

GESTIÓN DE RESIDUOS HISTÓRICOS: REACONDICIONADO Y OPTIMIZACIÓN DE VOLUMEN



DAVID VILANOVA DOBLAS

Ingeniero Senior de Caracterización y Aceptación de Residuos Radiactivos. WESTINGHOUSE ELECTRIC SPAIN S.A.U.



RAFAEL LÓPEZ GELADO

Ingeniero del Departamento IRBMA (Ingeniería de Residuos de Baja y Media Actividad). EMPRESA NACIONAL DE RESIDUOS RADIATIVOS, S.A., S.M.E. (ENRESA).

INTRODUCCIÓN

En el año 2018, la Central Nuclear de Santa María de Garoña (bajo la titularidad de Nuclenor), dentro del proyecto de gestión de los residuos de operación, envió a las instalaciones de Cyclife, en Suecia, residuos metálicos para su tratamiento mediante fundición. Dicha operación se realizó a lo largo del año 2019, volviendo los residuos secundarios de la fundición a la Central Nuclear de Santa María de Garoña entre los meses de julio y agosto de 2021.

Posteriormente, en el año 2022, y tras realizar una inspección y análisis de detalle al inventario de los residuos radiactivos que aún quedaban en sus instalaciones pendientes de retirada por ENRESA, la Central Nuclear de Santa María de Garoña detectó que existían 23 bultos que presentaban degradaciones y problemas de integridad y que, por lo tanto, no eran aptos para su transporte y almacenamiento en el Centro de Almacenamiento de El Cabril.

Las naturalezas de los residuos acondicionados en estos bultos era la siguiente:

- Concentrados de evaporador incorporados a matriz de Conglomerante Hidráulico en bidón de 220 litros.
- Lodos húmedos incorporados a matriz de Conglome-

rante Hidráulico en bidón de 220 litros.

- Residuos sólidos heterogéneos no compactables:

- Acondicionados en bidones cilíndricos de 220 litros mediante relleno de huecos usando Conglomerante Hidráulico para dar compactidad.

- Inmovilizados en bidones cilíndricos de 480 litros mediante Conglomerante Hidráulico.

En junio de 2022, ENRESA editó la revisión 8 de los criterios de aceptación de bultos RBMA [1]. Entre los motivos de esta revisión se incluyó la descripción de la optimización de volumen como opción en el proceso de acondicionamiento de bultos resultantes de procesos de reacondicionamiento. Esta modificación responde al reto de ENRESA de mejorar la optimización del volumen de residuos almacenados en el Centro de Almacenamiento de El Cabril.

De este modo, para dar solución a los 23 bultos anteriormente indicados, se propuso su reacondicionamiento en contenedores metálicos prismáticos (CMT), optimizados en volumen mediante la adición de residuos secundarios pulverulentos procedentes de la fundición de los residuos metálicos de la Central Nuclear de Santa María de Garoña, realizada en las instalaciones de Cyclife.

PROCESO DE ACEPTACIÓN

El proceso de aceptación de un bulto reacondicionado optimizado en volumen con residuos de distinta naturaleza se realiza de acuerdo con la metodología de aceptación de bultos RBMA de ENRESA [2].

Dicho proceso, puede dividirse en las siguientes etapas:

- Hallazgo de bultos en las instalaciones de la Central Nuclear de Santa María de Garoña que, por su estado, requieren ser reacondicionados en embalajes de superior tamaño para su transporte y almacenamiento en el Centro de Almacenamiento de El Cabril.
- Edición de un Documento Descriptivo de Bulto por parte de la Central Nuclear de Santa María de Garoña, en donde se describe la metodología de generación de los nuevos bultos.
- Control de Medios al proceso de generación de un bulto prototipo, realizado con el objetivo de verificar “in situ” los medios de los que el productor dispone para el acondicionamiento de los residuos. El Control de Medios se realiza previo a la aprobación del Documento Descriptivo de Bulto por parte de ENRESA, por lo que el resultado de este deberá ser satisfactorio.
- Aprobación del Documento Descriptivo de Bulto y edición del Libro de Proceso por parte de ENRESA. Este paso se realiza de manera conjunta según lo establecido en la última revisión de la metodología de aceptación de bultos RBMA de ENRESA [2]. Supone la aceptación del proceso de generación de los bultos para su posterior transporte y almacenamiento en el Centro de Almacenamiento de El Cabril, en Córdoba.

