

INSTALACIÓN COMPLEMENTARIA PARA ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS DE MUY BAJA ACTIVIDAD EN EL C.A. DE EL CABRIL

Sylvia De Gregorio, Jesús García Sierra, Mariano Navarro

La Comisión de Industria y Energía del Congreso de los Diputados en 1998, y la Comisión de Economía y Hacienda en 2001 y 2002, aprobaron sendas resoluciones instando al Gobierno a poner en marcha las iniciativas oportunas para que España pueda contar con capacidad para almacenar residuos radiactivos de muy baja actividad y riesgo, que no puedan tratarse como residuos convencionales, de modo que no suponga una pérdida del importante valor estratégico que supone la capacidad de las celdas actuales de El Cabril, diseñadas para la evacuación de residuos radiactivos de mayor actividad específica.

Los residuos de muy baja actividad forman el subconjunto de residuos de menor actividad dentro del conjunto de residuos de baja y media actividad.

La Instalación Complementaria proyectada formará parte, en todos los aspectos, de la Instalación de El Cabril. La actividad total a almacenar estará comprendida dentro del Inventario de Referencia autorizado para el C.A. El Cabril, no siendo necesario por tanto una ampliación del mismo.

Adicionalmente las instalaciones contienen un edificio para tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento temporal de los residuos de muy baja actividad.

The Industry and Energy Commission of the Spanish Parliament in 1998, and the Economy and Treasury Commission in 2001 and 2002, approved both resolutions and demanded the Govern to take the initiatives in the way to Spain will have capacity to store very low radioactive and low risk waste, that can not be deals like conventional waste, in such a way that will not suppose a loss of the important strategic value that means the capacity of the actual vaults at El Cabril, designed to disposed of radioactive waste with high specific activity.

The very low activity wastes are the part of waste with less activity in the whole low and intermediate level wastes. The complementary installation will form part, of the actual facility of El Cabril. The total activity to disposed of will be hold in the Reference Inventory allowed to the C.A. El Cabril, not being needed an extension of the actual inventory. In addition the installations have a building of treatment, condition and temporal store of the very low activity waste.

INTRODUCCIÓN

El Congreso de los Diputados a través de varias de sus comisiones y en diferentes periodos instó al Gobierno para que se promoviera la implantación "en El Cabril de instalaciones complementarias, menos complicadas tecnológicamente, para almacenar residuos de muy baja intensidad." e indicó así mismo que la "capacidad para almacenar residuos radiactivos

de muy baja actividad y riesgo que no puedan tratarse como residuos convencionales de modo que no suponga una pérdida del importante valor estratégico de la capacidad de las celdas actuales de El Cabril, diseñadas para la evacuación de residuos radiactivos de mayor actividad específica".

Siguiendo las indicaciones del Consejo de Seguridad Nuclear, estas instalaciones se han promovido como una modificación de diseño de la actual instalación

de El Cabril, para lo cual se han cumplido los trámites administrativos fijados en el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas en vigor. Siguiendo las facultades fijadas en el citado Reglamento la Dirección General de la Energía (DGE) del Ministerio de Industria Turismo y Comercio (MITC) requirió que se solicitara el Permiso de Ejecución y Montaje. Dicho permiso ha sido concedido con fecha 14 de febrero de 2006. Con anterioridad el 26 de diciembre de 2005 la Dirección



Figura 1

General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medioambiente otorgó la Declaración de Impacto Ambiental.

El 31 de enero de 2003 se concedió la Licencia Urbanística por parte del Ayuntamiento de Hornachuelos, condicionada a la concesión del resto de permisos administrativos.

El último trámite es la autorización de la Modificación por parte del MITC.

CONSIDERACIONES GENERALES

Los residuos de muy baja actividad forman el subconjunto de residuos de menor actividad dentro del conjunto de residuos de baja y media actividad.

La Instalación Complementaria proyectada forma parte, en todos los aspectos (emplazamiento, organización, utilización de infraestructuras, impacto, etc.), de la Instalación de El Cabril, y está localizada en la zona sur-este de la actual instalación.

Las instalaciones objeto del proyecto forman dos partes: la zona de almacenamiento propiamente dicha y un edificio para manipulación y acondicionamiento de los residuos (si fuera necesario), antes de su almacenamiento, y que se denominará Edificio Tecnológico.

