

## **1. SOLICITUD**

### ENTIDAD SOLICITANTE

NOMBRE : Equipos Nucleares S.A (ENSA)

DOMICILIO SOCIAL : C/ José Ortega y Gasset 20, 5º

LOCALIDAD : Madrid

PAÍS: España

### FIRMANTE DE LA SOLICITUD :

NOMBRE : Alfonso Álvarez Miranda

CARGO : Director de operaciones

FECHA DE ENTRADA EN EL CSN: 22/08/2013

El 22 de agosto de 2013 (nº de registro [42178](#)), procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo se recibe la solicitud de aprobación del diseño del bulto de transporte ENUN 52B. La solicitud incluye la Revisión 0 del Estudio de Seguridad del bulto [\[3\]](#).

El 20 de marzo de 2015 (nº de registro [4411](#)) procedente de ENSA se recibe la revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto [\[4\]](#). La revisión 1 fue emitida para incorporar las modificaciones solicitadas [\[8\]](#) [\[9\]](#) [\[10\]](#) [\[11\]](#) [\[12\]](#) como consecuencia de la evaluación realizada de la revisión 0 en el Consejo de Seguridad Nuclear.

El 26 de Marzo de 2015 (nº de registro [41281](#)), procedente de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, se recibe la notificación del cambio en la documentación de la solicitud.

## **2. ANTECEDENTES DEL BULTO**

- TIPO DE BULTO  
FISIONABLE : B(U)F
- APROBADO ANTERIORMENTE EN ESPAÑA: NO
- DISEÑO APROBADO SEGÚN EL REGLAMENTO DEL OIEA  
De 2009

- MODOS DE TRANSPORTE:

CARRETERA: SI

FERROCARRIL: SI

MAR: SI

AIRE: NO

- ANTECEDENTES DEL BULTO

El contenedor ENUN 52B es un contenedor de doble propósito, válido tanto para el almacenamiento como para el transporte de combustible gastado. El diseño para el almacenamiento ha sido aprobado para su uso en instalaciones de almacenamiento de combustible gastado, cumpliendo lo requerido por el artículo 80 del Reglamento para Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), según resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas, de fecha 20 de noviembre de 2014, previo informe preceptivo del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), basado en la propuesta de dictamen técnico de referencia [CSN/PDT/ARAA/ENUN52B/1410/02](#).

### **3. DESCRIPCIÓN Y OBJETO DE LA SOLICITUD**

El Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) [1] en la que se basa la normativa nacional vigente, establece la necesidad de que los bultos de transporte tipo B(U)F deban someterse a un proceso de autorizaciones. Este requisito se encuentra recogido en los apartados 6.4.22.2 del Acuerdo Europeo para el transporte de mercancías peligrosas por carretera (ADR) [2], del Reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID) [5], y del Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG) [6]. La aplicación de estos requisitos está recogida en el artículo 78 del Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas (RINR).

Sobre la base de esta normativa, ENSA ha solicitado la aprobación del contenedor ENUN-52B, acompañando su solicitud con el Estudio de Seguridad de referencia 9267-T [3] [4] y con el resto de documentación identificada en la Guía de Seguridad 6.4. del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), con objeto de poder transportar el combustible gastado generado por la Central Nuclear de S<sup>a</sup> M<sup>a</sup> de Garoña.

#### **4. DOCUMENTACIÓN APORTADA**

- 9267-T “Estudio de seguridad del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B”, en revisión 1 [\[4\]](#)
- 9267EE001 Rev 1 “Especificaciones del Embalaje”
- 9267EC001 Rev 1 “Especificaciones del Contenido Radiactivo del Bulto”
- 9267FD001 Rev.2 “Datos de los elementos combustibles de la piscina de una central nuclear tipo BWR para el desarrollo del diseño de un contenedor de almacenamiento y transporte de combustible gastado”
- 9267FD002 Rev.1 “Especificación técnica de la disposición de contenedores ENSA universal en el ATI de la CN de S<sup>a</sup>. María de Garoña”
- LC-00-039 Rev.0 “Gestión de Combustible usado de Santa María de Garoña. Datos de los elementos combustibles del primer lote de carga de contenedores”.
- LC-00-40 Rev.0 “Gestión de Combustible usado de Santa María de Garoña. Datos de los elementos combustibles de la opción de Segundo lote de carga de contenedores”.
- 9267IE001 Rev 1 “Informe de Ensayos”
- 9267IG001 Rev 1 “Información General”
- 225864-00-02 Rev 1 “Explicit Transient Analyses and Evaluation”
- ENSA-002-CALC-001 Rev 2 “Source Terms Evaluation for the ENUN 52B Cask”
- ENSA-002-CALC-003 Rev 0 “Criticality Evaluations for the ENUN 52B Cask”
- ENSA-002-CALC-007 Rev 0 “Shielding Evaluations of the ENUN 52B Cask for Transportation”
- ENSA-002-CALC-008 Rev 1 “Containment Evaluation for the ENUN 52B Cask”
- SAND2013-5260 Rev 0-ENSA ENUN 52B “Certification Analyses”
- SAND2013-5261 Rev 1-ENSA “Rail Cask Structural Analysis. Finite Element Model Development Report”
- Planos de proyecto y requerimientos de trabajo de ENSA.

#### **5. DESCRIPCIÓN DEL BULTO**

##### **5.1. Descripción básica**

El contenedor ENUN 52B es un contenedor de doble propósito: almacenamiento y transporte, que está diseñado para albergar hasta 52 elementos combustibles

acanalados, intactos o "no-dañados"<sup>1</sup> del tipo BWR, según diseños de General Electric GE-6 y GE-7.

El sistema ENUN 52B consta de cinco elementos básicos: módulo interno o bastidor, módulo externo (cuerpo), sistema de cierre, virola de protección externa y limitadores de impacto

El cuerpo del contenedor está constituido principalmente por dos virolas cilíndricas de forja (una superior y otra inferior), soldadas entre sí para formar la virola interior (cavidad interna o vaso), que hace las funciones de blindaje gamma. A su vez, el fondo es también de forja y va soldado a la virola cilíndrica inferior. Situadas radialmente sobre las virolas cilíndricas se sitúan las aletas de aluminio disipadoras de calor, entre ellas el material de blindaje neutrónico, y envolviendo a todo el conjunto se sitúa la virola envolvente.

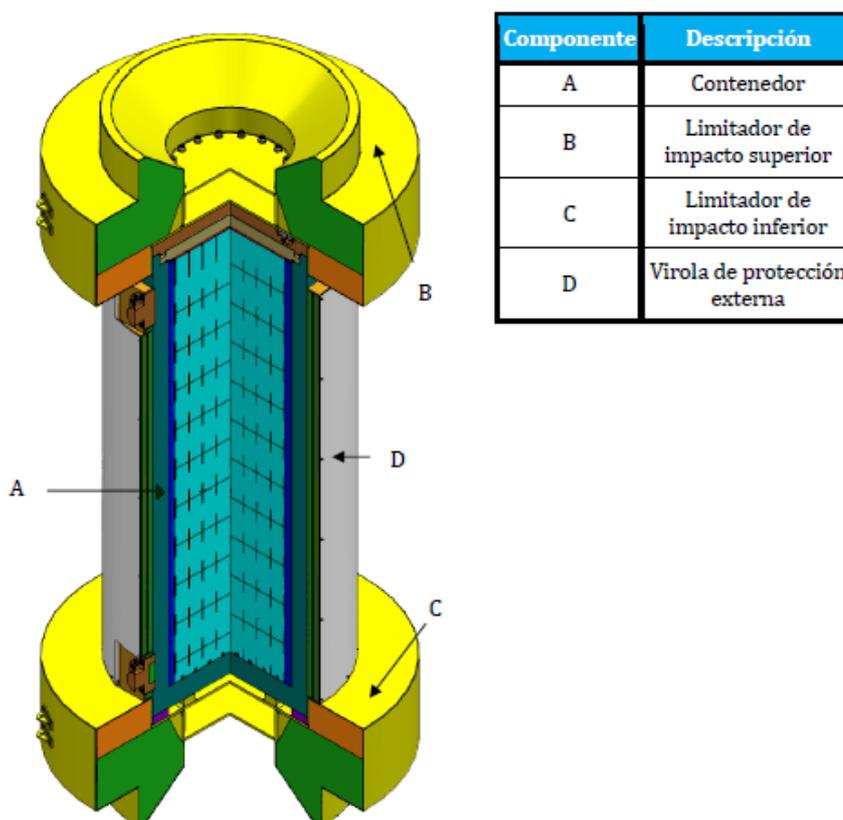


Figura 5.1: Descripción básica de de los componentes del contenedor

<sup>1</sup> La definición de combustible no dañado proviene de la guía americana ISG 1, revisión 2, que define este combustible como aquel "del que se sabe o se sospecha que no presenta defectos en su vaina como perforaciones mayores que el tamaño de un alfiler o grietas mayores que el tamaño de un pelo y que puede manejarse por medios normales".

Para posibilitar la manipulación del contenedor y su amarre al medio de transporte, consta de cuatro muñones unidos a la virola interior. El sistema de cierre lo constituyen dos tapas, interior y exterior, capaces cada una de ellas de conservar estanca a la cavidad interna mediante un conjunto de juntas metálicas dobles de estanqueidad. Ambas tapas van empernadas sobre la virola interna superior e incluyen unas penetraciones con diferentes funciones.

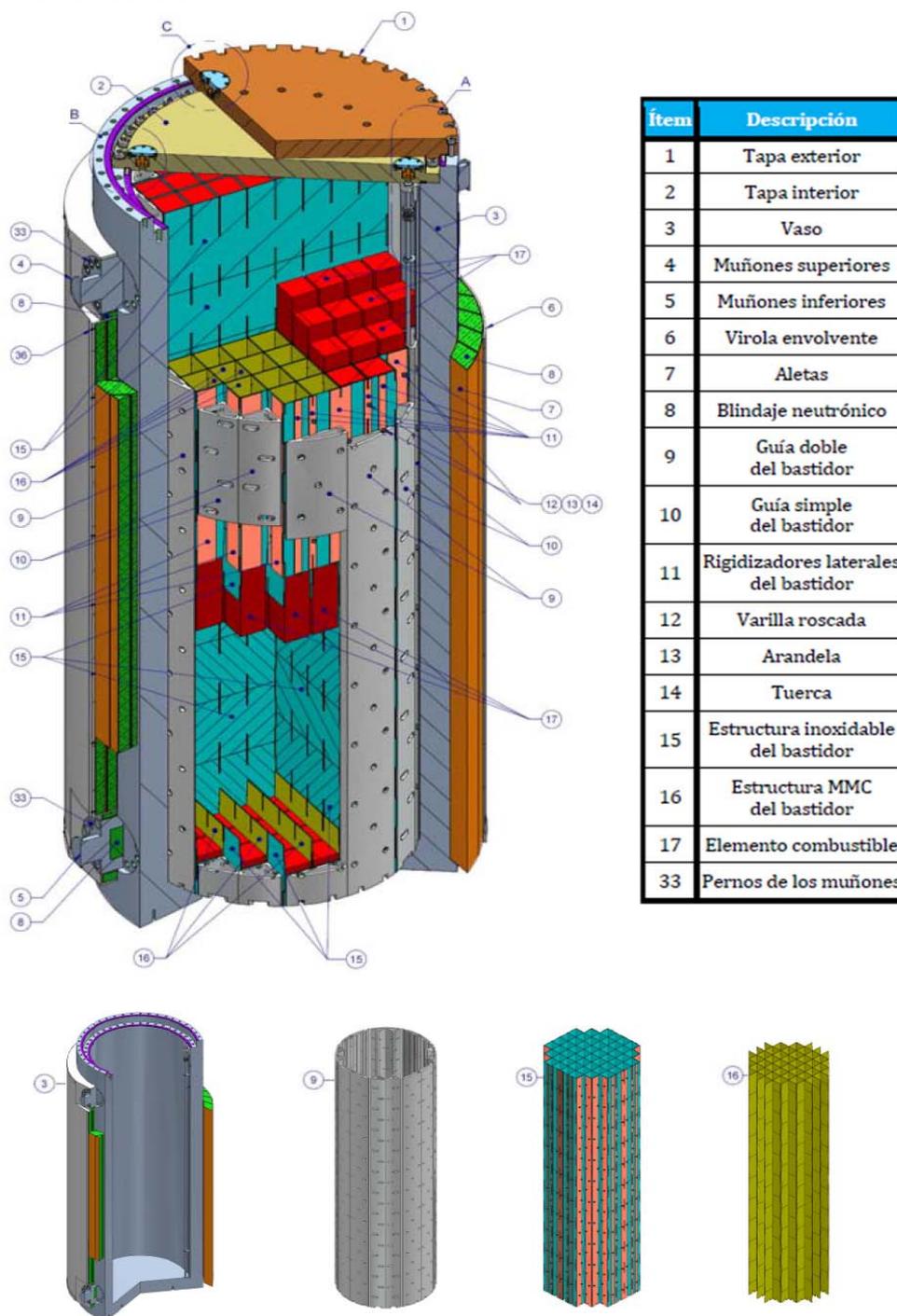


Figura 5.2: componentes principales del contenedor

En el interior de la cavidad interna se aloja el bastidor, que forma la estructura soporte de la carga (contenido) mediante un emparrillado de chapas de acero inoxidable y de chapas de MMC<sup>2</sup> (material compuesto por una matriz de aluminio con carburo de boro, que actúa como absorbente neutrónico) que constituyen las 52 celdas para alojar los elementos combustibles. Toda la estructura del bastidor va rodeada por las guías del bastidor, los cuales son perfiles de aleación de aluminio que aseguran las celdas de combustible y constituyen la transición entre la periferia poligonal de las celdas y el interior cilíndrico del vaso (véase figura 5.2).

Además, se utiliza una virola de protección externa adicional desmontable, que iría empernada a la virola envolvente para proporcionar, cuando se requiera, un mayor blindaje.

Finalmente, y solo utilizados en la modalidad de transporte, el contenedor lleva unidos en sus extremos superior e inferior dos limitadores de impacto. Son unos componentes con forma vasiforme (véase figura 5.1), previstos para amortiguar las fuerzas de impacto originadas en las caídas que pudieran producirse durante el transporte o manipulación del contenedor.

