



Pablo ZULOAGA LALANA es Ingeniero Industrial por la Escuela de Bilbao (1976). En 1976 ingresa en el Departamento Nuclear de AUXIESA, integrándose en el proyecto de C. N. Vandellós II. A partir de 1979 participa en las puestas en marcha de las centrales de Lemóniz, Alcudia, La Robla y Vandellós II. En 1986 ingresa en el Departamento de Ingeniería de ENRESA, siendo destacado seis meses en ANDRA. Actualmente es Jefe del Proyecto de C. A. El Cabril.

EL PROYECTO DE LAS NUEVAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS RADIATIVOS DE BAJA Y MEDIA ACTIVIDAD DE EL CABRIL

P. ZULOAGA

INTRODUCCION

El pasado 15 de diciembre de 1989 se iniciaban, tras la otención de la autorización de construcción del Ministerio de Industria y Energía y de la licencia municipal de obras, los trabajos de construcción de las nuevas instalaciones de almacenamiento de residuos radiactivos de baja y media actividad de Sierra Albarrana, que han sido denominados por ENRESA "Centro de Almacenamiento de El Cabril", de modo más acorde a como se conoce esta instalación en la zona.

El Cabril constituyó una explotación minera de la Junta de Energía Nuclear, que comenzó a ser utilizada como almacenamiento de residuos en 1961. Inicialmente, éstos se depositaban en una mina de uranio agotada, la Mina Beta.

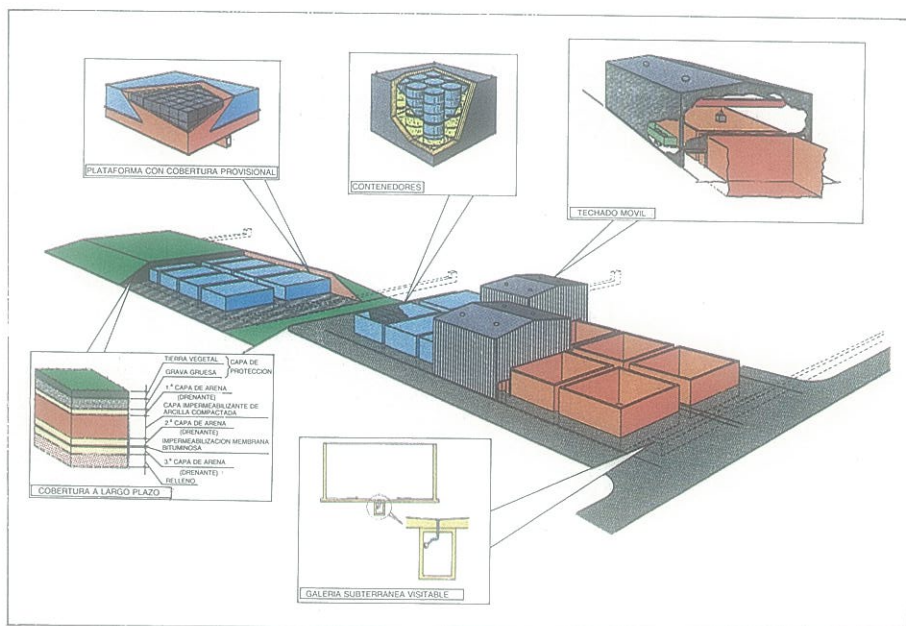
Posteriormente se utilizaron otros edificios, como la antigua central térmica o "almacén permanente". En 1982 se pusieron en servicio tres naves o módulos de nueva planta con capacidad, cada una, para almacenar 5.000 bidones de 220 litros.

En enero de 1986, ENRESA se hace cargo de esta instalación. Hasta mayo de 1989 recibía tan sólo residuos acondicionados en el CIEMAT y originados en este centro o en las instalaciones radiactivas. A partir de esa fecha comienzan a ser almacenados en El Cabril residuos procedentes de centrales nucleares y, más concretamente, residuos de las Centrales de Garoña y Zorita.