La zona de almacenamiento está situada al norte de los Módulos. Esta zona se ha denominado Plataforma Este y tiene una superficie aproximada de 15 Ha. Es una zona con poco relieve, subhorizontal, que constituye una hombrera en la ladera

que desde el cerro de Los Morales baja al Arroyo de la Montesina.

La descripción geológica, hidrológica y ambiental (climatología, ecología, demografía, recursos, etc.) correspondiente a la zona de El Cabril, es perfectamente aplicable al área considerada.

CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Pueden considerarse residuos de muy baja actividad aquellos materiales sólidos o solidificados, en su mayor parte químicamente inertes o estabilizados previamente, que están contaminados y/o activados y cuyo contenido radiactivo tiene una actividad media inferior a unos límites autorizados.

Estos residuos forman un subconjunto de los de baja y media actividad y, en general, presentan actividades específicas entre 1 y 100 bequerelios por gramo, pudiendo llegar hasta varios miles en el caso de algunos radionucleidos de baja radio toxicidad o tratándose de cantidades pequeñas.

Los residuos radiactivos que por sus características físico-químicas y proceso de acondicionamiento realizado, son susceptibles de ser considerados residuos de muy baja actividad son básicamente, Chatarras metálicas, Grandes equipos o piezas, Escombros, escarificados, polvos, Aislamientos, Residuos cementados o inmovilizados en matriz sólida, Residuos inertizados, Sólidos heterogéneos compactables, etc.

Como consecuencia de incidentes se pueden generar residuos de naturalezas distintas a las anteriormente indicadas.

De forma mayoritaria este tipo de residuos procederán de:

- Desmantelamiento de instalaciones nucleares y radiactivas.
- Operación y mantenimiento de instalaciones nucleares y radiactivas.
- Incidentes ocurridos en instalaciones aun cuando no estén cubiertas por el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas.
- Otros residuos radiactivos autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Los tipos de configuraciones que se consideran más comunes para poder gestionar este tipo de residuos teniendo en cuenta la naturaleza de los mismos, su origen y su gestión final serían:

- Cajas metálicas conteniendo chatarras, pequeños equipos, componentes, etc.
- Sacas con escombros, hormigones, material de aislamiento, etc.
- Sacas con residuos inmovilizados o inertizados.
- Bidones con residuos solidificados o inmovilizados.
- Grandes equipos o piezas.
- Paquetes prensados de material metálico o plástico.
- Haces tubulares o de tuberías.

OBJETIVOS DE DISEÑO

El diseño de un almacenamiento definitivo para residuos de muy baja actividad esta basado en la consecución de unos objetivos fundamentales. Estos objetivos son:

- Asegurar la protección inmediata y diferida de las personas, público y trabajadores, y del medio ambiente, tanto en el periodo de explotación, como en el periodo siguiente a su clausura
- Asegurar el control y la vigilancia del centro, mediante un seguimiento exhaustivo y traceable en lo relativo a residuos, instalación, personal y medio ambiente
- Prever la recuperabilidad de los residuos en caso necesario

Los criterios aplicados que conducen al cumplimiento de los objetivos arriba citados son:

El aislamiento de los residuos en las condiciones y durante el tiempo requeridos.

- El aislamiento de los residuos se garantiza mediante la inclusión en el diseño de barreras que previenen el contacto de los residuos con el agua de lluvia y la liberación de actividad del almacenamiento.

- El periodo en el que se requiere la conservación de propiedades óptimas para las barreras de aislamiento de los residuos es de 60 años.

La actividad total a almacenar estará comprendida dentro del Inventario de Referencia autorizado para el C.A. El Cabil, no siendo necesario por tanto una ampliación del mismo.

Se fijarán límites de actividad específica individual por radionúclido en base al análisis de seguridad del sistema de almacenamiento.

Con objeto de llevar a cabo un seguimiento del comportamiento en la Instalación, las operaciones de vigilancia de la instalación, del emplazamiento, y del medio ambiente se mantendrán durante 60 años periodo de vigilancia del almacenamiento.

Al periodo de vigilancia, le sucede un periodo de post-vigilancia en el que se supone posibilidad de una intrusión.

