

**Subdirección
de Instalaciones Nucleares**

IDENT.: CSN/ATMR/II/REV.2/E-0147/24

REV.: 0

N.º Exp.: [TRA/SOLIC/2023/203](#)

TITULO: PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO SOBRE LA SOLICITUD DE EMISIÓN DE LA REVISIÓN 2 DEL CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL DISEÑO DE BULTO PARA TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE GASTADO ENUN 52B

CÓDIGO DE IMPUTACIÓN: K.01.04- AUTORIZACIÓN DE TRANSPORTE

CONTIENE INFORMACIÓN PROPIETARIA: SI

CONCEPTO	NOMBRE	PUESTO DE TRABAJO	FIRMA
AUTOR	Eliminación de información no pública	Técnico de ATMR	
AUTORA	Eliminación de información no pública	Técnica de ATMR	
REVISADO	Eliminación de información no pública	Jefe Área de ATMR	
APROBADO	Eliminación de información no pública	Subdirectora de II. NN.	

ANEXO I Escrito de resolución. Límites y condiciones CSN/C/SG/TRA/25/01

ANEXO II Escrito de la DSN con referencia CSN/C/DSN/TRA/25/01

PROPUESTA DE DICTAMEN TÉCNICO

SOLICITUD DE EMISIÓN DE LA REVISIÓN 2 DEL CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL DISEÑO DE BULTO PARA TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE GASTADO ENUN 52B

Índice

1.	IDENTIFICACIÓN	6
2.	ANTECEDENTES DE APROBACIÓN DEL BULTO	6
3.	DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA SOLICITUD	7
3.1.	Antecedentes	7
3.2.	Motivo y fundamento de la solicitud	7
3.3.	Descripción de la solicitud y documentación presentada.....	7
3.3.1.	Descripción de la solicitud	8
3.3.2.	Documentación presentada.....	14
4.	DESCRIPCIÓN DEL BULTO.....	15
4.1.	Descripción básica del bulto	15
4.2.	Descripción básica del embalaje.....	16
4.3.	Descripción del contenido.....	22
4.4.	Descripción de los cambios del sistema de contención.....	29
4.5.	Descripción de los cambios del sistema de confinamiento	30
5.	EVALUACIÓN	30
5.1.	Normativa y resumen de cumplimiento.....	30
5.2.	Informes de evaluación	32
5.3.	Desarrollo y resultados de los ensayos realizados	33
5.4.	Resumen de la evaluación.....	35
5.4.1.	Evaluación del análisis de blindaje y protección radiológica operacional	36
5.4.1.1.	Evaluación del capítulo 1 del ES-T.....	37
5.4.1.2.	Evaluación del capítulo 5 del ES-T.....	37
5.4.1.2.1.	ENUN 52B con bastidor tipo B y regionalizaciones AB, AB+ y CD	38
5.4.1.2.2.	ENUN 52B con bastidor tipo B y cargas especiales (o cargas particulares).....	39
5.4.1.2.3.	ENUN 52B con virola de transporte (virola auxiliar de blindaje).....	41
5.4.1.3.	Evaluación del capítulo 7 del ES-T.....	41
5.4.1.4.	Evaluación del capítulo 8 del ES-T.....	41
5.4.1.5.	Análisis de defensa en profundidad para combustible de alto grado de quemado (después del almacenamiento en seco durante 20 años).....	42
5.4.1.6.	Conclusiones de la evaluación	42
5.4.2.	Evaluación de los aspectos térmicos	43
5.4.2.1.	Aumento del contenido autorizado para el caso de combustible no dañado	43
5.4.2.2.	Sistema Quiver para almacenamiento y transporte de combustible	48
5.4.2.3.	Cargas parciales en el contenedor con bastidor tipo B.....	48
5.4.2.4.	Análisis Térmico de la Reinundación de la Cavidad Interior	49
5.4.2.5.	Juntas metálicas con recubrimiento exterior de plata.....	49

5.4.2.6.	Códigos de cálculo y metodologías	49
5.4.2.7.	Metodología de secado por vacío en el contenedor con bastidor tipo B	50
5.4.2.8.	Definición de un espesor máximo para el recubrimiento anticorrosión	50
5.4.2.9.	Modificación de la potencia térmica de diseño	50
5.4.2.10.	Cambios al ES-T	50
5.4.2.11.	Conclusiones de la evaluación	51
5.4.3.	Evaluación de los aspectos estructurales y de contención.....	51
5.4.3.1.	Aumento del contenido autorizado para el caso de combustible no dañado	52
5.4.3.2.	Sistema Quiver para almacenamiento y transporte de combustible dañado	53
5.4.3.3.	Cargas parciales en el contenedor con bastidor tipo B.....	53
5.4.3.4.	Exclusión del moderador para bastidor tipo B en la modalidad de transporte.....	54
5.4.3.5.	Modificaciones del diseño y los análisis de los muñones.....	54
5.4.3.6.	Modificaciones de las tapas de venteo, drenaje y control de presión	55
5.4.3.7.	Alternativas de lubricantes para los pernos	55
5.4.3.8.	Juntas metálicas con recubrimiento exterior de plata.....	55
5.4.3.9.	Códigos de cálculo y metodologías	55
5.4.3.10.	Metodología de contacto radial bastidor – vaso, en condiciones de accidente	56
5.4.3.11.	Modificación del análisis de fatiga (almacenamiento y transporte).....	56
5.4.3.12.	Eliminación del requisito de vigilancia de presión durante la operación de drenaje de la cavidad interior del contenedor	56
5.4.3.13.	Mecánica de la fractura (transporte).....	57
5.4.3.14.	Eventos fuera de las bases de diseño para la modalidad de transporte	57
5.4.3.15.	Metodología de análisis de vibración.....	57
5.4.3.16.	Modificación de la barrera de contención en el contenedor con bastidor tipo B	58
5.4.3.17.	Limitación de la colocación de la virola auxiliar de transporte en el contenedor con bastidor tipo B	58
5.4.3.18.	Modificaciones de análisis de caída y fuego del contenedor en la modalidad de transporte	58
5.4.3.19.	Modificación de la barrera de contención en el ENUN 52B bastidor tipo A.....	59
5.4.3.20.	Análisis de tensiones térmicas de los pernos de las tapas de las penetraciones en el accidente de fuego	59
5.4.3.21.	Acciones para corregir fallos de estanqueidad en la modalidad de transporte.....	59
5.4.3.22.	Cambios en el ES-T debido a las modificaciones anteriores	60
5.4.3.23.	Conclusiones de la evaluación	60
5.4.4.	Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado de alto quemado.....	61
5.4.4.1.	Definiciones de Barras de combustible falladas, Barras de combustible rotas y relacionadas	61
5.4.4.2.	Posibilidad de cargar combustible de alto grado de quemado y evaluación de las propiedades mecánicas del combustible de alto grado de quemado	62
5.4.4.3.	Input de corrosión para distintos análisis de combustible de alto quemado.....	62
5.4.4.4.	Vibraciones	63
5.4.4.5.	Evaluación de las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B	63

5.4.4.6.	Conclusiones de la evaluación de las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B	64
5.4.5.	Evaluación de los aspectos de término fuente	64
5.4.5.1.	Conclusiones de la evaluación de las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B	65
5.4.6.	Evaluación de los análisis de criticidad.....	66
5.4.6.1.	Nuevo diseño de bastidor tipo B	67
5.4.6.2.	Nuevos diseños de combustible autorizados (GE4/GE5/GE8/GE10/GE11/GE14).....	67
5.4.6.3.	Nueva metodología de análisis de criticidad para el bastidor tipo B con combustible no dañado	67
5.4.6.4.	Carga de barras de combustible dañado en el sistema de acondicionamiento de combustible dañado Quiver	68
5.4.6.5.	Carga de combustible de alto grado de quemado.....	69
5.4.7.	Evaluación de la garantía de calidad dentro del sistema de gestión.....	70
5.4.8.	Evaluación de las Instrucciones de uso, criterios de aceptación e instrucciones de mantenimiento.....	71
5.5.	Propuesta de condicionado	75
5.6.	Deficiencias de evaluación	80
5.7.	Discrepancias frente a lo solicitado	80
5.8.	Otras acciones adicionales	81
6.	CONCLUSIONES	81
7.	PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS	81
8.	REFERENCIAS	81
	Anexo I: Escrito de resolución. Límites y condiciones CSN/C/SG/TRA/25/01.....	88
	Anexo II: Carta de la DSN de referencia CSN/C/DSN/TRA/25/01.....	99

Glosario de siglas y acrónimos

ART	Acta de Reunión Técnica
CSN	Consejo de Seguridad Nuclear
CTR	Condiciones de Transporte Rutinarias (libre de incidentes)
CNT¹	Condiciones de Transporte Normales (pequeños percances)
CNSMG	Central nuclear de Santa María de Garoña
CHA	Condiciones de accidente durante el Transporte
DGPEM	Dirección General de Política Energética y Minas
DGPCE	Dirección General de Planificación y Coordinación Energética
ECD	Estuche de combustible dañado
EECC	Elemento combustible
Ensa	Equipos Nucleares S.A., S. M. E
ES	Estudio de Seguridad. En el caso del ES de Almacenamiento se añade -A y en el caso del ES de Transporte se añade -T
HBU	Alto grado de quemado (High BurnUp)
Miterd	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MMC	Metal Matrix Composite
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
PIA	Petición de Información Adicional
PDT	Propuesta de Dictamen Técnico
RDT	Requerimiento De Trabajo
RINR	Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas

1 En el ES del bulto presentado por Ensa (en línea con la normativa de EE. UU.) y por lo tanto en esta PDT, las condiciones rutinarias (CTR -el transporte sin incidencias) quedan englobadas dentro del concepto de condiciones normales (CNT- el transporte con pequeñas incidencias), mientras que la SSR-6 del OIEA y, por tanto, la reglamentación española, distingue claramente ambos conceptos y los requisitos aplicables a cada tipo.

1. IDENTIFICACIÓN

ENTIDAD SOLICITANTE

NOMBRE: Equipos Nucleares S.A., S. M. E. (en adelante Ensa)
DOMICILIO SOCIAL: Edificio Génesis, Avda. de Burgos, 8-B, Planta n.º 17
LOCALIDAD: Madrid
PAÍS: España

FIRMANTE DE LA SOLICITUD

NOMBRE: **Eliminación de información no pública**

CARGO: Director de Operaciones, Diseño y Proyectos. Responsable del proyecto ENUN 52B
ASUNTO: Solicitud de emisión de la de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño de bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B.

FECHA DE ENTRADA: El 30 de diciembre de 2022 (n.º de registro [57369](#) [1]), procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEM) del Ministerio para la Transición Ecológica, se remite la solicitud de Ensa, requiriendo la emisión del informe preceptivo, junto con la propuesta de modificación A de la revisión 3 del Estudio de Seguridad (ES-T).

El 21 de octubre de 2024 (n.º de registro [37715](#)) [2], la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética (DGPCE) remitió la revisión 4 del ES-T y la documentación soporte que sustituye y anula la documentación presentada con anterioridad.

2. ANTECEDENTES DE APROBACIÓN DEL BULTO

- TIPO DE BULTO

FISIONABLE: B(M)F

- APROBADO ANTERIORMENTE EN ESPAÑA: SI

RESOLUCIÓN DE FECHA: 3 de diciembre de 2020 [3]
MARCA DE IDENTIFICACIÓN ESPAÑOLA: E/147/B(M)F-96
REVISIÓN N.º: 1
PERIODO DE VALIDEZ: 31 de mayo de 2025

- DISEÑO APROBADO SEGÚN EL REGLAMENTO DEL OIEA

De 2012 **[REDACTED]**

- MODOS DE TRANSPORTE:

CARRETERA:	SI
FERROCARRIL:	SI
MAR:	SI
AIRE:	NO

- OBSERVACIONES:

El diseño está clasificado como B(M), al no quedar justificado que cumpla el requisito de la temperatura ambiental mínima en operación de -40°C, tal y como establece la reglamentación para un bulto del tipo B(U).

3. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA SOLICITUD

3.1. Antecedentes

El 11 de junio de 2015, la DGPEM emitió la resolución por la que se aprobaba la revisión 0 del certificado de aprobación del diseño de bulto de transporte ENUN 52B sobre la base de la revisión 1 del ES-T del bulto. Posteriormente, el 3 de diciembre de 2020, la DGPEM emitió la resolución por la que se aprobaba la revisión 1 del certificado de aprobación del diseño de bulto de transporte ENUN 52B. Esta revisión se emitió sobre la base de la revisión 3 del ES-T del bulto, remitido al CSN a través de DGPEM el 13 de octubre de 2020 (n.º de registro [45911](#)) [5].

El diseño aprobado con la revisión 1 permite albergar hasta 52 elementos combustibles gastados del tipo BWR, según diseños de General Electric GE-6 y GE-7, para el almacenamiento y el transporte.

Paralelamente, en 2020, Ensa fue la adjudicataria de un contrato para el diseño, licenciamiento y fabricación de 44 contenedores ENUN 52B que permitan almacenar y transportar todo el inventario de combustible gastado de la central nuclear de Santa María de Garoña (en adelante CNSMG).

El 28 de octubre de 2021, a petición de Ensa y con la asistencia de Enresa, el CSN participó en una reunión en la que Ensa comunicó la necesidad de modificar nuevamente el diseño del ENUN 52B.

El 30 de diciembre de 2022 (nº de registro [57369](#)), procedente de la DGPEM se recibió en el CSN petición de informe preceptivo relativo a la solicitud presentada por Ensa para la emisión de la revisión 2 del certificado de aprobación diseño del bulto de transporte ENUN 52B.

Posteriormente, el 10 de enero de 2023, procedente de la DGPEM se recibió en el CSN comunicación de envío de la documentación técnica asociada a la petición de informe, que incluye entre otros documentos, la propuesta A de modificación de la revisión 3 del Estudio de Seguridad de Transporte del bulto ENUN 52B (en adelante ES-T).

3.2. Motivo y fundamento de la solicitud

La solicitud tiene por objeto la revisión del certificado a fin de actualizar la documentación soporte, que incorpora 48 modificaciones al diseño del ENUN 52B, con objeto de ampliar el contenido autorizado al inventario completo del combustible gastado almacenado en la piscina de CNSMG, que incluye un número limitado de barras dañadas.

La Instrucción IS-35 [6] del CSN establece el procedimiento a seguir para el tratamiento de las modificaciones que se pretendan efectuar sobre un diseño de bulto aprobado originalmente en España. Tras aplicar el análisis de las modificaciones de diseño establecido en dicha instrucción, Ensa ha identificado que buena parte de las mismas y, en consecuencia, los cambios que estas suponen en el ES-T y en la documentación soporte de la licencia, requieren aprobación del CSN, lo que motiva la solicitud objeto de la presente propuesta de dictamen.

3.3. Descripción de la solicitud y documentación presentada

La solicitud presentada inicialmente incluyó la propuesta de modificación A de la revisión 3 del ES-T, junto a toda la documentación soporte de la misma descrita en el apartado 4.1 de la presente PDT. La solicitud incluyó la carta 052-22 [7], que indica que las bases de diseño para el análisis del

combustible de alto grado de quemado siguen los criterios establecidos en el documento Eliminación de información no pública

[REDACTED] [8]. Así mismo, la carta también recogía el listado de modificaciones de diseño requerido por la Instrucción del CSN IS-35, por la que se regula el tratamiento de las mismas.

Durante el proceso de evaluación de la solicitud, y fruto de las aclaraciones realizadas por Ensa a cuestiones del CSN en la documentación soporte, Ensa remitió una propuesta B de modificación de la revisión 3 del ES-T (nº de registro [27920](#)), una propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES-T (nº de registro [34265](#)) y una propuesta C.1 de modificación de la revisión 3 del ES-T (nº de registro [36039](#)).

Finalmente, Ensa consolidó todas las modificaciones sobre la documentación soporte resultante del proceso de evaluación del CSN en la revisión 4 del ES-T, remitida al CSN a través del Ministerio el 21/10/2024 (nº de registro [37715](#)).

3.3.1. Descripción de la solicitud

La instrucción IS-35 del CSN establece en su párrafo 2.6 que, en la solicitud de revisión del certificado de aprobación del diseño del bulto, se deben describir técnicamente las modificaciones de diseño, identificando las causas que las han motivado, así como un análisis de seguridad de la modificación que demuestre que el diseño del bulto, una vez realizada la modificación, sigue cumpliendo los criterios, normas y requisitos de seguridad aplicables. La solicitud presentada por Ensa incluye la carta 045-24 [9] en la que se identifican todas las modificaciones de diseño de las que ha sido objeto el diseño del contenedor.

A continuación, se presentan las modificaciones que precisan aprobación, y que han sido evaluadas dentro del alcance de este proceso de licenciamiento.

ES42 Aumento del contenido autorizado de combustible no dañado

El contenido autorizado se amplía para aceptar un rango más amplio de quemados, enriquecimientos, tiempos de enfriamiento, diseños de combustible y estado del canal. Esta modificación ha requerido el diseño de un nuevo bastidor denominado tipo B y la reevaluación de todas las funciones de seguridad del contenedor. Principales modificaciones respecto al bastidor tipo A:

- Reducción del espesor nominal de las chapas de acero, incremento del % de Eliminación de información no pública, inclusión de Eliminación de información no pública.
- Modificación de la caracterización del combustible autorizado y de la estrategia de carga: 33 tipos de términos fuente, carga regionalizada con 3 tipos de configuraciones.
- Incremento de la carga térmica.
- Carga de combustible de alto grado de quemado (>45000MWd/MTU). Aplicación metodología incluida en NUREG/CR-2224, estructurada en la metodología documentada en el Eliminación de información no pública de Ensa.

	Bastidor tipo A	Bastidor tipo B
Quemados máximos admisibles	32,5 y 37,5	Entre 18,0 y 51,1
% U-235 promedio por elementos mínimos (para blindaje)	2,6	Entre 2,17 y 3,98
% U-235 promedio planar máximos (para criticidad)	3,1903	4,33
Tiempo mínimo de enfriamiento (años)	22,5	Entre 8,5 y 38,3
Canal de combustible	Sólo combustible canalizado	Combustible tanto acanalado como descanalizado
Diseños de haz	GE-6 y GE-7	GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14
Tipo de carga	Uniforme	Regionalizada (3 regiones)

ES43 Sistema Quiver para almacenamiento y transporte de combustible dañado

Se permite cargar combustible dañado, para lo cual deben introducirse las barras de combustible falladas en un sistema de acondicionamiento de combustible dañado llamado Quiver. Se permite la carga de un único Quiver en un bastidor de tipo B, conteniendo hasta 14 barras fugadas y 4 estuches para barras rotas y pastillas de combustible sueltas.

ES45 Cargas parciales en el contenedor con bastidor tipo B

Se permite la carga parcial del contenedor con bastidor tipo B, dejando un determinado número de posiciones vacías. Afecta a las siguientes funciones de seguridad:

- Térmica: El gas, de menor conductividad térmica que los elementos combustibles, ocupa ahora las celdas vacías.
- Estructural: Reducción de la masa del bulto que origina mayores aceleraciones máximas en los escenarios de caídas en transporte.
- Blindaje: Reevaluación de las tasas de dosis alrededor del bulto.
- Criticidad: Nuevos cálculos para verificar la subcriticidad.

ES46 Exclusión al moderador en transporte

Se excluye la posibilidad de la entrada de agua en el interior de la cavidad del contenedor ENUN 52B con Bastidor tipo B. En cumplimiento con el SSR-6, la barrera de exclusión debe estar formada por al menos dos barreras, que en el ENUN 52B son:

- Primera barrera: El vaso (fondo y virola), la tapa exterior, la tapa ciega de la penetración de control de presión (sustituye a la de control de presión en la modalidad de transporte), los anillos interiores de la tapa exterior y de la tapa ciega.
- Segunda barrera: La tapa interior, las tapas de las penetraciones de venteo y drenaje, el anillo exterior de la tapa interior, los anillos interiores de las tapas de las penetraciones de venteo y drenaje, y el tapón de la penetración entre anillos de la tapa interior.

ES47 Análisis térmico de la reinundación de la cavidad interior

Se analizan las modificaciones realizadas en el diseño al evaluar el proceso de reinundación del contenedor estando el mismo cargado con elementos combustibles.

ES48 Modificación del diseño y los análisis de los muñones

- En el contenedor con bastidor tipo B: se modifica el diseño de los muñones superiores e inferiores, que encastran con el vaso mediante una brida rectangular. Afecta a los análisis de seguridad estructural y de blindaje:
 - Incremento en el momento flector que soporta la brida del muñón y reducción en la sección de la caña de los muñones inferiores.
 - Modificación local de la cantidad de acero y blindaje neutrónico.
- Contenedor con bastidor tipo A y tipo B:
 - Se incrementa la carga de diseño de los muñones; se reduce la longitud de roscado mínima; en el amarre durante el transporte se considera un rango admisible de la posición del centro de gravedad en lugar de un punto fijo.

ES49 Modificaciones de las tapas de venteo, drenaje y control de presión

Se modifica el diseño de las tapas de las penetraciones de venteo, drenaje y control de presión que se van a utilizar en el contenedor con bastidor tipo B. Estos cambios afectan al análisis de asentamiento de las juntas; al análisis de caída de herramienta debido a la modificación de los materiales y las dimensiones de la tapa de control de presión y sus pernos; y al análisis a fractura frágil para considerar los nuevos materiales y las nuevas dimensiones de los componentes.

ES50 Alternativas de lubricantes para los pernos

El Reglamento (CE) 1907/2006 prohíbe el uso del lubricante Neverseez en la industria nuclear europea. Se introduce la opción de utilizar [REDACTED]. En el caso de usar [REDACTED], los pares de apriete nominales del sistema de cierre del contenedor no se modifican, mientras que

en el caso de utilizar [REDACTED] se incrementan. Esta circunstancia afecta a los análisis de las tensiones de cortadura de los pernos.

ES51 Juntas metálicas con recubrimiento exterior de plata

Se incluye la posibilidad de utilizar juntas metálicas dobles con revestimiento exterior de plata en el contenedor con bastidor tipo B, como alternativa a las juntas metálicas dobles con revestimiento exterior de aluminio para las juntas de la tapa interior, de la tapa exterior, y de las tapas de las penetraciones de venteo, drenaje y control de presión.

Con esta modificación se pretende mejorar el comportamiento frente al envejecimiento de las juntas, de cara al almacenamiento prolongado del combustible nuclear gastado en el contenedor, así como de reducir la posibilidad de ocurrencia de fenómenos de corrosión galvánica.

ES52 Códigos de cálculo y metodologías

Utilización de nuevos códigos de cálculo y/o versiones de los mismos, y de nuevas metodologías de cálculo:

- ANSYS MECHANICAL versiones 14.0 y 19.0, para análisis térmicos y estructurales implícitos.
- LS-DYNA versiones 971 y R10, para análisis estructurales explícitos.
- SCALE versión 6.1 para nuevos cálculos de término fuente, criticidad y blindaje (librerías de secciones eficaces ENDF/B-VII).

ES57 Metodología de secado por vacío en el contenedor con bastidor tipo B

En el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo A, la operación de secado por vacío se realiza tras el drenaje de la cavidad interior del contenedor mediante la introducción de nitrógeno. Ahora, se modifica el proceso de secado por vacío para el contenedor con bastidor tipo B, que está compuesto por dos fases, la segunda dependiente del resultado de la primera:

- [REDACTED]
- [REDACTED]

ES58 Metodología de contacto radial bastidor-vaso, en Condiciones de Accidente

Se introduce una metodología de cálculo para evaluar las tensiones térmicas debidas al contacto radial entre el bastidor y el vaso, debidas a las dilataciones diferenciales entre ambos componentes.

El objetivo de incluir esta nueva metodología es disponer de una herramienta para poder evaluar las tensiones térmicas debidas a una hipotética desviación durante la fabricación del contenedor que produzca una reducción en la holgura radial entre el bastidor y el vaso. El alcance de esta metodología se limita a los análisis en Condiciones Hipotéticas de Accidente (CHA).

ES69 Modificación del análisis de fatiga

Se introducen las siguientes modificaciones con respecto a los análisis de fatiga:

- Un único análisis envolvente para cualquier punto del vaso o la tapa interior en Condiciones Normales de Transporte (CNT²).
- Se impone un valor límite para las tensiones máximas de los pernos de la tapa interior y exterior, en CNT.
- Se elimina el análisis del coeficiente de concentración de tensiones en la tapa exterior y las chapas de inoxidable del bastidor, y se sustituye por un factor de concentración de tensiones envolvente obtenido del Código ASME, en CNT.
- Se eliminan los análisis realizados en CHA de todos los componentes que no formen parte de la barrera de contención.
- Modificación en la metodología de obtención de la tensión máxima admisible en CHA.

ES70 Modificación de la potencia térmica de diseño

Correcciones en el texto de los capítulos 1 y 3 del ES-T. Las potencias 198.577 W/EC y 10.326 KW se corresponden a la potencia térmica total empleada en los análisis térmicos y no a la potencia térmica máxima de diseño.

ES71 Eliminación del requisito de vigilancia de presión durante la operación de drenaje de la cavidad interior del contenedor

Se limita la presión del gas en el interior del contenedor, durante el proceso de drenaje, a un valor inferior a **0,5** bar (absolutos).

ES74 Mecánica de la fractura

Aplicación de la **Eliminación de información no pública** para el cálculo de la integridad estructural de las forjas que forman parte de la barrera de contención del ENUN 52B, con el fin de solicitar la aprobación como bulto Tipo B(U). Esta metodología ha sido apreciada favorablemente por el CSN.

Quedan excluidos de la aplicación de esta metodología los contenedores con número de serie 001, 002, 003, 004 y 005, todo ellos ENUN 52B con bastidor tipo A, ya fabricados y homologados como bultos B(M), cuya temperatura mínima en servicio se ha limitado a -20.4°C. Esta exclusión se incluirá como condición en la propuesta de condicionado del dictamen favorable del diseño del contenedor.

² En esta PDT se entiende por CNT la suma de las condiciones rutinarias y las condiciones normales de transporte tal y como vienen indicadas en los reglamentos modales. Ver nota a pie 1 en la página 5 de esta PDT.

³ Esta metodología es de aplicación general, tanto para bastidor tipo B como para nuevos contenedores que pudieran fabricarse con bastidor tipo A, aunque no está previsto.

ES75 Eventos fuera de las bases de diseño

Se establecen como eventos fuera de las bases de diseño, por no considerarse creíbles, la caída vertical desde 0.3 metros y la caída en esquina desde 0.3 metros, ambos para CNT. Para su análisis de defensa en profundidad se mantienen los análisis vigentes correspondientes al contenedor con bastidor tipo A.

ES84 Metodología análisis de vibraciones

Se modifica la metodología seguida para el análisis de las acciones vibratorias e impactos durante el transporte del contenedor. Ahora, las acciones vibratorias y los impactos en las diferentes partes del contenedor ENUN 52B durante las CNT se obtienen a partir de los datos mostrados en el documento **Eliminación de información no pública**, en lugar del documento **Eliminación de información no pública**.

Además, los análisis realizados de las acciones vibratorias o impactos se modifican de la siguiente manera:

- Se elimina de la documentación de diseño el análisis de las frecuencias naturales y modos de vibración del contenedor realizado en la revisión vigente del Estudio de Seguridad.
- No se introducen en el modelo de elementos finitos las cargas térmicas.
- Se utilizan tensiones envolventes de la máxima tensión obtenida para cada componente.
- Se calcula el módulo elástico de los materiales a una temperatura envolvente, superior a la máxima alcanzada en los análisis.
- Con el fin de analizar el combustible de alto grado de quemado, la nueva NUREG-2224 establece la necesidad de analizar la fatiga en este tipo de combustible durante el transporte.
- Se modifica la metodología de análisis de impactos.
- Se establece un número de ciclos máximo ($2 * 10^6$ ciclos para la acción vibratoria, y 25000 ciclos para los sucesos de impacto), correspondiente a un transporte de 2000 millas, obtenidos de **Eliminación de información no pública**.

ES90 Modificación de la barrera de contención en el contenedor con bastidor tipo B

Se redefine ahora la barrera de contención en el contenedor con bastidor tipo B como la formada por:

- El vaso del contenedor (fondo y virola), la tapa interior, las tapas de venteo y drenaje y,
- El anillo exterior de la tapa interior, el tapón de la penetración entre los anillos de la tapa interior, y los anillos interiores de las tapas de venteo y drenaje.

La inclusión del tapón de la penetración entre anillos de la tapa interior como parte de la barrera de contención convierte a este componente en importante para el diseño y para la seguridad por lo que debe ser incluido en los planos de licencia y en las listas Q.

ES92 Limitación de la colocación de la virola auxiliar de transporte en el contenedor con bastidor tipo B

En el contenedor con bastidor tipo B la instalación de la virola auxiliar de transporte como elemento adicional de blindaje es opcional, y se podrá llevar a cabo si el contenedor dispone de listones

soldados a la virola envolvente y cuando las condiciones de uso del mismo con la virola estén cubiertas por los análisis en el ES-T.

ES94 Modificaciones de análisis de caída y fuego del contenedor

Modificación de los análisis estructurales realizados para la evaluación del comportamiento del contenedor durante los eventos de caída desde 0.3 y 9 metros, y de accidente de fuego. Además, los análisis realizados para el contenedor con bastidor tipo B se consideran más penalizantes que los del contenedor con bastidor tipo A, por lo que estos últimos quedan obsoletos.