Hoy en día, todos los residuos existentes en El Cabril han sido trasladados a los módulos, que constituyen, junto con las instalaciones auxiliares necesarias para su explotación y vigilancia, la instalación

F I Módulos de Almacenamiento





F II Sistemas de Almacenamiento.

nuclear propiamente dicha. Tanto la Mina Beta como el almacén permanente han sido desclasificados (Fig. I. Instalaciones actuales).

OBJETIVO DE LAS NUEVAS INSTALACIONES

Las nuevas instalaciones de El Cabril están proyectadas de modo que puedan constituir, desde el punto de vista técnico, un almacenamiento a largo plazo de residuos de baja y media actividad. Para ello han de cumplir dos objetivos fundamentales:

- Asegurar la protección inmediata y diferida de las personas y del medio ambiente.

La protección inmediata no plantea problemas específicos y es similar a la de otras instalaciones. La protección diferida se asegura mediante un sistema de barreras múltiples.

- Permitir la libre utilización del emplazamiento tras un período de una duración máxima de 300 años, sin limitaciones de origen radiológico. Esta duración máxima de 300 años está tomada de la reglamentación francesa (RFS I-2), adoptada como referencia, y corresponde a un período para el que se puede asegurar razonablemente que puede impedirse la construcción sobre el almacenamiento y tras el cual la mencionada reglamentación exige suponer que todas las obras artificiales están totalmente degradadas.

En el proyecto de El Cabril se ha adoptado, además, como objetivo básico, la posible recuperación de los residuos, si las circunstancias lo aconsejasen. Aun cuando esto siempre es posible en un almacenamiento superficial, el proyecto original fue modificado sustancialmente para introducir este concepto. La capacidad de almacenamiento, con la solución adoptada, es de 35.000 m³ de bidones de 0,216 m³, lo que corresponde a una capacidad de recepción de 42.000 m³, antes de la reducción de volumen prevista de una parte de los residuos.

De los objetivos citados anteriormente se deducen dos necesidades:

- El aislamiento de los bultos de residuos frente al agua y
- la limitación de actividad.

El agua constituye, junto con el hombre, el posible vehículo de dispersión de la radiactividad almacenada. Por ello se requiere aislar el almacenamiento de las aguas subterráneas (situando los bultos de residuos por encima de la capa freática) y de las aguas superficiales (evitando las zonas de inundación y vaguadas y protegiéndolos de las precipitaciones).

Por otra parte, al suponerse la intrusión humana al cabo de un período máximo de 300 años, planteando hipótesis pesimistas (por ejemplo, vivienda permanente o construcción de una gran obra pública sobre el propio almacenamiento), la actividad total y la actividad máxima deben limitarse, de modo que el impacto en dichas hipótesis sea aceptable. Conviene hacer hincapié en que son los escenarios de intrusión y no los de

impacto, debido a posibles arrastres por el agua que pudiera infiltrarse hasta los residuos, aun suponiendo la degradación total de las barreras artificiales, los que limitan la actividad que puede ser almacenada en un sistema de almacenamiento superficial o a baja profundidad. Estos escenarios de intrusión son prácticamente independientes del emplazamiento elegido.

Esta limitación es la que claramente separa los residuos de baja y media actividad y vida corta, almacenables en superficie de otras categorías, cuya evacuación debe hacerse en profundidad. Adicionalmente, el centro tiene capacidad para el tratamiento de los residuos de pequeños productores, la reducción de volumen de los residuos compactables, el acondicionamiento de los residuos generados en la propia instalación y el reacondicionamiento en las unidades de almacenamiento de los bultos de residuos.

EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Los bultos de residuos, en su mayor parte bidones de 0,22 m³, se almacenan en el interior de contenedores de almacenamiento de hormigón (Fig. II). Los bidones son inmovilizados en el contenedor, constituyendo un bloque de hormigón de 24 toneladas de peso y 2,25 × 2,25 × 2,20 m. de dimensiones exteriores.

Estos contenedores se apilan dentro de las estructuras de almacenamiento. Cada una de éstas tiene una capacidad para 320 contenedores del tipo indicado y unas dimensiones exteriores aproximadas de 24 × 19 × 10 m. Los contenedores se colocan en contacto entre sí, excepto en una cruz o franja central destinada a absorber las tolerancias de fabricación o colocación de los contenedores.