## 5.2 DESCRIPCIÓN EN DETALLE DEL EMBALAJE.

El contenedor ENUN 52 B tiene las dimensiones y pesos siguientes:

Diámetro cavidad:	1.439 mm
Longitud cavidad:	4.380 mm
Longitud total (sin limitadores de impacto):	4.845 mm
Espesor blindaje gamma:	197 mm (radialmente) 240 mm (parte superior: tapas) 220 mm (parte inferior: fondo)
Espesor blindaje gamma (con virola de protección):	209 mm
Espesor blindaje neutrónico:	120 mm
Limitadores de impacto:	3.140 mm ( $\phi$ ) x 1.253 mm
Longitud total con limitadores de impacto:	6.653 mm
Peso del embalaje vacío, sin virola de protección:	63.594 kg
Peso total, sin virola de protección [con virola]:	79.087 Kg [81.559 kg]

Los componentes principales son:

<sup>2</sup> MMC es el acrónimo de “Metal Matrix Composite” es un compuesto genérico de matriz metálica de

- **El cuerpo del contenedor** está formado por:
  - **Virola interna y fondo (vaso)** (punto 1 en la figura 5.3)

Compuesta por dos tramos unidos entre sí mediante soldadura de penetración total. El tramo inferior va unido al fondo forjado, también mediante soldadura de penetración total. En la zona superior de la virola interna se han mecanizado los agujeros donde se introducen los pernos de fijación de las tapas interior y exterior. En la superficie exterior de la virola se empernan los muñones de elevación y rotación. En la superficie exterior del fondo existen 16 agujeros roscados para fijar con pernos el limitador de impacto inferior.
  - **Blindaje neutrónico** (puntos 2 en la figura 5.3)

Es un polímero sintético, sólido en servicio, cuya base consiste en una resina epoxi, endurecedor y retardador de fuego. Sus propiedades como absorbente de neutrones se logran mediante la adición de carburo de boro.
  - **Aletas** (punto 3 en la figura 5.3)

Son perfiles de aluminio extruido, situados en el espacio anular existente entre la virola interior y la virola envolvente. Su sección presenta cierta oblicuidad o esviaje respecto a la dirección radial. En el espacio interior de los perfiles va alojada la resina de blindaje neutrónico. Tienen función de disipar el calor del interior del vaso.
  - **Virola envolvente** (punto 4 en la figura 5.3)

Constituida por una virola de chapa laminada con los anillos de los extremos superior e inferior de cierre soldados al vaso. Confina el blindaje neutrónico y las aletas.
  - **Muñones superiores** (punto 5 en la figura 5.3)

Dos muñones macizos, de acero de alta resistencia, fijados con pernos al tramo superior de la virola interior y que tienen como función el izado y manejo del contenedor.
  - **Muñones inferiores** (punto 6 en la figura 5.3)

Dos muñones huecos, de acero de alta resistencia, rellenos de resina de blindaje neutrónico, fijados con pernos al tramo inferior de la virola interior y que tienen como función el manejo del contenedor.

- **Conjunto tubo drenaje** (punto 7 en la figura 5.3)

Tubo de acero inoxidable dispuesto paralelamente al eje del contenedor, de longitud igual a la de la cavidad interna. Va fijado mediante unos soportes a la barra antirrotación y su función es la conducción del agua durante la operación de drenaje, y la recirculación de nitrógeno durante el secado posterior. La barra antirrotación, de sección cuadrada y de acero al carbono, tiene como función mantener al bastidor en posición y evitar su giro en cualquier condición de operación

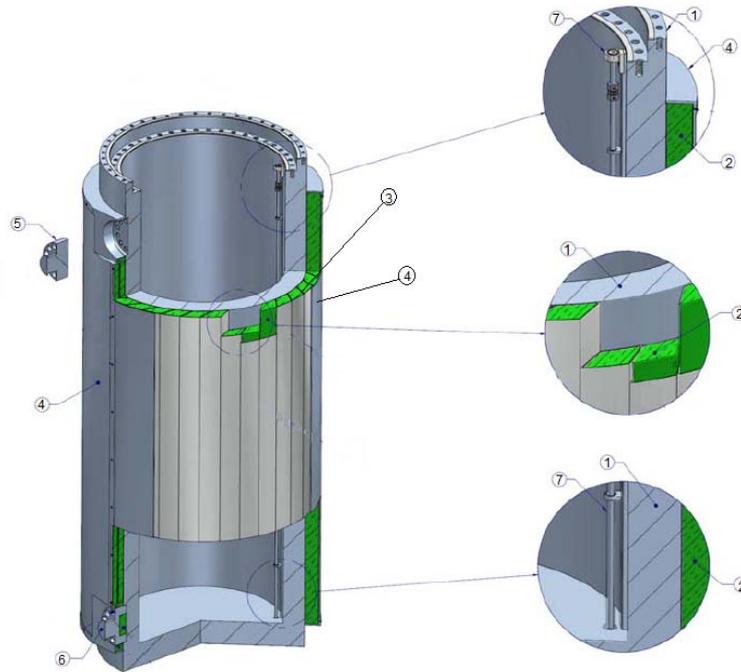


Figura 5.3: Cuerpo del contenedor

- **Sistema de cierre.** Tapas interior y exterior provistas de pernos y juntas metálicas. Se trata de dos tapas de acero, actuando la exterior como barrera redundante para proteger a la interior (ver detalle en figura 5.4).

La tapa interior posee 44 agujeros pasantes para su unión al cuerpo del contenedor, mediante pernos de acero al carbono aleado y dos grandes penetraciones: la penetración de venteo y la penetración de drenaje. Ambas penetraciones constan de sendas tapas debidamente empernadas a la tapa interior.

La tapa exterior posee 44 agujeros pasantes para su unión al cuerpo del contenedor y una penetración pasante. Dentro de ella 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 debidamente emperrada a la tapa exterior.

En la superficie exterior de la tapa exterior existen 16 agujeros roscados para fijar con pernos el limitador de impacto superior.

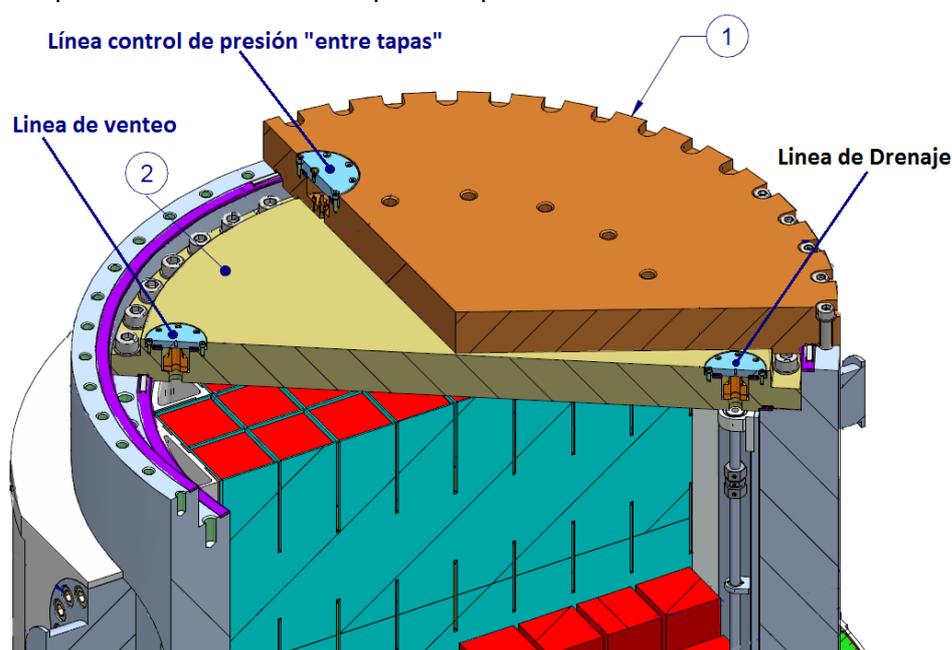


Figura 5.4: Detalle del sistema de cierre del contenedor con la tapa exterior ① e interior ②

- **Penetraciones**, con tapas y tapones de cierre, pernos y juntas metálicas. Se corresponden con las penetraciones: "línea de prueba entre anillos" (en tapa exterior); líneas de "venteo" y "drenaje" (en tapa interior, ver figura 5.4); "línea de prueba entre anillos" (en tapa interior); control de presión "entre tapas" (en la tapa superior, ver figura 5.4).
- **Bastidor de combustible**. Está compuesto de una estructura de acero inoxidable encajada entre sí por medio de ranuras y una estructura de chapas de veneno neutrónico para asegurar las condiciones de subcriticidad del conjunto en toda situación (figura 5.5). Entre dos elementos combustibles adyacentes alojados en el bastidor se sitúa siempre una única chapa de MMC. En la parte exterior se encuentran chapas de acero inoxidable soldadas a la estructura de acero inoxidable, 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.

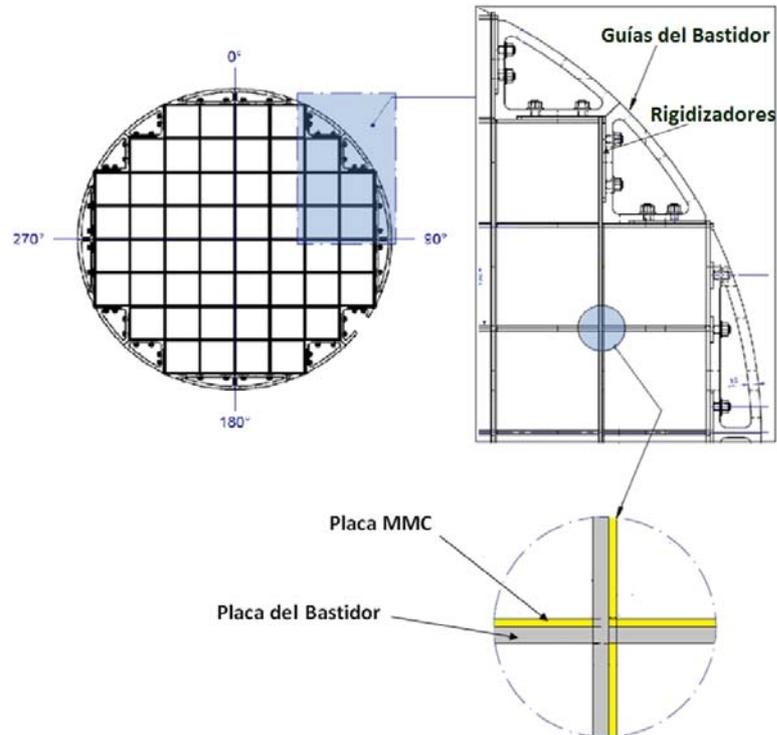
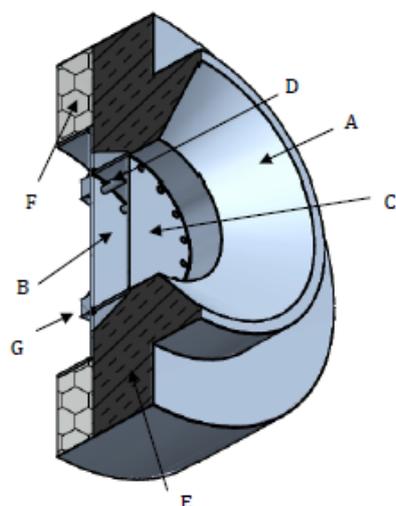


Figura 5.5: Detalle del Bastidor

- **Limitadores de impacto** para amortiguar las fuerzas de aceleración que actuarían sobre el contenedor durante el transporte, a consecuencia de las cargas de impacto que se producen en caso de accidentes de caída. Los dos limitadores de impacto van incorporados en los extremos del contenedor y están constituidos por una carcasa de acero inoxidable en cuyo interior se ha dispuesto espuma de poliuretano y una estructura de panal de abeja de aluminio (ver figura 5.6).

Limitador de Impacto Inferior/Superior



Componente	Descripción
A	Virolas exteriores
B	Disco interior
C	Disco exterior
D	Tubo para alojar los pernos
E	Espuma de poliuretano
F	Estructura de panal de abeja de aluminio
G	Anillo interior de refuerzo

Figura 5.6: Estructura de los limitadores de impacto (el componente G solo para el limitador inferior)

- **La virola de protección externa para transporte (opcional)** es de acero al carbono, con 12 mm de espesor, y está formada por 2 piezas iguales empernadas 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 y cumplir con los requerimientos de tasa de dosis de la normativa de transporte cuando se requiera transportar el combustible inmediatamente después de la carga del contenedor ENUN 52B, si el tiempo de enfriamiento para el combustible base de diseño I se encuentra entre 22.5 y 24.6 años, o si el tiempo de enfriamiento para el combustible base de diseño II se encuentra entre 22.5 y 27.7 años.

### 5.3 DESCRIPCIÓN EN DETALLE DEL CONTENIDO.

**El contenedor ENUN 52B** ha sido diseñado para albergar 52 elementos combustibles gastados intactos o no-dañados y acanalados (ver detalle en figura 5.7) de tipo BWR de diseños GE-6 (modelos A y B) y GE-7, operados en la central nuclear de Santa María de Garoña (CN Garoña) entre los años 1982 y 1992 (un total de 594 elementos combustibles), que actualmente se encuentran almacenados en la piscina de combustible gastado de la instalación. La estrategia de carga es uniforme, es decir, cualquier elemento combustible autorizado puede ser almacenado en cualquiera de las 52 posiciones.

