación favorable al diseño genérico de 2006, la normativa norteamericana aplicable y las recomendaciones del OIEA. La interacción con el CSN ha permitido una mejor definición del alcance. El Plan de Caracterización está actualmente en curso (Figura 2) e incluye la obtención de información regional, local y del emplazamiento a distintas escalas y detalle, radios y diversas disciplinas: cartografía, topografía, geología y geomorfología, geotecnia, sismotectónica, hidrología e hidrogeología, socioeconomía, ecología y geografía.

A primeros de septiembre comenzó la caracterización que terminará su primera fase a finales de marzo. Posteriormente se desarrollarán, en función de los resultados, estudios de detalle y estudios orientados a obtener series de datos continuos, específicos del emplazamiento (climatología, hidrología, hidrogeología, sismicidad, etc.).

En el momento actual se está finalizando la perforación de 600 metros de sondeos para análisis geológico e hidrogeológico; se han realizado 28 sondeos geotécnicos y sismotectónicos; se están realizando ensayos hidráulicos en todos los sondeos; se ha comenzado el estudio hidrogeoquímico, y se han lanzado los estudios de comportamiento termo-hidro-mecánico de los materiales del subsuelo. Se dispone de una cartografía de detalle del emplazamiento y su entorno, así como de las correspondientes ortoimágenes. Los estudios socio-económicos, de geografía y de ecología están muy avanzados y se han realizado estudios geomorfológicos de detalle.

LA INSTALACIÓN NUCLEAR DEL ATC Y SU CENTRO TECNOLÓGICO ASOCIADO

Para establecer los principales criterios de diseño de la instalación, además del condicionado de la apreciación favorable del CSN citada [5], hay que tener en cuenta las instrucciones de seguridad editadas posteriormente, en especial la IS-29 [8], así como los resultados de las pruebas de resistencia, y, en particular, las correspondientes al ATI de José Cabrera.

El objetivo de seguridad principal de la instalación es garantizar la protección del público, de los trabajadores y del medioambiente durante la construcción, la operación y el desmantelamiento. Los principales objetivos de seguridad serán:



Figura 2. Trabajos de caracterización geológica del emplazamiento del ATC en noviembre de 2012.

- La imposibilidad de criticidad, lograda mediante la geometría.
- El confinamiento de los materiales radiactivos con doble barrera.
- El blindaje de las radiaciones.
- La recuperabilidad del combustible sin deterioro, para lo que se establecen condiciones ambientales y de temperaturas máximas que eviten la evolución.
- La refrigeración pasiva, de modo que no se exijan equipos activos de seguridad para asegurar funciones de seguridad en los plazos considerados.

La opción técnica elegida para el almacenamiento del combustible gastado y los residuos de alta actividad es el denominado de *bóvedas* (Figura 3), en el que el combustible se guarda en un ambiente de helio seco, dentro de una cápsula que forma la primera barrera de confinamiento. Éstas quedan almacenadas en tubos estancos, a su vez rellenos de un gas inerte diferente del helio. Los tubos de almacenamiento disponen de una camisa externa que facilita la circulación del aire de refrigeración, que es movido por tiro natural, producido por la propia potencia térmica residual del combustible. Cada bóveda está formada por una estructura de muros de hormigón armado de gran espesor que aseguran el blindaje contra la radiación gamma y proporcionan una estructura de gran robustez frente a fenómenos naturales o acciones humanas.

El proceso principal del ATC se realiza en un conjunto formado por los siguientes edificios:

– *Edificio de Recepción*, en el que se reciben los camiones que transportan los residuos a la instalación y se voltean los contenedores.

– *Edificio de Procesos*, en el que se llevan a cabo los distintos procesos de preparación de los contenedores, así como la descarga de los contenedores, la clasificación de elementos combustibles, y el encapsulado del combustible en la celda de manipulación, así como su futura recuperación.

– *Edificio de Servicios Auxiliares*, adosado al Edificio de Procesos, que aloja los sistemas auxiliares.

– *Bóvedas de Almacenamiento*. El conjunto de bóvedas de almacenamiento está constituido por seis módulos, formado cada uno por dos bóvedas. Cada dos módulos se corresponde con una fase de construcción. Sobre el conjunto de bóvedas se halla el Área de Manejo, por donde transita el contenedor de transferencia integrado con la grúa.