Una vez completada la operación de una estructura de almacenamiento se colocan unas contratapas para impedir que la losa superior de cierre se adhiera a los contenedores y para minimizar la dosis durante la realización de la losa. Después se rellena la franja central con grava, para rigidizar el conjunto y rellenar huecos, y se realiza la losa superior de cierre. La estructura es entonces impermeabilizada con una cobertura sintética. La placa inferior constituye el elemento principal de la estructura de almacenamiento y tiene la función de recoger cualquier agua que pudiera haberse infiltrado, dirigiéndola a la red de control de infiltraciones (RCI).

Esta red está constituida por un sistema de tuberías que circula a través de unas galerías de inspección situadas bajo las estructuras de almacenamiento. Cada

estructura se une a la red a través de un depósito de retención, de modo que se permita, en caso de recogerse agua en la red de control, determinar de qué estructura proviene para poder así proceder a reparar la cobertura (provisionalmente o a largo plazo).

Esta red de tuberías, de funcionamiento pasivo, desemboca en un depósito final de control con capacidad para las infiltraciones recogidas en un año, debidas a la infiltración nominal de la cobertura, más las correspondientes a 100 m² de hundimiento de la cobertura. De este modo se permite vigilar adecuadamente el funcionamiento del sistema de almacenamiento, detectando y determinando el origen de cantidades anormales de agua infiltrada, así como una eventual contaminación de la misma.

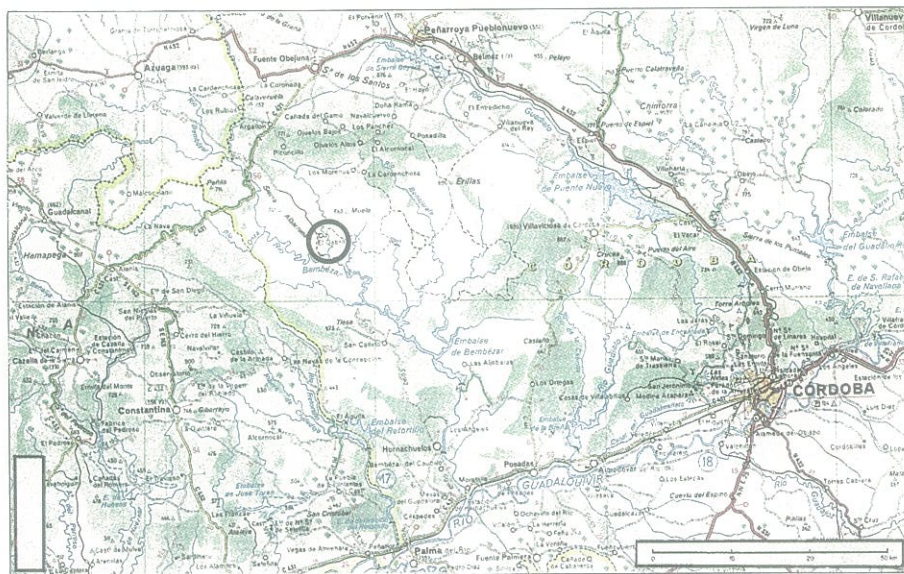
Durante la fase de explotación, y con el triple objetivo de proteger los contenedores con residuos de la intemperie, minimizar la cantidad de agua a recoger en la RCI y servir de soporte de los medios de manutención, cada fila de estructuras de almacenamiento está servida por un techado móvil montado sobre carriles. Este techado auxiliar se sitúa sobre la estructura de almacenamiento en explotación. Después de la impermeabilización de ésta, el techado se traslada a la estructura adyacente.