ES98 Modificación de la barrera de contención en el ENUN 52B Bastidor tipo A

Se redefine la barrera de contención en el contenedor con bastidor tipo A como la formada por:

- El vaso del contenedor (fondo y virola), la tapa interior, las tapas de venteo y drenaje y,
- El anillo exterior de la tapa interior, el tapón de la penetración entre los anillos de la tapa interior, y los anillos interiores de las tapas de venteo y drenaje.

La inclusión del tapón de la penetración entre anillos de la tapa interior como parte de la barrera de contención convierte a este componente en importante para el diseño y para la seguridad por lo que debe ser incluido en los planos de licencia y en las listas Q.

ES99 Análisis de tensiones térmicas de los pernos de las tapas de las penetraciones en el accidente de fuego

Se incluye un nuevo análisis para evaluar el efecto que tiene el incremento de temperatura en las tensiones de los pernos de las tapas de las penetraciones durante el accidente de fuego.

ES100 Acciones para corregir fallos de estanqueidad

Se incluye una descripción de las acciones correctoras a tomar cuando el resultado de una prueba de fugas (estanqueidad) no cumpla con el criterio de aceptación establecido.

3.3.2. Documentación presentada

La documentación en la que se basa la solicitud, se recoge a continuación:

- Carta de Ensa de referencia 045-24, por la que solicita la emisión de la revisión 2 del certificado de aprobación del diseño de bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B.
 - El Anexo II de la carta enumera la documentación de licencia completa que soporta la solicitud, indicando la revisión vigente y la nueva revisión aplicable a cada documento.
 - El Anexo III de la carta contiene el listado completo de las 48 modificaciones de diseño incluidas dentro de la solicitud.

- Revisión 4 del ES-T del bulto ENUN 52B [10].
- Informes de Cálculo Soporte, Planos de Licencia, Requerimientos de Trabajo, Notas Técnicas, Especificaciones y Documentos de Proveedor. Se incluyen todos los que han sido emitidos por primera vez o que han sido modificados con respecto a la anterior aprobación de diseño del citado contenedor.
- Registros de modificaciones de diseño ('Engineering Data Sheet', EDS, según la codificación de Ensa) y sus correspondientes evaluaciones de seguridad (ES). Se incluyen los registros en cuyas evaluaciones de seguridad se concluye que la modificación propuesta requiere de la aprobación previa del CSN antes de su implementación, según apartado tercero de la instrucción IS-35.
- Plan de Calidad en revisión 14 [11]. Esta revisión del Plan de Calidad anula y sustituye a la revisión 13 aprobada por el Miterd por resolución de referencia CON-24P/RES/24-01 [12], de fecha 20 de febrero de 2024.
- Archivo Excel con el listado de todos los documentos soporte que conforman la documentación de licencia de la revisión 4 del ES-T del contenedor ENUN 52B.

4. DESCRIPCIÓN DEL BULTO

Este apartado recoge la descripción básica del bulto, cuyos principales cambios en el diseño han venido motivados por la incorporación de un nuevo de bastidor (denominado como tipo B) capaz de alojar la totalidad del inventario de la piscina de la CNSMG. Además de las principales características constructivas y de diseño, se identificarán los cambios (modificaciones de diseño) de los diversos componentes que son objeto de la nueva revisión del certificado de aprobación.

4.1. Descripción básica del bulto

El ENUN 52B se trata de un contenedor de doble propósito, diseñado para desempeñar las funciones de almacenamiento y transporte de hasta 52 EECC gastados del tipo BWR procedentes de la CNSMG. La vida de diseño especificada en el ES-T es de 50 años.

El diseño del contenedor no dispone de ningún componente activo relacionado con la seguridad. Todas las funciones de seguridad: control de criticidad, protección radiológica, contención y térmica (evacuación de calor), son realizadas mediante medios pasivos.

El contenedor, con bastidor tipo B, ha sido diseñado para utilizarse durante el transporte como tipo B(U) fisionable. Quedan excluidos los contenedores, ya fabricados, con número de serie 001, 002, 003, 004 y 005, todo ellos con bastidor tipo A, que deberán seguir definiéndose como bultos B(M) fisionable.

El ENUN 52B está diseñado para ser transportado en los siguientes modos de transporte: terrestre (ferrocarril, carretera) y marítimo.

Básicamente, el embalaje dispone de los siguientes componentes:

- Cuerpo o vaso del contenedor.
- Bastidor.
- Sistema de cierre.
- Limitadores de impacto.
- Virola auxiliar de transporte (opcional).

El contenedor ha sido diseñado para albergar todo el inventario de la CNSMG, EECC “no dañados” y canalizados o descanalizados, de diseños GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14. Además, el ENUN 52B también podrá alojar un sistema de acondicionamiento de combustible dañado, denominado “Quiver”, capaz de alojar barras de combustible sueltas o rotas en su interior (ver figura 4-1).

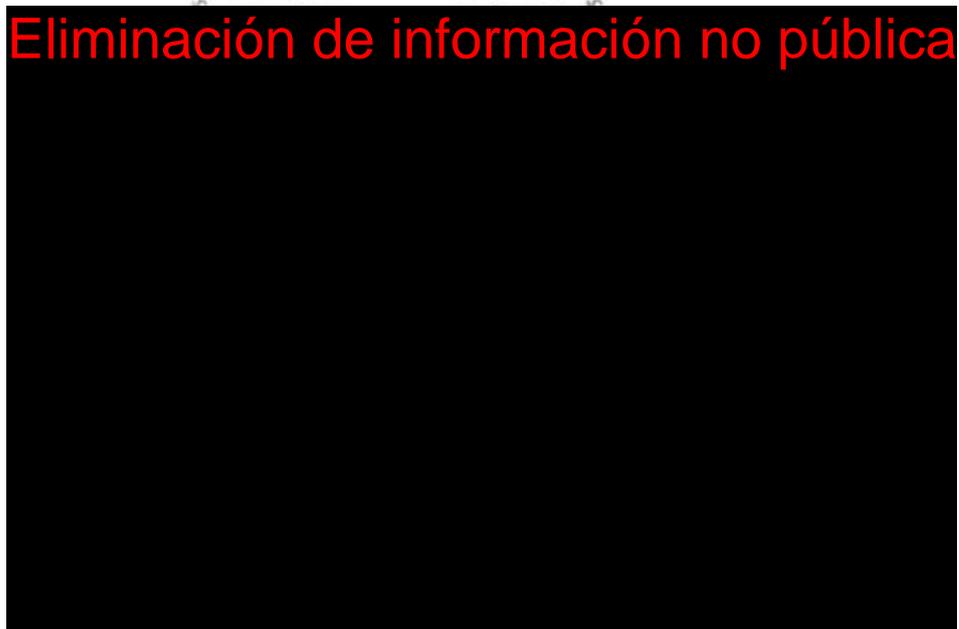


Figura 4-1: Sistema Quiver: vista general y sección.

4.2. Descripción básica del embalaje

La necesidad de alojar el inventario completo de la CNSMG ha requerido, como uno de los cambios más significativos, el diseño de un nuevo tipo de Bastidor, denominado tipo B. Todos los cambios, implementados a través de 48 modificaciones de diseño, suponen variaciones sustanciales respecto a lo contemplado en la revisión 1 del certificado de aprobación del diseño del bulto.

a) Cuerpo del contenedor

De geometría cilíndrica, el cuerpo del contenedor ENUN 52B está integrado por una **virola interior** de **Eliminación de información no pública** compuesta por un tramo forjado (o dos unidos entre sí mediante soldadura de

penetración total) que se une por su parte inferior a un fondo mediante soldadura de [Eliminación de información no pública] (ver figura 4-2).

El **fondo**, también de [Eliminación de información no pública], se trata de una forja con forma de placa circular plana y con un talón cilíndrico para su unión con la virola interior, mediante soldadura de [Eliminación de información no pública]. En su cara exterior contiene [Eliminación de información no pública] agujeros roscados para amarrar los pernos del limitador de impacto inferior. La virola interior y el fondo constituyen el vaso del contenedor.

En la zona superior de la virola interior se han mecanizado los agujeros donde se introducen los pernos de amarre de las tapas interior y exterior. En la superficie exterior de la virola se empernan los muñones de elevación y rotación. También, sobre la superficie exterior se adosa radialmente el conjunto de aletas disipadoras de calor en cuyos huecos se aloja la resina del blindaje neutrónico.

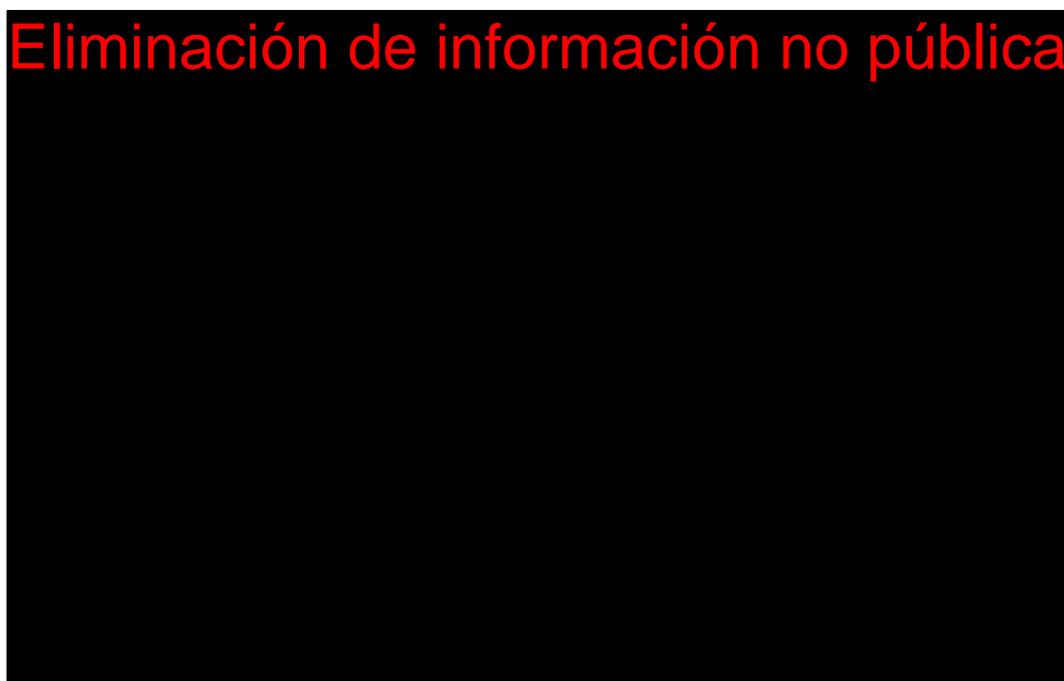


Figura 4-2 Figura esquemática del cuerpo del contenedor ENUN-52B

Las **aletas** son perfiles de [Eliminación de información no pública], situados concéntricamente en el espacio anular existente entre la virola interior y la virola envolvente. Su sección presenta cierto esvíaje respecto a la dirección radial para evitar, en la medida de lo posible, el efecto de 'streaming'⁴ de los neutrones, ya que en el espacio interior va alojada la resina de blindaje neutrónico. Tiene función de disipar el calor del interior del vaso.

El **blindaje neutrónico** se trata de [Eliminación de información no pública], sólido en servicio, cuya base consiste en una [Eliminación de información no pública]; endurecedor y retardador de fuego. Sus propiedades como absorbente de neutrones se logran mediante la adición de [Eliminación de información no pública]. El conjunto formado por las aletas y el blindaje neutrónico queda confinado y aislado del exterior mediante la virola envolvente fija soldada al vaso.

⁴ El efecto de streaming neutrónico consiste en la existencia de caminos a través del diseño del contenedor por los que el flujo de neutrones encuentra menos blindaje y por lo tanto puede alterar los resultados del análisis de blindaje.

La **virola envolvente** está constituida por una virola de chapa laminada y con los anillos extremos superior e inferior de cierre (cercos) soldados al vaso. Confina el blindaje neutrónico y las aletas. El hueco anular existente entre la virola envolvente y la virola interior, en cuyo interior se alojan las aletas, va presurizado con **Eliminación de información no pública**.

Las superficies de contacto de la parte superior de la virola interior con las tapas interior y exterior, van protegidas mediante plaquedo de soldadura **Eliminación de información no pública** con objeto de eliminar los problemas de corrosión en la zona de asiento de las juntas metálicas. La superficie interior recibe un tratamiento superficial anticorrosión con un contenido de **Eliminación de información no pública**.

A la virola interior también se fijan con pernos los dos **muñones** superiores (de elevación) y los dos muñones inferiores (de rotación), que tienen como función permitir el manejo del contenedor.

Finalmente, el **tubo de drenaje** se trata de un tubo de **Eliminación de información no pública** dispuesto paralelamente al eje del contenedor, fijado mediante unos soportes a la barra/tacos antirrotación, y de longitud prácticamente igual a la de la cavidad interna. Su función es la conducción del agua durante la operación de drenaje, y la recirculación de **Eliminación de información no pública** durante el secado posterior.

b) Bastidor

Para acomodar el inventario completo de EECC de CNSMG, existen dos modelos de bastidor de combustible (figura 4-4), tipo A y tipo B. El bastidor de combustible está compuesto de los siguientes componentes (ver figura 4-3):

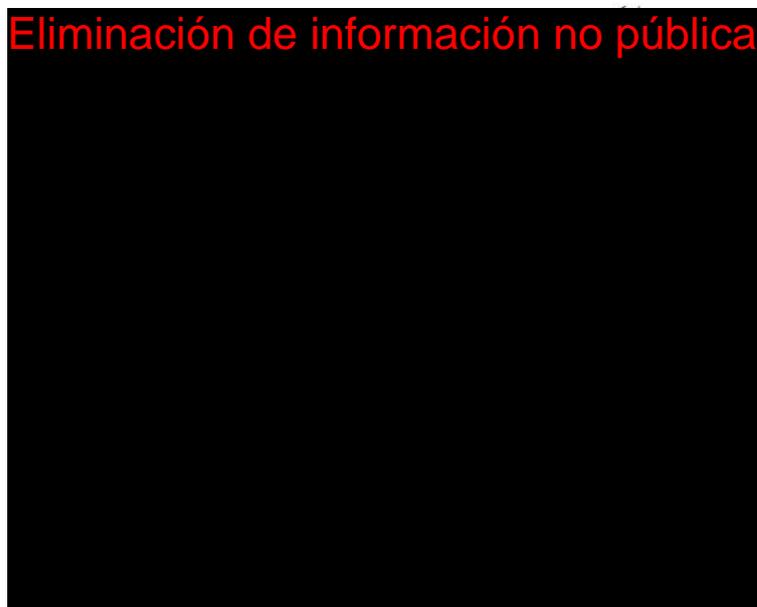


Figura 4-3: Componentes del bastidor de combustible del contenedor ENUN-52B

- Estructura de **Eliminación de información no pública**: Conjunto de chapas de **Eliminación de información no pública** encajadas entre sí mediante ranuras que conforman un emparrillado con objeto de mantener la geometría del contenido.

- Estructura de **Eliminación de información no pública**⁵: Conjunto de chapas de un material compuesto por una matriz de **Eliminación de información no pública** que conforman un emparrillado con objeto de mantener el contenido subcrítico y que contribuyen a la evacuación del calor del interior de la cavidad. Forma parte del sistema de confinamiento.
 - Bastidor tipo A: entre dos elementos combustibles adyacentes, alojados en el bastidor, se sitúa siempre una única chapa de **Eliminación de información no pública**.
 - Bastidor tipo B: entre dos elementos combustibles adyacentes alojados en el bastidor se sitúan una o dos chapas de **Eliminación de información no pública**, dependiendo de la zona del bastidor en donde se ubique el combustible.
- Rigidizadores laterales: Conjunto de chapas de **Eliminación de información no pública** situadas en disposición periférica y soldadas a las chapas de la estructura de **Eliminación de información no pública**. Permiten afianzar el conjunto y la conexión de las guías del bastidor mediante unas varillas roscadas soldadas y fijadas mediante tuercas y arandelas.
- Guías del bastidor: Perfiles de **Eliminación de información no pública** que aseguran las celdas de combustible y permiten ajustar la geometría ortogonal del bastidor a la geometría cilíndrica del cuerpo o vaso del contenedor. Asimismo, contribuyen a la evacuación del calor de la cavidad interna.

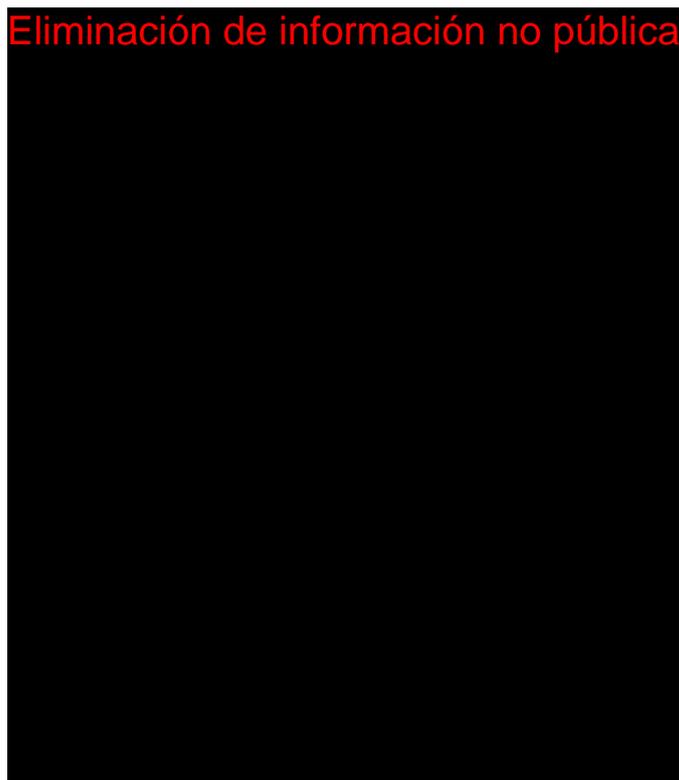


Figura 4-4: Bastidor A (izquierda) bastidor B (derecha.)

⁵ **Eliminación de información no pública**, que básicamente es un material absorbente neutrónico de tipo composite formado esencialmente por una matriz de **Eliminación de información no pública**.

c) Sistema de cierre

El contenido que se aloja en la cavidad interna del cuerpo del contenedor se aísla del exterior mediante dos tapas, capaz cada una de ellas de conservar la estanqueidad de la cavidad interna:

- **Tapa interior:** Consiste en una placa plana circular fabricada en el mismo **Eliminación de información no pública** que la virola interior (ver figura 4-5). En su periferia hay **Eliminación de información no pública** agujeros pasantes para su unión a la virola interior del contenedor mediante pernos de **Eliminación de información no pública**. Se evita la posibilidad de escape radiactivo mediante la instalación de una junta metálica doble de estanqueidad. La tapa interior recibe un tratamiento superficial anticorrosión con un contenido de **Eliminación de información no pública**

Va provista de dos penetraciones idénticas embebidas para las operaciones de venteo y drenaje. La hermeticidad de las penetraciones mencionadas queda asegurada mediante el empleo de sendas juntas metálicas dobles de estanqueidad y de sus correspondientes tapas de las penetraciones, también empernadas. Existen dos diseños de tapa interior, tipo A y tipo B.

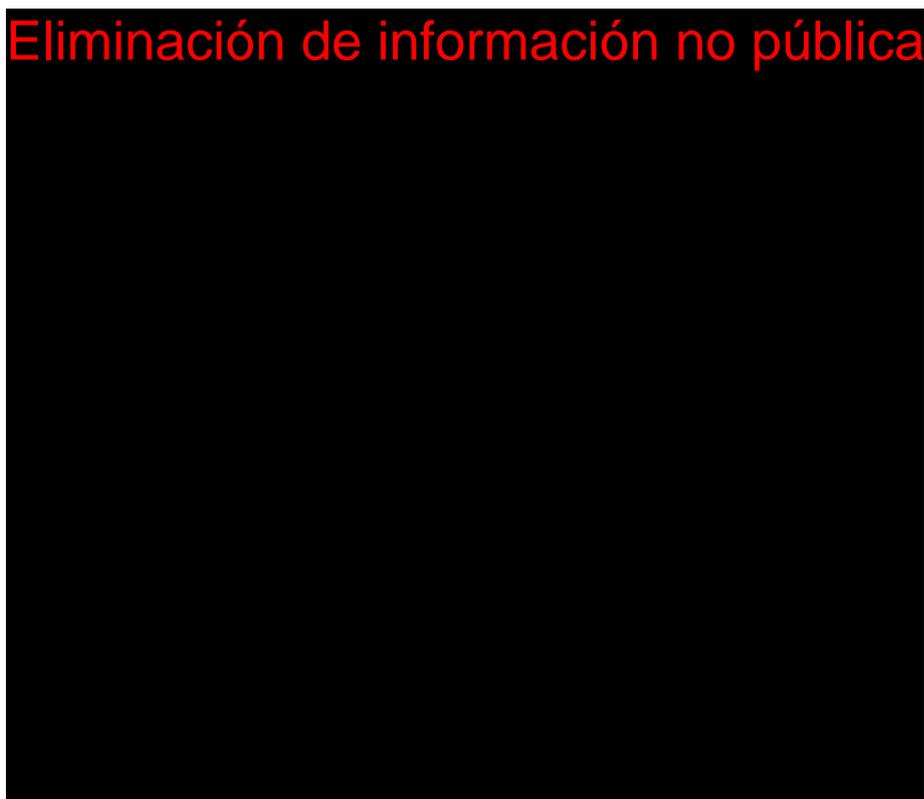


Figura 4-5: Tapa interior tipo A (figura superior) y tipo B (figura inferior).

- **Tapa exterior:** Muy similar a la tapa interior, incluye un resalte anular en su parte inferior, que tiene como función proteger a los pernos que conforman la unión con la virola interior de los esfuerzos cortantes. En su periferia hay también **Eliminación de información no pública** agujeros pasantes para su unión a la virola interior del contenedor mediante pernos del mismo **Eliminación de información no pública** que los de la tapa interior.

Va provista de una única penetración embebida. Su función es el alojamiento de un transductor de presión, mediante el que se registrará y monitorizará el valor de la presión en el espacio entre tapas, durante el almacenamiento del contenedor en el ATI y un conector para presurizar la región entre ambas tapas. Para la modalidad de transporte, se sustituye el transductor de presión por un tapón y se utiliza una tapa también empernada.

El aislamiento respecto al medio exterior se lleva a cabo de forma idéntica a la tapa interior, mediante la instalación de una junta metálica doble de estanqueidad.

En su cara exterior contiene ■ agujeros roscados para amarrar los pernos del limitador de impacto superior.

Existen dos diseños de tapa exterior, tipo A y tipo B (ver figura 4-6).

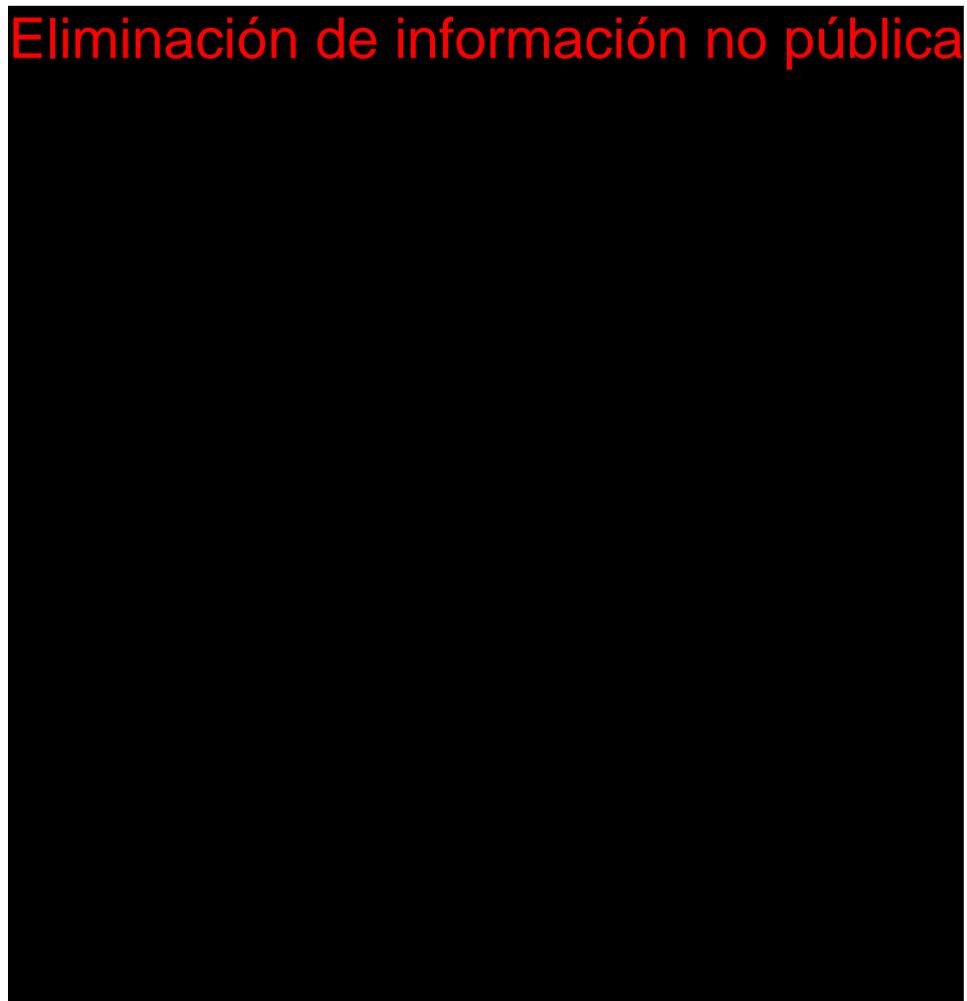


Figura 4-6 Tapa exterior tipo A (figura superior) y tipo B (figura inferior).

d) Limitadores de impacto

Componentes con forma vasiforme utilizados únicamente en la modalidad de Transporte, que sirven para amortiguar las fuerzas de impacto originadas en las caídas que pudieran producirse durante el transporte del contenedor (ver figura 4-7).

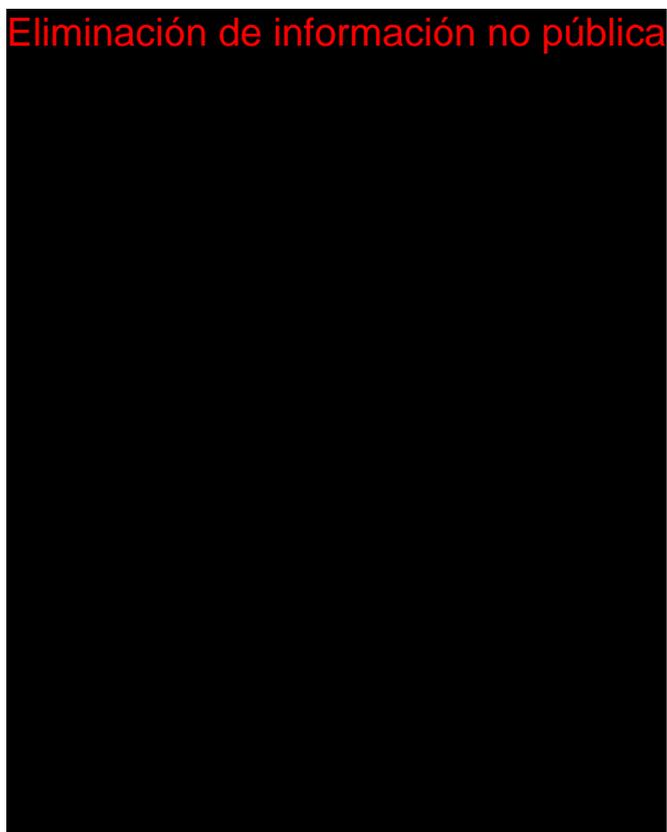


Figura 4-7: Limitador de impacto.

e) Virola auxiliar de transporte

Se trata de una virola fabricada en **Eliminación de información no pública** de espesor formada por varias piezas, empernada a los listones de la virola envolvente. Se utiliza únicamente en la modalidad de transporte, para proveer un blindaje radial adicional frente a las radiaciones gamma cuando la medición de las tasas de dosis sea superior a lo requerido en la normativa de transporte.

4.3. Descripción del contenido

La revisión vigente del certificado contempla el contenido autorizado correspondiente al ahora denominado como bastidor tipo A. En la solicitud se ha introducido un nuevo diseño de bastidor denominado como tipo B. En resumen, el contenedor ENUN 52B ha sido diseñado para albergar el siguiente contenido:

4.3.1. Bastidor tipo A

Con capacidad para albergar 52 EECC con diseños de General Electric GE-6 (tipo A y tipo B) y GE-7 con envainado de zircaloy. Los EECC aceptables para ser cargados han de cumplir el requisito de ser combustible “no dañado” y canalizado.

En función del enriquecimiento del combustible se han definido dos tipos de combustibles base de diseño: EECC con enriquecimientos en U-235 iniciales iguales o superiores a 2.6 % y quemados de hasta 32.5 GWd/MTU ⁶, definidos como combustible base de diseño I, y EECC con enriquecimientos iniciales iguales o superiores a 2.8 % y quemados de hasta 37.5 GWd/MTU, definidos como combustible base de diseño II.