Adicionalmente, son de destacar los siguientes edificios:

– *Módulo de almacenamiento de RMA*. Edificio destinado a residuos de media actividad y vida larga, con calor residual despreciable.

– *Almacén de espera de contenedores*, destinado a albergar transitoriamente contenedores de transporte o de almacenamiento antes de su envío

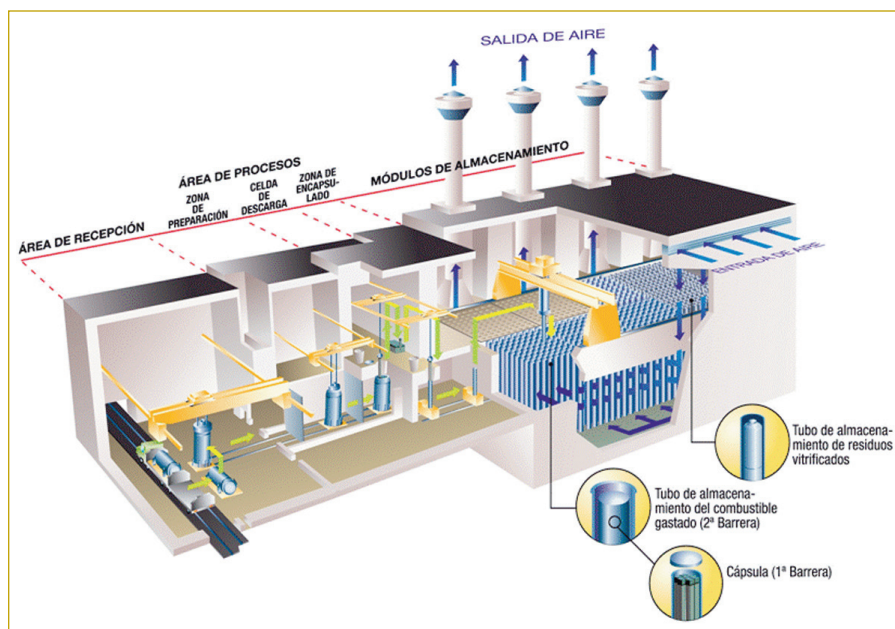


Figura 3. Esquema del proceso principal del ATC.

INFRAESTRUCTURAS PARA PERMITIR EL ASENTAMIENTO DE EMPRESAS (PARQUE EMPRESARIAL)

Dentro de las actuaciones del ATC la resolución de convocatoria de municipios candidatos a albergar el ATC [4] preveía la realización de infraestructuras para el asentamiento de empresas, que se traducen en el parque empresarial. El Parque Empresarial cuenta con dos áreas diferenciadas: una zona destinada a naves industriales y laboratorios (zona industrial) y un edificio de vivero de empresas. Este edificio tiene funciones administrativas, de información y de servicios para apoyar el asentamiento de pequeñas y medianas empresas, y para la propia Enresa.

El polígono industrial dispondrá de algunas naves industriales, de unos mil metros cuadrados, de las que inicialmente Enresa dispondrá de dos, y, posiblemente, algún edificio tipo laboratorio.

PLANIFICACIÓN DEL ATC

La ejecución del ATC está condicionada por los procesos de autorizaciones. Es una instalación nuclear que requiere autorización conjunta previa y de construcción del Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINE-TUR), previo informe favorable del CSN y previa declaración de impacto ambiental del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (MAGRAMA). Además requiere de licencia urbanística, proceso que también requiere tiempo, teniendo en cuenta que los terrenos ofrecidos eran rústicos sin protección especial.

El objetivo de planificación es su puesta en funcionamiento en cinco años, contados desde la disponibilidad de los terrenos. Se ha considerado el 1 de octubre de 2012, fecha en que la mayor parte estaban adquiridos, como hito de disponibilidad de los terrenos. Es también un objetivo poner en servicio, si es viable, la puesta en servicio del almacén de Espera de Contenedores un año antes de la parte principal de la instalación.

GESTIÓN FINAL DE COMBUSTIBLE GASTADO Y LOS RESIDUOS RADIATIVOS DE ALTA ACTIVIDAD

La gestión final del combustible gastado y los residuos de alta actividad

al Área de Proceso, permitiendo absorber mayores flujos de entrada, especialmente en los primeros años de operación, en los que es previsible una acumulación de necesidades.