Una vez finalizada la explotación de El Cabril, o, al menos, de una de las dos zonas en que se ha dividido el almacenamiento, podría procederse a cubrir el conjunto con una cobertura de baja permeabilidad, constituida por capas alternas de materiales impermeables y drenantes, que protegería a largo plazo los contenedores que guardan los bultos de residuos y aseguraría una buena durabilidad de los propios contenedores. Se define así el sistema multibarreras, constituido por tres barreras:

- La primera está constituida por la matriz de inmovilización de los residuos y el contenedor de almacenamiento que los aísla.
- La segunda, formada por la placa inferior de las estructuras, la cobertura y la red de control de infiltraciones, limita el acceso de agua a los bultos y permite el control de las aguas que pudieran haber estado en contacto con los mismos, y su eventual tratamiento en caso necesario.
- La tercera, la barrera geológica, está constituida por los terrenos del entorno y limitaría el impacto de una eventual lixiviación en caso accidental o en las hipótesis de degradación total de las dos primeras barreras, adoptada para la fase de libre utilización.

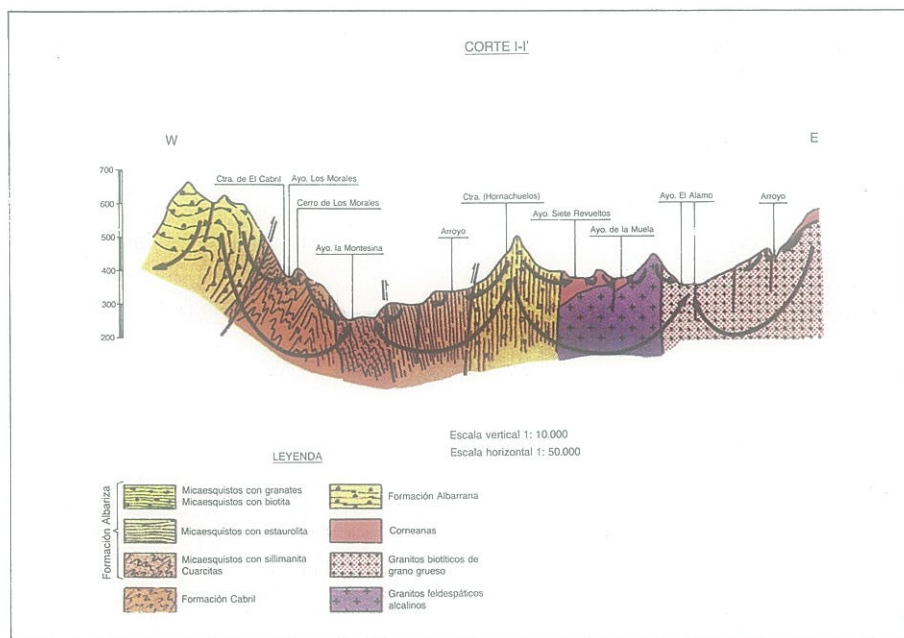
EL EMPLAZAMIENTO

El Cabril está situado en el Noroeste de la provincia de Córdoba, a unos 130 km.



F III Localización

F IV Corte Geológico



de la capital, por carretera, en un área de escasa población. Perteneció al término municipal de Hornachuelos. El acceso principal parte de la carretera de Fuenteovejuna a Cazalla de la Sierra, al norte de la instalación (Fig. III).

El emplazamiento se localiza en el sur de la zona centroibérica del macizo ibérico, en una zona de sismicidad moderada.

Las nuevas instalaciones se construyen en la parte norte de El Cabril, junto a la pista principal de acceso existente. Se sitúan en una formación geológica de gneisses y micaesquistos, denominada formación Cabril, que presenta una potencia superior a los 300 m.

Para adaptarse a la topografía existente,

la instalación se ha dividido en dos zonas.

La zona destinada al almacenamiento de los residuos ocupa la ladera Norte del centro de Los Morales y constituye el área más adecuada para el almacenamiento a largo plazo. Esta zona está delimitada por el arroyo de La Montesina y por el arroyo de Los Morales, afluente del anterior, formando una península. Estos arroyos controlan el funcionamiento hidrogeológico del almacenamiento, permitiendo, junto con una red de sondeos, vigilar radiológicamente el emplazamiento (Fig. IV).

Los edificios auxiliares para la explotación se localizan en la ladera del macizo principal de Sierra Albarana, en la

misma formación geológica, separada de la zona de almacenamiento por el barranco del arroyo de Los Morales.