La descripción completa de los EECC autorizados para ser transportados en el ENUN 52B con bastidor tipo A se detallan en la Tabla 1.2.4 del capítulo 1 del ES-T y en Tabla 1.1 del documento **Eliminación de información no pública** [13], mostrándose en la siguiente tabla los parámetros fundamentales de los combustibles base de diseño:

Parámetros del Combustible Base de Diseño (bastidor A)		
Grado de quemado máximo (MWd/MTU)	Combustible base de diseño I	Combustible base de diseño II
		32.5
Enriquecimiento medio del elemento (% en masa de U-235)	Blindaje	
	2.6% mínimo	2.8% mínimo
Enriquecimiento planar medio (% en masa de U-235)	Críticidad	
	3.1903 % máximo, para cualquier grado de quemado	
Tiempo mínimo de enfriamiento en piscina (mínimo)	22.5 años con blindaje gamma adicional 24.6 y 27.7 años sin blindaje adicional	

Tabla 4-1: Parámetros del Combustible Base de Diseño (bastidor A)

La estrategia de carga en el ENUN 52B con bastidor de tipo A es uniforme, lo que supone que cualquier elemento combustible autorizado puede almacenarse en cualquiera de las 52 posiciones del bastidor.

4.3.2. Bastidor tipo B

Con capacidad para alojar 52 EECC con diseños de General Electric GE-4, GE-5, GE-6 (tipo A y tipo B), GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14 de reactores de agua ligera tipo BWR. Los elementos combustibles aceptables para ser cargados han de cumplir el requisito de ser combustible “no

⁶ Aunque la unidad en el sistema internacional es TmU (siglas en castellano de Tonelada métrica de Uranio), se expresa como MTU (siglas en inglés utilizadas en Estados Unidos) por coherencia con el resto de certificados actualmente en vigor, en los que se utiliza la nomenclatura americana.

dañado”, pero pueden estar tanto descanalizados como canalizados, siempre que no se carguen más de 20 elementos descanalizados en un mismo contenedor. Las características geométricas de estos diseños de combustible se detallan en la tabla siguiente:

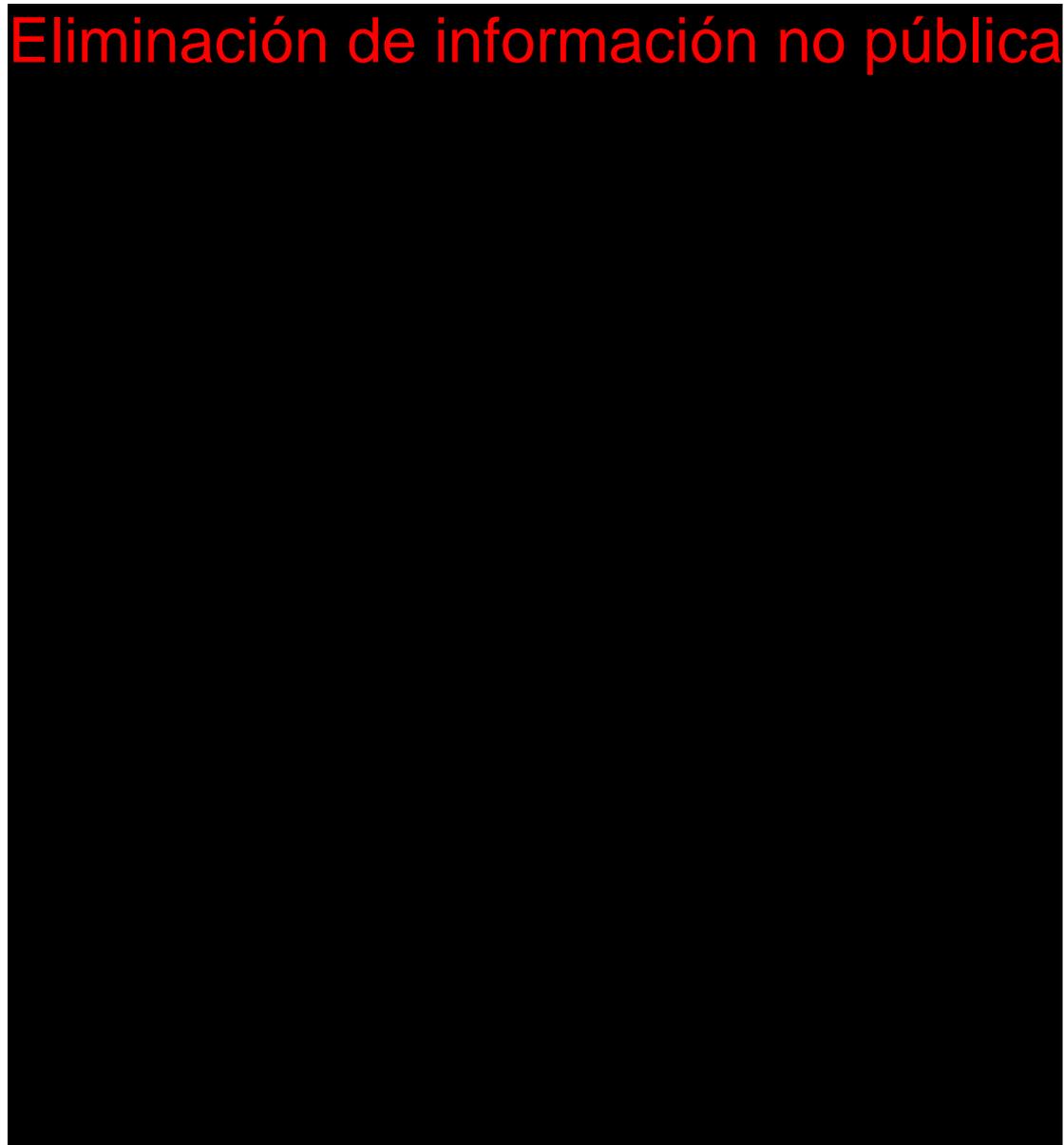


Tabla 4-2: Descripción física de los EECC aceptables para su carga

La descripción completa de los EECC autorizados para ser transportados en el ENUN 52B con bastidor tipo B se detallan en la Tabla 1.2.6 del capítulo 1 del ES-T y en Tabla 1.2 del documento **Eliminación de información no pública** [13], mostrándose en la siguiente tabla los parámetros fundamentales de los combustibles base de diseño.

Parámetros del Combustible Base de Diseño (bastidor B)		
	Máximo	Mínimo
Grado de quemado máximo de un grupo de elementos (GWd/MTU)	51.1	18
Rango de enriquecimiento medio de los elementos (% en peso de U-235)	Blindaje	
	3.98%	2.17%
Enriquecimiento medio de los elementos	Críticidad	
	4.33 % máx. GE-14 (Este combustible base de diseño de los cálculos de criticidad es envolvente de todos los diseños de elemento del inventario de CNSMG con sus respectivos enriquecimientos).	
Tiempo mínimo de enfriamiento en piscina (años)	Máximo	Mínimo
	43.3	13.5

Tabla 4-3: Parámetros del Combustible Base de Diseño (bastidor B)

Para el bastidor tipo B se han definido 33 combustibles base de diseño para cubrir el inventario al completo de CNSMG, con enriquecimientos en U-235 comprendidos entre 2.17% y 3.98%, y quemados entre 18 GWd/MTU y 51.1 GWd/MTU. Se muestran sus características en la siguiente tabla:

Diseño	Combustible base de diseño	Quemado máximo (GWd/MTU)	Quemado nominal (GWd/MTU)	Enriquecimiento mínimo (% en peso de U-235)	Enfriamiento mínimo a 01/07/2026 (años)
Parámetros de evaluación de blindaje					
GE-14	TF01-	18.0	17.65	3.84	13.5
	TF01x	18.3	17.94	3.84	13.5
	TF02-	38.1	37.35	3.86	13.5
	TF02x	38.9	38.14	3.86	13.5
	TF03-	49.0	48.04	3.81	13.5
	TF03x	49.9	48.92	3.81	13.5
	TF04-	45.0	44.12	3.81	13.5
	TF05-	50.0	49.02	3.86	17.2
	TF05x	50.9	49.90	3.86	17.2
GE-11	TF06-	50.1	49.12	3.82	19.3
	TF06x	50.5	49.51	3.98	19.3

Diseño	Combustible base de diseño	Quemado máximo (GWd/MTU)	Quemado nominal (GWd/MTU)	Enriquecimiento mínimo (% en peso de U-235)	Enfriamiento mínimo a 01/07/2026 (años)
	TF06y	51.1	50.10	3.82	21.2
	TF07-	47.4	46.47	3.81	21.2
	TF07x	48.4	47.45	3.81	21.2
GE-8	TF08-	45.0	44.12	3.33	27.4
GE-8	TF08x	45.6	44.71	3.33	27.4
GE-8/10	TF09-	41.0	40.20	3.31	27.4
GE-8	TF09x	41.3	40.49	3.33	27.4
GE-8	TF10-	38.0	37.25	3.33	27.4
GE-8	TF10x	38.8	38.04	3.33	27.4
GE-6/7	TF11-	37.5	36.76	2.80	30.3
	TF11x	38.3	37.55	2.80	30.3
GE-6/7	TF12-	34.5	33.82	2.60	32.2
GE-7B	TF12x	35.1	34.41	2.60	32.2
GE-6/7	TF13x	32.2	31.57	2.60	34.2
GE-5	TF14-	29.5	28.92	2.40	39
	TF14x	31.1	30.49	2.40	39.1
GE-4	TF15-	29.5	28.92	2.59	40.9
	TF15x	31.6	30.98	2.59	42.8
	TF15y	32.7	32.06	2.59	42.8
	TF16-	25.0	24.51	2.60	40.9
	TF16x	25.5	25.00	2.60	40.9
	TF17x	24.3	23.82	2.17	43.3
Parámetros de evaluación de criticidad					
Enriquecimiento planar medio		4.33% máximo			
Quemado		Sin crédito al quemado			
Tiempo de enfriamiento		N.A.			
Diseños		Se determina el elemento combustible envolvente (respecto a criticidad) de GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14			

Tabla 4-4: Parámetros de los Combustibles Base de Diseño para los Elementos Combustibles Tipo GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14

El ENUN 52B con bastidor tipo B permite una estrategia de carga regionalizada, de tal manera que los EECC deben cargarse en diferentes regiones en función de sus características de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento. Para ello, se han definido 3 regiones (figura 4-8): la región interna, que comprende las 12 posiciones centrales y permite la carga de elementos con mayor término fuente; la región intermedia, que comprende las 20 posiciones intermedias del contenedor y permite la carga de elementos con un término fuente intermedio; y la región exterior, que comprende las 20 posiciones exteriores del contenedor y permite la carga de elementos con un término fuente más bajo.

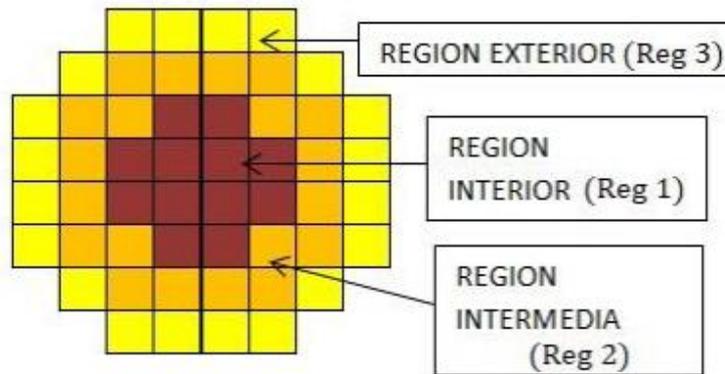


Figura 4-8: Regiones definidas para carga regionalizada.

Así mismo, para cada región se han definido 3 regionalizaciones distintas (AB, CD y AB+), estableciéndose para cada región y regionalización, los grupos de término fuente permitidos, de forma que se cumplan los límites radiológicos y térmicos del contenedor. La tabla 4-5 muestra los grupos de término fuente permitidos para cada región y para cada regionalización.

Región	Regionalización		
	AB	CD	AB+
Reg1	TF3, TF4, TF5x, TF5	TF5, TF6, TF6x, TF6y	TF3x, TF3, TF2x, TF8x
Reg2	TF6, TF7x, TF7, TF8, TF9x, TF9, TF2, TF1x	TF9, TF11, TF10x, TF10, TF12x, TF12	TF2, TF11x, TF14x
Reg3	TF14, TF15, TF17x, TF16x, TF16,	TF12, TF13x, TF15y, TF15x, TF15, TF1	TF15x, TF17x

Tabla 4-5: Distribución de términos fuente por región y regionalización

Tanto los diseños permitidos de combustible, como los 33 grupos de término fuente y los grupos permitidos por región y por regionalización se convierten en límites establecidos a la carga que deben cumplirse en todo contenedor de transporte con bastidor tipo B.

Por lo que respecta al estado del combustible a cargar, se ha establecido el siguiente criterio:

- En relación a los elementos combustibles, se distingue entre:

- No dañado.
- Dañado: No se considera contenido autorizado para este contenedor.
- En relación a las barras de combustible:
 - Intacta: no pueden tener “pinholes”, “hairline cracks”, o “gross breaches” (tal y cómo son definidos en la NUREG-2216 [X]).
 - No dañada: pueden tener “pinholes” o “hairlines cracks”. Una Barra No Dañada no puede tener “gross breaches” (tal y cómo son definidos en la NUREG-2216 [14]).
 - Dañada, distinguiendo entre:
 - Fallada: Aquella barra que durante la operación o su almacenamiento en húmedo ha sufrido una pérdida de confinamiento que originó y/o origina la pérdida detectable de gases de fisión.
 - Rota: Aquella barra que ha perdido sus características geométricas de tal forma que no puede asegurar el mantenimiento en su interior del combustible irradiado (UO₂) y resto de productos sólidos generados y/o existentes en el interior de la vaina.

El contenido autorizado para ser cargado presenta las siguientes configuraciones:

- 52 EECC “no dañados”, canalizados o con hasta 20 EECC descanalizados (en cualquier posición), de tipo BWR y diseños de General Electric GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14, con las características listadas en la Tabla 1.2.6 del capítulo 1 del ES-T.
- Carga parcial con un mínimo de 48 EECC gastados “no dañados”, canalizados o con hasta 12 EECC descanalizados (4 en cada región del bastidor), de tipo BWR y diseños de General Electric GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14, y con hasta 4 posiciones vacías. Este tipo de carga sólo está permitida en regionalizaciones AB y CD.
- 51 EECC “no dañados”, canalizados o con hasta 12 EECC descanalizados (4 en cada región del bastidor), de tipo BWR y diseños de General Electric GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14, junto con hasta 18 barras sueltas alojadas en un Quiver.
 - En el caso de barras sueltas intactas, no dañadas o falladas, éstas deberán introducirse en los alojamientos del Quiver diseñados específicamente para este fin (14 alojamientos por Quiver), antes de meter el Quiver en el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B.
 - En el caso de barras rotas, éstas deberán introducirse en estuches para almacenar barras rotas o trozos de barras rotas, denominados en el ES-T como “magazines”, que irán en alojamientos especiales del Quiver (4 alojamientos para magazines por Quiver), antes de meter éste en el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B.

La tabla 4-6 recoge el resumen de cargas autorizadas en el ENUN 52B con bastidor tipo B, indicando dentro de la misma las figuras del ES-T de referencia.

Nº de EECC	Regionalización	Nº máximo de Quiver	Nº máximo de huecos	Nº máximo de descanalizados	Tipo de Carga
52	AB / CD / AB+	0	0	0	Normal
52	AB / CD / AB+	0	0	20 (cualquier posición)	Con descanalizados
51	AB	$\frac{1}{\text{(Figura 1.2.6)}}$	0	0	Con Quiver
51	AB	$\frac{1}{\text{(Figura 1.2.8)}}$	0	$\frac{12}{\text{(Figura 1.2.8)}}$	Concomitante (Quiver + descanalizados)
48-51	AB/CD	0	$\frac{4}{\text{(Figura 1.2.5)}}$	0	Parcial
48-51	AB	0	$\frac{4}{\text{(Figura 1.2.7)}}$	$\frac{12}{\text{(Figura 1.2.7)}}$	Concomitante (parcial + descanalizados)

Tabla 4-6: resumen de cargas autorizadas en el ENUN 52B con bastidor tipo B

4.4. Descripción de los cambios del sistema de contención

De acuerdo con la definición de *sistema de contención*⁷ de la reglamentación de transporte, este sistema estará constituido por los componentes del contenedor destinados a aislar los materiales radiactivos del exterior en la modalidad de transporte.

La barrera del sistema de contención del contenedor ENUN 52B está definida por los siguientes componentes:

- Vaso (virola interior y fondo).
- Tapa interior, pernos de cierre y anillo tórico exterior de la junta metálica doble de estanqueidad y la junta del tapón de la penetración entre anillos.
- Tapa de la penetración de venteo, pernos de cierre y anillo tórico interior de la junta metálica doble de estanqueidad.
- Tapa de la penetración de drenaje, pernos de cierre y anillo tórico interior de la junta metálica doble de estanqueidad.

El sistema de contención se ha visto modificado respecto a la revisión vigente, pasando del anillo tórico interior de la junta metálica doble de estanqueidad al anillo tórico exterior y añadiendo la junta del tapón de la penetración entre anillos. Este cambio ha supuesto sendas modificaciones de diseño (una para el bastidor tipo A y otra para el bastidor tipo B), objeto de evaluación en esta PDT.

⁷ Por sistema de contención se entenderá el conjunto de componentes del embalaje, especificados por el autor del diseño, que están destinados a contener los materiales radiactivos durante el transporte (SSR-6 Ed.2018, párrafo 213)

Eliminación de información no pública

Figura 4-9: Barrera del sistema de contención del contenedor ENUN 52B

4.5. Descripción de los cambios del sistema de confinamiento

De acuerdo con la definición de *sistema de confinamiento*⁸ de la reglamentación de transporte, en este bulto el sistema de confinamiento está formado por el combustible almacenado, el diseño del bastidor y los absorbentes neutrónicos utilizados (Eliminación de información no pública).

Adicionalmente, la doble contención también forma parte del sistema de confinamiento, ya que permite prevenir la entrada de moderador (exclusión del moderador), que se utiliza como hipótesis en el análisis de criticidad.

5. EVALUACIÓN

El objetivo de la evaluación realizada es verificar que el diseño del bulto con las modificaciones solicitadas, de acuerdo con la información suministrada por Ensa, demuestra adecuadamente el cumplimiento con cada uno de los requisitos de los reglamentos modales vigentes de transporte de mercancías peligrosas.

5.1. Normativa y resumen de cumplimiento

El objetivo de esta evaluación es comprobar si la información presentada demuestra adecuadamente (o no) el cumplimiento de cada uno de los requisitos de seguridad requeridos en los reglamentos modales de transporte de mercancías peligrosas vigentes:

⁸ Por sistema de confinamiento se entenderá el conjunto de sustancias fisionables y componentes del embalaje especificados por el autor del diseño y aprobados por la autoridad competente al objeto de mantener la seguridad con respecto a la criticidad (SSR-6 Ed.2012, párrafo 209)

- Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) edición 2023 [15].
- Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID) edición 2023 [16].
- Enmiendas de 2020 al Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (Código IMDG) adoptadas en Londres el 11 de noviembre de 2020 mediante la Resolución MSC.477 (102) [17].

La aprobación del diseño se ajustará a las ediciones de la reglamentación a que refiere la solicitud de Ensa (edición 2018 de la SSR-6 [18] y las ediciones 2021 del ADR y el RID, y 2018 del código IMDG) y que se referencian en la revisión 4 del ES-T que finalmente se ha presentado en apoyo de la solicitud.

La revisión vigente del certificado de aprobación del ENUN 52B se aprobó sobre la base de los requisitos de la edición 2012 de la SSR-6. En la PDT de referencia [CSN/TFCN/II/APR-1/E-0147/15](#) [19] en la que se informó favorablemente la emisión de la revisión 0 del certificado de aprobación del ENUN 52B, y en la PDT de referencia [CSN/ATMR/II/REV-1/E-0147/20](#) [20] en la que se informó favorablemente la emisión de la revisión vigente, se incluyó un resumen de cumplimiento de los requisitos conforme a la reglamentación de transporte.

Para esta solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación, el ES-T en revisión 4 que la soporta se basa en los requisitos establecidos en la edición 2018 de la SSR-6, al igual que la normativa de transporte vigente citada anteriormente. El análisis de cumplimiento de los requisitos recogidos en las 2 PDT mencionadas anteriormente permanece siendo válido. En la siguiente tabla se resumen los nuevos requisitos establecidos por la edición de 2018 del SSR-6 respecto a la edición del año 2012 para los bultos tipo B(U)F, en qué apartados del ES-T se justifica su cumplimiento, la referencia al informe de evaluación, así como el apartado de la presente propuesta de dictamen donde se resume la evaluación realizada por el CSN al respecto:

Requisitos generales relativos a todos los tipos de bultos (párrafos 607 al 618)

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
613A	El diseño del bulto tendrá en cuenta mecanismos de envejecimiento	Capítulo 2, capítulo 6 y capítulo 8. Se evalúa en el apartado 5.4.8 de esta PDT
617	Diseño del blindaje suficiente para asegurar, en condiciones rutinarias, el contenido radiactivo máximo y el nivel de radiación máximo en superficie según valores establecidos	Lo cumple. Se evalúa en el apartado 5.4.1 y en el informe de referencia: CSN/IEV/APRT/TRA/2402/188

Requisitos relativos a bultos del Tipo B(U) (párrafos 652 al 666)

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
666	Diseño bulto para Tª entre -40° C y +38° C	Lo cumple. Se evalúa en el apartado 5.4.3.13 y en el informe de referencia: CSN/IEV/IMES/TRA/2309/182

En consecuencia, es aceptable que el diseño se ajuste a la edición 2018 de la SSR-6, lo que se reflejará en la condición 1ª de la propuesta de límites y condiciones de la revisión de la aprobación del diseño del bulto

Por otra parte, Ensa solicita homologar el ENUN 52B como modelo de bulto tipo B(U) de acuerdo a los requisitos de la mencionada reglamentación, para los nuevos embalajes fabricados bajo esta aprobación.

Por otro lado, para los contenedores ya fabricados con número de serie 001, 002, 003, 004 y 005 (todos ellos con bastidor tipo A y su propio juego de planos), Ensa solicita que se mantenga su homologación como bultos del tipo B(M). Esta circunstancia, que se indicará expresamente para esos contenedores en las condiciones 1ª, 3ª y 15ª del certificado de aprobación, se debe a que la temperatura mínima de servicio para los componentes de esos 5 contenedores está limitada a -20.4°C, que es superior a la exigida por la reglamentación (-40°C) para garantizar la integridad estructural del bulto y poder clasificarlo como del tipo B(U).

Por otra parte, el ES-T indica que, además de la normativa nacional, se cumplen los requisitos de la normativa de Estados Unidos de América: sección 71 del Código de Regulaciones Federales (10 CFR 71) [21], NUREG-2216 “Standard Review Plan for Transportation Packages for Spent Fuel and Radioactive Material” y NUREG-2224 “Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel – Final Report Rev. 0” [22].

El ES-T del bulto incluye en el capítulo 1 la Tabla 1.0.1 “Referencias Cruzadas de Cumplimiento de los Requisitos Reguladores”, que relaciona para cada capítulo los apartados de las principales normativas aplicables a los que se hace referencia a lo largo de todo el ES (Guía de Seguridad 6.4 del CSN [23], ADR, SSR-6, 10 CFR 71, NUREG-2216 y Guía Reguladora 7.9 [24] de la USNRC).

Como ya se ha indicado en el apartado 3.3 de esta PDT, para el análisis de las modificaciones de diseño se ha utilizado la Instrucción del CSN de referencia IS-35.

5.2. Informes de evaluación

A continuación se listan los informes de evaluación sobre los que se ha basado esta PDT:

CSN/IEV/APRT/TRA/2402/188	Evaluación de la solicitud de apreciación favorable de la propuesta B de modificación de la revisión 3 del ES del contenedor ENUN 52B para transporte de combustible gastado. Aspectos de blindaje y protección radiológica operacional. [25]
CSN/IEV/IMES/TRA/2309/182	Evaluación de la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B. Aspectos térmicos. [26]
CSN/IEV/IMES/TRA/2402/189	Evaluación de la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B: Aspectos mecánicos – estructurales y de contención. [27]
CSN/IEV/ICON/TRA/2411/196	Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado de alto quemado usadas en los análisis de seguridad que soportan las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B para el combustible gastado de la CN Santa María de Garoña. [28]
CSN/IEV/ICON/TRA/2411/197	Evaluación de la solicitud de aprobación de la modificación de la revisión 3 del Estudio de Seguridad (ES-T) del contenedor de transporte ENUN 52B para transporte de combustible gastado de la CN Santa María de Garoña. Aspectos de término fuente. [29]
CSN/IEV/ICON/TRA/2411/198	Evaluación de los análisis de criticidad que soportan la propuesta de modificación de la revisión 2 de la aprobación de diseño de bulto del contenedor ENUN 52B para el transporte de combustible gastado de la CN Garoña. [30]

5.3. Desarrollo y resultados de los ensayos realizados

Los requisitos que deben satisfacerse a través de los ensayos deben ser conformes con los establecidos en el Capítulo 6.4 del ADR. Tal y como establece el documento **Eliminación de información no pública** [31], los ensayos quedan justificados en el ES-T, bien haciendo referencia a ensayos anteriores satisfactorios de naturaleza comparable (ensayos sobre un modelo a escala 1/3 del contenedor ENUN 32P [32]), bien porque se justifiquen mediante códigos de cálculo validados o la argumentación razonada en sus análisis de seguridad.

Condiciones normales

- Ensayo de aspersion con agua (sección 2.5.6 del ES-T): Ensa no lleva a cabo el ensayo, razonando que el diseño, la capacidad estructural y los materiales de diseño del bulto (acero) son capaces de soportar las condiciones de prueba, y por tanto los requerimientos exigidos por la normativa no tienen efecto sobre el ENUN 52B, lo que se considera aceptable por el CSN.
- Ensayo de caída libre (sección 2.5.7 del ES-T): Ensa analiza las tensiones para el contenedor con bastidor tipo B al considerarlo más penalizante. Los ensayos demuestran

el cumplimiento de los requisitos normativos mediante dos métodos, referencia a ensayos anteriores comparables (modelo a escala 1/3 del bulto ENUN 32P) y mediante cálculo con argumentación razonada.

- Ensayo de compresión (sección 2.5.8 del ES-T): No aplica al exceder el ENUN 52B una masa de 5000 kg y que el diseño del contenedor impide el apilamiento.
- Ensayo de penetración (sección 2.5.9 del ES-T): Ensa justifica que este ensayo queda envuelto con el análisis de accidente de punzonamiento.

Condiciones de accidente

- Ensayos de caída libre:
 - La sección 2.6.1 del ES-T desarrolla los ensayos de caída desde 9 metros en orientación vertical, lateral (horizontal), en esquina y oblicuamente respecto de la superficie indeformable. Los ensayos demuestran el cumplimiento de los requisitos normativos mediante dos métodos, referencia a ensayos anteriores comparables (modelo a escala 1/3 del bulto ENUN 32P) y mediante cálculo con argumentación razonada.
 - La sección 2.6.2 del ES-T desarrolla los ensayos de punzonado lateral sobre la virola envolvente y en su punto medio, punzonado vertical sobre el centro de la tapa exterior, y punzonado vertical sobre el centro del fondo. Ensa demuestra el cumplimiento recurriendo a la misma metodología que en los ensayos de caída desde 9 metros.
- El ensayo de aplastamiento no es requerido por la normativa al ser un bulto con una masa superior a 500 kg.
- Ensayo térmico (sección 2.6.3 del ES-T): Consta de dos análisis, el primero, inmediatamente terminados los 30 minutos de exposición al fuego, y el segundo, una vez alcanzada la situación térmica estacionaria tras la finalización de la exposición al fuego. Ensa demuestra el análisis mediante un modelo de cálculo con ANSYS⁹.
- Ensayo de inmersión (sección 2.6.4 del ES-T): Ensa realiza el análisis estructural de los componentes del contenedor más débiles frente a la sollicitación de presión externa de 2 MPa (presión equivalente a una columna de 200 metros de agua) y de la barrera de exclusión del contenedor, la cual se mantiene intacta después del accidente de inmersión, concluyendo que se puede garantizar la ausencia de agua en el interior del contenedor.
- Ensayo de infiltración con agua: Ensa, en el capítulo 6 del ES-T, ha considerado la exclusión al moderador en los análisis de criticidad. Sin embargo, se han realizado cálculos de defensa en profundidad que demuestran que incluso en las condiciones más desfavorables de inundación, se garantiza que el bulto y/o conjunto de bultos se mantiene subcrítico. Es por ello que, al estar analizada la inundación con agua del bastidor, este ensayo queda exceptuado.

⁹ Los métodos de cálculo han sido validados para demostrar que son confiables y conservadores, estando permitido su uso por la normativa de transporte (párrafo 6.4.12.1 del ADR, párrafo 701 del SSR-6).

De los análisis realizados por Ensa se concluye que el ENUN 52B, cuando está sometido a las condiciones hipotéticas de accidente postuladas, tiene una integridad estructural adecuada para satisfacer los requisitos de subcriticidad, contención, blindaje y temperatura.