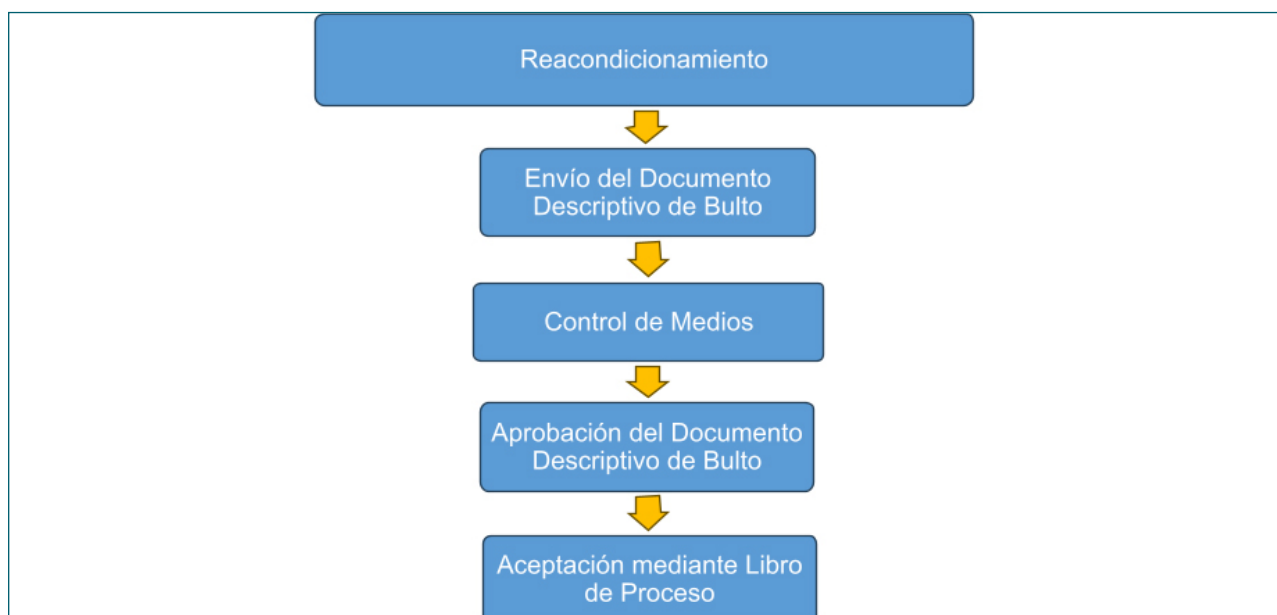


Figura 1. Diagrama del proceso de aceptación de bultos reacondicionados.

Edición de un Documento Descriptivo de Bulto por parte de la Central Nuclear de Santa María de Garoña

Con objeto de documentar el proceso de reacondicionamiento de los 23 bultos descritos anteriormente en contenedores tipo CMT, y su optimización de volumen mediante la adición de residuos pulverulentos procedentes de la fundición de los residuos metálicos de la Central Nuclear de Santa María de Garoña realizada en las instalaciones de Cyclife, en agosto de 2022, la Central Nuclear de Santa María de Garoña envió a ENRESA una propuesta de la revisión 0 del Documento Descriptivo de Bulto.

Al tratarse de una nueva metodología de acondicionamiento y al no existir documentación de similares características ya aprobada en la central, fue necesario la realización de un Control de Medios con prototipo [3] para la aprobación del Documento Descriptivo de Bulto.

ENRESA, tras la realización en agosto de 2022 del citado Control de Medios, evaluó satisfactoriamente la propuesta de Documento Descriptivo de Bulto enviada por la Central Nuclear de Santa María de Garoña.

Control de Medios para la aprobación del Documento Descriptivo de Bulto

El Control de Medios con prototipo fue realizado por Westinghouse el 10 de agosto de 2022 en las instalaciones de la Central Nuclear de Santa María de Garoña, de acuerdo con el procedimiento de realización de controles de producción [4].