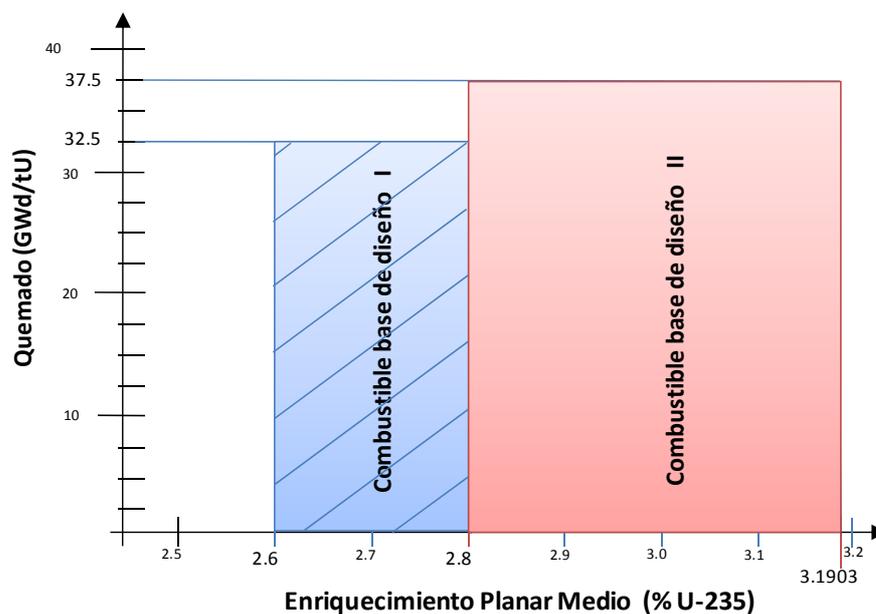


Figura 5.7 Definición de los combustibles base de diseño

En función del enriquecimiento del combustible se han definido dos tipos de combustibles base de diseño. Elementos combustibles con enriquecimientos iniciales superiores o iguales a 2.6 % en U-235 y quemados de hasta 32.5 GWd/tU, definidos como combustible base de diseño I, y elementos combustibles con enriquecimientos iniciales superiores o iguales a 2.8 % en U-235 y quemados de hasta 37.5 GWd/tU, definidos como combustible base de diseño II (ver figura 5.7).

Estos diseños de elementos combustibles son prácticamente idénticos y solo se diferencian en las longitudes del plenum superior y del cabezal superior, lo que afecta ligeramente a las masas totales de zircaloy, acero e inconel.

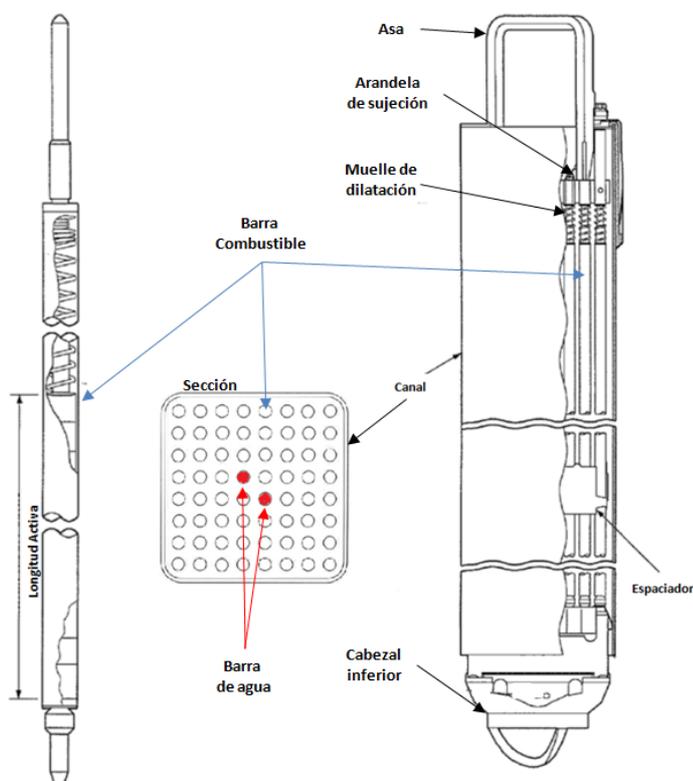


Figura 5.8 Descripción de los elementos combustibles modelo GE

El elemento combustible está formado por una matriz de 8 x 8 barras combustibles, dos de las cuales se corresponden con los denominados tubos de agua. En total, cada elemento dispone de 62 barras combustibles y dos barras de agua (ver detalle en figura 5.8). Las características del combustible base de diseño están incluidas en la Tabla 1.2.3 “*Parámetros de los Combustibles Base de Diseño para los Elementos Combustibles Tipo GE-6 y GE-7*” del Estudio de Seguridad del bulto, y en la tabla 1.1 “*Descripción de los Elementos Combustibles Autorizados para ser Transportados en el Contenedor ENUN 52B, y Parámetros Operativos de la CN de Santa María de Garoña*” del documento que reúne las especificaciones del contenido radiactivo del bulto, de referencia 9267EC001, Rev. 1, de Enero 2015.

Los principales parámetros que debe cumplir el combustible son:

Característica	Combustible Base de Diseño I	Combustible Base de Diseño II
Grado de quemado máximo (GWd/tU)	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	

#### 5.4 SISTEMA DE CONTENCIÓN

De acuerdo con la definición de “sistema de contención”<sup>3</sup> de la reglamentación de transporte de mercancías peligrosas, en este bulto el sistema de contención está formado por:

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

#### 5.5 SISTEMA DE CONFINAMIENTO

De acuerdo con la definición de “sistema de confinamiento”<sup>4</sup> de la reglamentación de transporte de mercancías peligrosas, en este bulto el sistema de confinamiento está formado por el combustible almacenado, el diseño del bastidor, de tipo “emparrillado”, y los absorbentes neutrónicos fijados a la estructura del bastidor de combustible.

### **6. EVALUACIÓN**

#### **6.1. Alcance**

<sup>3</sup> 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 (TS-R-1 Ed.2009, párrafo 213)

<sup>4</sup> Por sistema de confinamiento se entenderá el conjunto de sustancias fisiónables 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 (TS-R-1 Ed.2009, párrafo 209)

El objetivo de esta evaluación es establecer si la información presentada demuestra adecuadamente o no el cumplimiento de cada uno de los requisitos de los reglamentos modales de transporte de mercancías peligrosas, es decir, el ADR [\[2\]](#), en su edición de 2013 para el transporte por carretera, el RID [\[5\]](#), en su edición del 2013, para el transporte por ferrocarril y la edición 2013 del código IMDG [\[6\]](#) para el transporte por vía marítima.

Todos estos reglamentos modales se basan en la edición del 2009 del Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo de la OIEA, de referencia TS-R-1 [\[1\]](#). En el apartado 6.2 se analiza el cumplimiento de este bulto con los requisitos reglamentarios.

Dentro del procedimiento de evaluación para la aprobación y convalidación de bultos de transporte, PT.IV.28 [\[7\]](#), se establece la necesidad de hacer un análisis de la evaluación del blindaje (apartado 6.4 del presente informe), de la evaluación térmica (apartado 6.5 del presente informe), de la evaluación estructural del bulto (apartado 6.6 del presente informe), de la evaluación de la contención (apartado 6.7 del presente informe), de la evaluación de la criticidad (apartado 6.8 del presente informe) y de la garantía de calidad (apartado 6.9 del presente informe) asociada al transporte. También se ha evaluado el término fuente (apartado 6.3 del presente informe), necesario tanto para la evaluación térmica como para la evaluación del blindaje

Así mismo se ha analizado el contenido del Estudio de Seguridad, en cuanto a las instrucciones de uso y mantenimiento (apartado 6.10 del presente informe).

Por último, se incluye en el apartado 6.11 un análisis de la propuesta de condicionamiento del certificado de aprobación.

## 6.2 Requisitos reglamentarios

La solicitud se recibió inicialmente en el año 2013, por lo que la edición aplicable del reglamento del OIEA era el TS-R-1 Ed. 2009 que es en la que se basaba la edición 2013 de los reglamentos de transporte modales aplicables en España (ADR para el transporte por carretera, RID para el transporte por ferrocarril y Código IMDG para el transporte marítimo).

La nueva edición de los reglamentos modales de transporte (edición 2015), publicada el 1 de enero de 2015, ya recoge los requisitos incluidos en la edición de 2012 del Reglamento de transporte del OIEA, que ahora se identifica como SSR-6. Sin embargo, la documentación presentada por ENSA, incluida la revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto, se sigue basando en la TS-R-1 de 2009, y por tanto en los requisitos definidos en la edición 2013 de los reglamentos modales. Esto es aceptable ya que en todos los modos de transporte para los que se aprueba el bulto (carretera, ferrocarril y vía marítima) las citadas ediciones se encuentran aún en periodo transitorio, durante el que se puede aplicar bien la edición anterior (2013) o la recientemente publicada (2015).

Aunque en el Estudio de Seguridad se hace una correspondencia entre los requisitos establecidos en la edición de 2012 del Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo de la OIEA, de referencia SSR-6, y la edición de 2009, de referencia TS-R-1, la revisión 1 del Estudio de Seguridad presentado se sigue basando en los requisitos recogidos en la edición de 2009.

Por tanto, la revisión del certificado de aprobación solicitada se ha sometido a un proceso de evaluación bajo las disposiciones de la siguiente reglamentación:

- Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) edición 2013 ([BOE de 14/03/2013](#)).
- Acuerdo europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril (RID) edición 2013 ([BOE de 16/04/2013](#)).
- Código Marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG): [Disposición 8877](#) (BOE 10/08/2013).

A continuación se realizará un resumen de los requisitos que, de acuerdo con la reglamentación de transporte, debe cumplir un diseño de bulto tipo B(U)F, indicando cómo se cumplen en el caso particular del diseño ENUN 52B. Para ello, se tomarán como referencia los requisitos del Reglamento TS-R-1, edición 2009 del OIEA, considerando que

se trasladan plenamente a los reglamentos modales internacionales aplicables en España.

De acuerdo con el Reglamento del OIEA, los bultos tipo B(U)F deberán diseñarse de modo que cumplan:

1. Requisitos generales relativos a todos los tipos de bultos (párrafos 606 al 616).
2. Requisitos relativos a bultos de tipo A. (párrafos 634 a 649)
3. Requisitos relativos a bultos de tipo B(U) (párrafos 651 a 654)
4. Requisitos relativos a bultos que contengan sustancias fisionables. (párrafos 671 al 682)

**Requisitos generales relativos a todos los tipos de bultos (párrafos 606 al 616 del OIEA)**

El cumplimiento de estos requisitos se deduce del propio diseño del bulto, de los materiales y de los cálculos presentados en el Estudio de Seguridad del bulto (ES), lo que se resume en la siguiente tabla. En ella se incluye, cuando se deriva alguna acción, la referencia a los informes de evaluación en los que han sido tratados de forma más específica algunos requisitos. En caso de no referir a un informe concreto, la evaluación se realiza directamente a través del desarrollo de esta PDT.

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
606	El <i>bulto</i> se diseñará de manera que pueda transportarse con facilidad y seguridad.	Lo cumple.  En el capítulo 2 del ES, apartado 2.4 se establece el análisis de los elementos de elevación y amarre.  Se establecen requisitos de pruebas estructurales en el capítulo 8.1.3  Se establece inspección visual antes de actividades de carga y de transporte en capítulo 8.2.1 <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</u></b>
607 y 608	Los dispositivos de enganche no fallarán en la manipulación del bulto	Lo cumple. <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</u></b>

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
609 y 610	En la medida de lo posible, diseño sin partes salientes y de fácil descontaminación (609) y que no recoja agua (610)	<p>Lo cumple.</p> <p>El embalaje en este caso dispone de partes salientes: dos muñones en la parte superior y otros dos en la parte inferior. Ambos son necesarios para la sujeción en la configuración de transporte.</p> <p>En el capítulo 1.2.3 se especifica que las superficies se pueden descontaminar fácilmente.</p> <p>La superficie externa, salvo por los muñones de elevación y los muñones inferiores no dispone de partes salientes. Su diseño (cilíndrico) evita la acumulación de agua. Por otra parte todas las superficies externas del contenedor</p> <p>ENUN 52B están recubiertas de una pintura de poliamida epoxi, con propiedades de resistencia química y mecánica frente a los factores medioambientales (Apdo. 2.5.6).</p>
611	Los elementos que durante el transporte se añadan a los bultos y que no formen parte de éstos no deberán menoscabar su seguridad.	<p>No aplica.</p> <p>El contenedor puede llevar una virola de protección externa (Apdo. 1.2.1.2.5) compuesta de 2 tramos fabricada en acero al carbono, y que proporciona blindaje adicional frente a las radiaciones gamma durante la modalidad de transporte si el tiempo de enfriamiento mínimo base de diseño se considera 22.5 años. Va empernada (58 pernos) a los listones circunferenciales y axiales de la virola envolvente.</p> <p>Sin embargo, este elemento se considera parte del contenedor <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</u></b></p>
612	Los bultos deberán resistir los efectos de toda aceleración, vibración o resonancia vibratoria que pueda producirse en las condiciones de transporte rutinarias <sup>5</sup> .	<p>Lo cumple.</p> <p>Considerado en el Capítulo 2.5.5 del ES: "Vibraciones" <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</u></b></p>

<sup>5</sup> Según la TS-R-1 las condiciones rutinarias implican que el transporte está libre de incidencias.

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
613	Componentes, materiales y contenidos compatibles física y químicamente	Lo cumple. Considerado en el capítulo 2.2.2. del ES: "Reacciones químicas y galvánicas"
614	Todas las válvulas a través de las cuales pueda escapar el contenido radiactivo se protegerán contra la manipulación no autorizada.	No aplica
615	En el diseño del bulto se tendrán en cuenta las temperaturas y las presiones ambiente que probablemente se den durante el transporte en condiciones rutinarias.	Se cumple. El capítulo 2 del ES del bulto tiene en cuenta las condiciones de aumento de presión y reducciones de presión incluidos en 10 CFR 71.71(c)(3) y (4) <sup>6</sup> . <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</b>
616	Se tendrán en cuenta en el diseño otras propiedades peligrosas	No aplica. El contenido no tendrá otras propiedades peligrosas además de la radiactiva

**Requisitos relativos a bultos de tipo A (párrafos 634 a 649)**

El cumplimiento de estos requisitos se expone de manera resumida en la tabla siguiente:

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
634	La menor dimensión total externa del bulto no será inferior a 10 cm.	Se cumple. Figura 1.2.1 del ES del bulto
635	Opción de uso de precinto o sello durante el transporte	Se cumple. Apdo. 1.2.1.10 del ES
636	Condición relativa a dispositivos de fijación del bulto al medio de transporte	Se cumple Capítulo 2 del ES (diversos apartados) <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</b>
637	Los componentes han de diseñarse teniendo en cuenta temperaturas entre -40°C y +70°C	Se cumple Capítulo 2. Apdos 2.5.1.1 y 2.5.1.2 del ES <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</b>
638	Técnicas de diseño y fabricación ajustadas a	Se cumple.

<sup>6</sup> El párrafo 615 del TS-R-1 no especifica valores de aumento o disminución de presión. Se ha tomado la normativa americana que establece valores de de presión externa de 25 a 140 kPa. Esta aproximación es conservadora, ya que la guía del OIEA TS-G-1, explicativa de los requisitos del TS-R-1, establece como aceptables un rango entre 60 y 101 kPa.

