

TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE RESIDUOS SINGULARES DE OPERACIÓN DE VANDELLÒS I DENTRO DE LA FASE 1 DE DESMANTELAMIENTO

E.RAMÍREZ - L. PRECIADO

El cierre de la Central Nuclear Vandellòs 1 se produjo como consecuencia de un incendio en la turbina nº 2 en octubre de 1998. El condicionado ministerial que reguló el cierre de esta central requería a Hifresa, propietaria de la instalación, a realizar la primera fase de desmantelamiento: descargar el reactor y a acondicionar los residuos radiactivos de operación. El presente artículo desarrolla las actividades de *acondicionamiento de residuos singulares de operación: piezas metálicas, resinas/ceolitas y residuos varios depositados en los silos de grafito.*

INTRODUCCIÓN

La Orden Ministerial de 31 de julio de 1990, requirió, de una parte a Hifresa, propietaria de la C.N. Vandellòs I, a realizar la primera fase de desmantelamiento de la instalación, y por otra parte a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa) para que elaborara un Plan de Desmantelamiento y Clausura para ejecutar la segunda fase de desmantelamiento.

Las actividades realizadas por Hifresa en cumplimiento de la referida Orden Ministerial consistieron en:

- Adecuación progresiva de la documentación de la Central para adaptarla a la situación operativa de cada momento.
- Descarga del núcleo del reactor y reexpedición del combustible irradiado (Abril 91 / Noviembre-94).
- Acondicionamiento de residuos generados durante la operación:
 - Residuos sólidos de bajo nivel
 - Piezas metálicas irradiadas
 - Resinas y ceolitas
 - Residuos varios depositados en los 3 silos de grafito

El presente artículo desarrolla las actividades de *acondicionamiento de residuos singulares de operación: piezas metálicas, resinas/ceolitas y residuos varios de los silos de grafito* y excluye la descripción del acondicionamiento de los residuos sólidos de bajo nivel embidonables.



Interior del almacén ATOC

se encontraban en sus pozos de almacenamiento.

RESINAS Y CEOLITAS

Las resinas y ceolitas generadas durante la operación de la Central se utilizaron principalmente para descontaminar el agua de las piscinas de combustible irradiado. Se trataba específicamente de resinas de intercambio iónico, orgánicas e inorgánicas, selectivas para la retención del cesio.

Estas resinas y ceolitas se almacenaron, durante la explotación, en dos fosas independientes donde se decantaron lentamente. El

acondicionamiento de las resinas comprendió, básicamente, la homogeneización y toma de muestras y el embidonado (inmovilización de las resinas y ceolitas en matriz sólida de cemento).

El contrato para el tratamiento de estos residuos fue adjudicado después de un proceso de petición de ofertas a nivel internacional a Equipos Nucleares, S.A., que lo desarrolló mediante una planta de diseño propio.

El proceso consistió en homogeneizar las resinas y ceolitas en las propias fosas de almacenamiento mediante agitación y recirculación. Posteriormente se bombeaban éstas a un tanque intermedio (ya parte de la planta móvil) donde se procedía a su homogeneización, manteniendo las resinas en suspensión a fin de conseguir una mezcla homogénea para su caracterización previo al embidonado.

PIEZAS IRRADIADAS

Las piezas irradiadas estaban formadas por:

- Materiales o partes de la máquina de carga y descarga del combustible
- Piezas metálicas del entorno del reactor
- Elementos absorbentes

Excepto los elementos absorbentes, que durante la explotación se almacenaron en los silos de grafito, las demás piezas irradiadas se depositaron en los denominados "Pozos C", procediéndose durante los meses de julio y agosto de 1992 a su caracterización. El volumen aproximado de todas ellas era de 1,7 m³ y su actividad a 31-12-93 de 4,4 E+12 Bq.

En 1994, Enresa consideró estas piezas preacondicionadas y, por tanto, aceptables para su transferencia tal como

La planta móvil tenía una capacidad de tratamiento de producto homogeneizado de 1m³ de resinas/día o el equivalente a la producción de 10 bidones/día.

Durante el proceso de aceptación del sistema de embidonado se realizaron ensayos y controles sobre probetas simuladas para definir las proporciones de resinas, agua y cemento que se deberían utilizar para conseguir un bulto final que cumpliera las especificaciones de Enresa.