5.4. Resumen de la evaluación

En este apartado se recoge el resumen de las evaluaciones llevadas a cabo por las áreas especialistas del CSN.

Durante la evaluación, se llevaron a cabo las peticiones de información adicional (PIA) que se listan a continuación:

- [CSN/C/DSN/TRA/23/11](#), “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B” [33]. De fecha 27 de marzo de 2023. En adelante referida como PIA-1.
Ensa respondió a la PIA mediante la carta de referencia [023-23](#) [34].
- [CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10](#), “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B” [35]. De fecha 5 de octubre de 2023. En adelante referida como PIA-2.
Como parte de esta PIA, se solicitó a Ensa que llevase a cabo el análisis de las respuestas proporcionadas a las cuestiones recogidas en las peticiones de información adicional correspondientes al proceso de aprobación de la revisión 4 del Estudio de Seguridad del contenedor de Almacenamiento, de modo que determinase su aplicabilidad a la presente solicitud de transporte e identificase los cambios producidos en la documentación presentada junto con la misma.
Ensa dio respuesta a través de las cartas de referencia [053-23](#) [36] y [005-24](#) [37].
- [CSN/PIA/ATMR/TRA/2405/11](#), “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B” [38]. De fecha 9 de julio de 2024. En adelante referida como PIA-3.
La respuesta proporcionada por Ensa (carta de referencia [038-24](#) [39]) requirió de aclaración posteriores, recogidas en la carta de Ensa de referencia [044-24](#), de fecha 19 de septiembre de 2024 [40][39].

Además de las citadas PIA, el proceso de licenciamiento ha precisado de 3 reuniones técnicas con Ensa, todas ellas comunes con el proceso de licenciamiento del diseño del contenedor de almacenamiento:

- [CSN/ART/ARAA/ENUN52B/2304/01](#), ENUN 52B. Aclaración de aspectos relacionados con el adelanto de las cuestiones identificadas por el área de protección radiológica de los trabajadores (APRT) para incluir en la PIA-3 de Almacenamiento [41].
- [CSN/ART/ARAA/ENUN52B/2307/02](#), ENUN 52B. Aspectos pendientes de resolución que afectan a la solicitud almacenamiento y propuesta revisión modificación de diseño relativa a cargas parciales (almacenamiento y transporte) [42].
- [CSN/ART/ARAA/ENUN52B/2402/01](#), Reunión aclaración cuestiones de las áreas ICON y APRT en relación con la propuesta C de modificación a la revisión 4 del Estudio de Seguridad de Almacenamiento del contenedor ENUN 52B [43].

5.4.1. Evaluación del análisis de blindaje y protección radiológica operacional

El análisis de blindaje tiene por objeto obtener las tasas de dosis de radiación máximas que se esperan en condiciones rutinarias, normales y de accidente, tanto en la modalidad de transporte en uso exclusivo¹⁰ como no exclusivo, para verificar que se cumplirán los límites de tasa de dosis reglamentados para esas condiciones.

El alcance de esta evaluación, realizado sobre la propuesta de modificación B de la revisión 3 del ES-T, abarca las modificaciones introducidas en la documentación, correspondientes al bastidor de tipo B y a las cargas especiales; y la evaluación del análisis de defensa en profundidad, en relación con los aspectos de protección radiológica operacional. En consecuencia, han sido evaluados los capítulos 1, 5, 7 y 8 del ES-T, junto a los documentos soporte [44] e [45]. A lo largo de este apartado se hará referencia al análisis llevado sobre dicha propuesta de modificación B de la revisión 3 del ES-T.

Posteriormente APRT chequeó que la revisión 4 del ES-T no afecta a las conclusiones de su evaluación.

Los criterios de aceptación establecidos en la normativa de transporte en la que se basa la aprobación objeto de esta PDT son los siguientes:

- **Contaminación:** La contaminación transitoria sobre las superficies externas del bulto y la superficie de los vehículos debe mantenerse al nivel más bajo posible y, en las condiciones rutinarias de transporte, no debe sobrepasar los límites siguientes:
 - 4 Bq/cm² para los emisores beta y gamma y los emisores alfa de baja toxicidad.
 - 0,4 Bq/cm² para todos los demás emisores alfa (valores promediados sobre cualquier área de 300 cm² en cualquier parte de la superficie).
- **Tasas de dosis:** Los bultos deberán ser diseñados de manera que proporcionen suficiente blindaje para garantizar que, en condiciones rutinarias de transporte (**CRT**) y con el contenido radiactivo máximo para el cual están diseñados, el nivel de radiación en cualquier punto de la superficie externa de los bultos no sobrepasa los valores indicados en 2.2.7.2.4.1.2, 4.1.9.1.10 y 4.1.9.1.11, según proceda, teniendo en cuenta lo dispuesto en 7.5.11 CV 33 (3.3) b) y (3.5).

En condiciones normales de transporte (**CNT**):

- 2 mSv/h en la superficie externa del bulto, a menos que se cumplan las siguientes condiciones, en cuyo caso el límite es 10 mSv/h:
 - el vehículo esté equipado con un recinto cerrado que impida a las personas no autorizadas acceder al interior del recinto.
 - se hayan adoptado disposiciones para inmovilizar el bulto, de modo que éste permanezca en la misma posición en el interior del vehículo.

¹⁰ El Reglamento del OIEA, SSR-6, indica que, por *uso exclusivo* se entenderá el empleo exclusivo, por un solo remitente, de un medio de transporte o de un gran contenedor, respecto del cual todas las operaciones iniciales, intermedias y finales de carga y descarga y expedición sean efectuadas de conformidad con las instrucciones del remitente o del destinatario, cuando el presente Reglamento así lo exija

- no se realicen operaciones de carga ni descarga entre el principio y el fin de la expedición.
- 2 mSv/h en cualquier punto de las superficies exteriores del vehículo, comprendidas las superiores e inferiores; o cuando se trate de un vehículo descubierto en cualquier punto de los planos verticales proyectados a partir de los bordes exteriores del vehículo, en la superficie superior de la carga, por ejemplo: barrera personal, si se usa, y en la superficie externa inferior del vehículo.
- 0,1 mSv/h en cualquier punto situado a 2 metros de los planos verticales constituidos por las superficies laterales externas del vehículo (excluyendo la parte superior e inferior del vehículo); o cuando la carga se transporte en vehículo descubierto en cualquier punto situado a 2m de los planos verticales proyectados a partir de los bordes exteriores del vehículo (excluyendo la parte superior e inferior del vehículo).

En condiciones hipotéticas de accidente (CHA):

- La tasa de dosis de radiación externa no deberá exceder los 10 mSv/h a 1 metro de la superficie externa del bulto.
- Uso: Requisitos antes de la primera utilización y antes de cada expedición.

5.4.1.1. Evaluación del capítulo 1 del ES-T

Durante la evaluación del capítulo 1 surgieron una serie de cuestiones remitidas a Ensa mediante la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, las cuales Ensa resolvió de forma satisfactoria con la información adicional y las aclaraciones suministradas.

Así mismo, respecto a la aplicabilidad en la documentación soporte de la solicitud de transporte de la evaluación derivada de la solicitud de Almacenamiento, Ensa concluyó la aplicabilidad de las respuestas a las cuestiones 1, 87, 88, 89, 96 y 99 de la PIA-3 de almacenamiento de referencia CSN/C/DSN/ENUN52B/23/02 [46] a la evaluación del bulto de transporte.

Como resultado de todo lo anterior, Ensa incluyó estas modificaciones en la propuesta B de modificación de la revisión 3 del ES-T y en el documento Eliminación de información no pública [47] de análisis de cargas especiales combinadas.

5.4.1.2. Evaluación del capítulo 5 del ES-T

La evaluación del capítulo 5 se ha centrado en las siguientes modificaciones de diseño:

- ENUN 52B con bastidor tipo B y regionalizaciones AB, AB+ y CD.
- ENUN 52B con bastidor B y cargas especiales (o cargas particulares).
- ENUN 52B con virola de transporte (virola auxiliar de blindaje).

A continuación, se presentan los principales aspectos analizados y sus conclusiones:

5.4.1.2.1. ENUN 52B con bastidor tipo B y regionalizaciones AB, AB+ y CD

Esta modificación consiste en la introducción del bastidor de tipo B, el cual permitirá ampliar los contenidos admisibles a transportar en el contenedor. La descripción del contenedor y sus componentes se encuentra en el capítulo 1 del ES-T y los cálculos radiológicos asociados se desarrollan en el capítulo 5 del ES-T y en el documento soporte [48].

Ensa ha realizado análisis de los siguientes escenarios, considerando la operativa normal del contenedor y los sucesos accidentales previstos durante el transporte:

Condición de transporte	Cargas	Escenario
Condiciones normales	AB AB+ CD	1. Condición en seco
Condición de accidente	AB AB+ CD	1. Pérdida de limitadores de impacto y pérdida de blindaje neutrónico

Para la evaluación de los análisis presentados por Ensa en CNT, APRT ha realizado cálculos alternativos, para los que se ha utilizado la metodología descrita en el apartado 5.3.1.1 del propio informe, partiendo de un modelo base del contenedor desarrollado por el CSN-APRT, a partir de los planos aportados por el titular, para las cargas AB y CD por ser las más limitantes. Así mismo, para la realización de cálculos alternativos en CHA, APRT también ha utilizado la metodología descrita en el apartado 5.3.1.1, con el mismo modelo base, eliminando los limitadores de impacto y el blindaje neutrónico, para la carga AB por ser la más limitante.

En ambos casos, APRT ha utilizado código de cálculo SCALE 6.2.4, con los mismos datos de partida e hipótesis que los utilizados por Ensa, detallados en el apartado 2.2 del ITEC-2225. Se han utilizado las librerías de secciones eficaces v7-27n19g para el cálculo de la función de importancia y v7-200n47g para el cálculo de los flujos de partículas mediante método Monte Carlo. Los coeficientes de conversión de flujo a dosis utilizados son los de la publicación ICRU 57(1998).

Los resultados obtenidos en los cálculos alternativos efectuados por APRT, tanto para CNT como para CHA, muestran una convergencia satisfactoria con los obtenidos por el titular, cumpliéndose en todos los casos los límites de tasa de dosis establecidos en la normativa de transporte.

Igualmente, APRT ha verificado que la metodología y los datos utilizados para estimar la tasa de dosis para el contenedor con bastidor B, tanto para CNT como para CHA, son aceptables. Por todo ello se puede concluir que el titular demuestra adecuadamente el cumplimiento con los límites de tasa de dosis establecidos en la normativa para CNT y CHA.

En la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, en relación al caso base en CNT y CHA, APRT realizó una serie de cuestiones relativas a:

- La chapa de [REDACTED];
- La representatividad de los detectores utilizados;
- La afirmación relativa a que la carga CD es limitante en todo el lateral del contenedor, ya que el estudio de variación angular contradice esta afirmación.

Desde APRT se considera satisfactoria las respuestas dadas por Ensa, que han supuesto la modificación del informe [49] sobre variación angular, la emisión de la [redacted], un análisis de la dependencia angular de la tasa de dosis en función del ángulo azimutal alrededor del contenedor ENUN 52B, y a la actualización del ES-T incorporando todos los cambios derivados de la respuesta a la PIA.

5.4.1.2.2. ENUN 52B con bastidor tipo B y cargas especiales (o cargas particulares)

Contenedor ENUN 52B con 20 elementos combustibles sin canal

Esta modificación consiste en la carga de 20 elementos combustibles descanalizados (ED) en la región exterior del bastidor B, junto con los restantes 32 elementos con canal en las regiones interior e intermedia. El análisis de blindaje realizado por Ensa se incluye en el documento [redacted] [50].

APRT ha realizado cálculos alternativos de la carga con esta configuración en CHA para la regionalización AB, que es la carga que da lugar a las tasas de dosis más altas. Los resultados obtenidos muestran una convergencia satisfactoria con los obtenidos por Ensa y cumpliendo los límites del ADR para CHA a 1m, por lo que se considera que los datos y metodología utilizados para estimar las tasas de dosis alrededor del contenedor cargado con 20 elementos descanalizados en la región exterior del bastidor B para CNT y CHA son aceptables.

Además, este análisis permite concluir que Ensa demuestra adecuadamente el cumplimiento con los límites de tasa de dosis establecidos en la normativa para CNT y CHA.

En la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, en relación a elementos combustibles sin canal, se incluye lo siguiente:

- No se consideran posiciones en la tapa del contenedor;
- Desviación respecto caso base hasta el 8%, erratas entre tablas y conclusiones;

Desde APRT se considera que la respuesta de Ensa ha sido satisfactoria, la cual ha supuesto nueva revisión del documento soporte [redacted] (rev.1) incorporando las modificaciones derivadas de la respuesta a la PIA-2. El titular ha actualizado el ES-T de acuerdo con estas modificaciones.

Contenedor ENUN 52B cargado con un Quiver

El análisis de blindaje realizado por ENSA se incluye en el documento [redacted] [51].

APRT ha realizado cálculos alternativos para el caso de la carga de un Quiver en los siguientes escenarios:

Condición	Escenario	Regionalizaciones
CNT	1. 51 EC + Quiver en región interior	AB
CHA	1. 51 EC + Quiver en región intermedia	AB

Los resultados obtenidos en la evaluación realizada por APRT muestran una convergencia satisfactoria con los obtenidos por el titular y cumplen los límites del ADR para CNT y CHA. Así mismo, los resultados permiten concluir que los datos y metodología utilizados por Ensa para el contenedor con bastidor B cargado con un Quiver en la región interior e intermedia son aceptables y demuestran adecuadamente el cumplimiento de los límites de tasa de dosis establecidos en la normativa para CNT y CHA.

En la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, APRT realizó una serie de cuestiones en relación al Quiver, valorando como satisfactorias las respuestas de Ensa, que han supuesto emisión de la revisión 4 del documento [Eliminación de información no pública] y la actualización del ES-T incorporando todas estas modificaciones.

Contenedor ENUN 52B con cargas parciales

El análisis de blindaje realizado por Ensa se describe en el apartado 5.7.3 del ES-T y se desarrolla en el documento [Eliminación de información no pública] [52].

APRT ha realizado cálculos alternativos para el caso de cargas parciales en los siguientes escenarios:

Condición	Escenario	Regionalizaciones
CNT	1. 50 EC en región intermedia	AB
	1. 48 EC en región intermedia	AB

Como resultado de estos cálculos, APRT ha considerado que las conclusiones proporcionadas por ENSA en el documento [Eliminación de información no pública] (rev.7) se consideraran válidas. Así mismo, APRT considera que las conclusiones incluidas en el documento soporte [Eliminación de información no pública] 1 [53], (para cargas parciales en almacenamiento), son también aplicables al contenedor de transporte.

Durante el proceso de evaluación y debido a las cuestiones incorporadas por APRT en la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, Ensa revisó el documento [Eliminación de información no pública], hasta la revisión 7 del mismo.

Contenedor ENUN 52B con cargas particulares combinadas

La condición de cargas particulares combinadas, según queda establecido en el capítulo 1 del ES-T (tabla 1.2.8), se ha planteado en base a dos escenarios (comunes a almacenamiento):

- Cuatro posiciones vacías + 12 elementos descanalizados;
- Un Quiver en región intermedia+ 12 elementos descanalizados (4 por región);

APRT ha realizado cálculos alternativos para el caso de un Quiver en región intermedia+ 12 elementos descanalizados (cuatro por región). El escenario ha sido seleccionado debido a que se trata del caso que produce mayores tasas de dosis en los cálculos efectuados por el CSN-APRT para cargas particulares combinadas. Los resultados obtenidos verifican el mantenimiento de los límites del ADR y se encuentran envueltos en la mayor parte de los puntos por los valores de tasa de dosis obtenidos como resultado de la carga completa AB.

Como resultado de la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, Ensa emitió la revisión 2 del documento soporte Eliminación de información no pública [54] (originalmente exclusivo del expediente de la evaluación de la modalidad de almacenamiento), incorporándolo al expediente de transporte.

5.4.1.2.3. ENUN 52B con virola de transporte (virola auxiliar de blindaje)

Ensa postula la pérdida de la virola de transporte en CHA, por lo que los cálculos en CHA aportan los mismos resultados que los del caso base. ENSA realiza el análisis de la introducción de una virola de transporte para el caso de CNT con la regionalización CD.

Para la evaluación de los análisis presentados por Ensa en CNT, APRT ha realizado cálculos alternativos para el escenario de introducción de una virola auxiliar de transporte con regionalización CD. No se han realizado cálculos alternativos para las CHA, ya que habría que postular la pérdida de la virola de transporte y, por lo tanto, se obtendrían los mismos resultados que en el caso base.

En la evaluación efectuada por el CSN-APRT para el ENUN 52B con virola de transporte en CNT, los resultados obtenidos muestran una convergencia satisfactoria con los obtenidos por el titular. Por lo tanto, se puede concluir que se cumplen los límites del ADR en todos los casos y que la metodología y los datos utilizados para estimar la tasa de dosis para el contenedor con bastidor B con virola de transporte para la CNT son aceptables.

5.4.1.3. Evaluación del capítulo 7 del ES-T

En este capítulo se propone una descripción esquemática de los procedimientos que describen las tareas de las operaciones de carga, descarga y preparación del bulto vacío tras la descarga del contenido, para asegurar el correcto funcionamiento del contenedor ENUN 52B durante las operaciones de transporte.

Durante la evaluación realizada por APRT, surgió una cuestión relativa a una advertencia ALARA respecto a la permanencia en posiciones diagonales del contenedor. La respuesta de Ensa a la cuestión 3 de la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10 fue considerada como adecuada. Así mismo, APRT ha determinado que la integración de aspectos de protección radiológica (PR) y principios ALARA en el capítulo 7 del ES-T se considera adecuada, y acorde a lo establecido en el SSR-6.

Por todo lo anterior, y una vez realizadas las oportunas modificaciones por Ensa en el capítulo 7 del ES-T, la evaluación concluye que las cuestiones planteadas han sido recogidas adecuadamente.

5.4.1.4. Evaluación del capítulo 8 del ES-T

Durante la evaluación del capítulo 8 no surgieron cuestiones adicionales, considerando APRT adecuado su contenido.

5.4.1.5. Análisis de defensa en profundidad para combustible de alto grado de quemado (después del almacenamiento en seco durante 20 años)

Para realizar la evaluación del ENUN 52B para transporte de combustible de alto grado de quemado, se ha utilizado la información de los documentos soporte **Eliminación de información no pública**; y los datos descriptivos del contenedor del ES-T. Esta evaluación toma como base la metodología desarrollada por Ensa para alto quemado, la cual es aplicable a los contenedores ENUN 32P y ENUN 52B, y queda descrita en el documento **Eliminación de información no pública**. Esta metodología ha sido evaluada previamente por el CSN, quedando sus resultados recogidos en el informe de referencia [CSN/IEV/APRT/TRA/2208/170](#) [55].

La tabla siguiente muestra un resumen de los escenarios analizados por Ensa para evaluar el impacto radiológico de la reconfiguración del combustible de alto quemado tras un periodo de almacenamiento en seco superior a 20 años en las proximidades del contenedor. Las regiones en las que se puede transportar el combustible con alto grado de quemado dependen del tipo de regionalización (ver descripción de las regiones y su regionalización en el capítulo 4.3.2 de esta PDT y en la tabla 4-5). Este combustible ocupa las regiones 1 y 2 (interior e intermedia) en el caso de carga AB, y la región 1 (interior) en el caso de las cargas AB+ y CD.

Condición de transporte	Cargas	Escenario
Condiciones normales. CNT	AB	1. nominal + 3% reconfigurado, horizontal 0°
	AB+	2. nominal + 3% reconfigurado, horizontal 45°
	CD	
Condición de accidente. CHA	AB	1. 100% reconfigurado, horizontal 0°
	AB+	2. 100% reconfigurado, horizontal 45°
	CD	3. 100% reconfigurado, vertical (hacia al fondo)

Para la evaluación de los análisis de defensa en profundidad presentados por ENSA, APRT ha realizado cálculos alternativos para casos de carga de EC de alto grado de quemado con más de 20 años de tiempo de almacenamiento en las regiones interior e intermedia. Los resultados obtenidos determinan que tanto en CNT como en CHA se cumplen los límites de tasas de dosis establecidos en la normativa aplicable.

Durante la evaluación surgieron una serie de cuestiones, contenidas en la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, relativas a la evaluación de alto quemado que afectaron al documento soporte **Eliminación de información no pública**. Las aclaraciones realizadas por Ensa y consideradas como satisfactorias desde APRT, han supuesto la revisión del documento soporte **Eliminación de información no pública** (rev.1) incorporando las modificaciones derivadas de la respuesta a la PIA.

5.4.1.6. Conclusiones de la evaluación

La evaluación de APRT se llevó a cabo sobre la propuesta B de modificación del ES-T en revisión 3. Con posterioridad, tras el análisis de la revisión 4 del ES-T presentado, el área ATMR, tras consultarlo con el área APRT, concluye que dicha revisión recoge adecuadamente los aspectos relacionados con el blindaje ya evaluados.

Así mismo, de la evaluación de la documentación soporte de la solicitud, APRT concluye:

- i. Los cálculos alternativos de tasa de dosis realizados por APRT tanto para CNT como para CHA para una muestra de los casos autorizados (carga completa, cargas particulares, virola auxiliar de transporte y cargas combinadas), confirman que la metodología y los datos utilizados por el titular son aceptables y acordes a los estándares. Por tanto, considera que los resultados convergen adecuadamente con los presentados en el capítulo 5 del ES-T y cumplen en todos los casos con los límites establecidos en la normativa.
- ii. Las consideraciones recogidas en el capítulo 7 del ES-T son adecuadas.
- iii. La descripción realizada sobre los criterios de aceptación y el programa de mantenimiento incluida en el capítulo 8 del ES-T es adecuada.
- iv. En relación a la evaluación de defensa en profundidad, la metodología y los datos utilizados son adecuados y en base a los estándares. Además, APRT ha realizado cálculos alternativos específicos de casos de alto quemado, verificando que los resultados convergen. Por lo que concluye que, después de 20 años de almacenamiento en seco, los elementos combustibles con alto quemado, cuando sufren una hipotética reconfiguración durante el transporte, cumplen los criterios de tasas de dosis establecidos en la normativa.

5.4.2. Evaluación de los aspectos térmicos

El análisis térmico debe describir y analizar los aspectos relativos al diseño térmico del bulto, tanto en condiciones rutinarias y normales de transporte como de accidente, para justificar que el bulto cumple con los requisitos reglamentarios aplicables. En relación con los análisis en las condiciones normales y de accidente, se considerará que el bulto se encuentra en el peor estado tras los ensayos propuestos por la reglamentación.

El alcance de esta evaluación, realizado sobre las propuestas de modificación A y B de la revisión 3 del ES-T, abarca todas aquellas modificaciones de diseño cuyas evaluaciones de seguridad concluyen que las mismas requieren de autorización de modificación, previa a su implementación. La evaluación desarrollada por IMES ha cubierto los capítulos 1, 2, 3, 7 y 8 del ES-T, así como un amplio conjunto de Requerimientos de Trabajo (RDT) de Ensa que integran la documentación soporte de la solicitud. La revisión 4 del ES-T no introduce ningún cambio respecto a lo aquí evaluado, según ha verificado ATMR.

En la evaluación se ha tenido en cuenta la normativa general referenciada en el apartado 5.1 de esta PDT. Para verificar su cumplimiento, se han utilizado los siguientes documentos de referencia:

- Los criterios de aceptación y procedimientos desarrollados en el NUREG 2216, que da cumplimiento a los requisitos del 10CFR.71, y que sustituyen al NUREG-1671, empleado en evaluaciones previas realizadas por el CSN al bulto ENUN 52B.
- Para los aspectos relacionados con el combustible gastado de alto grado de quemado, se han considerado los criterios de aceptación establecidos en el NUREG-2224.

En los siguientes apartados se resumen las conclusiones de la evaluación de IMES de cada una de las modificaciones analizadas, cuya descripción se encuentra en el apartado 3.3.1.

5.4.2.1. Aumento del contenido autorizado para el caso de combustible no dañado

Esta modificación, que se corresponde con la Eliminación de información no pública ha implicado la evaluación una serie de RDT, quedando recogidas las principales conclusiones a continuación:

- La determinación de la conductividad equivalente del combustible, realizada por Ensa en el documento **Eliminación de información no pública** [56], tiene por objeto el cálculo de las propiedades efectivas en la longitud activa de los elementos combustibles (EECC) base de diseño considerados en el diseño del contenedor ENUN 52B.

De la evaluación realizada por IMES cabe destacar que la carga térmica de diseño empleada es envolvente para todos los esquemas de carga y conduce a resultados conservadores, lo que se considera aceptable. La metodología utilizada es la misma que en revisiones anteriores del ES-T, que ya se había considerado aceptable.

- La evaluación térmica tridimensional del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B se desarrolla en el documento **Eliminación de información no pública** [57], elaborado partiendo del **Eliminación de información no pública** que ya fue evaluado favorablemente por IMES en la evaluación de la revisión vigente del ES-T. Tiene por objeto obtener la distribución de temperaturas en el bulto.

De la evaluación realizada por IMES se concluye que Ensa ha obtenido las distribuciones de temperaturas con el contenedor cargado con el combustible base de diseño en CNT. De los resultados obtenidos se observa que todos los valores de temperatura de los distintos componentes se encuentran por debajo de los límites admisibles, lo cual se considera aceptable, y que estos valores han sido trasladados adecuadamente a la tabla 3.1.4 del ES-T del contenedor, que recoge las temperaturas máximas en el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B para CNT.

- El cálculo de la presión interna en la cavidad del contenedor, en la modalidad de transporte, consiste en obtener la máxima presión de diseño a partir del cálculo de las presiones de la cavidad interna del contenedor ENUN 52B para las diferentes condiciones de transporte (CNT y CHA). Ensa desarrolla este análisis en el documento **Eliminación de información no pública** [58], actualizado para incluir los análisis del bastidor tipo B.

La evaluación realizada por IMES considera que el valor de presión de diseño del contenedor definido por ENSA es superior al valor máximo de presión que se alcanza en condiciones de accidente, lo que se considera aceptable.

- Ensa, en el documento **Eliminación de información no pública** [59], ha realizado un estudio del comportamiento del contenedor ENUN 52B frente a las posibles variaciones de presión externa en CNT, incluyendo tanto el análisis de un posible incremento como de una disminución de la presión externa.

La evaluación de IMES considera que los resultados obtenidos a partir de los nuevos valores de presión interna son más conservadores que los obtenidos en los nuevos cálculos de CNT, observándose que las circunstancias de disminución y de incremento de la presión externa no tienen influencia adversa en la operatividad del contenedor ENUN 52B, lo que es aceptable.

- La evaluación térmica y estructural del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B en CNT con virola auxiliar de transporte tiene por objeto cuantificar la influencia de la colocación de ésta en las funciones de seguridad térmica y estructural del contenedor. Ensa ha recogido estos cálculos en el documento **Eliminación de información no pública** [60].

Para los cálculos realizados en este RDT Ensa ha analizado únicamente la regionalización CD, considerando las potencias térmicas que tendrían lugar en julio de 2026, que es la

fecha mínima prevista para el transporte del contenedor con bastidor tipo B. La evaluación llevada a cabo por IMES considera aceptable este planteamiento que, no obstante, conlleva una limitación que origina el establecimiento de una condición, que se describe en el apartado 5.4.2.11.

Así mismo, como resultado de la evaluación, IMES también considera que las temperaturas alcanzadas en este escenario son inferiores al caso envolvente de CNT sin virola auxiliar de transporte (descrito en el informe Eliminación de información no pública), lo que considera aceptable.

- La evaluación térmica de las operaciones de carga-drenaje-secado del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B tiene por objeto caracterizar el comportamiento térmico de la vaina del combustible durante la carga y la preparación del contenedor previa a su almacenamiento. Para el contenedor con bastidor tipo B, Ensa ha modificado el proceso de secado por vacío respecto al contenedor con bastidor tipo A, estando compuesto ahora por una primera fase de secado por vacío con nitrógeno en la cavidad y una segunda fase de secado por vacío con helio en la cavidad.

Como parte de la documentación soporte, Ensa ha elaborado un nuevo documento, el Eliminación de información no pública [61], específico para el bastidor tipo B.

IMES ha verificado que las nuevas operaciones de carga-drenaje-secado para el caso del bastidor tipo B siguen dando cumplimiento a los criterios de aceptación establecidos en el NUREG-2215, por lo que las considera aceptables. Además, ha verificado que las modificaciones introducidas al ES-T reflejan de manera adecuada los cambios introducidos.

- La evaluación térmica del contenedor en condición de accidente de fuego para el bastidor tipo B tiene por objeto determinar las temperaturas máximas en el mismo, estando éste cargado con el combustible base de diseño y en condición de accidente de fuego en condición de Transporte. Ensa ha recogido este análisis en el documento Eliminación de información no pública [62].

De la evaluación desarrollada por IMES cabe destacar que considera aceptable la metodología empleada por Ensa para la realización de los cálculos, ya que es la misma que la empleada en la última revisión del ES-T ya aprobado para el accidente de fuego con bastidor tipo A. Así mismo, IMES considera aceptables los resultados obtenidos, que demuestran que en ninguno de los elementos que forman o se encuentran dentro de la barrera de contención se exceden los valores de temperatura admisibles durante las distintas fases del accidente postulado de fuego. Además, el área ha verificado que estos valores han sido trasladados adecuadamente a la tabla 3.6.3 del ES-T.