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
	normas aceptables	Capítulo 1 (Tabla 1.1.2) del ES del bulto <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</b>
639	Sistema de contención firmemente cerrado	Se cumple Análisis en los capítulos 2 (análisis estructural) y 3 (análisis térmico) <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</b>
640	Los materiales radiactivos en forma especial podrán considerarse parte del sistema de contención	No aplica
641	Condiciones si la contención está separada	No aplica.
642	Consideración en el diseño de la composición radiolítica y generación de gases en el contenido	Se cumple. Capítulo 2, apartado 2.2. <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</b>
643	Capacidad de retención de la contención con reducción de P ambiente hasta 60 kPa.	Se cumple. Se ha hecho un análisis de reducción de presión externa hasta 25 kPa, según Apdo 2.5.3 del ES <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</b>
644	Diseño de la válvulas que no sean las de alivio de presión.	No aplica. El bulto no dispone de estos elementos.
645	Blindaje como componente del bulto no separable	No aplica.
646	Ensayos de condiciones normales <sup>7</sup> .	Se Cumple.  Apdo 2.5.6 del ES para el ensayo por aspersión de agua. Apdo. 2.5.7 para el ensayo de caída libre El ensayo de apilamiento (Apdo. 2.5.8) no aplica.  Apdo. 2.5.9 para el ensayo de penetración. <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</b>
647 a 649	Relativo al contenido líquido o gaseoso.	No Aplica

<sup>7</sup> Según la TS-R-1 las condiciones normales implican pequeños percances. La guía TS-G-1.1 de la OIEA, da más detalles indicando que las condiciones normales de transporten implican la existencia de pequeños incidentes que podrían tener lugar durante el manejo de los bultos tales como la caída de un bulto desde un vehículo, el golpe con penetración contra objetos alargados, etc.

**Requisitos relativos a bultos de tipo B(U) (párrafos 651 a 664)**

El cumplimiento de estos requisitos se expone de manera resumida en la tabla siguiente:

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
651	El bulto debe diseñarse para soportar el calor generado por su contenido en condiciones normales de transporte	Se cumple Capítulo 3. Evaluación Térmica <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</u></b>
652	Tª exterior bulto $\leq 50^{\circ}$ C a Tª ambiente o necesidad de transporte bajo uso exclusivo.	El bulto podrá alcanzar los 72,74 °C según el apartado 3.3.1.3.1 del ES. <b>Por tanto, se debe de transportar bajo la modalidad de USO EXCLUSIVO (propuesta de condicionado).</b> <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</u></b>
653	Tª máxima superficie accesible en uso exclusivo $\leq 85^{\circ}$ C en ausencia de irradiación solar	Se cumple. La máxima temperatura esperada es inferior a 85 °C (Apdo. 3.3.1.3.1 del ES) <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</u></b>
654	Tª ambiente de 38° C a considerar en los análisis térmicos	Se cumple Considerado en Apdos. 3.3.1.1.2 y 3.5.1 del ES <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</u></b>
655	Condiciones de irradiación solar a considerar en los análisis térmicos	Se cumple. Considerado en Apdo. 3.3.1.1.2 del ES El valor empleado para la irradiación solar se basa en los valores recomendados por el reglamento del OIEA (Cuadro 12) <b><u>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</u></b>
656	Mantenimiento de la protección térmica en condiciones normales y de accidente mecánico	No aplica. El bulto no dispone de ninguna protección térmica adicional.
657	Ensayos para condiciones normales y condiciones de accidente <sup>8</sup>	Se cumple.  <u>Ensayos para condiciones normales:</u> Ver resumen indicado sobre el cumplimiento del párrafo 648 de la SSR-6 del OIEA

<sup>8</sup> Según la guía TS-G-1.1 de la OIEA, las condiciones de accidente intentan reproducir accidentes graves.

Párrafo del OIEA	Resumen del contenido	Cumplimiento
		<p><u>Ensayos de condiciones de accidente:</u></p> <p>Apdo. 2.6.1 del ES para los ensayos de caída libre</p> <p>Apdo. 2.6.2 para el ensayo de punzonado.</p> <p>Apdo. 2.6.3 para el ensayo de fuego</p> <p>El ensayo de aplastamiento no aplica a este bulto al tener una masa superior a 500 kg <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</b></p>
658	Ensayo reforzado de inmersión para actividad $>10^5 A_2$	Se cumple. Apdo. 2.6.4 para el ensayo de inmersión. <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72)</b>
659	Independencia filtros o sistema mecánico refrigeración	No aplica. El bulto no dispone de esos elementos.
660	Sistema alivio de presión no permitido en condiciones normales y de accidente	No aplica. El bulto no dispone de ese sistema.
661	Diseño del bulto adecuado para soportar la Presión normal de trabajo máxima en condiciones normales y de accidente.	Se cumple. Capítulo 2 del ES <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</b>
662	Presión normal de trabajo máxima no superior a 700 kPa	Se cumple. En condiciones de accidente, la presión normal de trabajo máxima será de 323 kPa. <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</b>
663	Para el caso de contenido con materiales radiactivos de baja dispersión	No aplica
664	Diseño bulto para Tª entre -40º C y +38º C	Se cumple Apdo 2.5.1.1 del ES <b>(CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</b>

**Requisitos relativos a bultos que contengan sustancias fisiónables** (párrafos 673 al 686)

Estos bultos de transporte, por estar destinados a contener sustancias fisiónables, deben cumplir unos requisitos adicionales cuya demostración se recoge fundamentalmente en el capítulo 6 del ES del bulto, relativo a la seguridad frente a la criticidad y su evaluación se tratará posteriormente en el apartado 6.8 del presente informe.

### 6.3 Evaluación del término fuente

Se han analizado los datos incluidos en el Estudio de Seguridad en relación con los términos fuente radiológico y térmico.

El alcance de la evaluación llevada a cabo en el CSN del término fuente radiológico ha sido:

- La caracterización realizada para los combustibles GE-6 y GE-7 de la central nuclear de Santa M<sup>a</sup> de Garoña, y la especificación del combustible base de diseño. Las características de este combustible son las que darán lugar a los requisitos sobre el contenido.
- La metodología utilizada por ENSA para obtener el combustible base de diseño.
- La idoneidad de los valores obtenidos por ENSA y presentados en el Estudio de Seguridad, analizada mediante cálculos independientes realizados por el CSN.

Las conclusiones sobre el término fuente sirven de base para la evaluación del blindaje (apartado 6.4 del presente informe), la evaluación térmica (apartado 6.5 del presente informe) y la evaluación de la contención del bulto (apartado 6.7 del presente informe).

El término fuente radiológico está compuesto por un término fuente gamma y un término fuente neutrónico:

- El término fuente gamma está formado por cuatro fuentes distintas (decaimiento de productos de fisión, de los actínidos radiactivos, productos de activación de los componentes estructurales y los fotones secundarios resultado de la captura neutrónica en los distintos nucleídos).
- La fuente neutrónica proviene de las reacciones que se derivan del contenido isotópico del combustible gastado y surge principalmente por los fenómenos de fisión espontánea. Su intensidad aumenta a medida que el enriquecimiento disminuye, para un grado de quemado y tiempo de enfriamiento constante. Esto se debe a que a menor enriquecimiento, existe un aumento del contenido de U-238 en el combustible, que produce un aumento durante operación en el inventario de todos los demás actínidos (transuránicos), tales como Pu-239, hasta Cm-244 (emisores neutrónicos). Esta es la razón por la que se establecen los mínimos de

enriquecimiento exigidos al contenido (ya que la fuente gamma también varía con el enriquecimiento, pero solo ligeramente).

El término fuente radiológico del bulto de transporte ha sido evaluado mediante el informe de evaluación de referencia [CSN/IEV/INNU/TRA/1408/70](#) “Solicitud de Aprobación del Diseño del Contenedor ENUN 52B para transporte de combustible gastado. Evaluación del término fuente”, que a su vez considera el informe de referencia [CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/03](#) “Solicitud de Aprobación del Diseño del Contenedor ENUN 52B para almacenamiento de combustible gastado. Evaluación del término fuente”.

En el informe sobre los aspectos de transporte se considera un tiempo de enfriamiento adicional y superior (24.6 años para un grado de quemado máximo de 32.5 GWd/TmU y 27.7 años para 37.5 GWd/TmU) al que fue considerado en el informe realizado para el almacenamiento: de 22,5 años para un grado de quemado máximo de 32.5 GWd/TmU ó 37.5 GWd/TmU. Por tal motivo, los resultados conducen a un término fuente radiológico diferente.

Estas nuevas condiciones de cálculo (mayor tiempo de enfriamiento) se seleccionaron con el fin de identificar cuánto tiempo de enfriamiento era necesario para cumplir los requisitos de tasas de dosis reglamentarios en el exterior del bulto durante el transporte, sin el uso de la virola de protección adicional.

La evaluación concluye que:

- La elección del combustible base de diseño, con sus características físicas y datos de operación, es adecuada para cubrir los combustibles para los que se ha diseñado el bulto.
- La metodología utilizada para obtener el término fuente es idéntica a la seguida para la modalidad de almacenamiento del contenedor, se considera correcta y utiliza la normativa aplicable adecuadamente y códigos reconocidos y en sus versiones más recientes. En definitiva, la metodología empleada conduce a valores del término fuente envolventes y a la vez representativos para el combustible para el que se solicita autorización.
- Los valores de máxima carga térmica permitida por posición del contenedor y total por contenedor son los mismos que los ya analizados para el Estudio de Seguridad de almacenamiento y fueron evaluados y validados en el informe

[CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/03](#), por tanto no se ha requerido una evaluación específica para la modalidad de transporte.

- ENSA también ha mantenido la misma composición isotópica ya analizada para la solicitud de aprobación del Estudio de Seguridad del contenedor ENUN 52B para almacenamiento. Los valores de actividad por isótopos son los mismos y ya fueron evaluados con resultado aceptable para la modalidad de almacenamiento.
- Los resultados del término fuente radiológico obtenidos son aceptables, se han obtenido de forma adecuada y los valores presentados han sido corroborados por cálculos independientes realizados por el CSN.

En definitiva, la evaluación del término fuente incluida en la revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto de transporte ENUN 52B se considera aceptable.

#### **6.4 Evaluación del Blindaje**

En el capítulo 5 del Estudio de Seguridad de Transporte se recoge el análisis del blindaje del contenedor ENUN 52B. Se ha procedido a evaluar los cálculos de dosis presentados por el solicitante y su conformidad con la normativa aplicable en condiciones rutinarias, normales y de accidente en el transporte, teniendo en cuenta la especificación del término fuente analizado anteriormente.

Los criterios de aceptación de la normativa de transporte son (se indican los aplicables al transporte por carretera y ferrocarril):

##### **Condiciones rutinarias de transporte**

- 2 mSv/h en la superficie externa del bulto, a no ser que el transporte se realice en la modalidad de *uso exclusivo*<sup>9</sup> y se cumplan las siguientes condiciones, en cuyo caso el límite es 10 mSv/h:

---

<sup>9</sup> *Uso exclusivo* : 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.

- En las condiciones rutinarias de transporte 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 en las condiciones rutinarias de transporte.
  - 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 2 metros de los planos verticales proyectados a partir de los bordes exteriores del vehículo (excluyendo la parte superior e inferior del vehículo).

Además, el solicitante ha considerado como criterio de referencia el valor de 0.02 mSv/h en cualquier espacio ocupado normalmente en el vehículo, excepto cuando los transportistas sean considerados como trabajadores expuestos controlados mediante dosímetros individuales. Este criterio se basa en el definido en 10 CFR 20.1502, pero es diferente al aplicado en España, siguiendo el Reglamento del OIEA, donde no se define un límite concreto para las zonas ocupadas del vehículo, de manera que el objetivo, en cuanto a las dosis de los conductores, es la aplicación del criterio ALARA durante las operaciones de transporte.

#### **Condiciones normales de transporte.**

- Tras los ensayos, el bulto no debe superar el 20% del valor de la tasa de dosis antes del ensayo

#### **Condiciones de accidente**

- La tasa de dosis de radiación externa no deberá exceder los 10 mSv/h a 1 metro de la superficie externa del bulto (se trata del valor de tasa de dosis que no debe ser superado tras la realización sobre el bulto de los ensayos que simulan las condiciones de accidente)

La evaluación llevada a cabo por el CSN se ha basado en la revisión de la documentación de detalle que recoge los cálculos de término fuente y blindaje, así como en la realización de cálculos independientes confirmatorios.

Los resultados de la evaluación del blindaje en condiciones rutinarias de transporte y de accidente se incluyen en el Informe de Evaluación de referencia [CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/04](#). En el caso de accidente se ha asumido que se han perdido los limitadores de impacto y ha desaparecido totalmente el blindaje neutrónico debido a un fuego envolvente

Los análisis contemplan la carga uniforme con la utilización con tres diferentes características de combustible, y con la utilización o no de la virola de protección adicional:

- 32,5 GWd/tU y 24.6 años de enfriamiento, sin la virola de protección adicional.
- 37,5 GWd/tU y 27.7 años de enfriamiento, sin la virola de protección adicional.
- 37,5 GWd/tU y 22.5 años de enfriamiento, con la virola de protección adicional.

Las condiciones de cálculo con un mayor tiempo de enfriamiento que el contemplado en el Estudio de Seguridad de almacenamiento (22.5 años) se seleccionaron con el fin de identificar cuánto tiempo de enfriamiento era necesario para cumplir los requisitos de tasas de dosis en el exterior del bulto durante el transporte, sin el uso de la virola de protección adicional. En el caso del análisis con el mismo tiempo de enfriamiento (22.5 años) que el analizado en el almacenamiento, se repitieron los cálculos teniendo en cuenta la virola de protección adicional.

Los análisis del blindaje indican que solo en el caso en que el tiempo de enfriamiento sea igual o superior a 24.6 años para el combustible base de diseño I (con un grado de quemado máximo de 32.5 GWd/TmU) o 27.7 años para el combustible base de diseño II (con un grado de quemado máximo de 37.5 GWd/TmU) no sería necesario el uso de una virola de protección adicional externa como blindaje gamma adicional.