- *Taller de mantenimiento de contenedores*, destinado al mantenimiento de los contenedores de transporte, que pueden estar contaminados interiormente.

- *Laboratorio de Combustible Gastado y Residuos Radiactivos*. Forma parte del centro tecnológico; se trata de un laboratorio de caracterización de combustible, diseñado para barras de combustible y dotado de celdas calientes y celdas blindadas para ensayos no destructivos y destructivos.

EL CENTRO TECNOLÓGICO ASOCIADO AL ATC

Dentro del desarrollo del ATC, se contempla la construcción de un Centro Tecnológico que dé apoyo a la propia instalación, y que permita el desarrollo y verificación de soluciones para la gestión definitiva de los residuos de alta actividad y el combustible gastado.

El Centro Tecnológico está concebido como un conjunto de cuatro laboratorios básicos: combustible nuclear y residuos; procesos y medio ambiente; materiales; y prototipos. Se contemplan también actuaciones adicionales orientadas al desarrollo de proyectos de investigación con sinergias con actividades en la zona.

El laboratorio de combustible y residuos forma parte de la instalación

nuclear. El resto de laboratorios, ubicados fuera del perímetro nuclear, tendrán el objetivo general de dar apoyo al propio ATC, pero, sobre todo, a la I+D para las etapas finales de gestión. El laboratorio de materiales debe servir para verificar el control de los materiales que se utilizarán en la construcción y posteriormente desarrollar los proyectos de I+D relacionados con el diseño y verificación de barreras de confinamiento del ATC y el AGP. El laboratorio de prototipos servirá como área de preinstalación de equipos del ATC, y de entrenamiento de las personas de la instalación. También servirá para verificar los desarrollos a escala de los prototipos relacionados con cualquier aspecto operativo del AGP (contenedores, barreras, sistemas de excavación y sostenimiento, sellado, manejo de grandes cargas, etc.). El laboratorio de procesos y medio ambiente dará apoyo químico al resto de laboratorios y desarrollará toda la I+D asociada al comportamiento y monitorización de emplazamientos de almacenamiento de residuos. Se pretende que dentro de este conjunto de instalaciones puedan desarrollarse además proyectos de I+D que contribuyan al desarrollo tecnológico del entorno.

El Centro Tecnológico estará orientado a la utilización conjunta con otros grupos investigadores, de forma que complementen el equipamiento y el espacio investigador disponible en el país para la gestión de los residuos radiactivos.

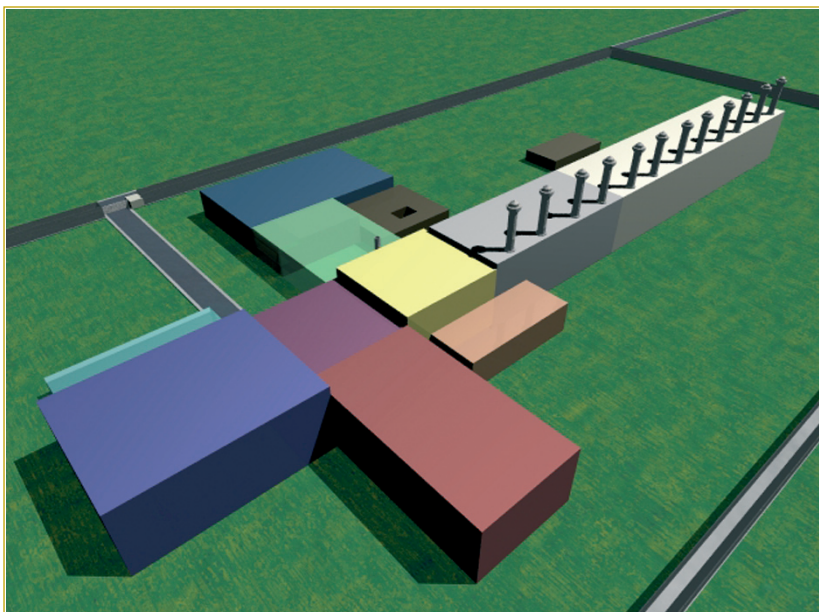


Figura 4. Vista general del ATC.

se ha venido reflejando en los sucesivos PGRR, considerando la opción internacionalmente más aceptada, que es el Almacenamiento Geológico Profundo (AGP). Enresa ha preparado, según requería el sexto PGRR, estudios de opciones de gestión, estudios sobre viabilidad de separación y transmutación, y diseños genéricos del AGP.