DISPOSICION GENERAL

ZONA DE EDIFICIOS

En la figura V se indican, ordenadas por su posición respecto a la entrada, las principales instalaciones:

Edificio de Seguridad Industrial (1)

En este edificio se agrupan el control de accesos, el puesto central de vigilancia y los medios de lucha contra incendios.

Edificio de Administración (2)

Laboratorio de Caracterización. Edificio Inactivo (7)

Este edificio está destinado a la realización de ensayos y pruebas sobre probetas no activas de características similares a las de los diferentes tipos de bulto cuya retirada se solicita.

Igualmente, alberga las oficinas de personal de explotación del laboratorio de caracterización.

Edificio de Servicios Técnicos (3)

En este edificio se instalan los equipos principales de los diferentes sistemas de servicios auxiliares: centro transformación, distribución eléctrica, diesel de apoyo, plantas de frío y calor, planta de tratamiento de agua, aire comprimido. También alberga el panel de control de servicios auxiliares.

Edificio de Servicios Generales (5)

En el mismo se ubican los servicios de protección radiológica, servicio médico, vestuarios, lavandería, laboratorio de vigilancia ambiental, laboratorio químico y control radiológico de accesos del personal. A través de este edificio se realiza el acceso a la zona vigilada de todo el personal, exceptuando a los conductores de vehículos.

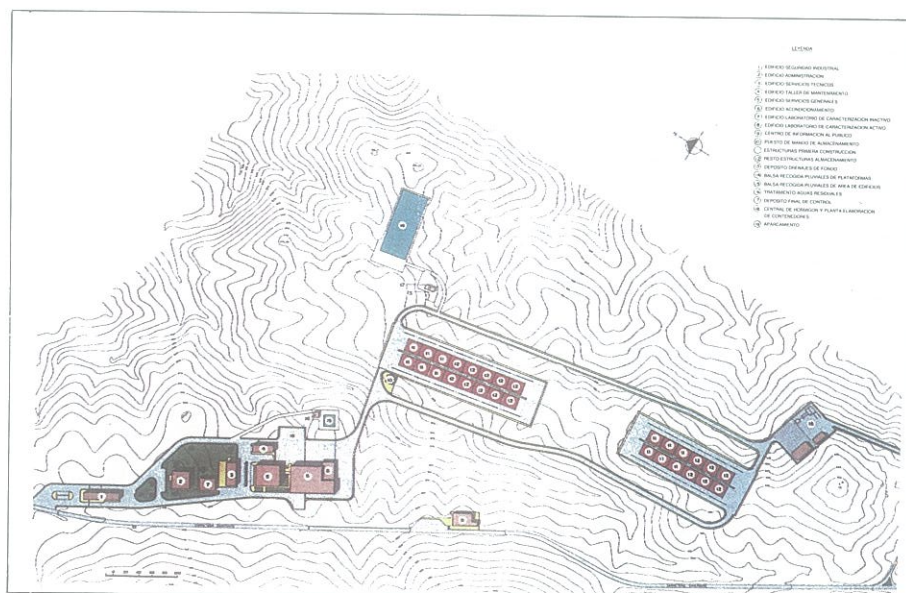
Taller de Mantenimiento (4)

Este edificio contiene, además de los talleres mecánico, eléctrico y de instrumentación, los puestos de control radiológico y de descontaminación de vehículos.

Este edificio, junto con el de Servicios Generales, marca la separación entre la zona no reglamentada, desde el punto de vista de protección radiológica, y la zona vigilada.

Edificio de Acondicionamiento (6)

En este edificio (Fig. VI) se realizan todas las operaciones de tratamiento y acondicionamiento que se describen en



F V Disposición General

el apartado siguiente. Por el mismo pasan la práctica totalidad de los residuos (excepto aquellos almacenables directamente que pudieran darse en el futuro). Alberga, además, la Sala de Control, desde la que se operan la mayor parte de los sistemas de este edificio, así como los equipos de manutención de la zona de almacenamiento, y en la que se centraliza la información de la explotación de toda la instalación.