Por otra parte, en relación con la evaluación del blindaje en condiciones normales (pequeñas incidencias):

- Los ensayos de caída llevados a cabo sobre el contenedor, como base para garantizar que el bulto cumple con las condiciones normales de transporte, demuestran que el contenedor no se ve afectado, siendo los limitadores de impacto los que absorben la energía del choque.
- Respecto al ensayo de penetración, se analiza con la caída de una barra de 6 kg sobre el contenedor. ENSA ha analizado dos posibles escenarios. Impacto: a) sobre la tapa de control de presión, despreciándose los limitadores de impacto y b) sobre la envolvente del blindaje neutrónico. El resultado de impacto en ambos escenarios no produce efecto significativo alguno.

Por lo tanto, el análisis de blindaje en las condiciones normales de transporte quedaría cubierto por los resultados de la evaluación llevada a cabo para condiciones rutinarias que ya se recoge en el informe [CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/04](#). En dicho informe se concluye, asimismo, que:

- Tanto la metodología como los datos utilizados son aceptables.
- Los resultados obtenidos de las tasas de dosis reportadas cumplen con los criterios de aceptación en las diferentes condiciones de transporte.

Se concluye, por tanto, que la evaluación del blindaje, incluida en la revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto de transporte ENUN 52B se considera aceptable. No obstante, se propone incluir un punto en el condicionado de la aprobación para definir claramente cuándo se requiere la utilización de la virola de protección adicional.

## **6.5 Evaluación de los aspectos térmicos**

En el capítulo 3 del Estudio de Seguridad de Transporte se recoge la evaluación térmica presentada por ENSA como soporte a la solicitud. La evaluación llevada a cabo en el CSN se encuentra recogida en el informe [CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71](#).

El alcance de la evaluación llevada a cabo en el CSN de los análisis térmicos ha sido:

- Descripción del sistema de evaluación de calor, en el que se identifican las características de diseño del contenedor relevantes para la función de disipación de calor.

- Materiales y límites de diseño, en el que se comprueba la definición de los límites térmicos que garantizan la integridad del combustible y del contenedor, y su coherencia con los materiales considerados en el diseño.
- Cargas térmicas y condiciones ambientales, cuya definición constituyen las condiciones de contorno aplicables en cada escenario del análisis postulado en el ES.
- Modelos térmicos y métodos analíticos, en el que se revisan los mecanismos de transmisión considerados en cada momento, así como su implementación en modelos analíticos, y se verifica el conservadurismo de las hipótesis de cálculo empleadas.
- Propiedades térmicas de los materiales, en el que se revisan las referencias que se han empleado para definir las propiedades de los diferentes materiales que caracterizan su comportamiento térmico.
- Cálculos para las condiciones normales de transporte (CNT) y las condiciones de accidente (CA), en el que se verifica el cumplimiento de los resultados obtenidos frente a los límites de diseño definidos.

Varios de los aspectos del ámbito térmico, que incluyen las características del contenedor relevantes para el diseño térmico, los límites de diseño, las propiedades térmicas de los materiales o los modelos térmicos empleados en la evaluación térmica, fueron evaluados ya en el informe correspondiente a la modalidad de almacenamiento “Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 52B de ENSA: Aspectos térmicos, confinamiento y otros en el alcance del área de Ingeniería Mecánica y Estructural”, de referencia [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05](#).

El objetivo principal del contenedor es garantizar la integridad del combustible gastado alojado en su interior en todas las condiciones de transporte: rutinarias, normales y accidentales. Este objetivo se logra manteniendo la temperatura de las vainas de combustible por debajo de un cierto valor, para prevenir su fallo, seleccionando los materiales constituyentes del contenedor y manteniendo las condiciones adecuadas de temperatura y presión, de forma que los componentes puedan seguir cumpliendo con la función de seguridad para la que fueron creados.

Para alcanzar este objetivo, se establecen unos límites térmicos aplicables tanto al combustible como al resto de los componentes del contenedor, así como el establecimiento de un límite de presión interna en todas las condiciones de diseño postuladas en el transporte.

Los límites térmicos del combustible gastado y los de los componentes del contenedor importantes para la seguridad, con la excepción de los limitadores de impacto, son los mismos para la condición de transporte que los analizados para la condición de almacenamiento en el informe de referencia [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05](#), por lo que la evaluación concluye que están de acuerdo con la normativa aplicable.

Respecto a los limitadores de impacto, durante la evaluación se requirió clarificar los límites térmicos aplicados a las estructuras de aluminio y definir los límites correspondientes a la estructura de panal de abeja y espuma de poliuretano de los mismos. Estos datos finalmente fueron incluidos en la revisión 1 del Estudio de Seguridad del Bulto, considerándose aceptables.

La presión de diseño de la cavidad del contenedor se fija en 8 bar (0,8 MPa), empleándose para verificar el comportamiento estructural del contenedor (ver apartado 6.6 del informe).

En relación con las cargas térmicas base de diseño que se emplean en la verificación térmica del contenedor:

- La evaluación comprobó el valor de la carga térmica de diseño utilizada para las evaluaciones térmicas, 198,58 W por elemento (10.326 W la carga global), coincide con el empleado para la evaluación del contenedor en su modalidad de almacenamiento.
- Las cargas de insolación o irradiación solar del contenedor se consideran aceptables.
- El rango de temperaturas considerado en los diferentes casos fue de -40° a 38°C, considerándose aceptables al cumplir los requisitos del apartado 3.5.5.1 del NUREG-1617<sup>10</sup>.
- El transitorio de temperatura durante la carga (debido a una posible ebullición durante el manejo), drenaje y secado (si se emplea el método de secado por vacío), o durante la reinundación del contenedor (en caso de necesidad de descargar de los elementos combustibles gastados de nuevo en la piscina) es idéntico al que se presenta en el Estudio de Seguridad en la modalidad de almacenamiento, al ser una actividad común en el almacenamiento y en el

---

<sup>10</sup> Este rango de temperaturas es el exigido por el párrafo 664 del Reglamento para el transporte Seguro de Material Radiactivo de la OIEA, (TS-R-1, de 2009)

transporte. Dicho transitorio fue evaluado en el informe [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05](#), considerándose aceptable.

En cuanto a los modelos térmicos y analíticos utilizados por ENSA, se revisaron de manera exhaustiva en cada condición de almacenamiento, y se encuentran evaluados en el informe [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05](#).

Sin embargo, existen particularidades propias de los modelos térmicos aplicados a la modalidad de transporte:

- En las condiciones de normales de transporte, se modelan los limitadores de impacto y la virola de protección externa. No se da crédito a la interacción térmica del contenedor con otros contenedores, al no considerarse la presencia de contenedores vecinos durante el transporte.
- En las condiciones de accidente, se considera una secuencia de accidentes y se verifica el comportamiento del contenedor teniendo en cuenta la acumulación de daño en cada uno de los accidentes de la secuencia, a diferencia del análisis durante el almacenamiento, que postula escenarios independientes.

La evaluación concluye que los métodos analíticos empleados para verificar el comportamiento térmico en las condiciones normales de transporte, y las condiciones accidentales son aceptables.

En cuanto a las propiedades térmicas de los materiales, la evaluación se centra en los componentes no contemplados en el Estudio de Seguridad del contenedor para la modalidad de almacenamiento. La evaluación concluye que las referencias empleadas para definir las propiedades de los materiales de dichos componentes son aceptables.

La evaluación revisó los resultados obtenidos por ENSA de las temperaturas de los diferentes componentes del contenedor, para los escenarios analizados en el Estudio de Seguridad, verificando el cumplimiento con los límites térmicos.

La evaluación comprobó que el ES establece unos valores máximos de temperatura, considerando insolación, en las zonas accesibles externas del bulto de 75 °C y concluye que el transporte deberá llevarse a cabo en la modalidad de uso exclusivo, al superarse la temperatura requerida por el párrafo 6.4.8.3 del ADR de 50°C

La evaluación comprobó que los valores obtenidos para la temperatura máxima, en las configuraciones de bulto con y sin virola de protección durante las fases de un accidente, no superan los límites térmicos, considerándose aceptables.

Se evaluaron, así mismo, la metodología y los resultados de los cálculos de presión interna máxima en la cavidad durante las condiciones normales de transporte, y durante las condiciones de accidente. Los resultados obtenidos se encuentran muy por debajo de la presión de diseño (0,8 MPa), y de lo requerido por la reglamentación de transporte (0,7 MPa), por lo que se considera que, tanto la metodología empleada para el cálculo de la presión interna, como los resultados son aceptables.

La evaluación revisó el tratamiento de las dilataciones diferenciales entre los diferentes componentes del bulto. La instalación de la virola de protección durante el transporte es una configuración más penalizante para el cálculo de las dilataciones diferenciales que la analizada en el Estudio de Seguridad para la modalidad de almacenamiento. Este análisis quedó cubierto mediante un informe específico, de referencia RDT048 “Determinación huelgo bastidor y cuerpo. Dilatación diferencial. Transporte”, y la revisión del informe RDT036, en el que se presenta el análisis de las dilataciones axiales con el nuevo perfil térmico resultante de las condiciones normales de transporte.

La revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto para transporte se modificó para incluir los resultados de los análisis mencionados. La evaluación considera que con los resultados obtenidos se garantiza que no se crearán tensiones térmicas adicionales en los distintos componentes del contenedor.

Por otra parte, la evaluación térmica se limita al contenedor y a sus componentes, en configuración de transporte (es decir, incluyendo los limitadores de impacto), pero descarta otros elementos accesorios como la cuna de transporte en la que se fija el contenedor en el vehículo de transporte. El análisis de las dilataciones de los muñones indica que la cuna de transporte deberá permitir la dilatación del contenedor tanto axial como radialmente (ver también apartado 6.10.1 del presente informe). La evaluación de estos accesorios deberá tenerse en cuenta dentro del proceso de evaluación de la autorización de la expedición.

Se concluye, por tanto, que la evaluación térmica, incluida en la revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto de transporte ENUN 52B se considera aceptable.

## **6.6 Evaluación de los aspectos estructurales**

En el capítulo 2 del Estudio de Seguridad de Transporte se recoge el análisis estructural presentado por ENSA como soporte a la solicitud, con el objetivo de demostrar el comportamiento del contenedor en cualquiera de las situaciones de transporte: rutinarias, normales y de accidente.

La evaluación llevada a cabo en el CSN se encuentra recogida en el informe [CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72](#), aunque varios de los aspectos del ámbito mecánico – estructural se excluyen, al haber sido evaluados ya en el informe correspondiente a la modalidad de almacenamiento “Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN52B de ENSA: Aspectos mecánico- estructurales”, de referencia [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/06](#), de octubre de 2014.

En el informe correspondiente a la modalidad de almacenamiento se revisaron, entre otros aspectos, las características y materiales del contenedor relacionados con la integridad estructural, las tensiones sobre los muñones durante las operaciones de manejo del contenedor, la resistencia estructural del sistema de cierre y los resultados de los análisis de accidente postulados durante el almacenamiento (incluyendo el manejo). Estos aspectos fueron considerados aceptables en dicha evaluación.

Las conclusiones de la evaluación del ES de almacenamiento que son comunes al caso del transporte han sido incluidas por ENSA en la última revisión remitida (rev.1) del ES del contenedor en la modalidad de transporte.

Durante la evaluación también se tienen en cuenta los requisitos y recomendaciones de la normativa americana (10 CFR Part 71, NUREG-1617, Regulatory Guide 7.6, ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III, etc...). Para más detalle sobre la normativa y criterios de referencia, ver el informe CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72.

Entre los aspectos que son específicos del modo de transporte, y que han sido evaluados en el informe CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72, están los siguientes:

- Cumplimiento de requisitos relacionados con el manejo del bulto y su sujeción al medio de transporte, comportamiento ante vibraciones en condiciones rutinarias de transporte y comportamiento ante temperaturas extremas y descensos o aumentos de la presión exterior.
- Validación de limitadores de impacto.
- Cumplimiento de los ensayos que simulan condiciones normales de transporte.

- Cumplimiento de los ensayos que simulan condiciones de accidente en transporte.

Esto es coherente con lo requerido por la normativa, que requiere que, para garantizar la seguridad en el transporte, es el bulto de transporte el que ha de ser capaz de soportar tanto las condiciones rutinarias y normales de transporte como las condiciones de accidente.

El cumplimiento de los ensayos de caída que simulan las condiciones normales de transporte y las condiciones de accidente se basan principalmente en analizar el comportamiento frente a la aceleración máxima que el bulto alcanza en la condición del ensayo. Esta aceleración depende del comportamiento de los limitadores de impacto.

El valor de aceleración utilizado en el análisis de caída es el máximo que se deduce de una serie de ensayos a escala llevados a cabo en el Laboratorio Nacional de Sandía (en Estados Unidos de América) para ENSA, en el marco de la aprobación del contenedor ENUN 32P, que actualmente también está en fase de licenciamiento en el CSN. Los sistemas de absorción de impacto son, tanto para el ENUN 32P como para el ENUN 52B, del mismo material y con las mismas propiedades críticas (rigidez a aplastamiento, densidad), siendo la geometría y configuración equivalente (ratio entre longitud y diámetro del contenedor con los limitadores instalados).

Adicionalmente a los requisitos y criterios de aceptación definidos por la reglamentación de transporte, el bulto ha sido diseñado, de acuerdo con el ES presentado por ENSA, para que, tanto en las condiciones normales de transporte, como en las condiciones de accidente:

- Los limitadores de impacto no se desprendan del contenedor.
- Las tapas no se desprendan tras una caída y se mantenga la integridad de la contención.
- Los elementos de combustible gastado (CG) no sufran daños y puedan ser adecuadamente recuperados.
- En todas las situaciones anteriores, el CG se mantenga íntegro y sin romperse por pandeo o flexión.

En las condiciones rutinarias y normales de transporte las cargas que se han tenido en cuenta han sido, al menos, el peso, el pretensado de los pernos, la presión interior y los efectos térmicos. En cuanto a la presión interna de diseño del contenedor, la máxima presión interna de la cavidad es de 0,8 MPa (8 bar), pese a que, tanto en condiciones rutinarias o normales esta es significativamente inferior (de acuerdo al ES, la presión máxima es de 0,161 MPa en condiciones rutinarias o normales y de 0,323 MPa en accidente). Estos valores están por debajo de los 0.7 MPa requeridos en el artículo 6.4.8.13 del ADR como máxima presión normal de trabajo, y se consideran tanto en el caso de temperatura máxima como mínima. Las temperaturas ambientales extremas supuestas en condiciones normales son de 38 °C y - 40 °C (esto cumple el artículo 6.4.8.15 del ADR).