En dicho Control de Medios, se observó “in situ” el proceso de generación del bulto prototipo, atendiendo a los puntos mostrados en la Figura 2. En las figuras mostradas a continuación (Figura 3, Figura 4 y Figura 5), se muestra el proceso de generación del bulto prototipo por parte de la Central Nuclear de Santa María de Garoña.

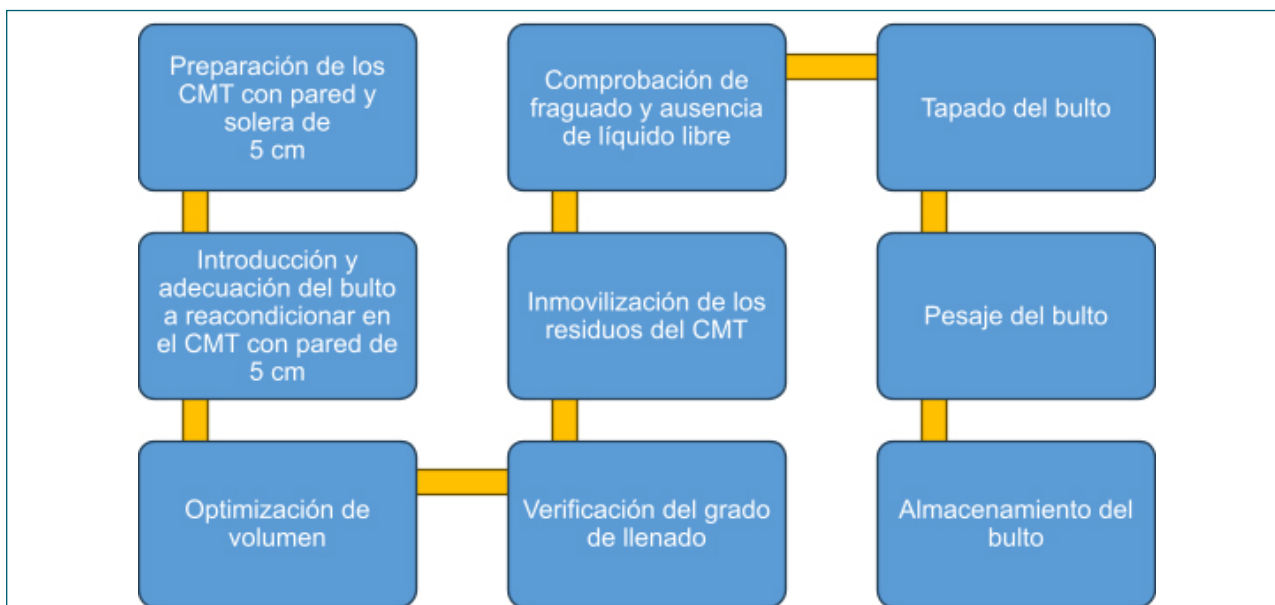


Figura 2. Diagrama del proceso de generación del bulto prototipo.



Figura 3. Introducción del bulto a reacondicionr en el CMT.



Figura 4. Operación de optimización de volumen.



Figura 5. Bulto prototipo finalizado.

Tras el análisis de la documentación aportada y en base a las comprobaciones y observaciones realizadas “in situ”, se concluyó que la Central Nuclear de Santa María de Garoña disponía de los medios necesarios para proceder a la generación de bultos reacondicionados de bultos históricos en CMT con pared de Conglomerante Hidráulico.

El resultado favorable de este Control de Medios supuso la edición de la revisión 0 del Documento Descriptivo de Bulto por parte de la Central Nuclear de Santa María de Garoña y su posterior aprobación por parte de ENRESA.

Aprobación del Documento Descriptivo de Bulto y edición del Libro de Proceso

En octubre de 2022, ENRESA procedió a la aprobación de la revisión 0 del Documento Descriptivo de Bulto, habilitando a la Central Nuclear de Santa María de Garoña a empezar la generación de bultos.

Asimismo, de manera simultánea a la aprobación del Documento Descriptivo de Bulto, ENRESA editó la revisión 0 del Libro de Proceso, la cual amparó la aceptación de los bultos resultantes del reacondicionado de los bultos históricos optimizados en volumen mediante la adición de residuos secundarios pulverulentos, procedentes de la fundición de los residuos metálicos de la Central Nuclear de Santa María de Garoña, niveles 1 y 2 de caracterización para su almacenamiento en el Centro de Almacenamiento de El Cabril.