- La determinación de los huelgos radiales entre el bastidor y el cuerpo del contenedor para el bulto 52B con bastidor tipo B tiene por objeto calcular las máximas dilataciones radiales que se producirían entre ambos componentes, con la finalidad de verificar que la amplitud de dicho huelgo es suficiente y que no se introduzcan tensiones térmicas adicionales en ambos componentes. Ensa ha recogido este análisis en el documento Eliminación de información no pública [63].

De la evaluación realizada por IMES cabe destacar que los modelos empleados por Ensa, ya evaluados en revisiones previas del ES-T, parten de hipótesis tanto en CNT como en CHA que conducen a resultados envolventes y conservadores. Así mismo, de los resultados obtenidos IMES concluye que, tanto en CNT como en CHA de fuego, los huelgos existentes

entre los distintos componentes analizados del contenedor ENUN 52B son suficientes para absorber las dilataciones térmicas diferenciales que se producen entre ellos. También ha verificado que los valores de CNT han sido trasladados adecuadamente al ES-T. Estos cálculos se han realizado tanto para CNT como para el caso de accidente de fuego.

- La determinación de los huelgos axiales para el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B tiene por objeto calcular las máximas dilataciones diferenciales en dirección axial en los huelgos entre el vaso y el bastidor, entre las chapas de acero inoxidable del bastidor y las chapas de **Eliminación de información no pública**, entre el bastidor y sus guías, y en el huelgo entre la virola envolvente y las aletas. Ensa ha recogido este análisis en el documento **Eliminación de información no pública** [64]. Estos cálculos se han realizado tanto para CNT como para el caso de accidente de fuego.

Respecto a la evaluación, IMES considera aceptables tanto los escenarios analizados como la metodología seguida por Ensa. Así mismo, en relación con los resultados obtenidos, IMES ha verificado que, de acuerdo a los cálculos, no se produce contacto en dirección axial entre los distintos componentes ni en CNT ni en CHA de fuego. Además, ha verificado que los valores de CNT y los de accidente de fuego han sido trasladados adecuadamente al ES-T.

- La evaluación térmica tridimensional del contenedor ENUN 52B para cálculos estructurales tiene por objeto la obtención de una distribución de temperaturas envolvente de todas las situaciones que se pueden dar en el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B en CNT, para la posterior realización de los cálculos estructurales. Ensa ha recogido este análisis en el documento **Eliminación de información no pública** [65]

De la evaluación realizada por IMES cabe destacar que tanto la metodología como el escenario analizado se consideran aceptables. Además, los resultados obtenidos en estos cálculos son superiores a los resultantes de cualquier otra situación analizada en el contenedor ENUN 52B en CNT, lo que significa que estos valores de temperatura obtenidos son conservadores y aceptables para su utilización en los cálculos estructurales.

- El análisis de accidente en caso de inmersión del bulto tiene por objeto la evaluación estructural del contenedor ENUN 52B ante el efecto de inundaciones y avenidas. Ensa ha recogido este análisis en el documento **Eliminación de información no pública** [66]. Este documento, cuya revisión anterior ya fue evaluada y considerada aceptable por el CSN en revisiones previas del certificado de aprobación del bulto, ha sido actualizado para tener en consideración las temperaturas del contenedor con bastidor tipo B y las nuevas dimensiones y materiales en la tapa de control de presión y en los recubrimientos de las juntas de estanqueidad.

La principal conclusión de la evaluación realizada por IMES es que el transitorio térmico producido por la inundación no puede causar que las temperaturas en la superficie exterior del contenedor estén fuera del rango de temperaturas que se produce en CNT, de manera que las CNT cubren como caso límite el transitorio térmico que se produce durante la inundación; IMES lo considera aceptable.

- El análisis defensa en profundidad para el transporte de combustible de alto grado de quemado (HBU) en el contenedor ENUN 52B, tras 20 años de almacenamiento previo en seco, queda documentado en el informe **Eliminación de información no pública**, que considera los escenarios de reconfiguración recogidos en el NUREG-2224, los cuales fueron trasladados al documento **Eliminación de información no pública** apreciado favorablemente por el CSN en enero de 2021. Dentro de este análisis cabe destacar:

- Ensa ha elaborado el documento **Eliminación de información no pública** [67], aplicable al bastidor tipo B, para la determinación de la conductividad térmica equivalente del combustible HBU.

Durante la evaluación de este aspecto, IMES solicitó una serie de aclaraciones a Ensa a través de la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, relativos al valor del factor de empaquetamiento elegido para realizar los cálculos de la conductividad térmica. La respuesta de Ensa, considerada aceptable por IMES, ha supuesto la emisión de la **Eliminación de información no pública**.

La metodología utilizada por Ensa es la misma que la usada en otros contenedores, como el ENUN 32P, que ya fue aprobada por el CSN y considerada aceptable. La evaluación de IMES concluye que la carga térmica de diseño empleada por Ensa para el bastidor tipo B es envolvente para todos los esquemas de carga y conduce a resultados conservadores y, por tanto, aceptable.

- La evaluación térmica tridimensional del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B con combustible de alto grado de quemado (HBU), a más de 20 años de almacenamiento, tiene por objeto obtener la distribución de temperaturas en los casos de CNT y CHA. Este análisis se detalla en el documento **Eliminación de información no pública** [68].

La evaluación realizada por IMES concluye que:

- Para CNT, todos los valores de temperatura de los distintos componentes se encuentran por debajo de los límites admisibles.
 - En el análisis de la condición de accidente de fuego, ninguno de los componentes que forman o se encuentran dentro de la barrera de contención exceden los valores de temperatura admisibles durante las distintas fases del accidente.
 - En caso de producirse un accidente de caída, el análisis térmico realizado asegura que no se excederá el límite de temperatura de las vainas para condiciones hipotéticas de accidente.
 - Con respecto a las dilataciones térmicas diferenciales, los análisis de dilataciones radiales y axiales correspondientes a un almacenamiento inferior a 20 años son envolventes de la situación de más de 20 años de almacenamiento.
- En el documento **Eliminación de información no pública** [69], Ensa desarrolla la evaluación del comportamiento térmico del contenedor ENUN 52B con combustible de alto grado de quemado durante un transporte posterior a un almacenamiento superior a 20 años, tanto en CNT como en CHA. Para ello, recopila los resultados obtenidos en el **Eliminación de información no pública**.

Durante la evaluación realizada por IMES, la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, recogió una serie de cuestiones relativas al análisis realizado por Ensa para CHA, que requirió por su parte la emisión de la **Eliminación de información no pública** para incorporar las aclaraciones proporcionadas. De su evaluación, IMES concluye que los requisitos térmicos del contenedor ENUN

52B se cumplen para un transporte posterior a un almacenamiento superior a 20 años con combustible HBU, lo que considera aceptable.

- Finalmente, IMES considera aceptables los cambios propuestos al ES-T como consecuencia análisis defensa en profundidad para el transporte de combustible de alto grado de quemado (HBU) en el contenedor ENUN 52B, tras 20 años de almacenamiento previo en seco, ya que reflejan de forma adecuada los aspectos más relevantes de cada uno de los cálculos evaluados.

5.4.2.2. Sistema Quiver para almacenamiento y transporte de combustible

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información no pública**, implica que el ENUN 52B con bastidor tipo B puede albergar en ciertas posiciones, además de elementos combustibles no dañados, 14 barras intactas, no dañadas o falladas y 4 barras rotas en un sistema diseñado para ello denominado “Quiver”, ya mencionado anteriormente, que consta de varios tubos dentro de los cuales se introducen las barras dañadas (figura 4-1).

Los documentos afectados por el nuevo sistema Quiver son el **Eliminación de información no pública** dichos documentos fueron evaluados y considerados aceptables por IMES en el informe de referencia [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2303/10](#) [73], durante la evaluación de la solicitud de aprobación del diseño de contenedor ENUN 52B para almacenamiento.

En dicha evaluación, IMES concluyó que Ensa había justificado adecuadamente que los análisis del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B cargado con 52 EECC son envoltorios de las configuraciones en las que se cargue algún Quiver en cualquiera de las 16 posiciones del bastidor donde está permitida dicha carga, garantizándose así que este cambio no supone la superación de los límites térmicos en la barrera de contención del contenedor tanto en condiciones normales de almacenamiento como en caso de accidente, lo que se considera aceptable. Adicionalmente, las modificaciones introducidas en el ES-T como consecuencia de dicha modificación reflejan de manera adecuada los cambios introducidos, lo que también se considera aceptable por el área IMES.

5.4.2.3. Cargas parciales en el contenedor con bastidor tipo B

La evaluación de esta modificación **Eliminación de información no pública** por parte de IMES originó una pregunta en la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, debida a una referencia en la EDS que remitía a un RDT equivocado. Ensa, en su respuesta, indicó que el análisis térmico del contenedor debido a una carga parcial se realiza en el informe **Eliminación de información no pública** [74] y emitió una nueva revisión de la **Eliminación de información no pública** para corregir la errata. Aunque este RDT analice un caso de la modalidad de almacenamiento, tal y como se indica en el capítulo 3, las conclusiones de este análisis son extrapolables para la modalidad de transporte. Este documento ya fue evaluado y considerado aceptable por IMES en el informe CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2303/10, y las conclusiones obtenidas son aplicables tanto a almacenamiento como a transporte.

Así mismo, IMES ha verificado que, en comparación con el caso base de contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B en CNT, los resultados obtenidos en caso de emplear cargas parciales demuestran que las temperaturas máximas que alcanzan los componentes son inferiores. De esto

se deduce que las temperaturas máximas alcanzadas en los componentes con la configuración de carga parcial en el contenedor ENUN 52 B con bastidor tipo B son inferiores a los límites admisibles, lo que se considera aceptable.

Adicionalmente, las modificaciones introducidas al ES-T como consecuencia de dicha modificación reflejan de manera adecuada los cambios introducidos, lo que también se considera aceptable por el área IMES.

5.4.2.4. Análisis Térmico de la Reinundación de la Cavity Interior

El análisis térmico de la reinundación de la cavity interior **Eliminación de información no pública** se describe en el documento **Eliminación de información no pública** [75], que ya fue evaluado y considerado aceptable por el área IMES en el informe CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2303/10, por lo que no ha sido evaluado de nuevo por ser válido tanto para almacenamiento como para transporte.

5.4.2.5. Juntas metálicas con recubrimiento exterior de plata

Esta modificación de diseño (EDS051 Rev.1) propone el uso de un recubrimiento de **Eliminación de información no pública** para juntas de estanqueidad de la tapa interior, de la tapa exterior y de las tapas de las penetraciones de venteo, drenaje y control de presión del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B.

La evaluación de IMES concluye que esta opción no presenta influencia en la evaluación térmica, ya que las juntas con **Eliminación de información no pública** son capaces de soportar, al menos, las mismas presiones y temperaturas de diseño que las juntas con **Eliminación de información no pública**, por lo que su uso se considera aceptable. En cuanto a los cambios introducidos al ES-T, considerados aceptables, son meramente descriptivos, recogiendo adecuadamente las características de diseño y las temperaturas máximas para la utilización de dicho revestimiento.

5.4.2.6. Códigos de cálculo y metodologías

En la **Eliminación de información no pública** Ensa informa que, para la realización del análisis de las funciones de seguridad del contenedor ENUN 52B, va a emplear nuevos códigos de cálculo y/o nuevas versiones de los mismos con respecto a lo utilizado en la revisión vigente del ES-T. Esta modificación afecta a diversos RDT.

La evaluación de IMES concluye que la utilización de los nuevos códigos de cálculo y/o las nuevas versiones de los mismos es aceptable, ya que éstos están debidamente verificados y validados para los análisis en que se utilizan. En relación con la nueva metodología de cálculo, en los casos en los que es aplicable es más conservadora, conduciendo a mayores temperaturas dentro del contenedor, lo que se considera aceptable.

Se hace notar que la evaluación de los documentos afectados ya ha sido considerada en el apartado 5.4.2.1.

5.4.2.7. Metodología de secado por vacío en el contenedor con bastidor tipo B

La evaluación de las operaciones de carga-drenaje-secado del contenedor ENUN 52B tiene por objeto caracterizar el comportamiento térmico de la vaina del combustible durante la carga y la preparación del contenedor previa a su almacenamiento. De la documentación presentada **Eliminación de información no pública** se puede observar que Ensa ha elaborado un nuevo documento, el **Eliminación de información no pública**, específico para el bastidor tipo B.

Este documento ya fue evaluado y considerado aceptable por el área IMES en el informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2303/10, por lo que no se evalúa de nuevo en el ámbito de la solicitud de aprobación del certificado del bulto para transporte.

5.4.2.8. Definición de un espesor máximo para el recubrimiento anticorrosión

Esta modificación **Eliminación de información no pública** define para el contenedor con bastidor tipo B un espesor medio máximo admisible de **Eliminación de información no pública** para el recubrimiento anticorrosión que se aplica sobre la superficie interior del vaso y sobre la tapa interior. En las revisiones aprobadas de los ES-A y ES-T, en las que se contempla solamente el bastidor tipo A, únicamente se establecía un espesor medio mínimo de **Eliminación de información no pública**, no estando definido un valor medio máximo admisible.

En esta evaluación IMES ha revisado el documento **Eliminación de información no pública** habiendo verificado, como se indica en el apartado 5.4.2.1 de esta PDT (apartado correspondiente al cálculo de la presión interna en la cavidad), que Ensa ha introducido en el modelo térmico el espesor medio máximo admisible del recubrimiento.

IMES concluye también que Ensa ha considerado de forma adecuada el impacto de dicho espesor en los cálculos térmicos, de presión interna y en el análisis de dilataciones diferenciales, y que ha modificado de manera adecuada el ES-T para reflejar las nuevas características de dicho recubrimiento. Por todo ello, IMES considera aceptable la modificación.

5.4.2.9. Modificación de la potencia térmica de diseño

Esta modificación **Eliminación de información no pública** tiene por objeto subsanar errores identificados en los capítulos 1 y 3 de la propuesta A de modificación de la Revisión 3 del ES-T, en los que se ha indicado incorrectamente que los valores de 198,577 W/EC y 10,326 kW son potencias térmicas de diseño.

Durante la evaluación, IMES comunicó estas erratas a Ensa mediante la PIA de referencia CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, que fueron subsanados en la nueva propuesta B de modificación de la Revisión 3 del ES-T, en la que se indica que estos valores son los que dan lugar a la potencia térmica total empleada en los análisis térmicos.

5.4.2.10. Cambios al ES-T

IMES considera aceptable de los cambios introducidos en las propuestas A y B de modificación de la revisión 3 del ES-T como consecuencia de todas las modificaciones anteriores.

5.4.2.11. Conclusiones de la evaluación

De la evaluación de IMES se concluye finalmente que:

- Resulta procedente la aprobación de la solicitud del diseño del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B, en su modalidad de transporte, desde el punto de vista de los aspectos térmicos.
- Para asegurar el mantenimiento de las hipótesis de cálculo empleadas por Ensa en la evaluación térmica y estructural del contenedor en CNT con virola auxiliar de transporte (hipótesis descritas en el apartado 5.4.2.1 de esta PDT), se deberá establecer la siguiente condición:

No se podrá transportar el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B con carga regionalizada CD empleando la Virola Auxiliar de Transporte antes de julio de 2026.

5.4.3. Evaluación de los aspectos estructurales y de contención

El análisis estructural debe analizar el comportamiento de los materiales, sistemas y componentes del bulto relacionados con la seguridad, para garantizar que en todas las condiciones de transporte (condiciones rutinarias, normales y de accidente), el bulto seguirá cumpliendo con los requisitos establecidos en la normativa de transporte.

El alcance de esta evaluación, realizado sobre las propuestas de modificación A, B y C de la revisión 3 del ES-T, abarca todas aquellas modificaciones de diseño cuyas evaluaciones de seguridad determinan que se requiere la autorización de modificación previa a su implementación y que guarden relación con los aspectos mecánico-estructurales y de contención, dentro de las competencias del área IMES. La revisión 4 del ES-T no introduce ningún cambio respecto a lo aquí evaluado, según ha verificado ATMR.

La evaluación desarrollada por IMES ha cubierto tanto el ES-T como un amplio conjunto de Requerimientos de Trabajo (RDT) de Ensa, así como otra documentación técnica de Ingecid y Westinghouse que integran la documentación soporte de la solicitud.

Cabe reseñar que algunos aspectos mecánico-estructurales comunes a las modalidades de almacenamiento y transporte ya fueron evaluados por IMES como parte del proceso de evaluación de la solicitud de almacenamiento en el informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11 [76].

En la evaluación se ha tenido en cuenta la normativa general referenciada en el apartado 5.1 de esta PDT. Para verificar su cumplimiento, IMES ha considerado los criterios de aceptación que se desarrollan en los siguientes documentos de referencia:

- Los criterios de aceptación y procedimientos desarrollados en el NUREG 2216, que da cumplimiento a los requisitos del 10CFR.71, y que sustituyen al NUREG-1671, empleado en evaluaciones previas realizadas por el CSN al bulto ENUN 52B.
- Para los aspectos relacionados con el combustible gastado de alto grado de quemado, se han considerado los criterios de aceptación establecidos en el NUREG-2224.

- En relación con las pruebas de estanqueidad de la barrera de confinamiento del contenedor, se ha considerado los criterios de aceptación establecidos en el ANSI-N14.5 [77].
- Para los muñones se han considerado los factores de seguridad aplicables a dispositivos de fallo único establecidos en las normas ANSI-N14.6 [78] y NUREG-0612 [79].
- En los análisis de integridad estructural de la vaina del combustible se consideran de aplicación los criterios de aceptación incluidos en la ISG-12 rev.1 [80].
- En relación a los criterios de aceptación concretos para el cálculo mecánico –estructural, se ha considerado las normas ASME.

En los siguientes apartados se presentan las modificaciones analizadas (descritas en el apartado 3.3.1) y sus conclusiones.

5.4.3.1. Aumento del contenido autorizado para el caso de combustible no dañado

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información** y que aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte, tiene por objeto adaptar el contenedor ENUN 52B para poder albergar el inventario completo de CG de CNSMG.

La evaluación desarrollada por IMES ha implicado la evaluación tanto de los RDT modificados como de aquellos generados como consecuencia de esta EDS. Los RDT aplicables a ambas modalidades ya fueron evaluados en el informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11 con resultado satisfactorio tal y como se refleja en la PDT de referencia CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/2403/04. El informe emitido por IMES para la evaluación de la solicitud de transporte recoge únicamente la evaluación realizada para los RDT exclusivos de la modalidad de transporte. En total, los RDT evaluados han sido los siguientes:

- **Eliminación de información no pública**
[Redacted text block]

- **Eliminación de información no pública**

IMES concluye que todos los documentos revisados son aceptables, aunque en el caso de los resultados obtenidos en los análisis de fatiga de vaina del CG HBF presentados por Ensa en el documento **Eliminación de información no pública**, IMES destaca que:

1. La evaluación de la aplicabilidad de la curva de ciclos admisibles frente a deformación máxima (fig. 2-12 del NUREG-2224) a vainas de Zircaloy-2, no es competencia del área IMES. Este aspecto ha sido evaluado por el área de ICON (ver apartado 5.4.4.4 de la presente PDT).
2. El resultado obtenido conlleva una limitación para el transporte por vía férrea (el modo de transporte más limitante) de 2000 millas. La superación de dicho límite requeriría de una evaluación específica por parte del expedidor, para verificar que el resultado se encuentra dentro de los criterios de aceptación, remitiendo al CSN los resultados obtenidos previamente al transporte.

5.4.3.2. Sistema Quiver para almacenamiento y transporte de combustible dañado

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información no pública**, aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte. De la evaluación de almacenamiento realizada por IMES, se verifica que la aceleración postulada para el Quiver para la caída de 9 m en la modalidad de transporte está englobada por la caída en modo almacenamiento, de manera que las conclusiones obtenidas en el marco de la evaluación de la solicitud de aprobación de diseño para almacenamiento (informe CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11) siguen siendo válidas.

Por tanto, IMES considera que los documentos revisados, dentro del ámbito mecánico-estructural, se consideran aceptables, por lo que esta modificación se considera aceptable.

5.4.3.3. Cargas parciales en el contenedor con bastidor tipo B

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información no pública**, y que aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte, ya fue evaluada por IMES en el modo de almacenamiento (informe CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11). Para la evaluación de transporte, el área IMES ha examinado adicionalmente el **Eliminación de información no pública**, concluyendo que las comprobaciones llevadas a cabo, dentro del ámbito mecánico-estructural, han resultado satisfactorias, por lo que esta modificación se considera aceptable.

¹¹ Las revisiones 2 de los **Eliminación de información no pública** han sido sustituidos en su versión definitiva (presentada junto a la propuesta B de rev. 3) por las respectivas revisiones 3. Estas revisiones 3 afectan a la evaluación de la exclusión del moderador (apartado 5.4.3.4 de esta PDT), pero no alteran lo expresado en el presente apartado.

5.4.3.4. Exclusión del moderador para bastidor tipo B en la modalidad de transporte

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, consiste en que, para el caso del ENUN 52B con bastidor tipo B, se considera la hipótesis de exclusión del moderador como base de diseño, esto es, la imposibilidad de la entrada de agua al recinto de contención ante todos los sucesos postulados como CHA. Para ello, en el diseño del bulto se ha seguido el planteamiento de justificar la exclusión del moderador del interior de la barrera de contención mediante consideraciones de doble barrera, en condiciones de accidente.

La normativa requiere, para dar crédito a la exclusión del moderador, el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- i. Las dos barreras de del bulto deben permanecer estancas tras la realización de los ensayos (todos los indicados, que recogen los que simulan las condiciones normales y de accidente en el transporte, y en el orden consecutivo requerido).
- ii. Existe un alto grado de control de calidad en la fabricación, mantenimiento y reparación de los embalajes.
- iii. Antes de cada expedición se deben realizar ensayos de cada bulto que demuestren su estanqueidad conforme a lo requerido en el párrafo 4.1.9.1.9 del ADR.

La evaluación realizada por IMES se ha enfocado en verificar el cumplimiento con los tres requisitos anteriores. La evaluación de cumplimiento con el primero de ellos requirió varias aclaraciones de Ensa a través de las PIA 2 y 3, en concreto en relación a la suposición de que una barrera es estanca al agua si la fuga es inferior a **Eliminación de información no pública**, y en relación a la asunción de que las dos barreras de contención del bulto ENUN 52B se mantendrían estancas al agua en las condiciones establecidas en la normativa. En relación con los otros dos requisitos, Ensa lo justifica sobre la base de medidas de control de calidad durante la fabricación, y la propuesta de ensayos previos (evaluados en el apartado 5.4.8 de esta PDT) sobre cada bulto previamente a su transporte. Ambos aspectos se consideran aceptables, si bien se someterán a supervisión y control por el CSN durante la fabricación y, a futuro, previamente al transporte.

Como resultado de la evaluación, IMES ha concluido que se cumple cada uno de los tres puntos anteriores, por lo que se considera que la exclusión al moderador está garantizada para los sucesos postulados y, por tanto, la modificación es aceptable.

5.4.3.5. Modificaciones del diseño y los análisis de los muñones

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, y que aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte, afecta a los muñones del contenedor con bastidor B, pasándose de una brida de encastre de geometría circular a una cuadrada. La modificación ya fue evaluada por IMES en el modo de almacenamiento (informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11) considerándose aceptable, como se refleja en la PDT de referencia CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/2403/04.

Para la evaluación de transporte, el área IMES ha examinado adicionalmente el **Eliminación de información no pública**, concluyendo que las comprobaciones llevadas a cabo, dentro del ámbito mecánico-estructural, han resultado satisfactorias, supeditadas a que las dimensiones de los apoyos de los muñones en la cuna de transporte sean compatibles con las tomadas en los análisis, tal que esta modificación se considera aceptable, siempre que se cumpla la restricción dimensional mencionada. Esta

condición se verificará por parte del CSN durante la evaluación de la solicitud de transporte del contenedor, requerida por la propuesta de condición 13.

5.4.3.6. Modificaciones de las tapas de venteo, drenaje y control de presión

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, y que aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte para el ENUN 52B con bastidor tipo B, consiste en una serie de cambios que afectan, por un lado, a las penetraciones de venteo y drenaje en la tapa interior y, por otro lado, a la penetración de control de presión en la tapa exterior. La modificación ya fue evaluada por IMES en el modo de almacenamiento (informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11) considerándose aceptable, como se refleja en la PDT de referencia CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/2403/04.

Para la evaluación de transporte, el área IMES ha examinado adicionalmente el **Eliminación de información** [94], concluyendo que las comprobaciones llevadas a cabo, dentro del ámbito mecánico-estructural, han resultado satisfactorias, por lo que esta modificación se considera aceptable.

5.4.3.7. Alternativas de lubricantes para los pernos

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, y que aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte para el ENUN 52B con bastidor tipo B, consiste en el cambio de lubricante de los pernos.

La modificación ya fue evaluada por IMES dentro del proceso de almacenamiento (informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11) considerándose aceptable, como se refleja en la PDT de referencia CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/2403/04.

5.4.3.8. Juntas metálicas con recubrimiento exterior de plata

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, y que aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte para el ENUN 52B con bastidor tipo B, consiste en la inclusión de la posibilidad de utilizar juntas metálicas dobles con **Eliminación de información no pública**, como alternativa a las juntas metálicas dobles con **Eliminación de información no pública**, inicialmente contempladas en el diseño de las juntas de las tapas interior y exterior, y de las juntas de las tapas de las penetraciones de drenaje y venteo y de control de presión del contenedor ENUN 52B.

La modificación ya fue evaluada por IMES dentro del proceso de almacenamiento (informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11) considerándose aceptable, como se refleja en la PDT de referencia CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/2403/04.

5.4.3.9. Códigos de cálculo y metodologías

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, y que aplica a las modalidades de almacenamiento y transporte, constituye una recopilación de las metodologías (entendidas como estrategias de análisis) y códigos de cálculo que se modifican con motivo de la nueva solicitud. Incluye el empleo de ANSYS Mechanical (usado en análisis térmicos y mecánico - estructurales implícitos), y LS-DYNA (análisis mecánico - estructurales explícitos).

La modificación ya fue evaluada por IMES dentro del proceso de almacenamiento (informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11) considerándose aceptable, como se refleja en la PDT de referencia CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/2403/04.

5.4.3.10. Metodología de contacto radial bastidor – vaso, en condiciones de accidente

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, consiste en la introducción de una metodología de cálculo para evaluar las tensiones térmicas debidas al contacto radial entre el bastidor y el vaso, debidas a las dilataciones diferenciales entre ambos componentes.

Para el análisis de la modificación de diseño, Ensa ha generado el documento **Eliminación de información no pública**, en el que se determina que la intensidad de tensiones que aparece en el vaso es significativamente inferior al límite aplicable.

IMES considera aceptable la modificación.

5.4.3.11. Modificación del análisis de fatiga (almacenamiento y transporte)

Esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, recoge 5 modificaciones en los análisis de fatiga. Las 3 primeras modificaciones afectan al modo de almacenamiento, de modo que ya fueron evaluadas y consideradas aceptables por IMES (informe de referencia CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11) y PDT de referencia CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/2403/04). Las otras dos modificaciones (la 4ª y la 5ª) requirieron de aclaraciones por parte de Ensa (PIA-2), lo que supuso la emisión de la **Eliminación de información no pública** para incorporarlas.

Así mismo, como consecuencia de la cuestión 58 formulada por IMES en la PIA-2, que afectaba a priori a la modificación 5ª, Ensa ha aportó una aclaración que introdujo como nueva modificación 6ª en la **Eliminación de información no pública**.

Como parte del proceso, IMES también ha evaluado el documento **Eliminación de información no pública**, que recoge el cálculo del número de ciclos de fatiga que, siguiendo el código ASME, resisten los diferentes componentes del bulto, ya sea para CNT como para CHA.

Como resultado de la evaluación, IMES concluye que la modificación se considera aceptable.

5.4.3.12. Eliminación del requisito de vigilancia de presión durante la operación de drenaje de la cavidad interior del contenedor

Para esta modificación, que se corresponde con la **Eliminación de información**, IMES solicitó a Ensa mediante la PIA-2 que aclarase que partes de la misma afectaban a cada modalidad. En su respuesta, Ensa indicó la existencia de un error a subsanar en el capítulo 7 del ES-T.

IMES ha evaluado la modificación, considerándola aceptable tras comprobar que el error ha sido subsanado en la propuesta C del ES-T.

5.4.3.13. Mecánica de la fractura (transporte)

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], consiste en establecer, para el caso del bastidor tipo B, una temperatura mínima de servicio (LST) de -40°C para el bulto, con objeto de poder solicitar su aprobación como tipo B(U) según el ADR. Para ello, propone aplicar a las forjas del contenedor ENUN 52B la metodología desarrollada por Ensa en el documento de referencia [Eliminación de información no pública], que ya fue evaluada en la PDT de referencia CSN/ATMR/II/AFA-0002/ORG-0276/21 [96] y apreciada favorablemente por el CSN.