Laboratorio de Caracterización. Edificio Activo (8)

Este edificio está destinado a los ensayos de caracterización de tipos de bultos, con probetas activas y bultos reales y a la verificación técnica de algunos de los bultos que lleguen al centro, para comprobar su adecuación a la documentación aportada en el proceso de caracterización.

Igualmente se prevé realizar en el mismo trabajos de I+D sobre matrices activas. El laboratorio está integrado por:

- Puesto de preparación de muestras.
- Cubas de lixiviación.
- Puesto de ensayos de transporte.
- Celdas de manejo para la extracción de testigos.

El laboratorio está interconectado con el Edificio de Acondicionamiento para transferir directamente los residuos que se generen en el mismo.

ZONA DE ALMACENAMIENTO

En esta zona se construyen las estructuras de almacenamiento, de las que hay un total de 28, agrupadas en dos áreas. La plataforma norte, con 16 estructuras, y la sur, con 12.

Inicialmente se preveía construir tan sólo

cuatro estructuras, para ir realizando las demás a medida que se fueran llenando las ya construidas. Con el fin de ordenar mejor el tráfico de los camiones de residuos, no mezclándolo con la construcción de estructuras adicionales, ha parecido mejor solución construir en la fase de obra el conjunto de las 16 estructuras de la plataforma norte.

En cada una de estas áreas, las estructuras se disponen en dos filas, cada una de las cuales está servida por un techado móvil, que puede trasladarse a lo largo de los carriles instalados.

Estos techados soportan un puente grúa de 32 toneladas para el manejo de los contenedores. El mando de los mismos se realiza desde la Sala de Control.

Los camiones que transportan los contenedores de almacenamiento se sitúan en el pasillo lateral existente entre las estructuras de almacenamiento y la pared del techado. Por el exterior de éste hay un vial adicional. Esta anchura, quizá innecesaria a primera vista, se requiere para cubrir, en caso necesario, el almacenamiento con la cobertura impermeable, con taludes de pendiente adecuada. En esta zona se ubican, además, el depósito de control de la RCI, la balsa de recogida de pluviales y la planta de hormigones para la construcción, en su día, de las estructuras de la explanada sur y para la fabricación, en la propia instalación, de los contenedores de almacenamiento.

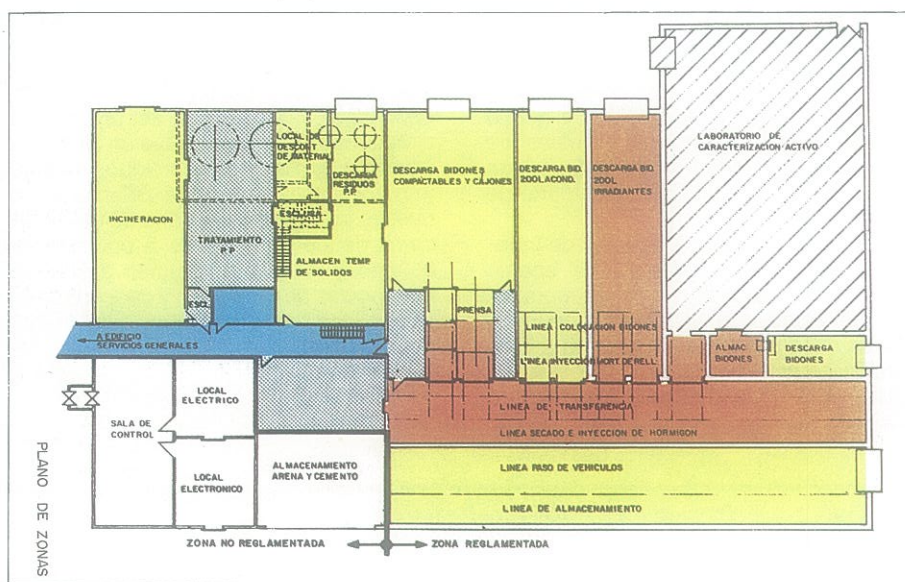
EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Las operaciones realizadas en el Edificio de Acondicionamiento (Fig. VI) pueden agruparse en cinco líneas principales:

T I

Tipo de residuos	Tratamiento previsto
Acuosos	Envío al sistema de efluentes activos del Centro.
Sólidos biológicos	Incineración.
Líquidos orgánicos (líquidos de centelleo, disolventes)	Incineración.
Sólidos diversos	Envío a la línea de compactación.
Fuentes encapsuladas	Inmovilización con mortero y envío a la línea de bultos inmovilizados.