La operación de bultos de resinas se inició en el mes de diciembre de 1993 y finalizó en el mes de noviembre de 1994, habiéndose tratado 34,08 m³, generando 670 bidones de 220 litros.

Los bultos producidos se ubicaron en el almacén temporal construido para este fin en la nave de compactación de la Central.

La retirada de los bultos por Enresa comenzó en el mes de octubre de 1994, retirándose en campañas sucesivas la totalidad de estos bultos.

RESIDUOS ALMACENADOS EN LOS SILOS DE GRAFITO

En el emplazamiento de Vandellós I se construyeron tres silos para depositar esencialmente las camisas de grafito que soportaban los cartuchos combustibles.

Cada uno de estos silos tiene 8,7 m de profundidad y una planta de 24x7,2 m. El espesor es de 1 m de hormigón, y dispone de bocas en la parte superior para el vertido de residuos.

El inventario de residuos contenidos en los silos de grafito se muestra en la tabla I.

Para la realización de los trabajos de extracción, segregación y preacondicionamiento de estos residuos, HIFRENSA efectuó una petición de ofertas a nivel internacional en la modalidad llaves en mano. Los trabajos fueron adjudicados al Consorcio formado por Equipos Nucleares S.A. y Framatome teniendo como subcontratistas a Technicatome e INITEC.



Celda blindada de llegada de residuos en el ATC

Las especificaciones y objetivos del diseño, tuvieron en cuenta entre otros, la normativa aplicable, la aplicación de los criterios ALARA, la limitación de efluentes, la optimización del número de bultos a producir y la minimización de residuos secundarios.

La documentación sometida al Consejo de Seguridad Nuclear para la evaluación y licenciamiento, dentro de un informe de seguridad, consistió en una descripción técnica de las instalaciones, el análisis de riesgos, el plan de protección radiológica, el programa de garantía de calidad y la organización para la explotación.

Las operaciones a realizar para la extracción, segregación y preacondicionamiento de los residuos contenidos en los silos que se diseñaron fueron:

- Recuperación de los residuos del interior de los silos.
- Transferencia de los residuos a la planta de segregación y clasificación.
- Preacondicionamiento de los residuos de grafito con separación de los

estribos, introduciendo el grafito en contenedores de hormigón y de los estribos en contenedores de alta integridad.

- Procesado de residuos compactables introduciéndolos en bidones metálicos.

- Limpieza final de los silos.

Las instalaciones se dividían en dos partes:

- Una contención metálica situada encima del silo.

- Un edificio fijo anexo al silo número 3 donde se realizó el proceso de segregación, clasificación e introducción en contenedores de residuos.

El proceso de extracción de residuos se realizó de la siguiente forma:

En la contención metálica (AMED) se encontraba alojado el sistema de manipulación de los residuos y la campana de transferencia de los mismos al edificio donde se ubicaba el taller de tratamiento (ATC). Esta contención metálica podía moverse sobre los silos mediante una grúa pórtico, posibilitando así el acceso a los diferentes tapones.

Los residuos extraídos en el interior del silo mediante el brazo telemanipulado se introducían en la campana de transferencia, que una vez llena de su contenido era transportada al ATC para segregación y acondicionamiento.

El taller de tratamiento, era un edificio de hormigón construido junto al silo número 3 formado por las siguientes partes:

- Una entrada
- Vestuarios y acceso de personal
- Zona de manejo de contenedores y control radiológico
- Celda de segregación y procesado de residuos
- Línea de proceso de grafito
- Línea de manejo de residuos metálicos y compactables

TIPO DE RESIDUO	SILO 1	SILO 2	SILO 3
CAMISAS DE GRAFITO	36.123 [195,1 t]	107.450 [580,2 t]	43.778 [236,4 t]
CILINDROS DE GRAFITO	4.834 [50,7 t]	60 [0,7 t]	
ABSORBENTES (ELEMENTOS METALICOS)	210 [1,5 t]	282 [2,1 t]	
CULATAS DEL REACTOR	3 [0,048 t]	1 [0,016 t]	
RESIDUOS COMPACTABLES (EQUIV. BIDONES)	891 [58,8 t]		
BIDONES METALICOS	38 [2,5 t]		
ELEMENTOS COMBUSTIBLES	2 [0,02 t]		
Masa total de residuos en los silos: 1.128, 1 toneladas.			