De la evaluación llevada a cabo por el CSN se desprende que:

- El bulto ENUN 52B se ha diseñado para las cargas correspondientes a las condiciones rutinarias, normales y de accidente en transporte. Los casos de carga considerados durante el análisis se consideran suficientes y engloban correctamente las situaciones esperables.
- Los resultados obtenidos de los análisis de los muñones para la operación de elevación y manejo cumplen con los criterios de aceptación que les son aplicables, por lo que se consideran aceptables.
- Los resultados obtenidos de los análisis de los muñones para la situación de fijación al vehículo de transporte cumplen con los criterios de aceptación que les son aplicables, por lo que se consideran aceptables.
- En las condiciones normales de transporte se supone el contenedor con los limitadores de impacto dispuesto horizontalmente sobre la cuna de transporte, con una temperatura máxima ambiente (38 °C), máxima insolación solar, máximo calor de desintegración de CG (10.326 w), y presión interna máxima de diseño de 0,8 MPa. En estas condiciones, se concluye que los análisis presentados por ENSA para las condiciones de calor se consideran correctos y aceptables.
- En cuanto a las condiciones de frío, en este caso el contenedor se encontraría a la mínima temperatura definida por la normativa: -40 °C, con calor de desintegración nulo (aunque con el peso de los elementos combustibles incluido), ausencia de irradiación solar y presión interna máxima de diseño de 0,8 MPa. Las tensiones

que arroja el cálculo para estas condiciones de temperatura mínima (teniendo en cuenta las tensiones térmicas), de acuerdo al ES, son inferiores a los límites establecidos por los criterios de aceptación, al igual que sucedía en la modalidad de almacenamiento. Debido a lo anterior, el diseño del contenedor para este caso de carga se considera adecuado.

- En relación con condiciones de reducción o aumento de la presión externa, se concluye que no tienen influencia adversa alguna en la operatividad del contenedor.
- La vibración en condiciones rutinarias de transporte no debe disminuir la eficacia de los dispositivos de cierre del bulto ni el deterioro de su integridad en su conjunto, y, en particular, que las tuercas, pernos y otros dispositivos de sujeción no deben poder aflojarse o soltarse accidentalmente. Tras la evaluación, se concluye a este respecto que el comportamiento del bulto frente a las vibraciones es apropiado.
- Superación de los ensayos que simulan las condiciones normales de transporte:
  - El de aspersion con agua no tiene ningún efecto sobre el bulto
  - El ensayo de apilamiento no aplica porque nunca se realizará el apilamiento de un bulto sobre otro.
  - El de penetración: en ninguno de los supuestos considerados se produciría en el bulto un efecto significativo.
  - El de caída libre: En las caídas el contenedor lleva acoplados los limitadores de impacto, y se analizan dos casos térmicos, por un lado el de temperatura máxima reglamentada: 38 ° C, irradiación solar y calor de desintegración máximos y por otro el de temperatura mínima: -29 ° C, ausencia de irradiación solar y generación de calor de los elementos combustibles. En ambos casos se considera la presión interna máxima de diseño: 0,8 MPa. Aquí es importante destacar que la temperatura mínima considerada por ENSA: -29°C es superior a la establecida en el Reglamento de transporte del OIEA (y por tanto en la reglamentación de aplicación en España): -40 °C. Esto es debido a que ENSA ha considerado el criterio definido en la normativa norteamericana (-29°C). Esta cuestión fue objeto de una solicitud de aclaración por parte del CSN. Tras las aclaraciones recibidas y la evaluación realizada, se señala que las propiedades mecánicas de los materiales empeoran al aumentar la temperatura, por lo que la circunstancia antes señalada resulta conservadora. En efecto, los

valores numéricos de las propiedades mecánicas especificadas en el ES no varían entre ambas temperaturas, así como los coeficientes de dilatación térmica, por lo que los resultados del análisis son exactamente iguales para ambas temperaturas.

Dado que el contenedor va provisto de los limitadores de impacto, se supone que el centro de masas no superará una aceleración de 16 g. Este valor es el máximo que se deduce de los ensayos a escala llevados a cabo en el Laboratorio Nacional de Sandía y corresponde a la caída en horizontal del bulto.

Tras la evaluación de los análisis realizados por el solicitante en las condiciones citadas, se concluye que los resultados de los análisis de las caídas que simulan las condiciones normales de transporte se consideran aceptables

En definitiva, los análisis llevados a cabo para justificar el diseño correcto de los componentes del bulto ENUN 52B ante las condiciones normales de transporte se consideran suficientes.

- Superación de los ensayos que simulan las condiciones de accidente en el transporte:
  - Caída libre desde 9 m: Con objeto de cubrir el requisito de que el bulto esté orientado de manera que se genere el mayor daño, se han analizado cuatro posibles caídas: vertical sobre tapas, lateral (horizontal), en esquina sobre tapas, con el centro de gravedad sobre el punto de impacto, y en oblicuo (“*slap down*”) con inclinación de 10 ° respecto de la horizontal de forma que el impacto secundario ocurre sobre la tapa exterior.

La aceleración que sufre el centro de gravedad del bulto en cada caída se mantiene por debajo del valor correspondiente obtenido del cálculo de los limitadores de impacto, y que se ha validado mediante los ensayos reales de caídas, llevados a cabo a escala 1/3 para el contenedor ENUN 32P (de similares características al ENUN 52B). En relación con este punto el informe CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72 lleva a cabo un análisis específico de lo presentado en el ES. Ver más adelante en este mismo apartado las conclusiones fundamentales.

En cuanto al empleo de una temperatura mínima de  $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$  en vez de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es de aplicación lo ya mencionado al respecto en el apartado de condiciones normales de transporte.

Se considera que cuando se supera algún límite de tensiones, afecta tan solo a un porcentaje menor de la sección del perno más cargado de la tapa exterior, con lo que está lejos del agotamiento plástico y posible rotura de la sección. Se considera, en consecuencia, adecuada la justificación, garantizándose el buen comportamiento del bulto ante las caídas de 9 metros. Por tanto, se concluye que queda suficientemente justificada la respuesta adecuada del bulto, desde el punto de vista mecánico-estructural.

- Punzonado: consiste en dejar caer el espécimen sobre una barra rígida maciza (punzón) desde 1 m. La caída debe ser tal que se produzca el máximo daño. El ES analiza tres situaciones: punzonado sobre el centro de la virola (el contenedor cae en horizontal), sobre el centro de la tapa exterior (el contenedor cae vertical invertido), y sobre el fondo (caída vertical de pie). Los cálculos llevados a cabo mediante elementos finitos suponen el contenedor desprovisto de limitadores (aunque se tiene en cuenta su masa). Al igual que en el caso de las caídas desde 9 m, se tiene en cuenta el pretensado de los pernos, y se consideran dos condiciones térmicas: temperatura ambiente de  $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$  y de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con 0,8 MPa de presión interna

Tras las evaluaciones realizadas se concluye que el contenedor se comporta adecuadamente ante el accidente de punzonado, en las situaciones analizadas.

- Accidente térmico (incendio): consiste en someter al contenedor a un fuego de  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 30 minutos. El análisis llevado a cabo por ENSA refleja que no se superan los límites térmicos del combustible y de los componentes relacionados con la seguridad.

Tras las evaluaciones llevadas a cabo se concluye que los métodos analíticos utilizados representan de forma conservadora el comportamiento del conjunto y que los resultados se mantienen por debajo de los límites establecidos.

- Inmersión: 200 m de columna de agua durante una hora. ENSA ha llevado a cabo una serie de análisis encaminados a demostrar el buen comportamiento del contenedor a una presión exterior de 2 MPa (presión que se corresponde con 200 m de presión de columna de agua). Estos análisis afectan a la tapa exterior, a la tapa de la penetración de control de presión, y a las juntas de las dos tapas anteriores, que son, a priori, los componentes más débiles de la barrera de contención, y los más expuestos.

Los resultados de los análisis cumplen los requisitos de la normativa y, por tanto, se considera que el bulto supera adecuadamente los criterios de aceptación para el accidente de inmersión.

En definitiva, los análisis llevados a cabo para demostrar el buen comportamiento del bulto en condiciones hipotéticas de accidente son, de acuerdo con la normativa aplicable, suficientes. Los estudios llevados a cabo han sido evaluados y sus resultados son satisfactorios.

- Análisis de los limitadores de impacto. Las comprobaciones llevadas a cabo sobre los limitadores de impacto concluyen que estos elementos, en los escenarios de caídas, limitan las aceleraciones a valores aceptables, que ningún componente del bulto a excepción de los propios limitadores contacta con la superficie de impacto, y que los pernos de amarre permanecen unidos al contenedor después de cada caída.
- Aspectos relacionados con la fractura frágil y con la fatiga. Las comprobaciones llevadas a cabo concluyen que los análisis llevados a cabo son apropiados.

Por último, decir que la evaluación se limita al contenedor y a sus componentes en configuración de transporte (es decir, incluyendo los limitadores de impacto), pero descarta otros elementos accesorios (en concreto, no se incluye el diseño de la cuna de transporte en la que se fija el contenedor en el vehículo de transporte). La evaluación de estos accesorios deberá tenerse en cuenta dentro del proceso de evaluación de la autorización de la expedición.

Se concluye, por tanto, que la evaluación estructural, incluida en la revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto de transporte ENUN 52B se considera aceptable.

## 6.7 Evaluación de la contención

En el capítulo 2 del Estudio de Seguridad se muestra que todos los componentes de la barrera del sistema de contención se mantienen dentro de los límites de tensiones permitidos durante todas las condiciones de transporte normales y de accidente hipotético (ver apartado 6.6 de este informe).

En el capítulo 3 del Estudio de Seguridad se muestra que la presión y la temperatura obtenidos durante las condiciones de transporte normales o de accidente no superan los valores de diseño (ver apartado 6.5 de este informe).

En el capítulo 4 del Estudio de Seguridad de Transporte se recoge la evaluación la contención presentada por ENSA como soporte a la solicitud. La evaluación llevada a cabo en el CSN se encuentra recogida en el informe [CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71](#).

Varios de los aspectos de la evaluación de la contención fueron incluidos ya en el informe correspondiente a la modalidad de almacenamiento “Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 52B de ENSA: Aspectos térmicos, confinamiento y otros en el alcance del área de Ingeniería Mecánica y Estructural”, de referencia [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05](#).

El alcance de la evaluación de la contención se limita a verificar el cumplimiento de los requisitos relativos a la definición de la barrera de la contención, y a la determinación de la tasa de fugas admisible.

La barrera de contención en la modalidad de transporte queda configurada por los siguientes elementos: vaso de contenedor, tapa interior y junta metálica, tapas de las penetraciones de venteo y drenaje así como las correspondientes juntas metálicas. Durante la revisión inicial del Estudio de Seguridad se identificaron elementos de la barrera de contención que no se habían incluido explícitamente entre los componentes que la delimitaban, dando lugar a una solicitud de información adicional, y una revisión del Estudio de Seguridad. En la revisión 1 de dicho estudio, ENSA ha incluido dichos elementos en el alcance de la barrera de contención, lo que se considera aceptable.

Se revisaron los análisis de los pares de apriete de los pernos de unión de las tapas y el vaso, de manera que se alcance una compresión óptima de las juntas metálicas empleadas, y se minimice la fuga. Dicho análisis se evaluó en el informe, de referencia [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05](#), empleándose casos de carga envolventes para las modalidades de almacenamiento y transporte. La evaluación concluye que queda

suficientemente demostrado que el pretensado de los pernos es suficiente para garantizar la compresión óptima de las juntas, con denominación Helicoflex tipo HND229, y asegurar una tasa de fugas inferior a  $1E-9$  cc/sec.atm bajo una diferencia de presión de 1 atmósfera.

Para calcular los valores de fuga, se ha seguido la metodología del apéndice A del 10 CFR 71, determinándose en primer lugar el valor límite de actividad para el caso de material radiactivo no en forma especial,  $A_2$ , de acuerdo con las características y el contenido del bulto. Este valor se ha calculado siguiendo lo establecido en el párrafo 2.2.7.2.2.4 del ADR y en el párrafo 405 de la OIEA TS-R-1.

A partir de esta actividad  $A_2$ , se han determinado las tasas de dosis admisibles para las condiciones de transporte normales y de accidente, siguiendo lo indicado en el 10 CFR 71.51(a)(1) y 10 CFR 71.51 (a)(2), que coincide con el criterio definido en nuestra reglamentación aplicable (apartado 6.4.8.8 del ADR, que se corresponde con el párrafo 657 del Reglamento del OIEA TS-R-1):

- La pérdida del contenido radiactivo no sea superior a  $10^{-6} A_2$  por hora tras los ensayos de condiciones normales.
- La pérdida acumulada de contenido radiactivo en un período de una semana no será superior a  $10 A_2$  para el criptón-85 ni a  $A_2$  para todos los demás radionucleidos, tras los ensayos de condiciones de accidente.

Para determinar las tasas de fuga permitidas en condiciones normales y de accidente se han utilizado, entre otras, las siguientes hipótesis:

- Para combustible no dañado, se ha supuesto el fallo del 3% de las barras de combustible durante las condiciones normales de transporte. En las condiciones de accidente se ha supuesto el fallo del 100% de las barras de combustible.
- Se supone que de cada barra de combustible que falla se descarga el 30% de los gases radiactivos
- En condiciones normales, se supone que el 15% del Co-60 de los depósitos activados ("crud") adheridos a las superficies de las barras de combustible se libera en forma de aerosol. En condiciones de accidente, se supone que la descarga en forma de aerosol del Co-60 de las superficies de los elementos combustibles es del 100 %. Se ha utilizado un valor envolvente de la actividad debida a los depósitos activados adheridos a barras de combustible BWR de  $4.64 \times 10^{-5}$  TBq/cm<sup>2</sup>

- Se supone que el 0,003% de la masa total del combustible contenido en una barra se libera en forma de pequeñas partículas (“fines”) si la vaina de la barra se rompe.
- Se supone que la fracción de descarga de todos los elementos volátiles (C-14, Te-123m, Te-125m, Te-127, Te-127m, Sr-89, Sr-90, Ru-103, Ru-106, Cs-134, Cs-135 y Cs-137) es de  $2 \times 10^{-4}$
- Para calcular las tasas de fuga de la contención del contenedor ENUN 52B en condiciones normales de transporte, se supone de forma conservadora que la presión interna de la cavidad del contenedor alcanza el valor máximo analizado en el capítulo 3 del ES.
- Se supone que la temperatura media de la cavidad para el cálculo de la tasa de fuga en condiciones normales es la máxima temperatura del combustible en condiciones normales de transporte. De forma similar, se supone que la temperatura media de la cavidad para el cálculo de la tasa de fuga en condiciones de accidente hipotético es la máxima temperatura del combustible durante el accidente con fuego.