Enresa desde el inicio de su actividad acometió proyectos de ingeniería y de I+D orientados a diseñar y licenciar un AGP. Se desarrolló un Plan de Búsqueda de Emplazamientos, que a través de sucesivas fases (IFA, ERA, AFA y ZOA), analizó el territorio peninsular desde el punto de vista de la idoneidad para construir un AGP, focalizándose en tres rocas: granito, arcillas y sales, si bien estas últimas, fueron parcialmente descartadas. Este plan se finalizó en 1996, extendiéndose interpretación de resultados duró hasta 1999. Se constató que existen numerosas zonas adecuadas para albergar el futuro AGP.

En paralelo, se realizaron diseños de la instalación de almacenamiento para granitos y arcillas y se hicieron evaluaciones de la seguridad a largo plazo, soportadas por un intenso programa de I+D, ejecutado principalmente en laboratorios subterráneos europeos. La I+D permitió disponer de tecnologías avanzadas de caracterización de emplazamientos, metodologías de diseño y evaluación de barreras, y datos precisos sobre los principales parámetros que controlan los procesos que in-

tervienen en el funcionamiento del sistema bajo distintas hipótesis de evolución. Estos aspectos están recogidos en las publicaciones técnicas de Enresa, que junto con el sistema de información geográfica que contiene los resultados del Plan de Búsqueda de Emplazamientos, constituyen un importante activo.

A partir del año 2004 se modula el desarrollo de actividades relacionadas con el AGP, y se focalizan en la participación en los proyectos europeos del 7º Programa Marco más relevantes. Se desarrolla una serie de proyectos para mantener las capacidades y se participa en Ceiden y en la plataforma europea IGD-T (*Implementation Geological Disposal - Technology*). En este sentido, hay que indicar que Finlandia está construyendo su AGP, y que Francia y Suecia están muy próximas a su inicio. Enresa a través de esta plataforma está involucrada en los principales proyectos, de modo que le permitan actualizar capacidades, mejorar metodologías y adquirir datos para sus estudios de seguridad. Otro campo de interés es el de la influencia del ATC en el diseño del AGP (estudio de cápsulas que eviten la necesidad de transferencia, efecto del periodo de enfriamiento en el ATC para la evaluación de seguridad del AGP).

REFERENCIAS

- [1]. Ley 11/2009, de 26 de octubre. Disposición final novena. Modificación de la Ley 25/1964, sobre Energía Nuclear, y de la

Ley 54/1997, del Sector Eléctrico (BOE 30-10-2009)

- [2]. Resolución de 18 de enero de 2012, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 30 de diciembre de 2011, por el que se aprueba la designación del emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado de combustible nuclear gastado y residuos de alta actividad y su Centro Tecnológico Asociado. BOE 20-01-2012
- [3]. MINETUR. Sexto Plan General de Residuos Radiactivos. Junio de 2006
- [4]. CSN. Apreciación favorable del diseño genérico de una instalación de almacenamiento temporal Centralizado (ATC) de combustible gastado y residuos de alta y media actividad", de 29 de julio de 2006
- [5]. Real Decreto 775/2006, de 23 de junio, se creó la Comisión Interministerial para el establecimiento de los criterios a cumplir por el emplazamiento del ATC, y de su centro tecnológico asociado ((BOE 5-7-2006)
- [6]. Resolución de 23 de diciembre de 2009, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se efectúa la convocatoria pública para la selección de los municipios candidatos a albergar el emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado de combustible nuclear gastado y residuos radiactivos de alta actividad (ATC) y su centro tecnológico asociado. (BOE 29-12-2009)
- [7]. Comisión Interministerial ATC. Informe-Propuesta de emplazamientos candidatos para albergar el emplazamiento del Almacén Temporal Centralizado (ATC) y su centro tecnológico asociado
- [8]. Instrucción IS-29, de 13 de octubre de 2010, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre criterios de seguridad en instalaciones de almacenamiento temporal de combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad. ■