La [Eliminación de información], de la que Ensa emitió la revisión 3 a fin de corregir una errata identificada en la PIA-1, implicó la actualización del [Eliminación de información] y la creación del nuevo [Eliminación de información] [97].

La evaluación desarrollada por IMES de la modificación ha determinado que se considera aceptable.

5.4.3.14. Eventos fuera de las bases de diseño para la modalidad de transporte

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], consiste en que las caídas en CNT (desde 0,3 m de altura) en vertical y en esquina pasan a considerarse fuera de la base de diseño por considerarse no creíbles, tanto para el bastidor A como para el B. Estas dos caídas se trasladan a un apéndice específico del ES-T, manteniéndose la caída lateral, como base de diseño, dentro del apartado original del ES-T.

El área de IMES formuló una cuestión (la número 61) en la PIA-2, con el fin de que en el ES-T se estableciese muy claramente que el bulto solamente puede ser transportado con el eje del contenedor en posición horizontal. Ensa trasladó esta circunstancia a los capítulos 1 y 7 del ES-T.

El área IMES ha examinado la modificación, considerándola aceptable, comprobándose que en los capítulos 1 y 7 de la propuesta C de rev. 3 del ES-T se refleja adecuadamente que el transporte se llevará a cabo únicamente con el eje del contenedor en posición horizontal.

5.4.3.15. Metodología de análisis de vibración

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], consiste en obtener las acciones vibratorias e impactos en las diferentes partes del contenedor ENUN 52B durante las condiciones rutinarias de transporte del documento [Eliminación de información no pública], en lugar del documento [Eliminación de información no pública], que es el que servía de base hasta el momento y que Ensa considera menos representativo.

El área IMES ha evaluado el contenido del documento [Eliminación de información no pública], que recoge los resultados de unos ensayos de los que se deducen las acciones vibratorias y de impactos para los análisis de fatiga (tanto para el CG como para componentes del propio contenedor), considerando estas acciones más realistas y representativas de las condiciones reales aplicables al bulto ENUN 52B que las que se tenían hasta el momento, por lo que la modificación propuesta se considera aceptable.

5.4.3.16. Modificación de la barrera de contención en el contenedor con bastidor tipo B

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], consiste en redefinir la barrera de contención del ENUN 52B con bastidor B, de manera que ahora coincide con la segunda barrera de exclusión.

Para todos aquellos elementos del sistema de cierre que deban verificarse de forma previa a un transporte y que deban cumplir distintos criterios de aceptación simultáneamente (por ejemplo por ser barrera de exclusión y también barrera de contención), se deberá comprobar el cumplimiento del valor más restrictivo.

IMES ha examinado el [Eliminación de información no pública] [99], que lleva a cabo el análisis de contención obteniendo la máxima tasa de fuga estándar admisible para las condiciones de prueba, comprobando que este documento considera correctamente la contención tal y como se define a partir de esta [Eliminación de información]. Por tanto, de la evaluación realizada de la modificación, se concluye que no se alteran las funciones de seguridad del bulto y se considera aceptable.

5.4.3.17. Limitación de la colocación de la virola auxiliar de transporte en el contenedor con bastidor tipo B

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], consiste en que en el caso del ENUN 52B con bastidor B, la instalación de la virola auxiliar de transporte es totalmente opcional y se podrá llevar a cabo si el contenedor dispone de listones y cuando las condiciones de uso del contenedor con la virola estén cubiertas por los análisis incluidos en el estudio de seguridad.

La introducción de esta modificación ha supuesto el desarrollo de los documentos [Eliminación de información no pública]. El primero queda dentro del alcance de la evaluación realizada por APRT (apartado 5.4.1.2.3) y el segundo en mayor medida de la evaluación térmica (apartado 5.4.2.1) y en menor medida dentro del campo mecánico-estructural.

De la evaluación del [Eliminación de información no pública], IMES ha concluido que esta modificación se considera aceptable desde el punto de vista de los aspectos mecánico-estructurales.

5.4.3.18. Modificaciones de análisis de caída y fuego del contenedor en la modalidad de transporte

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], consiste en una serie de cambios en los análisis estructurales realizados para la evaluación del comportamiento del contenedor ENUN 52B durante los eventos de caída del contenedor en la modalidad de transporte, tanto desde 0.3 m como desde 9 m, y de accidente de fuego.

Los cambios han motivado la introducción de una serie de nuevos documentos de apoyo, que son el [Eliminación de información no pública]. La evaluación de los mismos, exceptuando el [Eliminación de información], se documenta en el apartado 5.4.3.1, considerándose aceptables.

El área IMES ha evaluado los cambios introducidos como consecuencia de esta modificación, analizando además los documentos soporte afectados. Los cambios introducidos y los documentos soporte RDT afectados se consideran aceptables. Por tanto, esta modificación se considera aceptable.

5.4.3.19. Modificación de la barrera de contención en el ENUN 52B bastidor tipo A

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], al igual que la modificación que afectaba al bastidor tipo B (correspondiente a la [Eliminación de información]), consiste en redefinir la barrera de contención del ENUN 52B con bastidor A.

Son aplicables las mismas consideraciones ya recogidas en el apartado 5.4.3.16 para el bastidor tipo B, salvo las relacionadas con la barrera de exclusión, puesto que no se postula la exclusión del moderador cuando el ENUN 52B lleva bastidor A, dado que aplica el concepto de barrera de exclusión.

IMES ha evaluado el [Eliminación de información no pública] [100], que lleva a cabo el análisis de contención obteniendo la máxima tasa de fuga estándar admisible para las condiciones de prueba, comprobando que este documento considera correctamente la contención tal y como se define a partir de esta [Eliminación de información].

De la evaluación realizada de la modificación, se concluye que no se alteran las funciones de seguridad del bulto y se considera aceptable.

5.4.3.20. Análisis de tensiones térmicas de los pernos de las tapas de las penetraciones en el accidente de fuego

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información], incluye un nuevo análisis de tensiones térmicas en los pernos de las tapas, debido a que las tapas de las penetraciones del ENUN 52B pueden estar fabricadas en [Eliminación de información no pública], material con un coeficiente de expansión térmica superior al de cualquiera de los posibles materiales de los pernos de dichas tapas, lo que podría conllevar un aumento de la tracción en los pernos. Este análisis ha quedado recogido en el [Eliminación de información no pública] [101].

El área IMES ha comprobado que los análisis realizados en [Eliminación de información no pública] muestran que, al incrementarse la temperatura durante el accidente de fuego, las tensiones en los pernos de las tapas de las penetraciones se reducen, con lo que se concluye que los análisis realizados en la documentación base de la aprobación del diseño son conservadores.

En su evaluación IMES concluye que el análisis es aceptable, por lo que también la modificación se considera aceptable.

5.4.3.21. Acciones para corregir fallos de estanqueidad en la modalidad de transporte

Esta modificación, que corresponde con la [Eliminación de información] y que aplica a ambos tipos de bastidor, consiste en la inclusión de una descripción de las dos acciones correctoras a tomar cuando una prueba de estanqueidad no cumpla el criterio de aceptación establecido.

En la PIA-2, IMES cuestionó los resultados de los análisis de contención tras la aplicación de una de las acciones correctoras. Ensa justificó adecuadamente que se seguirían manteniendo los resultados de los análisis de contención durante el transporte.

De la evaluación de la modificación, IMES concluye que ésta es aceptable.

5.4.3.22. Cambios en el ES-T debido a las modificaciones anteriores

IMES comprobó en la propuesta A de modificación de la rev. 3 del ES-T la incorporación de las modificaciones cuya evaluación se documenta en los apartados 5.4.3.1 a 5.4.3.21.

Para ello, IMES realizó una evaluación por muestreo sobre dicha revisión, verificando la consistencia entre el ES-T y la diferente documentación soporte de la que se disponía al inicio. Este proceso se ha repetido para las revisiones B y C presentadas con posterioridad.

Por tanto, como conclusión general, IMES considera aceptable la consistencia entre la propuesta de modificación C de la rev. 3 del ES-T y la documentación soporte actualizada que se ha ido presentando, en relación con los cambios incorporados al ES-T relativos a las modificaciones que requieren de aprobación dentro del ámbito mecánico-estructural.

5.4.3.23. Conclusiones de la evaluación

El área IMES considera aceptable la solicitud de Ensa para la renovación de la aprobación del diseño del contenedor ENUN 52B en su modalidad de transporte, desde el punto de vista de los aspectos mecánico-estructurales y de contención dentro del alcance del área, y en base a la propuesta C de modificación de rev. 3 del ES-T, que deberá trasladarse a la versión definitiva del ES-T (Revisión 4).

Como resultado de la evaluación por parte de IMES de las diferentes modificaciones que requieren de aprobación, se plantean las siguientes condiciones:

- Los análisis de vibración e impactos se consideran aceptables siempre que el transporte no supere la distancia por vía férrea (el modo de transporte más limitante) de 2000 millas (en caso contrario, sería necesaria la reevaluación del resultado obtenido por parte del expedidor, para verificar que se siguen cumpliendo los criterios de aceptación de los análisis, y el envío de resultados al CSN con antelación al transporte).

Esta conclusión se ha trasladado a la condición 17 en la propuesta de condicionado (anexo I).

La verificación de la aplicabilidad de la curva de ciclos admisibles frente a deformación máxima (fig. 2-12 de [22]) a vainas de Zircaloy-2, que no es competencia del área IMES, ha sido llevada a cabo por el área de ICON (ver apartado 5.4.4.4 de la presente PDT).

- El transporte del bulto ENUN 52B debe efectuarse en horizontal.

Aunque este aspecto ha sido trasladado por Ensa al ES-T del bulto, esta condición se deberá establecer dentro de la aprobación de expedición a la que estará sujeto este contenedor, según la condición 13 de la propuesta de condicionado (anexo I).

Por último, señalar que IMES ha identificado una deficiencia de evaluación relacionada con la calidad de acuerdo con el PG.IV.08 rev. 3, que ha incluido en la base de datos prevista al efecto en el CSN. La falta de calidad en la documentación suministrada por Ensa ha dado lugar a una excesiva interacción entre el CSN y Ensa con el fin de aclarar dudas y corregir errores. Como resultado, Ensa ha incluido numerosos cambios en la documentación a evaluar, afectando significativamente a la eficiencia del proceso evaluador.

5.4.4. Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado de alto quemado

El alcance de esta evaluación, realizado sobre las propuestas A, B, C y C.1 de la revisión 3 del ES-T, abarca las modificaciones de diseño del ENUN 52B en lo relativo al estado de los elementos combustibles y a las propiedades mecánicas del combustible gastado de alto grado de quemado. La evaluación ha sido llevada a cabo por ICON, y afecta a los capítulos 1 y 2 del ES-T, así como a un amplio conjunto de documentos soporte que integran la solicitud de revisión del certificado.

En la evaluación se ha considerado la normativa general referenciada en el apartado 5.1 de esta PDT. Así mismo, para verificar su cumplimiento se han empleado los siguientes documentos de referencia:

- NUREG-2224 “Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel”.
- NUREG-2216 “Standard Review Plan for Transportation Packages for Spent Fuel and Radioactive Material”.

En los siguientes apartados se incluye un resumen de las modificaciones analizadas por ICON y las conclusiones de su evaluación.

5.4.4.1. Definiciones de Barras de combustible falladas, Barras de combustible rotas y relacionadas

Esta evaluación, en la que se ha empleado como referencia básica el NUREG-2216, tiene por objeto el análisis de las definiciones relacionadas con el combustible dañado. ICON identificó que en la propuesta A de modificación de la revisión 3 del ES-T no existía una diferenciación entre los términos “*Barras de combustible sueltas*” y “*Barras de combustible rotas*”, sino que se establecía una única definición de “*Barras de combustible sueltas/rotas*”.

ICON requirió a Ensa establecer una diferenciación entre ambas definiciones ya que dichos términos no son equivalentes según el NUREG-2216. La definición de “*Barras de combustible sueltas*” (breached) debe englobar los términos “*Barras de combustible rotas*” (gross breach) y “*Barras de combustible falladas*” (con defectos que dan lugar únicamente a liberación de gases), de acuerdo con el NUREG. Además, ICON solicitó a Ensa la adecuación de las definiciones del ES-T a las definiciones del ES-A, sustituyendo el concepto “*sueitas*” por “*dañadas*”, ya que éste es el término correcto según el NUREG-2216. También se han adecuado las definiciones en todos los capítulos del ES-T, para hacerlas coherentes con las definiciones del capítulo 1 y con las definiciones de la revisión 4 del ES-A.

El área ICON ha evaluado las definiciones de la propuesta C.1 de modificación de la revisión 3 del ES-T y considera que los cambios se han realizado correctamente.

Estado del combustible tras ciclados térmicos por reinundaciones durante las operaciones de carga de los contenedores

El NUREG-2224 establece que el combustible “no dañado” (que puede ser intacto o puede tener defectos limitados a *pinhole* o *hairline cracks*, según las definiciones de la propuesta C.1 de modificación de la revisión 3 del ES-T) no puede ser considerado como tal tras una condición de reinundación.

Como parte del proceso de aprobación de la revisión 4 del ES-A se requirió que “en caso de HBU clasificado como “no dañado”, la reinundación de la cavidad del contenedor implicaría que dicho combustible debería clasificarse como “dañado” y que, si el usuario quisiera recuperar la condición previa de “no dañado”, deberá presentar una solicitud de apreciación favorable al CSN, justificando dicha condición. Este requerimiento se hace extensible a la modalidad de transporte, al quedar excluido de los contenidos autorizados del bulto el combustible HBU clasificado como “dañado”.

5.4.4.2. Posibilidad de cargar combustible de alto grado de quemado y evaluación de las propiedades mecánicas del combustible de alto grado de quemado

El aumento del grado de quemado del combustible hasta 51,1 GWd/TmU supone ahora la posibilidad de transportar combustible de alto grado de quemado (>45 GWd/TmU), lo que puede tener implicaciones en el análisis estructural de la vaina, ya que las propiedades mecánicas de la misma empeoran con el aumento de quemado.

Puesto que al combustible gastado de alto quemado se le aplica la metodología presentada en el documento soporte Eliminación de información no pública, que ya fue aprobado por el CSN en solicitudes anteriores (ver PDT de ref. [CSN/ATMR/II/AFA-0003/ORG-0276/20](https://www.csn.es/ATMR/II/AFA-0003/ORG-0276/20)), no se requieren de evaluaciones adicionales de esta metodología para las propiedades mecánicas de las vainas del combustible de alto grado de quemado durante su transporte tras un tiempo de almacenamiento inferior o igual a 20 años.

Desde el punto de vista de la evaluación para un tiempo de almacenamiento de más de 20 años, ICON solicitó aclaraciones a Ensa sobre diversas discrepancias relacionadas con los eventos considerados en CNT, los materiales de vaina de los diferentes EECC a cargar en el ENUN 52B, el límite elástico y el módulo de elasticidad del material de vainas. Además, ICON ha verificado que el grado de quemado máximo permitido en el contenedor ENUN 52B tiene en cuenta la incertidumbre del 2% en el cálculo del quemado, tras analizar los elementos combustibles de mayor quemado de la piscina de CN Garoña.

Como resultado de esta evaluación, ICON considera aceptables las propiedades mecánicas del combustible de alto grado de quemado propuestas por Ensa.

5.4.4.3. Input de corrosión para distintos análisis de combustible de alto quemado

En la propuesta A de modificación del ES-T y la documentación soporte, Ensa utilizaba un espesor de capa de óxido de Eliminación de información no pública y una presión interna de la barra combustible de Eliminación de información no pública para los cálculos estructurales. ICON solicitó a Ensa establecer una justificación para la aplicación de los valores anteriores de espesor de capa de óxido y presión interna de la barra combustible al combustible de CN Cofrentes.

En relación a la presión interna, ICON consideró válida la demostración realizada por Ensa. Sin embargo, ICON consideró que el valor de Eliminación de información no pública de espesor de la capa de óxido no era lo suficientemente conservador, solicitando a Ensa rectificar el valor de espesor de corrosión a un valor envolvente que tuviera en cuenta el quemado máximo presente en el combustible de CNSMG, que actualizó a Eliminación de información no pública.

Como resultado de esta evaluación, ICON considera aceptables el espesor de capa de óxido de [Eliminación de información no pública] y la presión interna de la barra combustible de [Eliminación de información no pública] para los cálculos estructurales que soportan la propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B.

5.4.4.4. Vibraciones

En la PIA-2, ICON pidió a Ensa justificar cómo se habían aplicado las aceleraciones de contenedores ENUN 32P a contenedores ENUN 52B, ya que para el cálculo de la deformación en vaina del ENUN 52B se utilizaron las aceleraciones del ENUN 32P. En respuesta, Ensa remitió el documento [Eliminación de información no pública] [102].

ICON verificó que el documento [Eliminación de información no pública] incluye un análisis de sensibilidad de vibraciones comparando combustible PWR y BWR. En este análisis se confirma que en los modelos BWR usados (con mayor diámetro de vaina y mayor rigidez de vaina que en combustible PWR, y con la misma configuración de rejillas espaciadoras) se producirían menores tensiones en la vaina que en vainas de combustible PWR. Además, ICON también verificó que las aceleraciones presentadas para el ENUN 52B en el documento soporte [Eliminación de información no pública] son envolventes de las aceleraciones presentadas en el documento [Eliminación de información no pública].

Como resultado de esta evaluación, Ensa emitió una revisión 3 del documento [Eliminación de información no pública], una revisión 2 del [Eliminación de información no pública] que actualiza el espesor de corrosión de las vainas a [Eliminación de información no pública] y diversos cambios incorporados en la propuesta de modificación C de la revisión 3 del ES-T.

Como resultado de esta evaluación, ICON considera aceptable el análisis de vibraciones para condiciones normales de transporte de los elementos combustibles cargados en contenedores ENUN 52B.

5.4.4.5. Evaluación de las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B

Como ya se ha indicado previamente, ICON ha evaluado el capítulo 1 de la propuesta C.1 y el capítulo 2 de la propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES-T, realizando diversas verificaciones sobre los mismos, entre las que caben destacar:

- El quemado máximo del combustible base de diseño para el bastidor tipo B es 51,1 GWd/TmU.
- Los diseños de elementos combustibles permitidos (GE-4, GE-5, GE-6, GE-7, GE-8, GE-10, GE-11, y GE-14) son correctos.
- Se han restringido las posiciones del bastidor en las que se puede cargar un Quiver, restricción que se ha incorporado correctamente al ES-T y es consistente con el ES-A.
- Se indica que las propiedades mecánicas del Zircaloy-2 y Zircaloy-4 se consideran iguales.

Como resultado de esta evaluación, ICON considera aceptables las propuestas C y C.1 de modificación de la revisión 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B.

5.4.4.6. Conclusiones de la evaluación de las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B

Como resultado de la evaluación llevada a cabo por ICON, junto a la aceptabilidad de las modificaciones introducidas en las propuestas de modificación C y C.1 del ES-T identificadas en los subapartados previos, y que se recoge en la revisión 4 del ES-T, se propone establecer la siguiente condición:

- En el caso de que se deba proceder a la reinundación de la cavidad de un contenedor cargado con elementos combustibles de alto quemado, caracterizados como “no dañados”, estos elementos combustibles pasarán a considerarse como “dañados”, a no ser que hubieran sido categorizados previamente como combustible intacto. A tal fin, en el caso de la carga del contenedor en instalaciones nucleares españolas de estos elementos combustibles, el expedidor del bulto antes del transporte, o bien el titular de la instalación usuaria, deberá presentar una solicitud de apreciación favorable ante el Consejo de Seguridad Nuclear justificando que éstos mantienen la condición de “no dañados”. Esta conclusión ha dado lugar a la condición 18 en la propuesta de condicionado (anexo I).

Por último, señalar que como resultado de la evaluación de la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño de bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B, el área ICON ha identificado y dado de alta en la base de datos prevista al efecto en el CSN una deficiencia de evaluación. ICON considera que la falta de atención y compromiso por parte de Ensa para ejecutar las peticiones del CSN y corregir el ES-T de forma adecuada y con celeridad es una deficiencia de evaluación que afecta a la calidad, de acuerdo con el PG.IV.08, rev.3.

5.4.5. Evaluación de los aspectos de término fuente

El alcance de esta evaluación, realizado sobre las propuestas C y C.1 de la revisión 3 del ES-T, comprende la evaluación del término fuente completo, radiológico y térmico, del combustible a transportar en el bastidor tipo B del contenedor ENUN 52B. La evaluación desarrollada por ICON ha cubierto los capítulos 1, 3, 4 y 5 del ES-T, así como un amplio conjunto de documentos soporte que integran la solicitud de revisión del certificado, entre los que cabe destacar el Eliminación de información no pública

[Redacted text block]

En la evaluación se ha considerado la normativa general referenciada en el apartado 5.1 de esta PDT. Así mismo, para verificar su cumplimiento se han empleado los siguientes documentos de referencia:

- NUREG-2224 “Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel”.
- NUREG-2216 “Standard Review Plan for Transportation Packages for Spent Fuel and Radioactive Material”.

El detalle de los aspectos relativos a la definición de los combustibles base de diseño, metodología general de cálculo del término fuente, determinación de la fuente radiológica y térmica del

combustible, y determinación de la composición isotópica y las masas de gases de fisión, se describe en el informe de evaluación de ICON. En este informe también se identifican los cambios finalmente propuestos por Ensa en las propuestas de modificación C y C.1 de la revisión 3 del ES-T relacionados con: los diseños de combustible ahora considerados, los nuevos límites de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento y los nuevos términos fuente

La metodología de evaluación seguida por ICON es la misma que la utilizada en la evaluación del término fuente de la revisión en vigor del ES-T, que utiliza el bastidor ahora denominado “tipo A” y que se detalla en el informe [CSN/IEV/INNU/TRA/1408/70](#) [106]. Así mismo, la evaluación es análoga a la realizada de la revisión 4 del ES-A en la modalidad de almacenamiento, que se documenta en el informe [CSN/IEV/ICON/ENUN52B/2402/15](#) [107].

Complementariamente a las evaluaciones recogidas en los informes citados en el párrafo anterior, cabe destacar:

- La elección y caracterización de los combustibles base de diseño, con sus características físicas y datos de operación, se considera adecuada para cubrir los combustibles para los que se ha diseñado el bastidor tipo B del contenedor de transporte ENUN 52B.
- La metodología utilizada en el cálculo del término fuente se considera correcta, utiliza la normativa aplicable correctamente y utiliza códigos y versiones reconocidos y aceptados por la normativa. Esta metodología es la misma que fue utilizada en la revisión vigente del ES-T del ENUN 52B.
- Las hipótesis asumidas, reflejadas en el ES-T, para la determinación de un término fuente que sea envolvente se consideran adecuadas. Los datos utilizados en los análisis sobre las características del combustible, las hipótesis de historias de operación e irradiación, las concentraciones de impurezas en los materiales estructurales, etc., son adecuados, o bien son datos concretos bien conocidos o bien se utilizan valores envolventes o conservadores.
- El tratamiento dado a los resultados de término fuente obtenidos con el código SCALE, lo que Ensa denomina post-procesado, conlleva a la determinación de un término fuente final conservador.

Adicionalmente, a fin de verificar los resultados presentados por Ensa para las fechas de 01/07/2026 (fecha establecida para la realización de los distintos análisis) y 01/07/2043 (20 años después de la fecha permitida para el almacenamiento de los elementos combustibles en el contenedor ENUN 52B que está establecida en la revisión 5 del ES-A) se han realizado en el CSN una serie de cálculos alternativos utilizando el módulo ORIGEN-ARP, ambos incluidos en el sistema SCALE 6.1.2.

Los resultados obtenidos por el CSN para el término fuente radiológico y térmico, y de actividad de los depósitos de productos de corrosión activados que se depositan y quedan finados en las vainas del combustible (denominados normalmente como *crud*), corroboran los utilizados por Ensa en los análisis de seguridad del contenedor y reflejados en el ES-T.

5.4.5.1. Conclusiones de la evaluación de las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B

Como resultado de la evaluación llevada a cabo por ICON, se concluye que:

- La elección de los elementos combustibles base de diseño y las condiciones de operación de los mismos es adecuada, cubriendo todos los combustibles existentes en la piscina de la CNSMG para su transporte en el contenedor ENUN52B.
- La metodología y los datos utilizados para la determinación del término fuente del combustible base de diseño se consideran aceptables.
- Los resultados de término fuente presentados por Ensa y que se utilizan en los distintos análisis del ES-T se han obtenido de forma aceptable. Los valores de término fuente utilizados por Ensa en los distintos análisis que forman parte del ES-T se pueden considerar envolventes. No se han observado diferencias significativas con los resultados obtenidos por el CSN mediante cálculos alternativos.
- Las modificaciones del ES-T resultantes de estos nuevos análisis de término fuente para este nuevo bastidor tipo B y estas nuevas configuraciones de carga se consideran aceptables.
- Durante el proceso de evaluación no se han detectado incumplimientos de evaluación y todas las deficiencias de evaluación encontradas son deficiencias relacionadas con la calidad que no tienen una significación en la seguridad. Estas deficiencias han sido incorporadas a la base de datos de deficiencias HEVAL del CSN.

Por tanto, se considera aceptable la propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B, junto con las hojas modificadas de los capítulos 1 y 5 y las especificaciones Eliminación de información no pidi incorporadas en la propuesta C.1. La revisión 4 del ES-T deberá ajustarse a estas propuestas, debiendo ceñirse el contenido del contenedor a estos tipos de elementos combustibles y cumplir con las condiciones y límites establecidos en el ES-T.

5.4.6. Evaluación de los análisis de criticidad

El alcance de la evaluación se limita a las modificaciones incluidas en el Capítulo 6 “Evaluación de Criticidad” de la propuesta de modificación C de la Revisión 3 del ES-T del ENUN 52B. Además del propio capítulo 6, la evaluación desarrollada por ICON ha cubierto un amplio conjunto de documentos soporte que integran la solicitud de revisión del certificado

En la evaluación se ha considerado la normativa general referenciada en el apartado 5.1 de esta PDT. Así mismo, para verificar su cumplimiento se han empleado los siguientes documentos de referencia:

- NUREG-2216 “Standard Review Plan for Transportation Packages for Spent Fuel and Radioactive Material”.
- NUREG-2224 “Dry Storage and Transportation of High Burnup Spent Nuclear Fuel”.
- NUREG/CR-7203 “A Quantitative Impact Assessment of Hypothetical Spent Fuel Reconfiguration in Spent Fuel Storage Casks and Transportation Packages” [108] endosado por el NUREG-2224 para la definición de escenarios con reconfiguración de combustible.
- Estándares habituales de análisis de criticidad para los métodos, hipótesis y resultados de los análisis. La Guía Reguladora 3.71 [109] incluye una recopilación de los mismos.

En la evaluación realizada por el área de ICON se ha comprobado el cumplimiento con la regulación aplicable, constatando que:

- Los modelos empleados reproducen conservadoramente la geometría, materiales y condiciones tanto del combustible como del contenedor.
- Los escenarios analizados y las hipótesis aplicadas cubren conservadoramente las condiciones requeridas por la normativa.
- La metodología aplicada es adecuada y está convenientemente validada.
- Se cumplen los criterios de aceptación establecidos, teniendo en cuenta todos los sesgos e incertidumbres aplicables.

En los siguientes apartados se resumen las modificaciones propuestas por Ensa al diseño y a la metodología de análisis de seguridad, evaluadas desde el punto de vista de seguridad frente a criticidad y las conclusiones de la evaluación.

5.4.6.1. Nuevo diseño de bastidor tipo B

El área ICON ha revisado el modelo del nuevo bastidor tipo B y la evaluación de criticidad realizada por Enusa y presentada por Ensa para demostrar la subcriticidad del almacenamiento de los combustibles GE4/GE5/GE6/GE7/GE8/GE10/GE11/GE14 caracterizados como no dañados en el contenedor ENUN 52B con este nuevo bastidor. Como resultado, ha considerado aceptables los análisis aportados para garantizar la seguridad frente a criticidad del sistema de almacenamiento ENUN 52B con el nuevo bastidor tipo B y los elementos de combustible no dañado de los diseños BWR-GE solicitados.

5.4.6.2. Nuevos diseños de combustible autorizados (GE4/GE5/GE8/GE10/GE11/GE14)

El análisis de seguridad frente a criticidad realizado por Enusa incluye modelos conservadores de cada uno de estos diseños de combustible, determinando que el diseño GE14 es el más reactivo en condiciones de transporte en el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B. Este combustible es por tanto el combustible base de diseño, y todos los análisis presentados modelan el contenedor cargado con este diseño de combustible en las 52 celdas del bastidor, siendo por tanto envolventes de los diseños GE4, GE5, GE6, GE7, GE8, GE10 y GE11.

ICON considera aceptable desde el punto de vista de seguridad frente a criticidad la inclusión de los diseños de combustible GE4, GE5, GE6, GE7, GE8, GE10, GE11 y GE14 como contenido admisible para su almacenamiento en el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B.