F VI Edificio de Acondicionamiento y Laboratorio Activo



RESIDUOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES

El tratamiento previsto es función de la forma fisicoquímica que presentan y de la posible presencia de riesgos biológicos (Tabla I).

Se dispone de medios para la clasificación y almacenamiento transitorio de estos residuos y de un pequeño taller "caliente" para la manipulación de los mismos (p. ej., corte) y para la descontaminación de material pequeño.

RESIDUOS COMPACTABLES

Se prevé una prensa con una fuerza de empuje superior al 1.000 toneladas. Los bidones con los residuos compactables se descargan, con un puente grúa, en una nave específica para este tipo de bultos y se introducen en el equipo de compactación, sometido a ventilación controlada. Los "pellets" se introducen en un contenedor de almacenamiento, antes de su

envío a la línea de inyección de mortero.

RESIDUOS INMOVILIZADOS

Los residuos que llegan ya acondicionados en una matriz sólida, normalmente de cemento, se transfieren a los contenedores de almacenamiento con ayuda de un puente grúa. Hay dos naves similares para este tipo de residuos, diferenciándose entre sí en los equipos de elevación. Una está dedicada a los bultos débilmente irradiantes, que llegan al centro sin blindaje adicional, y en otra se descargan los bultos que, por su tasa de dosis, se transportan en el interior de un blindaje adicional. Esta segunda nave presenta espesores mayores de blindaje y está dotada de elementos para la apertura del sobreenvase y el manejo de su tapa.

En ambos casos, una vez lleno el contenedor, éste se transfiere a la nave de contenedores mediante un carretón. Desde esta posición, y una vez colocada la tapa, el contenedor se transporta con

el puente grúa de la nave de contenedores al puesto de inyección de mortero.

RESIDUOS GENERADOS EN EL CENTRO

Residuos líquidos

Los residuos líquidos que pueden espesarse son soluciones acuosas de baja concentración y actividad (por debajo del límite de caracterización) y se recogen en unos depósitos situados en el sótano del edificio.

El sistema de tratamiento se ha seleccionado con dos objetivos:

- No aumentar el volumen de residuos a almacenar y
- cumplir el objetivo de vertido nulo.

Estos residuos líquidos se incorporan al mortero de inmovilización que llena los intersticios entre bidones, en el interior del contenedor.

De esta forma no se disminuye la capacidad de almacenamiento y, dado que la cantidad de agua requerida para la preparación de mortero es muy superior a la cantidad esperada de efluentes líquidos, se puede cumplir el objetivo de vertido nulo.

Residuos sólidos

Los residuos sólidos diversos que pudieran generarse se tratarán como residuos compactables.

INYECCION DE MORTERO

Todos los contenedores, una vez colocada la tapa, se transfieren al puesto de inyección de mortero de inmovilización. Este tiene dos secciones, una dedicada al mortero de relleno (al que pueden haber sido incorporados residuos líquidos de muy baja actividad) y otra dedicada al mortero especial para el sellado de las juntas entre tapa y cuerpo del contenedor.

Excepto el manejo de los residuos de pequeños productores, que presentan, en general, tasas de dosis en contacto de fondo, todos los sistemas se operan con el mando manual remoto desde la Sala de Control.

DESARROLLO DEL PROYECTO Y OBTENCION DE LICENCIAS

A principios de 1986 se inician los trabajos de caracterización del emplazamiento, partiendo de los estudios realizados hasta entonces por el CIEMAT. Estos estudios se han prolongado hasta 1989 para lograr un buen conocimiento del emplazamiento y, en particular, de su

hidrogeología. Cabe destacar que en el entorno inmediato de las nuevas instalaciones se han efectuado más de 8.000 m. de sondeos.