DESCRIPCIÓN DE LA CELDA DE ALMACENAMIENTO

A causa de que la producción de residuos de muy baja actividad puede dilatarse en el tiempo, sin tener tampoco un ritmo previsible de llegada, la construcción de las celdas se realizará en fases sucesivas, acomodándose a las necesidades del almacenamiento. Se comenzará por la celda 29, la más próxima a los actuales Módulos.

La celda se formará por el cierre de la vaguada determinada para este fin, que previamente habrá sido desbrozada y preparada, excavando y rellenando en aquellas zonas en que fuera necesario para constituir un vaso de formas regulares.

El cierre se efectuará por medio de un dique de escollera, con una altura media sobre el fondo de 9m. Este dique contendrá la primera sección de las dos que forman la celda. Una vez llena y cerrada esta sección, se construirá sobre ella un caballón de tierras, debidamente compactado y acondicionado, de 6m de altura, que contendrá la segunda sección de la celda. Al terminar, se procederá a la colocación de la cobertura final sobre la celda.

PROTECCION INFERIOR

Las barreras de protección inferior tienen como misión aislar la celda de su entorno hidrogeológico, impidiendo el paso de lixiviados o material contaminado al subsuelo.

De acuerdo con la Directiva de la Unión Europea para almacenamientos de resi-

duos peligrosos, que establece una barrera geológica de un espesor de 5 m con un coeficiente de permeabilidad $K=10^{-9}$ m/s o barrera artificial equivalente, se ha diseñado una serie de capas de protección con materiales de diversa permeabilidad, que cumple sobradamente este requisito.

Estas capas son las siguientes:

- **Subdrenaje.** Consistente en un lecho de piedra de 30 cm. de espesor.

- **Arcilla.** Sobre la capa de grava anterior, se colocará un geotextil anticontaminante y sobre este una capa de arcilla de 1 m de espesor.

- **Geobentonita.** Sobre la arcilla se colocará una capa de láminas de geocompuesto bentonítico con $k=10^{-11}$ m/s.

- **Lámina PEAD.** Sobre la barrera geológica así formada, se extenderá una lámina impermeabilizante de polietileno de alta densidad de 2 mm de espesor.

- **Drenaje de aguas infiltradas de la celda.** Sobre la lámina de PEAD protegida con un geotextil adecuado, se formará una capa drenante de 30 cm de espesor. Por el interior de esta capa correrá la primera

red de recogida de lixiviados formada por tuberías de PEAD ranuradas de 110 mm de diámetro.

- **Segunda lámina de PEAD.** Apoyándose en un geotextil de protección colocado sobre el lecho de grava, se extenderá una segunda lámina de PEAD.