5.4.6.3. Nueva metodología de análisis de criticidad para el bastidor tipo B con combustible no dañado

Con respecto a la metodología de análisis de criticidad de Enercon aprobada por el CSN para el ES-T del ENUN 52B, y que se mantiene en el ES-T para el bastidor tipo A, se identifican las siguientes novedades metodológicas del análisis realizado por Enusa para el contenedor con bastidor tipo B:

- Modelos de combustible y contenedor: Responden a nuevos contenidos autorizados y a la modificación del modelo del contenedor para simular el nuevo bastidor tipo B, con un emparrillado de **Eliminación de** de menor espesor y un aumento del número de chapas de absorbente neutrónico **Eliminación de**, así como del **Eliminación de información no pública**.
- Códigos de cálculo: La nueva metodología de Enusa utiliza el módulo CSAS5, que incluye el código de Monte Carlo KENO Va para el cálculo de reactividad, del sistema SCALE 6.1 con la librería v7-238 basada en ENDF-VII.
- Escenarios: Se aplica la hipótesis de exclusión de moderador para los escenarios de accidente.

De la evaluación realizada, ICON concluye:

- Considera aceptables los modelos de cálculo de los diseños de combustible para los que Ensa solicita autorización, así como la determinación del “combustible base de diseño”, como envolvente de todos ellos y por tanto de todo el inventario de combustible irradiado de CNSMG.
- Se considera aceptable el nuevo modelo de cálculo del contenedor con el diseño de bastidor tipo B, que reproduce conservadoramente la geometría, materiales y condiciones del contenedor y sus componentes.
- Se considera que el código de cálculo de criticidad empleado, perteneciente al sistema SCALE en su versión 6.1, con la librería v7-238 basada en ENDF/B-VII, es un código reconocido y ha sido convenientemente validado por Enusa para las condiciones de este análisis.
- Se considera aceptables los escenarios analizados que cubren los requeridos por la normativa, asumiendo la exclusión de moderador en condiciones de accidente.
- Se considera aceptables los resultados obtenidos que cumplen con el criterio de aceptación que requiere un valor de la constante de multiplicación efectiva inferior a 0.95, teniendo en cuenta todos los sesgos e incertidumbres aplicables.

5.4.6.4. Carga de barras de combustible dañado en el sistema de acondicionamiento de combustible dañado Quiver

El análisis de seguridad frente a criticidad para la carga de barras de combustible dañado en el sistema Quiver se detalla en el documento **Eliminación de información no pública** de Ensa, el cual ha sido objeto de dos revisiones durante el proceso de evaluación a fin de corregir erratas, incluir información adicional descriptiva de modelos de cálculo y configuraciones analizadas, para actualizar las características de las chapas de **Eliminación de**, y para incorporar un nuevo análisis con un modelo de bastidor que las refleja correctamente.

Cabe reseñar que el análisis cubre las condiciones de almacenamiento y transporte, por lo que no hace uso de la hipótesis de exclusión de moderador en condiciones de accidente, de manera que todos los escenarios analizados asumen la inundación de la cavidad.

Sobre la base del modelo con bastidor real desarrollado por Ensa, el área de ICON considera que:

- Los modelos de cálculo empleados en los análisis reproducen conservadoramente la geometría, materiales y condiciones del Quiver y sus componentes, así como del combustible dañado que puede almacenar.
- El código de cálculo de criticidad empleado, perteneciente al sistema SCALE en su versión 6.1, es un código reconocido y ha sido convenientemente validado por Ensa para las condiciones de este análisis.
- El conjunto de escenarios analizados para cumplir con los requisitos de la normativa de almacenamiento se considera aceptable.
- La ecuación de cálculo de la keff aplicada en la metodología de Ensa se considera aceptable.
- En los resultados obtenidos, para los que conservadoramente no se da crédito a la exclusión del moderador, todos los casos se encuentran por debajo del 0.95 establecido como criterio de aceptación y son inferiores a los valores obtenidos para configuraciones y escenarios similares sin Quiver. Por ello, se considera adecuado el almacenamiento de un Quiver cargado con barras de combustible dañado en una de las 52 posiciones del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B, y adecuadas las modificaciones resultantes del Capítulo 6 de la propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES de transporte.

5.4.6.5. Carga de combustible de alto grado de quemado

El Capítulo 6 de la propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES-T recoge las consideraciones de defensa en profundidad para el transporte de este combustible tras 20 años de almacenamiento en seco, como análisis más allá de la base diseño analizada.

Ensa presentó originalmente el planteamiento general para todas las disciplinas involucradas (evaluación térmica, estructural, de contención, de blindaje y de criticidad) en su informe Eliminación de información no pública y el específico de criticidad realizado por Enusa en el Eliminación de información no pública [111]. En este planteamiento, que requiere cálculos con reconfiguración de combustible, no se da crédito a la exclusión de moderador y en el análisis se identifican márgenes disponibles dando crédito al quemado y a densidades de agua reducidas.

Durante el proceso de evaluación y como consecuencia de cuestiones planteadas por IMES en la PIA-3, Ensa optó por revisar su planteamiento original y aplicar la hipótesis de exclusión al moderador, lo que supuso la revisión de los dos documentos indicados en el párrafo anterior. Tal y como recoge explícitamente el NUREG-2224, de aceptarse la exclusión del moderador, no se requieren los análisis suplementarios especificados para el transporte de combustible de alto quemado tras más de 20 años de almacenamiento en seco. Ello es debido a que con la cavidad seca nunca van a alcanzarse condiciones de keff por encima de 0.95, independientemente de las configuraciones de combustible modeladas.

Por tanto, y puesto que desde el CSN se ha aceptado la hipótesis de exclusión al moderador para CHA, el análisis de defensa en profundidad con reconfiguración de combustible presentado por Ensa no sería necesario para demostrar la subcriticidad del transporte del combustible de alto quemado tras más de 20 años de almacenamiento en seco.

ICON considera aceptable desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad el transporte de combustible de alto quemado en el contenedor ENUN 52B tras más de 20 años de

almacenamiento en seco, sobre la base de que la hipótesis de exclusión de moderador en condiciones de accidente de transporte es aceptable para este contenedor.

5.4.6.6. Conclusiones de la evaluación de los análisis de criticidad

Como resultado de la evaluación llevada a cabo por ICON, y además de lo ya indicado en los apartados previos, se concluye:

- Se considera aceptable, desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad, el nuevo diseño de bastidor tipo B para el transporte del combustible BWR-GE irradiado de CN Garoña, en las condiciones y configuraciones de carga establecidas, así como las correspondientes modificaciones del Capítulo 6 de la propuesta C de modificación de la revisión 3 del Estudio de Seguridad de transporte.
- Se considera aceptable desde el punto de vista de seguridad frente a criticidad la inclusión de los nuevos diseños de combustible GE4, GE5, GE8, GE10, GE11 y GE14, junto con los previamente autorizados GE6 y GE7, como contenido admisible para su transporte en el contenedor ENUN 52B en el marco de la propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES-T.
- Se considera aceptable, desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad, el transporte de un Quiver cargado con combustible dañado en una de las 52 celdas del contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B, así como las modificaciones resultantes del Capítulo 6 de la propuesta C de modificación de la revisión 3 del ES de transporte.
- Se considera aceptable desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad el transporte de hasta 32 elementos combustibles de alto quemado en las posiciones central e intermedia del contenedor ENUN 52B, sin limitaciones en el tiempo previo de almacenamiento en seco.
- Durante el proceso de evaluación se han identificado varias “deficiencias relacionadas con la calidad” de acuerdo con lo establecido en el PG.IV.08 03. Estas deficiencias han sido incorporadas a la base de datos de deficiencias HEVAL del CSN.

5.4.7. Evaluación de la garantía de calidad dentro del sistema de gestión

En el caso de diseñadores y fabricantes, la correcta aplicación de los aspectos de garantía de calidad permite garantizar que las especificaciones del diseño final del embalaje o de los materiales radiactivos, sus planos y los procedimientos han sido elaborados teniendo en cuenta los requisitos reglamentarios, y que el embalaje o el material radiactivo ha sido fabricado estrictamente según las especificaciones anteriores.

El ES-T establece en su apartado 1.3.1 un resumen del sistema de calidad implantado por Ensa, que se desarrolla sobre la base de los documentos generales de su manual de garantía de calidad, en relación con la gestión de calidad, y en un plan de calidad (PC) específico. El PC es común a los contenedores ENUN 24P, ENUN 32P y ENUN 52B.

En la solicitud se adjuntaba la revisión 12 de dicho PC, que es común a las modalidades de almacenamiento y transporte, y que garantiza que el ENUN 52B, además de cumplir con la normativa del país origen del proyecto, cumpla con la normativa española de garantía de calidad. Durante la evaluación de dicho plan, dentro del contexto del proceso de licenciamiento de almacenamiento, se remitió al CSN la revisión 13, que fue evaluada por el área de GACA mediante

la nota de evaluación técnica de referencia [CSN/NET/GACA/ENUN52B/2303/22](#) [112], considerándola aceptable.

Posteriormente, durante el proceso de licenciamiento de transporte, Ensa envió una nueva revisión del PC. Esta revisión 14 incorporaba cambios menores y no requirió acciones adicionales por parte del área de GACA, considerándola aceptable.

Se concluye, por tanto, que se considera adecuado el sistema de calidad implantado por Ensa para el diseño, fabricación y licenciamiento del contenedor ENUN 52B, reflejado en el ES-T y en el plan de calidad específico de referencia [redacted], en la revisión vigente.

Sin embargo, las actividades de la operación de transporte no se encuentran contemplada en el PC aplicable al ENUN 52B (referencia [redacted]), por lo que el usuario del bulto deberá establecer un programa de garantía de calidad para el uso y el mantenimiento del bulto ENUN 52B con antelación suficiente al inicio de dichas actividades.

En consecuencia, se propone mantener la condición 10ª ya existente en el condicionado del certificado vigente.

5.4.8. Evaluación de las Instrucciones de uso, criterios de aceptación e instrucciones de mantenimiento

Instrucciones de uso

Las operaciones de recepción, carga, preparación para el transporte y descarga del sistema ENUN 52B se encuentran detalladas en el capítulo 7 del ES del bulto.

Las modificaciones de la presente solicitud que afectan a las instrucciones de uso están relacionadas con:

- Establecimiento de criterios ALARA que minimicen las dosis recibidas por el personal en las siguientes operaciones:
 - Proceso de carga del contenedor.
 - Proceso de descarga del contenedor.
 - Movimientos del contenedor en la instalación.
 - Operaciones de vigilancia y mantenimiento.

Las directrices que deberán ser implementadas en los procedimientos de operación del contenedor para minimizar las dosis operacionales se basarán en:

- Minimizar el tiempo de exposición a la radiación de los operarios.
- Maximizar la distancia a la fuente de radiación.
- Utilización de blindajes temporales.
- Inclusión de la Tabla 7.0.1, que describe los equipos auxiliares y establece su clasificación en función de su importancia para la seguridad.
- Particularidades de uso del Quiver.

- Tal y como recoge la **Eliminación de PIA**, para el contenedor con bastidor tipo B se modifica el proceso de secado por vacío, que ahora puede constar de 2 fases.
- Eliminación del requisito de vigilancia de presión durante la operación de drenaje de la cavidad interior del contenedor (**Eliminación de PIA**).
- Cambios asociados a la definición de la barrera de exclusión: definición de los criterios de fugas exigidos a cada una de las dos barreras que la conforman y actuaciones a realizar en caso de no cumplirse con los criterios de aceptación.
- Tal y como recoge la **Eliminación de PIA**, se eliminan alternativas en los procedimientos de operación relativos a:
 - Uso del yugo con el dispositivo de elevación de la tapa interior acoplado.
 - Secuencias de pruebas de fugas de la tapa exterior y de las tapas de las penetraciones (prueba conjunta anillo interior + anillo exterior).

Asimismo, se eliminan aquellas secuencias que, por motivos operacionales, no van a ser realizadas en el contenedor.

- Opciones de uso de la virola auxiliar de transporte cuando este se realice inmediatamente después de la carga, según el ENUN 52B tenga bastidor tipo A o tipo B.
- En el procedimiento de descarga del contenedor para la reinundación de la cavidad interior se modifica el caudal inicial.
- Requisitos en los pares de apriete en función del lubricante utilizado, Neverseez **Eliminación de PIA**.
- Se incluye, como última acción en la operación de preparación del contenedor vacío para transporte, proporcionar al transportista los datos e instrucciones correspondientes al transporte del contenedor ENUN 52B.

Con el motivo de esta evaluación, fue necesario modificar este apartado para incluir aspectos relacionados con las tasas de dosis en posiciones diagonales del contenedor (PIA-2) y para clarificar el criterio de fugas máximas para el recinto de contención para el transporte de combustible de alto grado de quemado (PIA-3).

A lo largo de los anteriores apartados en los que se resumen las evaluaciones de los diferentes análisis de seguridad (estructural, térmico, blindaje, etc.) de las modificaciones, ya se han expuesto las conclusiones alcanzadas con el capítulo 7 del ES-T.

Se considera que las instrucciones de uso que se describen en el ES-T resultan una base adecuada sobre la que se desarrollarán procedimientos detallados en las instalaciones usuarias, que tendrán en cuenta sus características y equipamiento, así como sus procedimientos operacionales e instrucciones de control de calidad.

Siguiendo lo definido por el procedimiento PT.IV.28, se propone la condición 8ª, que indica que el expedidor del bulto deberá seguir las instrucciones de utilización especificadas en el Estudio de Seguridad, así como en los manuales de operación y mantenimiento que se desarrollen para su aplicación.

Instrucciones de mantenimiento y criterios de aceptación

Los criterios de aceptación y el programa de mantenimiento del bulto ENUN 52B se encuentran detallados en el capítulo 8 del ES. Este capítulo describe los exámenes, inspecciones y ensayos a realizar sobre el contenedor antes del primer transporte, para garantizar que, una vez fabricado, cumple con los planos de licencia aplicables y con los demás requisitos del ES.

Las modificaciones de la solicitud objeto de evaluación en esta PDT que afectan las instrucciones de mantenimiento y los criterios de aceptación están relacionadas con las modificaciones de diseño que afectan a nuevos componentes o que utilizan materiales alternativos, así como a mejoras de redacción. A continuación se presentan los cambios propuestos más significativos:

- Particularidades asociadas al Quiver.
- La definición de la barrera de exclusión en el ENUN 52B con bastidor tipo B y sus requisitos aplicables implica que, de forma previa a cada transporte, se realice pruebas de fugas a todos los anillos que forman parte de la barrera de exclusión (incluida la junta del tapón de la penetración entre anillos de la tapa interior) para asegurar que no habrá entrada de agua desde el exterior.
- Como resultado de la modificación de la barrera de contención en el ENUN 52B con bastidor tipo A y tipo B, de forma previa a un transporte se medirán y registrarán las tasas de fugas de todas las juntas metálicas del sistema de cierre y sus anillos respectivos, pero de acuerdo a los requisitos de contención sólo será necesario cumplir el criterio de aceptación en todos los componentes de la barrera de contención.
- La definición de la barrera de exclusión en el ENUN 52B con bastidor tipo B y sus requisitos aplicables implica que de forma previa a cada transporte se realice pruebas de fugas a todos los anillos que forman parte de la barrera de exclusión (incluida la junta del tapón de la penetración entre anillos de la tapa interior) para asegurar que no habrá entrada de agua desde el exterior.
- En el caso de que un elemento del sistema de cierre deba cumplir distintos criterios de aceptación en función de ser barrera de exclusión y/o de moderador se deberá comprobar el cumplimiento del valor más restrictivo.
- En relación al revestimiento anticorrosión, se define para el contenedor con bastidor tipo B un espesor medio máximo admisible de Eliminación de información para el recubrimiento anticorrosión que se aplica sobre la superficie interior del vaso y sobre la tapa interior.

Como novedad, se introduce como medida adicional de protección frente a la corrosión la posibilidad de aplicar el revestimiento anticorrosión en las caras planas de las cajas de la tapa exterior tipo B.

- La reclasificación de los pernos soldados al bastidor, sus arandelas y sus tuercas como “no importantes para la seguridad” implica aclarar que la estructura de acero inoxidable del bastidor, a la cual se aplican los criterios de la subsección NG del Código ASME, Sección III, se limita a las placas del emparrillado y rigidizadoras, eliminando cualquier referencia a los elementos reclasificados.

Asimismo, las soldaduras de los pernos soldables del bastidor se considerarán, a efectos de las inspecciones visuales (VT), estructuras internas según ASME III NG con criterios de aceptación basados en Eliminación de información no pública [113].

A lo largo de los anteriores apartados en los que se resumen las evaluaciones de los diferentes análisis de seguridad (estructural, térmico, blindaje, etc.) de las modificaciones de diseño, ya se han expuesto las conclusiones alcanzadas en relación con el capítulo 8 del ES-T.

Como conclusión de este apartado, se considera aceptable el contenido del capítulo 8 recogido en la revisión 4 del ES-T.

Envejecimiento y gap normativo-técnico

Como ya se ha indicado anteriormente, para esta solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación, el ES-T en revisión 4 que la soporta se basa en los requisitos establecidos en la edición 2018 de la SSR-6. Tres de las principales novedades normativas introducidas las constituyen los párrafos 613A, 809 f) y k), que requieren que el diseño y uso del bulto tenga en cuenta mecanismos de envejecimiento y una evaluación periódica de los cambios reglamentarios, técnicos y en el estado del diseño durante el almacenamiento.

El ES-T del ENUN 52B cubre los siguientes aspectos vinculados al envejecimiento del bulto:

- Fatiga: El capítulo 2 del ES-T, en el apartado dedicado a los criterios de diseño estructural del bulto, evalúa el fallo por fatiga de los componentes al estar sometidos a cargas cíclicas, presentando el número de máximo de ciclos de carga para CNT y CHA.
- Consumo de B en las chapas de los venenos neutrónicos: El capítulo 6 del ES-T presenta la estimación numérica del agotamiento por unidad de tiempo del B-10 presente en las chapas de Eliminación de debido al flujo neutrónico del contenido después de 50 años de operación del bulto.
- Corrosión: El ES-T tiene evalúa la posibilidad de ocurrencia de reacciones químicas, galvánicas o de otra naturaleza entre los materiales del embalaje, el contenido y el entorno (capítulo 2) y establece criterios de mantenimiento de los principales subsistemas (capítulo 8).
- La consideración de los mecanismos de envejecimiento del contenido tras un periodo prolongado de almacenamiento igual o superior a 20 años se analiza por medio de la Eliminación de información no pública desarrollada por Ensa.
- Otros aspectos como la pérdida de pares de apriete en los pernos y la degradación de las pinturas se contemplan en el capítulo 8 del ES-T.
- Las instrucciones de operación recogen medidas a tomar antes de un transporte para comprobar los efectos de los mecanismos de envejecimiento tras almacenamiento.

En relación a los cambios regulatorios, de conocimiento técnico y del estado de diseño del contenedor como bulto de transporte, Ensa remite al cumplimiento de la IS-20 del CSN, *por la que se establecen los requisitos de seguridad relativos a contenedores de almacenamiento de combustible gastado*, la cual establece la remisión de un informe anual que resuma las novedades en cuanto a normativa, experiencia operativa, conocimiento técnico, participación en foros especializados e incluso no conformidades o situaciones anómalas de operación. La IS-20 también requiere la actualización del ES del contenedor de almacenamiento cada dos años (como mínimo)

evaluando los cambios en la normativa aplicable al mismo, cambios en el propio diseño o cambios en los procedimientos de operación de la instalación.

Se considera adecuado, para el cumplimiento de los criterios de la normativa de transporte en relación con el envejecimiento y el análisis del gap normativo y técnico, lo incluido en el ES-T, si bien se solicitará a Ensa por carta de la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear que establezca un procedimiento sistemático de evaluación periódica sobre los cambios en la regulación, los cambios en el conocimiento técnico y los cambios del estado del diseño del bulto durante el período de almacenamiento, cuyos resultados deberá remitir con cada futura solicitud de revisión del certificado.

Este programa de actualización facilitará los procesos de renovación del certificado de aprobación del diseño del bulto y garantizará la verificación de la validez de los certificados existentes durante el período de almacenamiento. Para la elaboración del programa de actualización técnica y reguladora pueden ser útiles las referencias recogidas en la SSG-26 del OIEA [114].

5.5. Propuesta de condicionado

En la siguiente tabla se describen las condiciones que se proponen para su inclusión en la revisión 2 del certificado de aprobación de diseño del bulto. Estas condiciones se derivan de las evaluaciones llevadas a cabo y de las que, con carácter general, se definen en el procedimiento PT.IV.28. Se señalarán las modificaciones introducidas respecto al condicionado de la vigente aprobación del diseño del bulto ENUN 52B.

Condicionado Vigente vs Propuesto	Motivo/Comentarios
<p>Condición 1ª Se aprueba el diseño de bulto para materiales fisionables que se describe a continuación, como tipo B(U)F, para los siguientes modos de transporte: carretera, ferrocarril y marítimo, tras superar los requisitos exigidos por el Reglamento del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) y por la reglamentación española de transporte aplicable para este tipo de bultos.</p> <p>Los bultos cubiertos por esta aprobación, con número de serie 001, 002, 003, 004 y 005, todos ellos ENUN 52B con bastidor tipo A, deberán ser considerados como bultos tipo B(M)F.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento PT.IV.28. • El bulto ENUN 52B se reclasifica a tipo B(U)F. • Se mantiene la clasificación como bulto B(M) para los bultos con números de serie de 001 a 005, todos ellos con bastidor tipo A, ya fabricados.
<p>Nota al pie 1 Requisitos de seguridad N.º SSR-6, Reglamento para el transporte seguro de</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Actualización de la normativa de referencia a la edición vigente.

Condicionado Vigente vs Propuesto	Motivo/Comentarios
<p>materiales radiactivos, Edición 2018, publicada por el OIEA</p> <p>Nota al pie 2 Real Decreto 97/2014 de 14 de febrero que regula las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español, que remite al Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR). Real Decreto 412/2001 de 20 de abril por el que se regulan diversos aspectos relacionados con el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril, que remite al Reglamento relativo al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas (RID). Código Marítimo Internacional sobre transporte de mercancías peligrosas (IMDG) de la OMI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente.
<p>Condición 2ª El diseño de bulto objeto de esta aprobación es el denominado ENUN 52B, previsto para el transporte de combustible gastado, que se corresponde con el documento <i>“Estudio de seguridad del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B”</i>, de referencia 9267-T, Rev. 4, de fecha octubre de 2024, presentado por la empresa Equipos Nucleares, S.A., S.M.E (Ensa).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Cambia la referencia de la revisión del Estudio de Seguridad del bulto de transporte y su fecha de emisión.
<p>Condición 3ª Se le asigna a la presente aprobación la identificación E/147/B(U)F, revisión 2, con validez hasta el 31 de diciembre de 2029, siempre que no se produzcan modificaciones técnicas o administrativas con anterioridad a esta fecha. La solicitud de prórroga deberá efectuarse, al menos, con seis meses de antelación a la finalización del periodo de validez y se ajustará a lo establecido en la Guía de Seguridad 6.4 del CSN <i>“Documentación para solicitar autorizaciones en el transporte de material radiactivo: aprobaciones de bultos y autorización de expediciones de transporte”</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Se cambia el tipo de bulto a B(U)F y se actualiza el número de revisión del certificado a la revisión 2.

Condicionado Vigente vs Propuesto	Motivo/Comentarios
<p>Condición 4ª Descripción del embalaje: ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Se modifica la descripción del embalaje para adaptarla a las modificaciones en el diseño.
<p>Condición 5ª Contenido permitido ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Se modifica la descripción del contenido permitido para adaptarla a las modificaciones en el diseño.
<p>Condición 6ª El índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC) es cero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente.
<p>Condición 7ª El expedidor del bulto deberá disponer de este certificado y de toda la documentación necesaria para la correcta utilización del bulto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente.
<p>Condición 8ª El expedidor del bulto deberá seguir las instrucciones de utilización y mantenimiento especificadas en el Estudio de Seguridad del bulto de referencia 9267-T.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente.
<p>Condición 9ª Los bultos deberán llevar grabado en su exterior de forma indeleble la marca de identificación E/147/B(U)F y el número de serie. En el caso de los contenedores ENUN 52B con números de serie 001 al 005, la marca de identificación será E/147/B(M)F. La reglamentación admite que estos embalajes puedan tener la marca de identificación de la revisión anterior, E/147/B(M)F-96.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • El bulto se reclasifica a B(U)F. • Se especifica la marca que deberán llevar los contenedores con número de serie 001 a 005. • Se añade que la marca en los contenedores 001 a 005, puede ser diferente a la referencia del certificado, estando permitida. La base normativa es el párrafo 6.4.23.12 e) del ADR.
<p>Condición 10ª La garantía de calidad de los aspectos relacionados con el diseño, fabricación y pruebas del bulto ENUN 52B, deberá adecuarse a los requisitos establecidos en el <i>“Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para almacenamiento y transporte de Combustible Gastado,”</i> de referencia 9231QP001, emitido por Ensa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente.

Condicionado Vigente vs Propuesto	Motivo/Comentarios
<p>A su vez, el uso y mantenimiento del bulto ENUN 52B deberán ser controlados mediante el correspondiente programa de garantía de calidad, que formará parte del Sistema de gestión requerido por la reglamentación de transporte vigente.</p>	
<p>Condición 11ª Equipos Nucleares, S. A. S. M. E informará al Consejo de Seguridad Nuclear del número de serie de cada embalaje fabricado según el diseño aprobado en este certificado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Como es habitual, no se introduce en la propuesta la obligatoriedad de informar a la actual DGPCE, que figura en el certificado vigente (como DGPEM), siendo potestad de la misma incluirla en la condición.
<p>Condición 12ª Este certificado no exime al expedidor del cumplimiento de cualquier requisito exigido por los gobiernos de cualquiera de los países a través de los cuales vaya a transportarse el bulto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente.
<p>Condición 13ª El transporte de estos bultos a través del territorio español precisará de aprobación de expedición, debiendo seguir la Guía de Seguridad 6.4 del Consejo de Seguridad Nuclear <i>“Documentación para solicitar autorizaciones en el transporte de material radiactivo: aprobaciones de bultos y autorización de expediciones de transporte”</i>. La solicitud deberá ser presentada al menos con seis meses de antelación a la fecha prevista del transporte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente
<p>Condición 14ª El transporte de estos bultos a través del territorio español se deberá realizar en la modalidad de uso exclusivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • PT.IV.28. • Sin cambios respecto al certificado vigente.
<p>Condición 15ª Los bultos ENUN 52B con bastidor tipo A y número de serie 001 a 005, ya fabricados, están diseñados para una temperatura ambiente mayor o igual a -20,4 °C, por lo que su uso queda restringido a temperaturas ambientales superiores a ese valor. Estas unidades han sido clasificadas como bultos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se mantiene la condición del certificado vigente, pero restringiéndola solo a los bultos con bastidor tipo A con números de serie comprendidos entre 001 a 005, ya fabricados y cargados.

Condicionado Vigente vs Propuesto	Motivo/Comentarios
<p>tipo B(M) en la condición 1ª de esta aprobación, ya que no se ha justificado que cumpla el requisito de la temperatura ambiental mínima en operación de -40°C, tal y como establece la reglamentación, citada en la misma condición, para un bulto B(U).</p>	
<p>Nueva condición 16ª No se podrá transportar el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B con carga regionalizada CD empleando la virola auxiliar de transporte antes de julio de 2026.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva condición.
<p>Nueva condición 17.ª En caso de que el contenido transportado contenga combustible de alto grado de quemado y la distancia acumulada del transporte para dicho contenido llegue a ser superior a 3219 km (2000 millas), el expedidor deberá reevaluar el resultado obtenido en los análisis de fatiga de vaina para garantizar que el daño acumulado total en la vaina sigue estando alejado del límite incluido en el Estudio de Seguridad y presentar dichos resultados al Consejo de Seguridad Nuclear con antelación al transporte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva condición. • Se ha utilizado dicha distancia como condición inicial para los cálculos del ES. Esta condición se encuentra vigente en otros diseños de ENSA (ENUN 32P)
<p>Nueva condición 18.ª En el caso de que se deba proceder a la reinundación de la cavidad de un contenedor cargado con elementos combustibles de alto quemado, caracterizados como “no dañados”, estos elementos combustibles pasarán a considerarse como “dañados”, a no ser que hubieran sido categorizados previamente como combustible intacto. A tal fin, en el caso de la carga del contenedor en instalaciones nucleares españolas de estos elementos combustibles, el expedidor del bulto antes del transporte, o bien el titular de la instalación usuaria, deberá presentar una solicitud de apreciación favorable ante el Consejo de Seguridad Nuclear justificando</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva condición. • Esta condición es similar a la ya impuesta para el contenedor ENUN 52B de almacenamiento.

Condicionado Vigente vs Propuesto	Motivo/Comentarios
que éstos mantienen la condición de “no dañados”.	
Tabla 1	<ul style="list-style-type: none"> Nueva tabla.
Figura 1	<ul style="list-style-type: none"> Sin cambios

5.6. Deficiencias de evaluación

Durante la evaluación y sobre la base de la revisión vigente del procedimiento del CSN PG.IV.08 “Evaluación de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo de combustible”, se han identificado varias deficiencias de evaluación por parte de las áreas de IMES e ICON, que han sido incorporadas a la base de datos de hallazgos de evaluación (HEVAL) del CSN con las referencias 354 (IMES) y 356 a 363 (ICON).

En cumplimiento con los procedimientos internos del CSN, se comunicarán estas deficiencias a Ensa mediante carta de la DSN, incluida como Anexo II de esta PDT.