Tabla I

El edificio estaba constituido fundamentalmente por dos niveles: el de explotación y el sótano.

En el área de explotación existía una celda de descarga de entrada del material dimensionada para recibir los diferentes residuos y permitir una segregación entre camisas de grafito, absorbentes, piezas metálicas y residuos compactables.

La celda de descarga comunicaba con la celda de trituración donde se realizaba la trituración de las camisas de grafito y su separación de los estribos metálicos para su vertido en contenedores diferentes.

En el nivel sótano se ubicaban los contenedores metálicos CBE-1 donde se depositaban los estribos metálicos y los contenedores metálicos tipo CME-1 en cuyo interior se depositaba el grafito triturado.

Los residuos diversos se introducían en bidones de 220 l, exceptuados los que se ubicaron en cuatro contenedores de hormigón tipo CE-2 y los absorbentes en contenedores CBE-1 dotados de un bastidor interior.

Después del proceso de licenciamiento por el CSN, fabricación de equipos, construcción del edificio y pruebas de puesta en marcha, la operación comenzó en enero de 1996 finalizando el día 2 de diciembre de 1997.

El grafito, estribos y absorbentes una vez preacondicionados se ubicaron en un almacén, que se constituyó y licenció al efecto.

El resumen final de producción de contenedores fue:

- 230 contenedores CME-1 con grafito triturado.
- 74 contenedores CBE-1 con estribos.
- 18 contenedores CBE-1 con absorbentes.
- 4 contenedores CE-2 con residuos varios del silo 1.

UN ASPECTO SINGULAR: LA DETECCIÓN Y EXTRACCIÓN DE LOS DOS ELEMENTOS COMBUSTIBLES DEL SILO NÚMERO 1

Entre el 12 y el 20 de noviembre de 1973 fueron depositados en el silo de grafito 1 dos cartuchos de uranio irradiado procedentes del reactor y que inadvertidamente no fueron descamisados en piscinas.

El proyecto de acondicionamiento de los silos estableció desde un principio que estos dos elementos combustibles debían ser localizados para evitar su envío al taller de tratamiento ATC, ya que su estuchado para su expedición al centro de Cadarache debía realizarse en la celda caliente de la nave de piscinas y en cualquier caso se debía impedir su

llegada a la trituradora del ATC.

El análisis que se efectuó para establecer un modo de detección en la extracción del silo 1 de los cartuchos de uranio, consistió en ponderar las distintas particularidades que los hacían diferentes a los otros residuos:

a) Visualmente un elemento combustible se diferencia de una camisa pero es idéntico a un absorbente.

b) Un elemento combustible pesa 4,5 kg más que un absorbente.

c) Un cartucho de uranio presenta una actividad de $1,277E+12$ Bq en Cs-137 y un absorbente $6,2E+10$ Bq en Co-60.

Se consideró en un principio proceder a la identificación del elemento combustible mediante la actividad total y el espectro de la radiación, realizando la medida en la campana de transferencia, ya que en el interior del silo esta no podía efectuarse por la presencia del resto de residuos.

Los 16 cm de plomo de la campana de transferencia debían servir para obtener la diferente atenuación de los detectores GM. En dos caras opuestas del contenedor se instalaron sendos pares de detectores, uno en el interior y otro en el exterior, que debían activar una alarma en un PC cuando se superase un cierto criterio numérico que debía determinarse en los ensayos.

Además, en el exterior de las otras dos caras, se instalaron dos líneas de espectrometría gamma con detectores de yoduro de sodio. La señal de cada detector debía tratarse y analizarse en una tarjeta multicanal incorporada al mismo PC que los GM.

Así mismo, en colaboración con la Universidad Politécnica de Cataluña se desarrolló también un sistema de espec-



Silos de grafito, ATC, AMED.



Silos de grafito.



Camisas de grafito en el interior del silo.

trometría gamma de baja resolución (NaI) con la intención de detectar el Cs-137 de los elementos combustibles dentro del silo 1.

Los ensayos efectuados pusieron de manifiesto que estos sistemas de detección no ofrecían garantías totales debido



a Cadarache constituyó una actividad crítica para la finalización de la fase 1.