PROCESO DE GENERACIÓN

De los 23 bultos generados, uno de ellos, se generó como prototipo durante el Control de Medios. El resto de los bultos (22) se generaron una vez aprobado el Documento Descriptivo de Bulto y editado el Libro de Proceso, entre los meses de octubre y de diciembre de 2022.

Dicho proceso ha supuesto una solución eficaz ante las degradaciones y problemas de integridad que presentaban los bultos originales. Además, la forma de acondicionamiento de estos bultos ha permitido un ahorro de volumen de almacenamiento en el Centro de Almacenamiento de El Cabril.

Una vez almacenados, dichos bultos ocuparán 30,36 m³, frente a los 42,76 m³ que hubieran ocupado si se hubieran gestionado separadamente, lo que supone un beneficio del 29% en cuanto a volumen almacenado.

METODOLOGÍA ASIGNACIÓN ACTIVIDAD

La actividad final de los 23 bultos generados por la Central Nuclear de Santa María de Garoña se obtuvo del siguiente modo:

- Actividad de los emisores β - γ de fácil medida: proporcionada por la Central Nuclear de Santa María de Garoña, asignándose mediante la suma de las actividades de los residuos introducidos en el CMT, una vez determinada ésta de forma individual para cada uno de ellos. Dicha metodología de asignación de actividad está aceptada por ENRESA y se encuentra recogida en la especificación técnica para la evaluación, aceptación y seguimiento de las metodologías aplicables en la determinación de la actividad de los bultos RBMA de ENRESA [5].
- Actividad del resto de emisores β - γ y emisores α : proporcionada por ENRESA, asignándose mediante Factores de Escala y Concentraciones Medias de Actividad.
- Asimismo, el proceso de asignación de actividad de los 23 bultos resultantes del reacondicionado de los bultos históricos en contenedor tipo CMT con pared de Conglomerante Hidráulico, optimizados en volumen mediante sólidos pulverulentos procedentes de la gestión de los residuos secundarios de Cyclife generados por la Central Nuclear de Santa María de Garoña, quedó documentado en el correspondiente informe de asignación de actividad [6].

Emisores β - γ de fácil medida

Las actividades de los emisores β - γ de fácil medida de los bultos a reacondicionar y de los residuos usados como optimización de volumen se calcularon, en su generación, del siguiente modo:

A. Bultos reacondicionados:

- Concentrados de evaporador incorporados a matriz de Conglomerante Hidráulico en bidón de 220 litros: mediante métodos analíticos a partir de muestras de residuo sin acondicionar.
- Lodos húmedos incorporados a matriz de Conglomerante Hidráulico en bidón de 220 litros: mediante medidas no destructivas sobre el bulto (espectrometría γ).
- Residuos sólidos heterogéneos no compactables:

1. En bidón de 220 litros: mediante método teórico.

2. En bidón de 480 litros: mediante medidas no destructivas sobre el bulto (espectrometría γ).

B. Residuos usados como optimización de volumen: mediante medidas no destructivas sobre el bulto (espectrometría γ).

De este modo, la Central Nuclear de Santa María de Garoña asignó la actividad isotópica de los emisores β - γ de fácil medida del bulto final mediante la suma de las actividades del bulto reacondicionado y del residuo añadido como optimización de volumen, todas ellas referenciadas a fecha de acondicionado, aplicando los correspondientes decaimientos.

Resto de emisores β - γ y emisores α

El método de asignación de actividad del resto de emisores β - γ y emisores α consistió en la aplicación de Factores de Escala y Concentraciones Medias de Actividad, cuya definición es:

- Factor de Escala: Es la media geométrica de las relaciones entre las concentraciones de dos isótopos, el isótopo llave, normalmente Co-60 o Cs-137, que se determina en la medida y el isótopo de difícil medida, determinada de acuerdo con la metodología aprobada. Sólo es válido cuando existe correlación entre ambos isótopos.
- Concentración Media de Actividad: Es la medida geométrica determinada a partir de los datos de las concentraciones de los isótopos de difícil medida. Se calcula para aquellos isótopos en los que no se ha podido demostrar su correlación con el isótopo llave.