5.7. Discrepancias frente a lo solicitado

Sí. Como resultado de la evaluación del área ICON, se impone una condición que se refiere a la maniobra de reinundación de un contenedor cargado con combustible de alto grado de quemado.

En caso de necesidad de reinundación de la cavidad del contenedor cargado con combustible de alto quemado, se producirían en el combustible variaciones de temperatura que excederían un rango de 65°C. De acuerdo con el NUREG-2224 y la base experimental que lo sustenta, no se puede asegurar que, tras la reinundación del contenedor, el combustible de alto quemado permanezca en la condición de “no dañado” si en dichos elementos combustible existían barras con pinchazos o grietas finas (“pinholes” o “hairline cracks”, dentro de la definición de combustible “no dañado”). La razón principal tiene que ver con la potencial entrada de agua en la barra combustible, con los consiguientes problemas asociados con la oxidación de la pastilla. El NUREG-2224 exceptúa el caso del combustible que hubiera sido clasificado como “intacto” que, de acuerdo a las definiciones establecidas, no puede contener defectos tipo “pinholes” o “hairline cracks”.

En base a ello se considera necesario imponer la siguiente condición:

En el caso de que se deba proceder a la reinundación de la cavidad de un contenedor cargado con elementos combustibles de alto quemado, caracterizados como “no dañados”, estos elementos combustibles pasarán a considerarse como “dañados”, a no ser que hubieran sido categorizados previamente como combustible intacto.

A tal fin, en el caso de la carga del contenedor en instalaciones nucleares españolas de estos elementos combustibles, el expedidor del bulto antes del transporte, o bien el titular de la instalación usuaria, deberá presentar una solicitud de apreciación favorable ante el Consejo de Seguridad Nuclear justificando que éstos mantienen la condición de “no dañados”.

5.8. Otras acciones adicionales

Sí. Se comunicará a Ensa mediante la carta de la DSN recogida en el Anexo II las deficiencias de evaluación identificadas y la necesidad de establecer un programa de actualización técnica y reguladora.

6. CONCLUSIONES

Considerando las conclusiones de las áreas técnicas del CSN en las evaluaciones llevadas a cabo se estima que, desde el punto de vista de la seguridad y protección radiológica, puede informarse favorablemente la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación de diseño de bulto ENUN 52B, de conformidad con los límites y condiciones establecidos en el Anexo I y descritos en el apartado 5.5 de la presente PDT.

7. PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS

Para la realización de la presente PDT se ha seguido el procedimiento PT.IV 28 “Procedimiento de evaluación para la aprobación y convalidación de bultos de transporte”, dentro del Manual de procedimientos técnicos.

8. REFERENCIAS

- [1] Miterd; Solicitud de informe de la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico, en relación con la renovación del certificado E/147/B(U)F-96, correspondiente al bulto ENUN 52B, para transporte de combustible gastado. (n.º de registro 57369, con fecha de entrada 30 de diciembre de 2022).
- [2] Miterd; Solicitud de informe de la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio para la transición ecológica y reto demográfico, sobre la solicitud de la revisión 3 del certificado de aprobación de diseño del bulto de transporte ENUN 32P (n.º de registro 55549, con fecha de entrada 11 de noviembre de 2022)
- [3] Miterd; Resolución por la que se aprueba la revisión 1 del certificado de aprobación del diseño de bulto de transporte ENUN 52B, de fecha 3 de diciembre de 2020.
- [4] IAEA; SSR-6, “Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo”, Ed. 2012.
- [5] Ensa; 9267-T “Estudio de seguridad del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B” en revisión 3.
- [6] CSN; Instrucción IS-35, de 4 de diciembre de 2013, del Consejo de Seguridad Nuclear, en relación con el tratamiento de las modificaciones de diseño de bultos de transporte de material radiactivo con certificado de aprobación de origen español y de las modificaciones físicas o de operación que realice el remitente de un bulto sobre los embalajes que utilice.
- [7] Ensa; Carta de referencia 052-22, “Solicitud de emisión de la revisión 2 del certificado de aprobación del diseño de bulto para transporte de combustible gastado ENUN52B”.

- [26] CSN; CSN/IEV/IMES/TRA/2309/182, “Evaluación de la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B. Aspectos térmicos”.
- [27] CSN; CSN/IEV/IMES/TRA/2402/189; “Evaluación de la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B: Aspectos mecánicos – estructurales y de contención”.
- [28] CSN; CSN/IEV/ICON/TRA/2411/196, “Evaluación de las propiedades mecánicas del combustible gastado de alto quemado usadas en los análisis de seguridad que soportan las propuestas C y C.1 de modificación de la rev. 3 del ES-T del contenedor ENUN 52B para el combustible gastado de la CN Santa María de Garoña”.
- [29] CSN; CSN/IEV/ICON/TRA/2411/197, “Evaluación de la solicitud de aprobación de la modificación de la revisión 3 del Estudio de Seguridad (ES-T) del contenedor de transporte ENUN 52B para transporte de combustible gastado de la CN Santa María de Garoña. Aspectos de término fuente”.
- [30] CSN; CSN/IEV/ICON/TRA/2411/198, “Evaluación de los análisis de criticidad que soportan la propuesta de modificación de la revisión 2 de la aprobación de diseño de bulto del contenedor ENUN 52B para el transporte de combustible gastado de la CN Garoña”.
- [31] Ensa; 9267IE001, “Informe de ensayos” en revisión 4.
- [32] Ensa; 9231-T “Estudio de seguridad del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 32P”.
- [33] CSN; CSN/C/DSN/TRA/23/11, “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B”. De fecha 27 de marzo de 2023.
- [34] Ensa; Carta de referencia 023-23, “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B”. De fecha 28 de abril de 2023.
- [35] CSN; CSN/PIA/ATMR/TRA/2310/10, “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B”. De fecha 5 de octubre de 2023.
- [36] Ensa; Carta de referencia 053-23, “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B”. De fecha 8 de noviembre de 2023.
- [37] Ensa; Carta de referencia 005-24, “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B. Evaluación del impacto en Transporte del proceso de licenciamiento de Almacenamiento”. De fecha 26 de enero de 2024.
- [38] CSN; CSN/PIA/ATMR/TRA/2405/11, “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B”. De fecha 9 de julio de 2024.
- [39] Ensa; Carta de referencia 038-24, “Petición de información adicional relativa a la solicitud de revisión 2 del certificado de aprobación del diseño del bulto para transporte de combustible gastado ENUN 52B”. De fecha 31 de julio de 2024.
- [40] Ensa; Carta de referencia 044-24, “Respuesta de Ensa a comentarios adicionales identificados por el área de ICON en relación a la Propuesta C de modificación de la revisión

3 del Estudio de Seguridad de Transporte del bulto ENUN 52B". De fecha 19 de septiembre de 2024.

- [41] CSN; CSN/ART/ARAA/ENUN52B/2304/01, ENUN 52B. Aclaración de aspectos relacionados con el adelanto de las cuestiones identificadas por el área de protección radiológica de los trabajadores (APRT) para incluir en la PIA-3 de Almacenamiento.
- [42] CSN; CSN/ART/ARAA/ENUN52B/2307/02, ENUN 52B. Aspectos pendientes de resolución que afectan a la solicitud almacenamiento y propuesta revisión modificación de diseño relativa a cargas parciales (almacenamiento y transporte).
- [43] CSN; CSN/ART/ARAA/ENUN52B/2402/01, Reunión aclaración cuestiones de las áreas ICON y APRT en relación con la propuesta C de modificación a la revisión 4 del Estudio de Seguridad de Almacenamiento del contenedor ENUN 52B.
- [44] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [45] Enusa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [46] CSN; CSN/C/DSN/ENUN52B/23/02, "Segunda petición de información adicional solicitud de Aprobación de la Rev.4 del ES de almacenamiento del contenedor ENUN 52B".
- [47] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [48] Enusa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [49] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [50] Enusa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [51] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [52] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [53] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [54] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]
- [55] CSN; CSN/IEV/APRT/TRA/2208/170, "Evaluación de la solicitud de aprobación de diseño de bulto de transporte del contenedor ENUN 32P para transporte de combustible de alto grado de quemado después de almacenamiento en seco durante 20 años. Aspectos de blindaje y protección radiológica".
- [56] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED]

- [57] INGECID; **Eliminación de información no pública**
- [58] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [59] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [60] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [61] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [62] INGECID; **Eliminación de información no pública**
- [63] INGECID; **Eliminación de información no pública**
- [64] INGECID; **Eliminación de información no pública**
- [65] INGECID; **Eliminación de información no pública**
- [66] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [67] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [68] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [69] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [70] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [71] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [72] Westinghouse; **Eliminación de información no pública**
- [73] CSN; CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2303/10, “Evaluación de la solicitud de aprobación de la revisión 4 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 52B para almacenamiento de combustible gastado. Aspectos térmicos”.
- [74] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [75] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [76] CSN; CSN/IEV/IMES/ENUN52B/2307/11, “Evaluación de la Solicitud de aprobación de la revisión 4 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN52B para almacenamiento de combustible gastado. Aspectos mecánico – estructurales y de confinamiento”.
- [77] American National Standard; ANSI N14.5-2014, “American National Standard for Radioactive Material Leakage Tests on Packages for Shipment”. 2014.
- [78] American National Standard; ANSI N14.6, “Special Lifting Devices for Shipping Containers Weighing 10.000 pounds (4500 kg) or more”. 1993.

- [79] USNRC; NUREG-0612, "Control of Heavy Loads at Nuclear Power Plants". 1980.
- [80] USNRC; Interim Staff Guidance-12 (ISG-12) rev.1, "Buckling of irradiated fuel under end drop conditions".
- [81] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [82] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [83] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [84] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [85] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [86] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [87] INGECID; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [88] INGECID; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [89] INGECID; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [90] INGECID; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [91] INGECID; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [92] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [93] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [94] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [95] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [96] CSN; CSN/ATMR/II/AFA-0002/ORG-0276/21, "Propuesta de dictamen técnico de la solicitud de Ensa de declaración de apreciación favorable de la metodología para el cálculo de la integridad estructural en contenedores ENUN".
- [97] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [98] Sandia National Laboratories; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [99] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [100] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [101] Ensa; **Eliminación de información no pública** [REDACTED].
- [102] Pacific Northwest National Laboratory, **Eliminación de información no pública** [REDACTED].

- [103] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [104] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [105] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [106] CSN; CSN/IEV/INNU/TRA/1408/70, “Solicitud de aprobación del diseño del contenedor ENUN 52B para transporte de combustible gastado. Evaluación del término fuente”.
- [107] CSN; CSN/IEV/ICON/ENUN52B/2402/15, “Evaluación de la solicitud de aprobación de la revisión 4 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 52B para almacenamiento de combustible gastado de la CN Santa María de Garoña. Aspectos de término fuente”.
- [108] USNRC; NUREG/CR-7203 “A Quantitative Impact Assessment of Hypothetical Spent Fuel Reconfiguration in Spent Fuel Storage Casks and Transportation Packages”.
- [109] USNRC; Regulatory Guide 3.71, “Nuclear criticality safety standards for fuels and Material Facilities”. 2018.
- [110] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [111] Enusa; **Eliminación de información no pública**
- [112] CSN; CSN/NET/GACA/ENUN52B/2303/22, “Evaluación de la Propuesta A de Modificación de la Revisión 4 del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 52B de Ensa”.
- [113] Ensa; **Eliminación de información no pública**
- [114] IAEA; SSG-26 rev.1, “Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material”. 2018.

Anexo I: Escrito de resolución. Límites y condiciones CSN/C/SG/TRA/25/01

SECRETARÍA DE ESTADO
CC/DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN
ENERGÉTICA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO
DEMOGRÁFICO. MADRID

ASUNTO: INFORME FAVORABLE SOBRE LA SOLICITUD DE EMISIÓN DE LA REVISIÓN 2 DEL CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL DISEÑO DE BULTO PARA TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE GASTADO ENUN 52B

La Dirección General de Planificación y Coordinación Energética (DGPCE) del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, conforme al artículo 77 del Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, remitió al Consejo de Seguridad Nuclear, con su escrito de 21 de octubre de 2024 (n.º de registro 37715) petición de informe sobre la solicitud descrita en el asunto. La solicitud presentada incluía la revisión 4 del Estudio de Seguridad del bulto de transporte ENUN 52B, de referencia 9267-T.

La solicitud sustituía y anulaba la presentada el 30 de diciembre de 2022 (nº de registro de entrada 57369), que incluía la propuesta A de modificación de la revisión 3 del Estudio de Seguridad del bulto.

La solicitud tiene por objeto la revisión del certificado a fin de actualizar la documentación soporte, que incorpora 48 modificaciones al diseño del ENUN 52B que requieren previamente de autorización, a fin de permitir almacenar y transportar todo el inventario de combustible gastado de la CNSMG.

Ensa solicita el cambio de tipo de bulto de B(M)F a B(U)F en aplicación de la Metodología para el Cálculo de la Integridad Estructural en Contenedores desarrollada por Ensa, y apreciada favorablemente por el CSN. Quedan excluidos de la aplicación de esta metodología los contenedores con número de serie 001, 002, 003, 004 y 005, todo ellos ya fabricados y cargados en la Central Nuclear de Santa María de Garoña, que se mantienen como bultos tipo B(M)F.

El Pleno del Consejo, en su reunión de xx de xxx de 2025, ha estudiado la solicitud de Ensa, así como el informe que, como consecuencia de las evaluaciones realizadas, ha efectuado la Dirección Técnica de Seguridad Nuclear y ha acordado informar favorablemente la revisión 2 del certificado de aprobación del diseño de bulto de transporte ENUN 52B con los límites y condiciones que figuran en el Anexo. Esta resolución se ha tomado en cumplimiento del apartado b) del artículo 2º de la Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear y se remite a esa Dirección General a los efectos oportunos.

La identificación de la presente aprobación será E/147/B(U)F (revisión 2), con validez hasta el 31 de diciembre de 2029.

Esta aprobación sustituye y deja sin efecto la revisión 1 de este certificado de fecha 31 de mayo de 2025.

*Firmado electrónicamente por el secretario general
Pablo Martín González*

LÍMITES Y CONDICIONES A LOS QUE QUEDARÁ SOMETIDA LA APROBACIÓN DEL DISEÑO DE BULTO DE TRANSPORTE

1. Se aprueba el diseño de bulto para materiales fisiónables que se describe a continuación, como tipo B(U)F, para los siguientes modos de transporte: carretera, ferrocarril y marítimo, tras superar los requisitos exigidos por el Reglamento del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA)¹² y por la reglamentación española de transporte aplicable para este tipo de bultos¹³.

Los bultos cubiertos por esta aprobación, con número de serie 001, 002, 003, 004 y 005, todos ellos ENUN 52B con bastidor tipo A, deberán ser considerados como bultos tipo B(M)F.

2. El diseño de bulto objeto de esta aprobación es el denominado ENUN 52B, previsto para el transporte de combustible gastado, que se corresponde con el documento “*Estudio de Seguridad del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B*”, de referencia 9267-T, Rev. 4, de fecha octubre de 2024, presentado por la empresa Equipos Nucleares S.A., S. M. E. (Ensa).
3. Se le asigna a la presente aprobación la identificación E/147/B(U)F, revisión 2, con validez hasta el 31 de diciembre de 2029, siempre que no se produzcan modificaciones técnicas o administrativas con anterioridad a esta fecha.

La solicitud de prórroga deberá efectuarse, al menos, con seis meses de antelación a la finalización del periodo de validez y se ajustará a lo establecido en la Guía de Seguridad 6.4 del CSN “*Documentación para solicitar autorizaciones en el transporte de material radiactivo: aprobaciones de bultos y autorización de expediciones de transporte*”.

4. Descripción del embalaje:

(Se adjunta plano básico del bulto)

El sistema ENUN 52B es un contenedor de doble propósito (almacenamiento y transporte) que consta de cinco elementos: módulo interno o bastidor, módulo externo (cuerpo), sistema de cierre, virola de protección externa y limitadores de impacto.

- Bastidor

Está compuesto de una estructura de acero inoxidable austenítico y una estructura de chapas de veneno neutrónico, que forma las 52 celdas para alojar los elementos combustibles. En la parte exterior se encuentran chapas de acero inoxidable soldadas

¹² Requisitos de seguridad N.DGº SSR-6, *Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos*, Edición 2012, publicada por el OIEA.

¹³ Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español, que remite al Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR). Real Decreto 412/2001 de 20 de abril por el que se regulan diversos aspectos relacionados con el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril, que remite al Reglamento relativo al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas (RID). Código Marítimo Internacional sobre transporte de mercancías peligrosas (IMDG) de la OMI.

a la estructura de acero inoxidable del cuerpo del contenedor, cuya misión es rigidizar el bastidor. Bordeando esta estructura se posicionan perfiles de aluminio que constituyen la transición entre la forma poligonal del bastidor y el interior circular del vaso.

Existen dos tipos de bastidor, denominados tipo A y tipo B.

- Cuerpo

Módulo externo de forma cilíndrica que está formado por un vaso en cuyo interior se ubica el bastidor, elementos de blindaje y transmisión de calor, una virola envolvente, y cuatro muñones para su manejo.

El vaso, formado por dos virolas, y un fondo de acero, unidos entre sí mediante soldadura de penetración total, posee la parte superior mecanizada con alojamientos para los pernos de unión con el sistema de cierre.

Entre el vaso y la virola envolvente existen perfiles de aluminio extruido cuya misión es disipar el calor del interior del vaso. En el espacio interior de los mismos va alojada una resina de blindaje neutrónico.

Dispone de cuatro muñones, dos superiores macizos, separados 180°, fijados con pernos a la parte superior de la virola interior, que tienen como función el izado y manejo del contenedor, y dos inferiores huecos, separados 180°, de acero de alta resistencia y rellenos del resina de blindaje neutrónico, fijados con pernos a la parte inferior de la virola interior, que tienen como función ayudar al manejo del contenedor (movimientos de rotación).

- Sistema de cierre

El sistema de cierre está formado por dos tapas, una interior y otra exterior, provistas de pernos y juntas metálicas.

La tapa interior posee 44 agujeros pasantes para su unión al cuerpo del contenedor, mediante pernos de acero al carbono aleado. Así mismo, hay embebidas dos penetraciones: la penetración de venteo y la penetración de drenaje. Ambas penetraciones constan de sendas tapas debidamente empernadas a la tapa interior. Existen dos diseños de tapa interior, uno por tipo de bastidor.

La tapa exterior posee 44 agujeros pasantes para su unión al cuerpo del contenedor. Dispone de una penetración pasante, dentro de la cual se encuentra el transductor de presión utilizado en la modalidad de almacenamiento. Para la modalidad de transporte, se sustituye el transductor de presión por un tapón. Esta penetración consta de una tapa empernada a la tapa exterior. Existen dos diseños de tapa exterior, uno por tipo de bastidor

- Limitadores de impacto

El embalaje dispone de dos limitadores de impacto fijados mediante 16 pernos cada uno a la parte superior (tapa exterior) e inferior (fondo) del módulo externo. Cada limitador está compuesto por una envolvente externa (virolas externas) de acero

inoxidable austenítico y una envolvente interna de acero al carbono, en cuyo interior se dispone el material de absorción de impactos, formado por espuma de poliuretano y una estructura de panel de abeja de aluminio

- Virola auxiliar de transporte (opcional)

Se trata de una virola fabricada en acero al carbono, con 12 mm de espesor formada por varias piezas, empernada a los listones de la virola envolvente. Se utiliza únicamente en la modalidad de transporte, para proveer un blindaje radial adicional frente a las radiaciones gamma cuando la medición de las tasas de dosis sea superior a lo requerido en la normativa de transporte

El **sistema de contención** del bulto está formado por el vaso (virola interior y fondo), la tapa interior (y anillo tórico exterior de la junta metálica doble de estanqueidad y la junta del tapón de la penetración entre anillos), la tapa de penetración de venteo (con sus pernos de cierre y anillo tórico interior de la junta metálica doble de estanqueidad), y la tapa de penetración de drenaje (con sus pernos de cierre y anillo tórico interior de la junta metálica doble de estanqueidad).

El **sistema de confinamiento** del bulto lo constituye el combustible almacenado, el diseño del bastidor y los absorbentes neutrónicos utilizados. Adicionalmente, la doble contención también forma parte del sistema de confinamiento, ya que permite prevenir la entrada de moderador (exclusión del moderador).

5. Contenido permitido:

Para el **ENUN52B con bastidor tipo A**, el contenido permitido está formado por hasta 52 elementos combustibles no dañados de diseños GE-6 y GE-7 con vaina de zircaloy, con las características listadas en la sección 1.2.2.1 y resumidas en la Tabla 1.2.4 del Estudio de Seguridad del bulto. Los principales parámetros del combustible son:

Característica		Combustible Base de Diseño I	Combustible Base de Diseño II
Grado de quemado máximo (GWd/MTU)		32.5	37.5
Rango de enriquecimiento planar medio (% U-235 en peso)	Blindaje	2.6% Mínimo	2.8 % Mínimo
	Criticidad	3.1903 % Máximo para cualquier grado de quemado	
Tiempo enfriamiento mínimo (años)		22.5	

La estrategia de carga es uniforme, es decir, cualquier elemento combustible autorizado puede ser almacenado en cualquiera de las 52 posiciones.

Para el ENUN 52B con **bastidor tipo B** el contenido permitido está formado por hasta 52 elementos combustibles no dañados de diseños GE-4, GE-5, GE-6 (tipo A y tipo B), GE-7, GE-8, GE-10, GE-11 y GE-14 de reactores de agua ligera tipo BWR.

Se han definido 33 combustibles base de diseño para cubrir el inventario al completo de CNSMG, con enriquecimientos en U-235 comprendidos entre 2.17% y 3.98%, y quemados entre 18 GWd/MTU y 51.1 GWd/MTU

La descripción completa de los EECC autorizados para ser transportados en el ENUN 52B con bastidor tipo B se detallan en la tabla 1.2.6 del capítulo 1 del Estudio de Seguridad del bulto. Los parámetros fundamentales de los combustibles base de diseño son:

Parámetros del Combustible Base de Diseño (bastidor B)		
	Máximo	Mínimo
Grado de quemado máximo de un grupo de elementos (GWd/MTU)	51.1	18
Rango de enriquecimiento medio de los elementos (% en peso de U-235)	Blindaje	
	3.98%	2.17%
Enriquecimiento medio de los elementos	Críticidad	
	4.33 % máx. GE-14 (Este combustible base de diseño de los cálculos de criticidad es envolvente de todos los diseños de elemento del inventario de CNSMG con sus respectivos enriquecimientos).	
Tiempo mínimo de enfriamiento en piscina (años)	Máximo	Mínimo
	43.3	13.5

El ENUN 52B con bastidor tipo B permite una estrategia de carga regionalizada, de tal manera que los EECC deben cargarse en diferentes regiones en función de sus características de quemado, enriquecimiento y tiempo de enfriamiento. Así mismo, se han definido 3 regionalizaciones distintas (AB, CD y AB+), estableciéndose para cada una de ellas y para cada región de las mismas, los grupos de término fuente permitidos, de forma que se cumplan los límites radiológicos y térmicos del contenedor.

La tabla 1 recoge el resumen de cargas autorizadas en el ENUN 52B con bastidor tipo B, indicando dentro de la misma las figuras del ES-T de referencia.

6. El índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC) es cero.
7. El expedidor del bulto deberá disponer de este certificado y de toda la documentación necesaria para la correcta utilización del bulto.
8. El expedidor del bulto deberá seguir las instrucciones de utilización y mantenimiento especificadas en el Estudio de Seguridad del bulto de referencia 9267-T, así como en los manuales de operación y mantenimiento que se desarrollen para su aplicación.
9. Los bultos deberán llevar grabado en su exterior de forma indeleble la marca de identificación E/147/B(U)F y el número de serie.

En el caso de los contenedores ENUN 52B con números de serie 001 al 005, la marca de identificación será E/147/B(M)F. La reglamentación admite que estos embalajes puedan tener la marca de identificación de la revisión anterior, E/147/B(M)F-96.

10. La garantía de calidad de los aspectos relacionados con el diseño, fabricación y pruebas del bulto ENUN 52B, deberá adecuarse a los requisitos establecidos en el "*Plan de Calidad para Diseño, Licenciamiento, Fabricación y Ensayos de un Contenedor para almacenamiento y transporte de Combustible Gastado,*" de referencia 9231QP001, emitido por Ensa.

A su vez, el uso y mantenimiento del bulto ENUN 52B deberán ser controlados mediante el correspondiente programa de garantía de calidad, que formará parte del sistema de gestión requerido por la reglamentación de transporte vigente.

11. Equipos Nucleares, S. A. S. M. E informará al Consejo de Seguridad Nuclear del número de serie de cada embalaje fabricado según el diseño aprobado en este certificado.
12. Este certificado no exime al expedidor del cumplimiento de cualquier requisito exigido por el gobierno de cualquier país a través el cual o al cual se transporte el bulto.
13. El transporte de estos bultos a través del territorio español precisará de aprobación de expedición, debiendo seguir la Guía de Seguridad 6.4 del Consejo de Seguridad Nuclear "*Documentación para solicitar autorizaciones en el transporte de material radiactivo: aprobaciones de bultos y autorización de expediciones de transporte*". La solicitud deberá ser presentada al menos con seis meses de antelación a la fecha prevista del transporte.
14. El transporte de estos bultos a través del territorio español se deberá realizar en la modalidad de uso exclusivo.
15. Los bultos ENUN 52B con bastidor tipo A y número de serie 001 a 005, ya fabricados, están diseñados para una temperatura ambiente mayor o igual a -20,4 °C, por lo que su uso queda restringido a temperaturas ambientales superiores a ese valor. Estas unidades han sido clasificadas como bultos tipo B(M) en la condición 1ª de esta aprobación, ya que no

se ha justificado que cumpla el requisito de la temperatura ambiental mínima en operación de -40°C, tal y como establece la reglamentación, citada en la misma condición, para un bulto B(U).

16. No se podrá transportar el contenedor ENUN 52B con bastidor tipo B con carga regionalizada CD empleando la virola auxiliar de transporte antes de julio de 2026.
17. En caso de que el contenido transportado contenga combustible de alto grado de quemado y la distancia acumulada del transporte para dicho contenido llegue a ser superior a 3219 km (2000 millas), el expedidor deberá reevaluar el resultado obtenido en los análisis de fatiga de vaina para garantizar que el daño acumulado total en la vaina sigue estando alejado del límite incluido en el Estudio de Seguridad y presentar dichos resultados al Consejo de Seguridad Nuclear con antelación al transporte.
18. En el caso de que se deba proceder a la reinundación de la cavidad de un contenedor cargado con elementos combustibles de alto quemado, caracterizados como “no dañados”, estos elementos combustibles pasarán a considerarse como “dañados”, a no ser que hubieran sido categorizados previamente como combustible intacto.

A tal fin, en el caso de la carga del contenedor en instalaciones nucleares españolas de estos elementos combustibles, el expedidor del bulto antes del transporte, o bien el titular de la instalación usuaria, deberá presentar una solicitud de apreciación favorable ante el Consejo de Seguridad Nuclear justificando que éstos mantienen la condición de “no dañados”.

ESTADO DEL CERTIFICADO:

Identificación bulto	N.º revisión	Fecha aprobación	Fecha validez	Motivo de revisión/ Modificaciones
E-147/B(U)F-96	0	31/05/2015	31/05/2020	Aprobación inicial
E-147/B(M)F-96	1	03/12/2020	31/05/2025	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la clasificación del bulto de B(U)F a B(M)F. • Cambios en virola de protección externa. • Modificación del análisis de efectos dinámicos en el combustible base de diseño. • Cambio de metodología para la evaluación de la caída lateral en las barras de combustible. • Cambio en la definición del sistema de contención. • Modificaciones aspectos térmicos en operaciones de drenaje y secado.

Identificación bulto	N.º revisión	Fecha aprobación	Fecha validez	Motivo de revisión/ Modificaciones
				- Nuevo revestimiento superficial anticorrosión en cavidad interior.
E-147/B(U)F	2	*	31/12/2029	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la clasificación del bulto de B(M)F a B(U)F • Cambio en el contenido licenciado (nuevos tipos de combustible y posibilidad de cargar combustible dañado) • Modificaciones en los componentes del contenedor (nuevo diseño de bastidor para acomodar nuevo contenido)

*A insertar por la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética

Tabla 1: Resumen de cargas autorizadas en el ENUN 52B con bastidor tipo B

Nº de EECC	Regionalización	Nº máximo de Quiver	Nº máximo de huecos	Nº máximo de descanalizados	Tipo de Carga
52	AB / CD / AB+	0	0	0	Normal
52	AB / CD / AB+	0	0	20 (cualquier posición)	Con descanalizados
51	AB	$\frac{1}{\text{(Figura 1.2.6)}}$	0	0	Con Quiver
51	AB	$\frac{1}{\text{(Figura 1.2.8)}}$	0	$\frac{12}{\text{(Figura 1.2.8)}}$	Concomitante (Quiver + descanalizados)
48-51	AB/CD	0	$\frac{4}{\text{(Figura 1.2.5)}}$	0	Parcial
48-51	AB	0	$\frac{4}{\text{(Figura 1.2.7)}}$	$\frac{12}{\text{(Figura 1.2.7)}}$	Concomitante (parcial + descanalizados)

Figura 1: Plano básico del diseño de bulto ENUN 52B