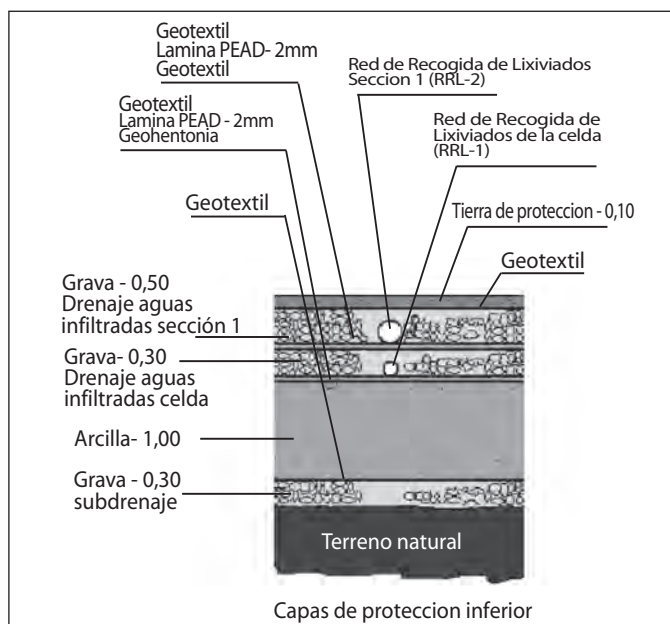
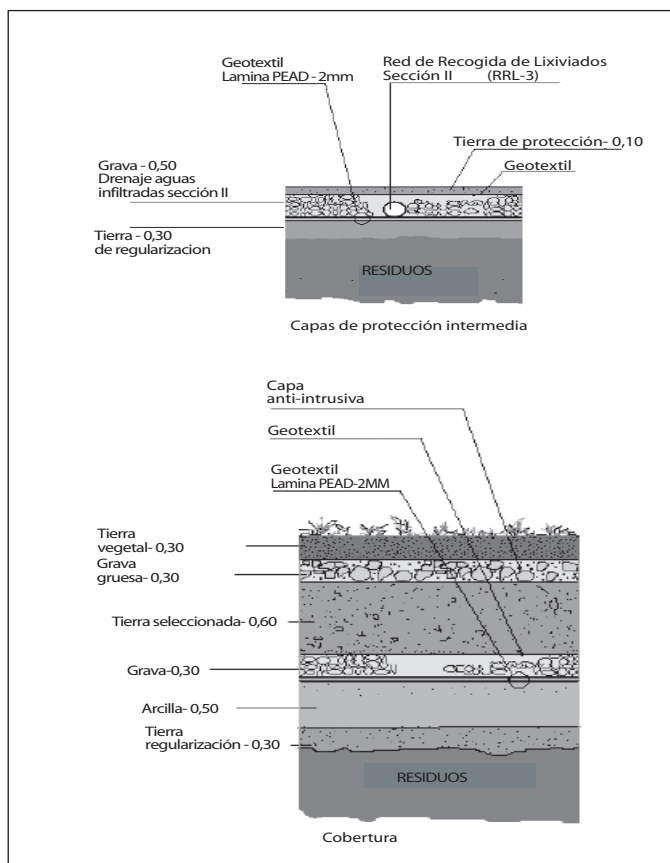
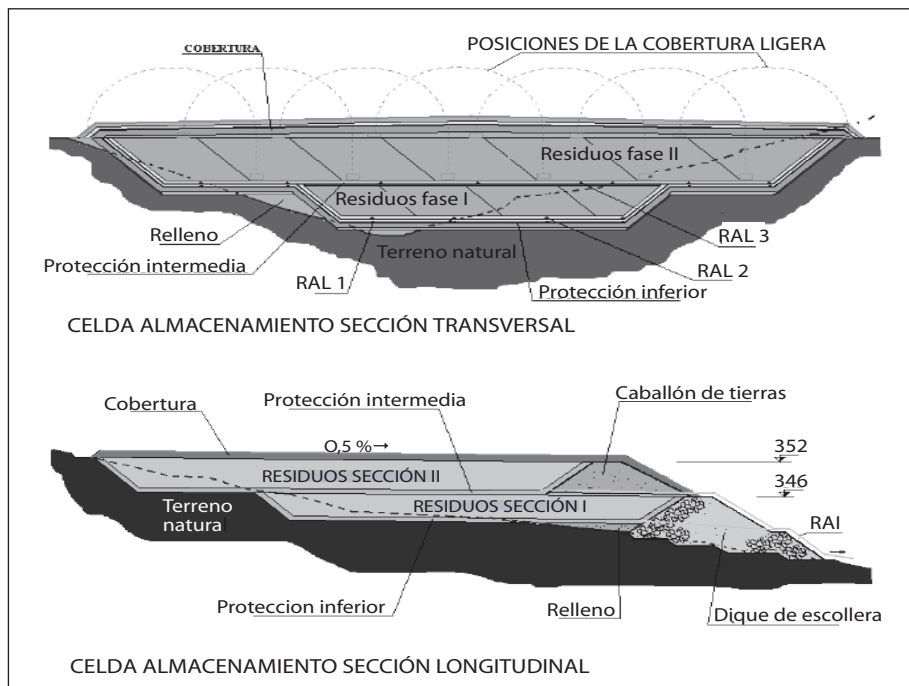


Figura 2: Zona de protección inferior

Figuras 3 y 4: Zona de protección intermedia y cobertura



- **Drenaje de aguas infiltradas de la primera sección.** Sobre la lámina de PEAD se colocará una segunda capa de grava drenante de 50 cm de espesor recorrida por una segunda red de recogida de lixiviados formada por tuberías de PEAD de 350 mm de diámetro.