Debido a que en el mismo lugar o próximos a los elementos combustibles había decenas de absorbentes idénticos visualmente a los mismos, se pensó en buscar deferencias entre ellos.

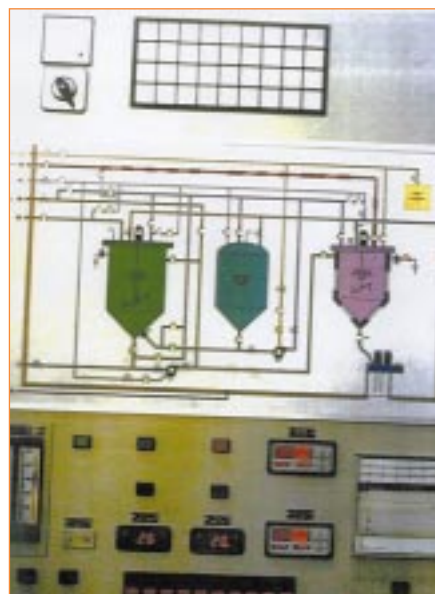
Hifrensa junto con Equipos Nucleares y Framatome diseñaron y construyeron un sistema para diferenciar un elemento combustible y un absorbente basado en la naturaleza férrica de este último: en efecto el absorbente con una estructura interna de hierro debía tener un comportamiento magnético muy diferente al del elemento combustible. Mediante un imán de alta intensidad instalado en el interior del silo se logró identificar el primero de los dos elementos combustibles, procediéndose a su extracción y traslado a la celda MEC.

El segundo de los elementos combustibles se localizó deteriorado. Su extracción se realizó mediante una garra criogénica alimentada con argón líquido, diseñada y construida por personal de Hifrensa.

Los dos elementos combustibles se trasladaron a la celda MEC donde se estucharon para su envío a Francia los días 23 y 30 de julio de 1997.

Una vez extraídos los dos elementos combustibles del silo 1 la operación de vaciado del silo prosiguió sin incidentes, concluyéndose las operaciones el 2 de diciembre de 1997 a la 1 de la madrugada.

Con esta operación se daba cumplimiento a todos los requerimientos establecidos en la Orden Ministerial de 31-07-90 y se daba por finalizada la fase 1 de desmantelamiento.



Brazo manipulador del AMED.

principalmente a las dispersiones de las actividades observadas.

Llegado a este punto y con los silos 2 y 3 ya vacíos, la localización de los dos elementos combustibles y su expedición



Eduardo RAMÍREZ ONTALBA es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid (1973). Comenzó su actividad en el campo nuclear en la Empresa Nacional del Uranio, S.A. (ENUSA) en 1976. Desde esa fecha hasta 1985 trabajó en el área del combustible irradiado, reprocesado, almacenamiento en húmedo y desarrollo de un contenedor de doble propósito, almacenamiento y transporte (CENTAURO). En 1985 se incorpora a la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A. en el área del combustible irradiado (contenedores). En 1990 se incorpora a Equipos Nucleares, S.A. (ENSA) en la Dirección de Tecnología y Servicios. Ha sido Director de Proyecto (ENSA) en el vaciado de silos de grafito CN Vandellòs 1. En la actualidad trabaja en la Dirección de Estrategia de ENSA. Ha publicado en revistas especializadas numerosos artículos en el área del combustible irradiado. Ha dirigido cursos e impartido clases sobre temas nucleares. Es Presidente de la Comisión Aula-Club de la SNE.



Luis PRECIADO BETRIU, Jefe del Servicio de Comunicación y Formación del desmantelamiento de Vandellòs I es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Zaragoza. Ingresó en Hispano Francesa de Energía Nuclear (HIFRENSA) en septiembre de 1980. En C.N. Vandellòs 1, se responsabiliza del Control de Calidad en la Sección de Ensayos y Medidas del Servicio de Control Técnico. En 1991 se incorpora al staff de Dirección como Secretario Técnico y asume la jefatura del servicio de Formación. Desde Febrero de 1998 colabora con la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) en los trabajos de desmantelamiento y clausura de la C.N. Vandellòs I, ocupando el cargo de Jefe del Servicio de Comunicación y Formación.