De este modo, su aplicación se realizó del siguiente modo:

A. Factores de Escala aplicables al bulto reacondicionado:

Para el caso de los bultos objeto del reacondicionamiento, al estar generados entre 1972 y 1991, se aplicaron los Factores de Escala correspondientes al periodo comprendido entre 1960 y 2002, [7] y [8].

Los Factores de Escala se aplicaron a fecha de generación del bulto objeto del reacondicionado, decayéndose posteriormente las actividades obtenidas a fecha de reacondicionamiento final. Dependiendo de la naturaleza del bulto a reacondicionar, se utilizaron los siguientes Factores de Escala:

- Concentrados de evaporador incorporados a matriz de CH (BWR Conc).
- Lodos húmedos incorporados a matriz de CH (BWR Conc).
- Residuos sólidos heterogéneos no compactables (BWR DAW).

B. Factores de Escala y Concentraciones Medias de Actividad aplicables al residuo añadido como optimización de volumen:

Para el caso del residuo añadido como optimización de volumen, se aplicaron los Factores de Escala y Concentraciones Medias de Actividad de los residuos sólidos heterogéneos no compactables (naturaleza "E") [9].

Su aplicación se realizó del siguiente modo:

- Los Factores de Escala se aplicaron individualmente para cada bidón con residuo añadido como optimización de volumen, recreciendo la actividad a 01/07/2016, fecha a partir de la cual los Factores de Escala operacionales de la central ya no tienen aportación de término fuente y solamente decaen.
- La aplicación de Concentraciones Medias de Actividad se realizó teniendo en cuenta la cantidad de residuo añadida como optimización de volumen, individualmente para cada bidón, con la fecha de recrecimiento indicada anteriormente de 01/07/2016.

Tras la aplicación de los Factores de Escala y Concentraciones Medias de Actividad, se decayeron las actividades a fecha final de reacondicionamiento.

CONCLUSIONES

Una vez finalizado el proceso de reacondicionamiento de los 23 bultos históricos de la Central Nuclear Santa María de Garoña en embalajes de superior tamaño (CMT) y su posterior optimización de volumen, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- A. Se han podido gestionar bultos degradados cuyo reprocesado, por razones operativas (bultos ya inmovilizados, tasa de dosis, etc.), no era viable.
- B. El uso de un embalaje con pared de Conglomerante Hidráulico ha permitido gestionar los residuos secundarios pulverulentos procedentes de la fundición de los residuos metálicos de la Central Nuclear de Santa María de Garoña, realizada en las instalaciones de Cyclife, como optimización de volumen, reduciéndose la generación final de bultos en un 29% en cuanto a volumen almacenado (12,4 m3).

C. Se ha comprobado la viabilidad de asignar actividad a un bulto que contiene distintas naturalezas.

D. Es necesario adecuar los sistemas de gestión de residuos para automatizar la carga de datos de los bultos generados derivados de la optimización de volumen, haciendo especial hincapié en los datos relativos a la asignación de actividad.

REFERENCIAS

- [1] ENRESA, "Criterios de aceptación de bultos primarios de RBMA", 2022.
- [2] ENRESA, "Metodología de aceptación de bultos de RBMA", 2022.
- [3] Westinghouse, "Informe del Control de Medios a la generación de bultos de reacondicionados de bultos históricos en CMT con pared de CH de CN Garoña", 2022.
- [4] Westinghouse, "Realización de controles de producción", 2022.
- [5] ENRESA, "Especificación Técnica para la evaluación, aceptación y seguimiento de las metodologías aplicables en la determinación de la actividad de los bultos RBMA", 2022.
- [6] Westinghouse, "Asignación de actividad de bultos de reacondicionado de bultos históricos en contenedor tipo CMT con pared o molde de CH generados en CN Garoña", 2023.
- [7] ENRESA, "Análisis genérico del término fuente RBMA, según los nuevos Criterios de Aceptación de Unidades de Almacenamiento", 2004.
- [8] D.W. JAMES & ASSOCIATES, "Isotopes of Significance to the Disposal of Low-Level Radioactive Wastes", 1993.
- [9] ENRESA, "Factores de Escala Aplicables a Bultos de RBMA generados a partir del 1 julio de 2016", 2016. ■