Con estas hipótesis se ha calculado el término fuente total sumando las contribuciones debidas a:

- a) la actividad de la fuente debida al desprendimiento de los depósitos de impurezas activados de las barras combustibles y
- b) la actividad de la fuente debida a la liberación o descarga de pequeñas partículas, gases y volátiles por rotura de las vainas.

Debido a que no se da crédito a un fallo en la contención, la tasa de fugas del mismo dependerá del término fuente citado en el párrafo anterior, y del valor de la tasa de fugas garantizado por el fabricante de las juntas.

La evaluación concluye que la aplicación del criterio de aceptación definido respecto a la tasa de fugas a través de la barrera de contención del contenedor, garantiza que el término fuente radiológico liberado cumple con los límites radiológicos establecidos en la normativa en todas las condiciones postuladas en el Estudio de Seguridad.

## 6.8 Evaluación de la criticidad

En el capítulo 6 del Estudio de Seguridad de Transporte se recoge el análisis de seguridad frente a criticidad presentado por ENSA como soporte a la solicitud, con el objetivo de

demostrar la subcriticidad del transporte del ENUN52B cargado con el combustible base de diseño establecido en cualquier condición de transporte.

El contenido para el que se solicita la aprobación del bulto es de bajo enriquecimiento (medio máximo de 2,99 % U235), por lo que no ha sido necesario utilizar una metodología de análisis de criticidad con crédito al quemado. Ello simplifica el análisis al utilizar modelos conservadores considerando combustible fresco, independientes, por tanto, de la historia de irradiación del combustible. Adicionalmente el contenedor no admite combustible clasificado como dañado, lo que contribuye también a la simplificación del análisis.

Por otra parte, éste tipo de combustible tiene una distribución de varillas no homogénea en cuanto a enriquecimientos y contenido de gadolinio. ENSA ha demostrado mediante cálculos que la reactividad resultante es mayor para un enriquecimiento uniforme, de valor igual al enriquecimiento planar medio del elemento, sin gadolinio. Los análisis se han realizado para combustible de enriquecimiento uniforme, con valores de enriquecimiento planar medio calculados para los tres diseños del 2,8241%, 3,008% y 3,1903% de U235, aplicados a la longitud activa total de cada barra, incluyendo las zonas de uranio natural situadas en los extremos de cada barra y sin gadolinio. En todos los casos el combustible más reactivo fue el de 3,1903%. Por tanto, el contenido licenciado debe disponer de un enriquecimiento planar medio máximo de 3.1903 % de U 235 (ver descripción en detalle del contenido en el apartado 5.2 de ésta PDT).

El análisis de criticidad presentado se fundamenta en:

- La definición de un combustible base de diseño que cubra de manera envolvente la geometría de los diseños de elementos combustibles y la composición del elemento combustible (materiales, enriquecimiento, contenido de gadolinio, etc.)
- La modelación del contenedor, incluyendo un análisis de sensibilidad de las tolerancias mecánicas (posicionamiento de los elementos combustibles en el bastidor, tolerancias de fabricación, etc...)
- El cálculo de la criticidad ( $k_{\text{eff}}$ ) en las condiciones de transporte, mediante el uso de códigos validados.

La evaluación realizada en el CSN se recoge en el informe [CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/04](#) y se ha realizado de manera conjunta para la opción de almacenamiento y de transporte del contenedor. Por ello, los criterios de aceptación que se ha aplicado han sido los envoltentes de ambas condiciones. La

evaluación se ha basado en la revisión de la documentación de detalle que recoge los análisis de criticidad soporte de la solicitud presentada, así como en la realización de cálculos independientes confirmatorios. Su alcance incluye:

- La especificación del combustible base de diseño
- La especificación del modelo empleado en los cálculos (configuración, propiedades de los materiales)
- El análisis de criticidad: códigos, validación, resultados.

En el análisis de criticidad presentado por ENSA, la condición envolvente de los requisitos de almacenamiento y transporte es la hipótesis de inundación total del contenedor con agua pura, para la que se obtiene un resultado de  $k_{eff} < 0.92697$ . Se han analizado condiciones de operación normal y de accidente para un contenedor único en condiciones de reflexión total para el caso de almacenamiento y para redes de contenedores en contacto para el caso de transporte, obteniéndose un Índice de Seguridad con respecto a la Criticidad (ISC) de 0, lo que significa que, desde un punto de vista de seguridad frente a criticidad, podrían transportarse juntos cualquier número de contenedores.

En los análisis de criticidad presentados por ENSA se ha aplicado la hipótesis de una configuración del combustible y del contenedor en condiciones nominales de diseño en todas las condiciones de transporte, normales y de accidente. De acuerdo con los resultados de ensayos, los diseños del contenedor y de los limitadores de impacto, el cuerpo del contenedor y el combustible están protegidos de cualquier daño debido a accidentes de caída y/o incendios.

La evaluación realizada en el CSN se ha basado en la revisión, apoyada en cálculos independientes, del análisis desarrollado por ENSA en el capítulo 6 de los Estudios de Seguridad del sistema de almacenamiento y del contenedor de transporte, comprobándose el cumplimiento con la normativa aplicable en lo referente a:

- 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.

Durante el proceso de evaluación, se realizaron diversas peticiones de información adicional, cuyas respuestas han requerido modificaciones menores del Estudio de Seguridad, ya incluidas en su revisión 1, entre ellas el informe de cualificación del material absorbente neutrónico de los bastidores MMC.

Las conclusiones fundamentales de la evaluación realizada en el CSN son:

- La definición del elemento combustible base de diseño, junto con las distribuciones de enriquecimiento analizadas, se considera aceptable como envolvente de los combustibles para los que se solicita autorización: combustible de diseño GE-6 (tipos A y B) y GE-7.
- El modelo empleado en los análisis reproduce conservadoramente el diseño del contenedor y el combustible base de diseño desde el punto de vista de seguridad frente a criticidad, considerándose que el conjunto de hipótesis utilizado es aceptable para garantizar el conservadurismo del análisis y que la metodología de análisis utilizada, basada en los cálculos con el código de Monte Carlo MCNP5, es correcta.
- Los resultados obtenidos cumplen con el criterio de aceptación, que requiere un valor de la constante de multiplicación efectiva ( $K_{eff}$ ) inferior al límite de seguridad calculado (USL) de 0.92697, teniendo en cuenta sesgos e incertidumbres de cálculo. El valor máximo calculado es de 0,92467 para el caso base, en condiciones de accidente de transporte, con el contenedor y el huelgo pastilla vaina inundados de agua pura.
- Los resultados de reactividad calculados por el CSN de forma independiente confirman los resultados presentados, no habiéndose identificado diferencias significativas.

Se concluye, por tanto, que la evaluación de la criticidad, incluida en la revisión 1 del Estudio de Seguridad del bulto de transporte ENUN 52B se considera aceptable.

## **6.9 Evaluación de Garantía de Calidad**

ENSA dispone de un Plan de Garantía de Calidad (PGC) para el diseño, licenciamiento, fabricación y ensayos de un contenedor para almacenamiento y transporte de combustible gastado de referencia 9231QP001, en revisión 8. Asimismo, en el apéndice 1.3 “Garantía de Calidad” del Estudio de Seguridad de transporte se recogen las líneas generales de garantía de calidad aplicables al diseño y fabricación del contenedor ENUN 52B.

La evaluación de los aspectos de garantía de calidad de la solicitud de aprobación del certificado de aprobación como bulto de transporte fueron evaluados en el CSN mediante el informe de evaluación [CSN/IEV/GACA/TRA/1410/75](#) “Evaluación de los aspectos competencia del área de Garantía de calidad de la solicitud de aprobación del certificado de bulto de transporte modelo ENUN 52B”.

Respecto al grado de aplicación de los requisitos de garantía de calidad a cada estructura, sistema y componente del contenedor, el PGC de ENSA indica que viene determinado por la importancia respecto a la seguridad, la complejidad del elemento, requisitos reguladores y guías. Para la clasificación de los componentes del contenedor ENUN 52B en categoría A, B y C en función de su importancia para la seguridad se especifica que se ha utilizado el documento NUREG/CR-6407.

Tras la evaluación realizada, se consideran aceptables los requisitos de garantía de calidad establecidos por ENSA para las actividades relacionadas con el diseño, análisis de la cualificación, aprovisionamiento de materiales, fabricación, montaje y ensayos en fábrica, mantenimiento, reparación y modificaciones de estructuras, sistemas y componentes del contenedor ENUN 52B clasificadas como importantes para la seguridad.

Asimismo, la evaluación concluye que las operaciones de transporte no se encuentran incluidas en el PGC por lo que se deberá condicionar la aprobación del diseño del bulto a que exista un plan de calidad que cubra también los aspectos de transporte cuando se vaya a utilizar. Esta conclusión se recoge en la condición 10ª, dentro de la propuesta de condicionado (ver apartado 6.11).

## **6.10 Instrucciones de uso y mantenimiento**

### **6.10.1 Instrucciones de uso**

Las operaciones generales de uso del sistema ENUN 52B se encuentran detalladas en el capítulo 7 del ES del bulto.

Además del análisis recogido en esta misma PDT, la evaluación llevada a cabo por el Consejo de Seguridad Nuclear se encuentra recogida en el informe de referencia [CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71](#).

Excepto las operaciones de preparación para el transporte, todas las operaciones de recepción inicial, preparación del contenedor para la carga, carga, cierre y secado del contenedor y preparación para la descarga en una instalación son comunes a las contempladas en el Estudio de Seguridad del ENUN-52B para almacenamiento, y fueron incluidas ya en el informe correspondiente a la modalidad de almacenamiento “Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 52B de ENSA: Aspectos térmicos, confinamiento y otros en el alcance del área de Ingeniería Mecánica y Estructural”, de referencia [CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05](#).

Respecto a las operaciones de preparación para el transporte, se analizan dos escenarios: preparación para el transporte inmediatamente después de la carga y preparación para el transporte después de un período prolongado de tiempo de almacenamiento. La única diferencia entre estos dos escenarios es la aceptación de la prueba de estanqueidad realizada tras la carga de combustible. En el transporte después de un período prolongado de tiempo de almacenamiento no se da validez a la misma y se requiere por tanto la repetición de la prueba.

Una vez analizada dicha información se concluye que en la descripción de las operaciones a realizar se han tenido en cuenta los requisitos establecidos en la reglamentación de transporte mercancías peligrosas (párrafos 501 y 502 del Reglamento del OIEA -TS-R-1), tanto los relativos a la primera expedición como los requisitos previos a cada expedición.

Asimismo, los distintos pasos han sido descritos en orden secuencial, incluyendo inspecciones, ensayos y comprobaciones previas a cada operación tal como se detalla 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”.

Las operaciones no contemplan el diseño específico de la cuna de transporte, al no disponerse de un diseño definitivo. La evaluación de la cuna, y de los accesorios de izado

y manejo deberán tenerse en cuenta dentro del proceso de evaluación de la autorización de la expedición.

Se considera que las instrucciones de uso que se describen en el ES resultan una base adecuada sobre la que deberán desarrollarse procedimientos detallados que tendrán en cuenta las características y equipamiento de la instalación en la que van a ser ejecutados, así como sus procedimientos operacionales e instrucciones de control de calidad.

### **6.10.2 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 del bulto.

La evaluación llevada a cabo por el Consejo de Seguridad Nuclear se encuentra parcialmente recogida en este informe y en el informe de referencia [CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71](#) (aspectos mecánicos). El alcance de la evaluación de los aspectos mecánicos se limita a verificar el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- La especificación de los criterios de aceptación relativos a las pruebas estructurales y de presión, ensayos no destructivos, pruebas de fugas y ensayos térmicos.
- Los requisitos del programa de mantenimiento.

El informe de los aspectos mecánicos concluye que los criterios de aceptación y el programa de mantenimiento se han establecido empleando códigos y normas aceptados por el NUREG-1617, lo que proporciona una garantía razonable del comportamiento del contenedor según diseño.

Por otra parte, el capítulo 8 también impone la necesidad de llevar a cabo un ensayo funcional del blindaje tras la carga del contenedor con combustible irradiado, para comprobar los resultados obtenidos en la evaluación de blindaje, y ensayos sobre el absorbente neutrónico para verificar que se cumplen los requisitos de diseño y criterios de aceptación definidos en la especificación, lo que se considera aceptable.

Se considera que los criterios de aceptación y el programa de mantenimiento que se describen en el ES resultan una base adecuada sobre la que deberán desarrollarse procedimientos detallados que tendrán en cuenta las características y equipamiento de la instalación en la que van a ser ejecutados, así como sus procedimientos operacionales e instrucciones de control de calidad.