Figuras 5 y 6: Celda Almacenamiento sección transversal y sección longitudinal

• **Tierra de protección.** Cubriendo el lecho de grava del drenaje, se extenderá un geotextil anticontaminante y sobre él se compactarán 10 cm de tierra seleccionada que formará el fondo sobre el que se depositarán los residuos.

PROTECCION INTERMEDIA

Al terminar la explotación de la primera sección, quedará ésta cubierta por una capa protectora que, a su vez, será la base para la formación de la segunda sección. Esta capa se irá colocando paulatinamente según se vaya relleno la sección primera.

Estará compuesta de los siguientes elementos:

- **Tierra de regularización.** Se extenderá sobre los residuos tierra seleccionada.
- **Lámina de PEAD.** Sobre la capa de tierra una lámina de PEAD de iguales características que las anteriores.
- **Drenaje de aguas infiltradas de la segunda sección.** Sobre el conjunto anterior se dispondrá nuevamente un espesor de grava de 0,50 m, tendrá una red de tuberías de PEAD, de 350 mm de diámetro.
- **Tierra de protección.** Finalmente, se colocará una capa de tierra de 0,10 m de espesor.

RED DE RECOGIDA DE LIXIVIADOS

La red de recogida de lixiviados o RRL, se ha diseñado con el propósito de recoger y encauzar, hasta un depó-

sito de control, las infiltraciones potenciales a través de las barreras de protección y los residuos.

En la celda habrá tres redes superpuestas. La primera, corresponderá al drenaje de la celda y las otras dos, a los de las secciones I y II respectivamente. Estas redes tendrán dos funciones:

- **Colectores de Aguas Pluviales,** cuando las zonas de la celda no contiene residuos, y que verterán el agua procedente de lluvia a cauces naturales.
- **Colectores de Lixiviados,** en las zonas de la celda que contienen residuos, a los que estarán conectadas las tuberías de la RRL de las líneas en explotación o ya acabadas, y que recoge-

rán el agua infiltrada en la celda para conducirla al depósito de control.

Al comenzarse la explotación de una línea (zona) se cerrará la conexión de su tubería al colector de pluviales y se abrirá la del colector de lixiviados, quedando ya en esta posición permanentemente.

COBERTURA

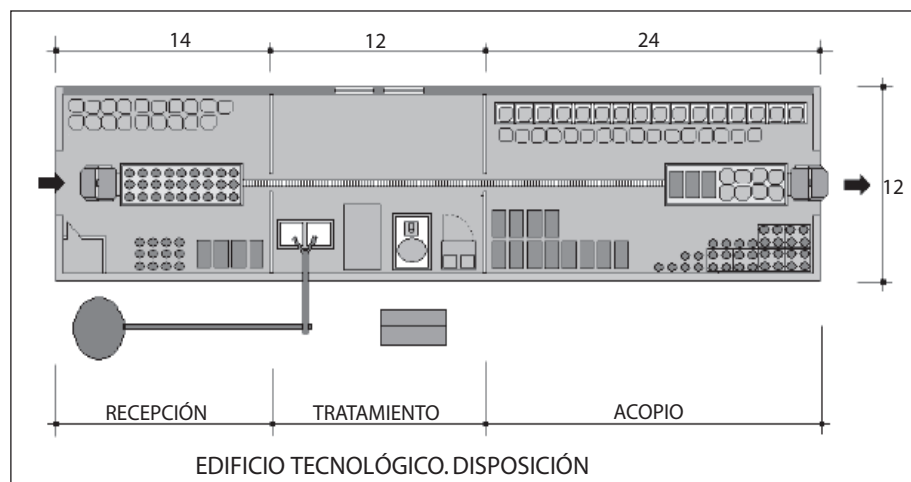
Al terminar el llenado de la última Línea de Explotación de la Sección II y por tanto de la celda, se procederá a su cierre con la cobertura final.