En estos estudios del emplazamiento han participado diversos organismos y empresas, entre los que se destacan CIEMAT, CGS, INTECSA, d'APPOLONIA, INGEMISA, ANDRA y BRGM.

En la segunda mitad de 1986 se inician, en colaboración con la agencia francesa de gestión de residuos ANDRA, los documentos preliminares de ingeniería. En mayo de 1987 se comienza el proyecto de instalación, que es desarrollado por INITEC, con la asesoría de la ingeniería francesa Technicatome.

En mayo de 1988 se presenta la solicitud de autorización de construcción, de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, con la novedad de incluir un estudio de impacto ambiental, de acuerdo con el Decreto Legislativo sobre evaluación de impacto ambiental de 1986.

En abril de 1989 se presenta una revisión general de la documentación preceptiva, para incluir el criterio de recuperabilidad de los residuos, después de diversas reuniones con el Consejo de Seguridad Nuclear y la Dirección General de la Energía.

En mayo de 1989 se solicita, igualmente, la licencia municipal de obras al Ayuntamiento de Hornachuelos.

En julio de 1989, el Consejo de Seguridad Nuclear emite el preceptivo informe favorable y, en agosto, la Dirección General del Medio Ambiente, de forma coordinada con el Consejo, emite la Declaración de Impacto Ambiental. Esta instalación ha sido el primer proyecto industrial sometido a dicha declaración.

El Boletín Oficial del Estado del 2 de noviembre de 1989 publicaba la Orden, de 31 de octubre, de Autorización de Construcción. El 17 del mismo mes, la Comisión Provincial de Urbanismo de Córdoba emite su informe favorable a la licencia urbanística solicitada y, por fin, el Ayuntamiento de Hornachuelos aprobaba, el 5 de diciembre, la concesión de la licencia municipal, que era comunicada a ENRESA el 13 de diciembre.

Actualmente se encuentran en una fase avanzada los trabajos de explanación general, previéndose iniciar el hormigón de los edificios principales en el próximo mes de mayo. La construcción del nuevo centro deberá terminarse a finales de 1991, de modo que la instalación pueda entrar en servicio en la primera parte de 1992.

Continúan también los trabajos de ingeniería de detalle para apoyar el acopio de equipos, la construcción y el montaje, así como para cumplimentar los requisitos de los condicionados anejos a la autorización de construcción.

Igualmente, continúan los estudios sobre

el emplazamiento, a fin de completar la información solicitada y demostrar la idoneidad del emplazamiento disponible para permitir el almacenamiento a largo plazo de los residuos de baja actividad.

CONCLUSION

A nadie se le escapa las dificultades para la obtención de los permisos locales para la implantación de un almacenamiento de residuos radiactivos, sin excesivos matices de si se trata de una instalación permanente o temporal, o dedicada a los residuos de alta o baja actividad. Una vez logrado el objetivo de disponer de todas las autorizaciones necesarias, incluidas las regionales y locales, la capacidad de almacenamiento, prevista de 35.000 m³ en bidones de 0,22 m³ (o, si se prefiere, 63.000 m³ interiores de contenedores, o de 103.000 m³ interiores de estructuras de almacenamiento), constituye un bien precioso. La gestión de los residuos de baja y media actividad debe orientarse, a nuestro juicio, tanto por parte de ENRESA como de los productores, a optimizar la ocupación de dicho volumen aplicando las técnicas de reducción y concentrando la actividad en los procesos actualmente utilizados, naturalmente, sin sobrepasar los límites de los criterios de aceptación de bultos para esta instalación.

DISEÑO INFORMATIZADO

Realice sus informes y presentaciones en color, proyecciones y retroproyecciones de gráficos de barras, de líneas, tartas, cuadros y tablas, textos y diseños especiales, en Senda Gráfica.

SENDA GRAFICA, S.A.

Isla de Saipán, 47
28035 MADRID
Tel. (91) 373 47 50
Telefax (91) 316 91 77

INCREMENTO DE ENERGIA, POTENCIA E INVERSIONES EN SOLAR TERMICA