## **6.11 PROPUESTA DE CONDICIONADO DEL CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

En la siguiente tabla se describen las condiciones que se proponen en este informe para el certificado de aprobación del bulto. Estas condiciones se derivan de las evaluaciones

llevadas a cabo en el Consejo, y de las que, con carácter general, se definen en el procedimiento PT.IV.28:

Condiciones propuestas	Motivo/Comentarios
<p><b>Condición 1:</b> Se aprueba el modelo 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimiento PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Nota al pie 1:</b> Requisitos de seguridad Nº TS-R-1, Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos, Edición 2009, publicada por el OIEA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• La aprobación se hace de acuerdo con la edición 2009 del Reglamento de la OIEA TS-R-1(Ver análisis en el apartado 6.2 del presente informe)</li> </ul>
<p><b>Nota al pie 2</b> 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"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>

Condiciones propuestas	Motivo/Comentarios
<p><b>Condición 2ª</b></p> <p>El modelo 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. 1, de fecha enero de 2015, presentado por la empresa Equipos Nucleares, S.A. (ENSA).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Condición 3ª</b></p> <p>Se le asigna a la presente aprobación la identificación E/147/B(U)F-96, revisión 0, con validez hasta el 31 de mayo de 2020, 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”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• La fecha de validez no está requerida por la normativa.</li> </ul> <p>Tanto nacional, como internacionalmente se viene dando una validez de unos cinco años al certificado para tener en cuenta posibles cambios normativos (la reglamentación de transporte de mercancías peligrosas se revisa cada 2 años, pero en base a la experiencia, los cambios que afectan al material radiactivo suelen realizarse entre cada 4 a 5 años, considerando los actuales procesos de revisión implantados actualmente en el OIEA).</p>
<p><b>Condición 4ª</b></p> <p>Descripción del embalaje:</p> <p>...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Condición 5ª</b></p> <p>Contenido permitido</p> <p>...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• Los enriquecimientos mínimos para los dos combustibles base de diseño se deben a los análisis de término fuente y blindaje (apdo. 6.3 del presente informe y CSN/IEV/APRT/TRA/1403/65)</li> <li>• El enriquecimiento máximo se deriva de los análisis de criticidad. (apdo. 6.8 del presente informe y CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/04)</li> </ul>

Condiciones propuestas	Motivo/Comentarios
<p><b>Condición 6ª</b> El índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC) es cero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• El Estudio de seguridad del ENUN 52B establece como 0 el índice de seguridad respecto a la criticidad. Ha sido evaluado en el informe (CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/04).</li> </ul>
<p><b>Condición 7ª</b> 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"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Condición 8ª</b> 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"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Condición 9ª</b> Los bultos deberán llevar grabado en su exterior de forma indeleble su marca de identificación E/147/B(U)F-96 y el número de serie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Condición 10ª</b> La Garantía de Calidad de los aspectos relacionados con el diseño, fabricación y pruebas del bulto ENUN 52B, deberá adecuarse al <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> <p>Para el uso, mantenimiento y operaciones de transporte del bulto ENUN 52B deberá elaborarse un programa de garantía de calidad aplicado a esas actividades.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• El plan de calidad presentado por ENSA no cubre las actividades de uso, mantenimiento y operaciones de transporte, por lo que es necesario establecer la segunda parte de esta condición, para cumplir con el requisito 1.7.3 del ADR. (CSN/IEV/GACA/TRA/1410/75)</li> </ul>

Condiciones propuestas	Motivo/Comentarios
<p><b>Condición 11ª</b> En el caso de que el embalaje correspondiente al bulto ENUN 52B se fabrique por una empresa instalada en España,...</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• <a href="#">El Real Decreto 97/2014</a> de 14 de febrero establece que “la conformidad de la producción se efectuará de acuerdo con lo establecido por la Dirección General de Política Energética y Minas en la aprobación de diseño” Esta condición responde al requisito de dicho RD.</li> </ul>
<p><b>Condición 12ª</b> Equipos Nucleares, S.A. 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"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Condición 13ª</b> Cualquier modificación sobre el diseño del bulto o que afecte a lo establecido en las presentes condiciones deberá seguir el procedimiento descrito en la Instrucción IS-35 del Consejo de Seguridad Nuclear.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• <a href="#">Instrucción de Seguridad del CSN nº 35</a>, 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</li> </ul>
<p><b>Condición 14ª</b> Para el transporte de los bultos ENUN 52B por territorio bajo jurisdicción española se tendrá en cuenta lo establecido en el Real Decreto 1308/2011 de 26, de septiembre, sobre protección física de las instalaciones y los materiales nucleares, y de las fuentes radiactivas así como los requisitos de cobertura de riesgo por daños nucleares establecidos en la Ley 25/1964 sobre Energía Nuclear</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• <a href="#">Real Decreto 1308/2011</a>, de 26 de septiembre, sobre protección física de las instalaciones y los materiales nucleares y de las fuentes radiactivas.</li> </ul>

Condiciones propuestas	Motivo/Comentarios
<p><b>Condición 15ª</b> Este certificado no exige 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"> <li>• PT.IV.28.</li> </ul>
<p><b>Condición 16ª</b> 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"> <li>• PT.IV.28.</li> <li>• Teniendo en cuenta el tipo de material y la complejidad de las expediciones, así como la necesidad de revisar el programa de garantía de calidad aplicado al transporte, solicitado en la condición 10ª, se considera adecuado incorporar este requisito de autorización en el certificado de aprobación del bulto para su transporte en España, a fin de que el control sobre las expediciones sea más específico y exhaustivo. (CSN/IEV/GACA/TRA/1410/75)</li> <li>• Por otra parte, los informes de evaluación estructural (CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72) y térmico (CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71) no analizan los sistemas auxiliares a utilizar durante el manejo y transporte del contenedor. Su revisión se realizará durante la autorización de expedición propuesta en esta condición.</li> </ul>
<p><b>Condición 17ª</b> 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"> <li>• Durante el transporte, el contenedor podrá tener una temperatura en las áreas accesibles superior a 50°C, por lo que el transporte se deberá realizar en régimen de uso exclusivo, de acuerdo con la reglamentación. (CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71)</li> </ul>

## **7. CONCLUSIONES**

Tras las evaluaciones efectuadas se concluye que:

- En el Estudio de Seguridad (ES) se han tenido en cuenta todos los requisitos definidos por la reglamentación de transporte de mercancías peligrosas para este tipo de bultos, siendo la documentación en base a la que se realiza esta propuesta de aprobación del bulto la Revisión 1 del ES.
- Las evaluaciones realizadas sobre los aspectos estructurales, térmicos y de blindaje concluyen que el bulto ENUN 52B cumple con los requisitos establecidos en la reglamentación de transporte de mercancías peligrosas.
- Existe un Plan de Garantía de Calidad (PGC) para el diseño, licenciamiento, fabricación y ensayos de un contenedor para almacenamiento y transporte de combustible gastado de referencia 9231QP001, en revisión 8, aun cuando deberá revisarse para aplicarlo a las actividades de transporte, previamente al inicio de las mismas.

En consecuencia se estima que, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y la protección radiológica, puede informarse favorablemente la aprobación inicial del certificado del modelo de bulto ENUN 52B, con los límites y condiciones recogidos en el Anexo I. Las citadas condiciones se ajustan formato incluido en el procedimiento interno PT.IV 28 "Procedimiento de evaluación para la aprobación y convalidación de bultos de transporte" y a las condiciones establecidas de manera genérica en la reglamentación de transporte de mercancías peligrosas en cuanto al contenido de los certificados de aprobación de modelos de bulto de transporte y recogen además las siguientes condiciones particulares:

Condición 3ª.- Se ha propuesto como fecha de validez del certificado hasta el 31 de mayo de 2020. Dicha fecha se ha seleccionado teniendo en cuenta que las

autorizaciones que se han dado en el Consejo de Seguridad Nuclear para este tipo de contenedores se han dado en general entre tres y cinco años. Por otra parte, los ciclos de revisión de normativa se producen en los años impares. Esto es, para el año 2019 se habrá publicado una nueva edición de los reglamentos de transporte de mercancías peligrosas por carretera (ADR), ferrocarril (RID) y vía marítima (Código IMDG).

Condición 10ª.- se establece la condición 10, relativa a los Programas de Garantía de Calidad aplicables al transporte, que remite al seguimiento del Plan de Garantía de Calidad (PGC) para el diseño, licenciamiento, fabricación y ensayos de un contenedor para almacenamiento y transporte de combustible gastado de referencia 9231QP001, para los aspectos de diseño, fabricación y pruebas del sistema ENUN 52B y se establece la necesidad de desarrollar un programa de garantía de calidad específico para los aspectos relacionados con el uso, mantenimiento y operaciones de transporte, lo que se desprende de la evaluación de Garantía de Calidad (apartado 6.9 de este informe).

Condición 16ª.- Se establece en la condición 16ª que el transporte de estos bultos a través del territorio español precisará de aprobación de expedición.

De acuerdo a la reglamentación vigente sería exigible la aprobación de la expedición si la suma de los Índices de seguridad con respecto a la criticidad (ISC) de los bultos de la expedición fuera mayor de 50. Considerando que el valor del ISC de este bulto es cero (ver condición 6ª) nunca se llegaría a ese valor total de 50.

Sin embargo, teniendo en cuenta el tipo de material y la complejidad de las expediciones, se considera adecuado incorporar este requisito de autorización en el certificado de aprobación del bulto para su transporte en España, a fin de que el control sobre las expediciones sea más específico y exhaustivo. Los requisitos establecidos por el Estudio de Seguridad sobre los elementos auxiliares de izado,

manejo y transporte se podrán verificar dentro del proceso de evaluación de la autorización de expedición. Se propone un plazo de al menos seis meses antes de la expedición para presentar la solicitud de aprobación.

Condición 17ª.- Se espera que la superficie del sistema ENUN 52B supere los 50 °C durante el transporte, por lo que según lo establecido en la reglamentación de transporte aplicable (párrafo 652 TS-R-1 del OIEA) los transportes del bulto deberán realizarse en la modalidad de Uso Exclusivo.

## **8. PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS**

En la elaboración de este informe se han aplicado el siguiente procedimiento:

- Procedimiento Técnico PT.IV.28. Evaluación para la aprobación y convalidación de bultos de transporte.

## **9. RELACIÓN DE INFORMES DE EVALUACIÓN**

Fecha	Referencia/Título
27/03/2014	<a href="#"><u>CSN/IEV/APRT/TRA/1403/65 "Evaluación de las tasas de dosis en el bulto de transporte para combustible irradiado ENUN 52B"</u></a>
30/06/2014	<a href="#"><u>CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/04 "Evaluación de los análisis de criticidad del sistema ENUN 52B para el almacenamiento en seco y transporte de combustible irradiado en C. N. Santa María de Garoña"</u></a>
10/09/2014	<a href="#"><u>CSN/IEV/INNU/TRA/1408/70 "Solicitud de aprobación del Diseño del contenedor ENUN 52B para transporte de combustible gastado. Evaluación del término fuente".</u></a>
27/10/2014	<a href="#"><u>CSN/IEV/GACA/TRA/1410/75 "Evaluación de los aspectos competencia del área de Garantía de calidad de la solicitud de aprobación del certificado de bulto de transporte modelo ENUN 52B"</u></a>
06/04/2015	<a href="#"><u>CSN/IEV/IMES/TRA/1409/72 "Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B de ENSA: Aspectos mecánico y</u></a>

Fecha	Referencia/Título
07/04/2015	<a href="#"><u>estructurales</u></a> ". <a href="#"><u>CSN/IEV/IMES/TRA/1409/71 "Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B de ENSA: aspectos térmicos, contención y otros en el alcance del área de ingeniería mecánica y estructural"</u></a> ".
04/09/2014 (almacenamiento)	<a href="#"><u>CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/05, "Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 52B de ENSA: Aspectos térmicos, confinamiento y otros en el alcance del área de Ingeniería Mecánica y Estructural"</u></a>
07/10/2014 (almacenamiento)	<a href="#"><u>CSN/IEV/IMES/ENUN52B/1406/06, "Informe de evaluación de la solicitud de aprobación del diseño del contenedor de almacenamiento de combustible gastado ENUN 52B de ENSA: Aspectos Mecánico-Estructurales"</u></a>
19/05/2014 (almacenamiento)	<a href="#"><u>CSN/IEV/INNU/ENUN52B/1405/03 "Solicitud de Aprobación del Diseño del Contenedor ENUN 52B para almacenamiento de combustible gastado. Evaluación del término fuente"</u></a>

## **10.REFERENCIAS**

- [1] [TS-R-1 "Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos del Organismo Internacional de Energía Atómica \(OIEA\)", edición de 2009.](#)
- [2] [ADR "Acuerdo Europeo sobre transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera", edición 2013 \(BOE 14/03/2013\)](#)
- [3] [9267-T "Estudio de seguridad del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B", rev. 0 de agosto 2013.](#)
- [4] [9267-T "Estudio de seguridad del contenedor de transporte de combustible gastado ENUN 52B", rev. 1 de enero 2015.](#)
- [5] [RID "Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por ferrocarril", edición de 2013 \(BOE de 16 abril de 2013\)](#)
- [6] [IMDG "Código marítimo internacional de mercancías peligrosas" edición de 2013. Disposición 8877 \(BOE 10/08/2013\)](#)
- [7] [PT.IV.28 "Evaluación para la aprobación y convalidación de bultos de transporte", rev. 2 de diciembre de 2014](#)
- [8] Carta de la DSN de referencia CSN/C/DSN/ENUN52B/14/01 (CSN/PIA/ARAA/ENUN 52B/1402/02) "Petición de Información Adicional en relación con la documentación de las solicitudes de Aprobación de Diseño del contenedor ENUN 52B para almacenamiento y transporte" con referencia de salida [1489](#) de fecha

- 3/3/2014, contestada mediante carta de ENSA de referencia 009/14, con referencia de entrada [4051](#) de fecha 18/03/2014.
- [9] Carta de la DSN de referencia CSN/C/DSN/ENUN52B/14/02 (CSN/PIA/ARAA/ENUN 52B/1404/03) "Petición de Información Adicional en relación con la documentación de las solicitudes de Aprobación de Diseño del contenedor ENUN 52B para almacenamiento y transporte" con referencia de salida [2638](#) de fecha 14/4/2014, contestada mediante carta de ENSA de referencia 012/14, con referencia de entrada [7528](#) de fecha 06/05/2014.
- [10] Carta de la DSN de referencia CSN/C/DSN/ENUN52B/14/03 (CSN/PIA/ARAA/ENUN52B/1405/04) "Petición de Información Adicional en relación con la documentación de las solicitudes de Aprobación de Diseño del contenedor ENUN 52B para almacenamiento" con referencia de salida [3855](#) de fecha 4/06/2014, contestada mediante carta de ENSA de referencia 015/14, con referencia de entrada [9722](#) de fecha 20/06/2014
- [11] Carta de la DSN de referencia CSN/C/DSN/ENUN52B/14/04 (CSN/PIA/ARAA/ENUN52B/1406/05) "Petición de Información Adicional en relación con la documentación de las solicitudes de Aprobación de Diseño del contenedor ENUN 52B para almacenamiento" con referencia de salida [4530](#) de fecha 3/07/2014, contestada mediante carta de ENSA de referencia 019/14, con referencia de entrada [12199](#) de fecha 23/07/2014
- [12] Carta de la DSN de referencia CSN/C/DSN/TRA/14/20 (CSN/PIA-1/Apr.1/E-0147/14) "Petición de Información Adicional asociada a la solicitud de aprobación del bulto de transporte de elementos combustibles gastados, ENUN-52B" con referencia de salida [8514](#) de fecha 4/11/2014, contestada mediante carta de ENSA de referencia 029/14, con referencia de entrada [17840](#) de fecha 13/11/2014