Esta, que habrá sido colocada parcialmente sobre las Líneas de Explotación ya completas a fin de protegerlas de la intemperie, se terminará, formando en su conjunto las siguientes capas:

- **Tierra de regularización.** De 30 cm de espesor.
- **Arcilla.** de 50 cm de espesor, de las mismas características que la colocada en la protección inferior.
- **Lámina de PEAD.** de iguales características que las anteriores.
- **Dren de grava.** Tras la lámina de PEAD, se formará sobre ella un lecho de grava de 30 cm de espesor.
- **Tierra seleccionada.** Capa de suelo de 60 cm de espesor.
- **Capa biointrusiva.** Mezcla de grava gruesa y tierra, de 30 cm de espesor.
- **Tierra vegetal.** Por último se colocará tierra fértil con un espesor de 30 cm.

EDIFICIO TECNOLÓGICO

Este edificio se sitúa en la zona de módulos a modo de Módulo no 4, con



Figuras 7: Edificio Tecnológico. Disposición

comunicación directa al camino de acceso a celdas en la Plataforma Este.

Interiormente la nave se compartimentará en tres zonas: recepción, tratamiento y acopio.

Los transportes de residuos, camiones o plataformas, llegarán al Edificio Tecnológico penetrando en la zona restringida por la valla de seguridad, donde serán descargados, bien en un área exterior prevista a tal fin en el caso de sacas sobre paletas o contenedores metálicos, o bien en el interior del edificio.

Inmediato a la puerta, situada en la fachada este, se dispondrá el área de recepción y control, donde se descargarán eventualmente los residuos y se llevará a cabo su gestión administrativa, y almacenamiento temporal. Una vez efectuada esta operación, se trasladarán a la zona de tratamiento, si es necesario su acondicionamiento previo, o a la de acopio si está listo para su almacenamiento en la celda.

A continuación de la anterior, se sitúa la zona de tratamiento. Los procesos a seguir serán básicamente los siguientes:

INVENTARIO PREVISTO

El inventario esperable es el siguiente:

• Operación de instalaciones nucleares	3.000 m ³
• Existentes en almacenes temporales de El Cabril	1.000 m ³
• Operación de instalaciones radiactivas	2.000 m ³
• Desmantelamiento de instalaciones	120.000 m ³
• Intervenciones, incidentes, etc.	4.000 m ³
TOTAL	130.000 m³

tes: Estabilización con aglomerantes hidráulicos, Embalaje de compactables, Relleno de huecos, Preparación de las unidades para su manejo y traslado a las celdas.

La última zona del edificio, junto a la puerta oeste, se utilizará como zona de acopio de los residuos de muy baja, donde se depositarán hasta alcanzar el volumen adecuado para efectuar un envío a su almacenamiento definitivo.



Sylvia De Gregorio y Robledo es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por La Universidad Politécnica de Madrid.

Inició su actividad profesional en la empresa INGEOTEC S.L. como ingeniero civil. En Agosto del 2002 se incorpora a la plantilla de INIMA, S.A. en el proyecto de muy baja para ENRESA y en Junio del 2006 se incorpora a la plantilla de ENRESA, S. A. en el Departamento de Ingeniería RBMA.



Jesús García Sierra es ingeniero de Caminos desde 1969, año en que inicia la profesión en Entrecanales y Tavora.

Hasta 1979 se dedica a obra civil, destacando la C.T. de Castellón y las CC.NN. de Almaraz y Valdecaballeros y el metro de Caracas.

Entre 1984 y 1988 trabaja para Empresarios Agrupados en la C.N. de Trillo pasando a Enresa hasta la actualidad.

Ha formado parte de los equipos de construcción del C.A. El Cabril, de las infraestructuras del Centro y -entre 1996 y 2003- del grupo para el desmantelamiento de la C.N. de Vandellós 1.

Actualmente se dedica a la dirección de obra del proyecto de instalaciones de muy baja actividad.



Mariano Navarro Santos es ingeniero industrial por la E.T.S. de Ingenieros Industriales de Madrid y Master en Economía y Dirección de Empresas por el I.E.S.E. En 1982 inicia su actividad profesional en la Empresa Empresarios Agrupados como ingeniero de sistemas en proyectos de centrales térmicas y nucleares.

En 1991 se incorpora a ENRESA como apoyo técnico a la operación de C.A. El Cabril. Desde 1996 es el jefe de Proyecto de El Cabril, dentro del Departamento de Ingeniería de RBMA.

Ha participado en diferentes reuniones, proyectos y asesorías técnicas en el ámbito de la OIEA.