

EVALUACIÓN DE SEGURIDAD DEL CONTENEDOR ENSA-DPT PARA ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE NUCLEAR GASTADO

S. ORTIZ - M^a F. SÁNCHEZ

El contenedor ENSA-DPT es un contenedor de doble propósito, para almacenamiento y transporte de hasta 21 elementos combustible gastado tipo PWR-KWU, 16x16-20. Ha sido diseñado para ENRESA, por Equipos Nucleares (ENSA), siguiendo básicamente las características del contenedor NAC-STC. Por Resolución de la Dirección General de la Energía de 23 de octubre de 1997, se aprobaba el contenedor ENSA-DPT para almacenamiento y como modelo de bulto para transporte tipo B(U)F. Recientemente, ENSA ha solicitado autorización para su construcción.

INTRODUCCIÓN

El almacenamiento temporal del combustible nuclear gastado, procedente de centrales nucleares, se realiza, principalmente, mediante dos técnicas: el almacenamiento en seco (contenedores y cámaras) y el almacenamiento en piscinas o húmedo. Los contenedores proporcionan capacidad de forma modular a medida que se van necesitando, mientras que las cámaras y las piscinas proporcionan capacidad de forma masiva desde el momento que se encuentran operativas. En los sucesivos Planes Generales de Residuos Radiactivos, se ha venido marcando la estrategia a seguir para el almacenamiento intermedio del combustible gastado en estas dos vertientes, de un lado el aumento de la capacidad de almacenamiento de las piscinas de las centrales nucleares y de otro, el uso de contenedores metálicos. La Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (ENRESA), puso en marcha un programa para rea-

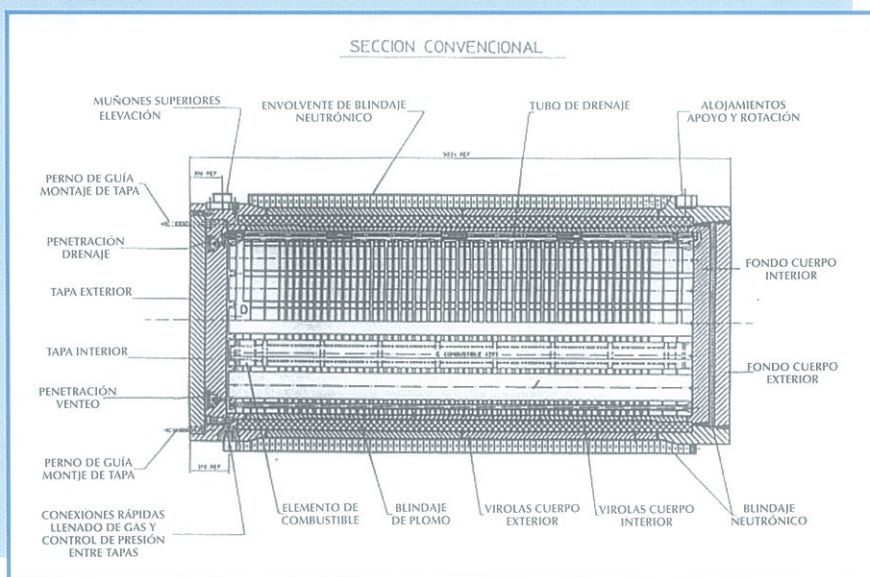
lizar a cabo el desarrollo de estos últimos. Este programa preveía disponer de tres tipos de contenedores licenciados en España. Un contenedor de almacenamiento de combustible PWR 17X17, otro para almacenamiento y transporte de este mismo tipo de combustible, y otro más para almacenamiento y transporte de combustible gastado de la Central Nuclear de Trillo.

Para llevar a cabo este objetivo, se asoció con la

empresa "Nuclear Assurance Corporation" (NAC), empresa norteamericana con gran experiencia en el diseño y licenciamiento de contenedores que, además, aporta la aplicación de una normativa ampliamente desarrollada. Por otro lado, convino con la empresa "Equipos Nucleares S.A." (ENSA), la consultoría y fabricación de los mismos y contrató con "Empresarios Agrupados S.A." la ingeniería de apoyo.

En Estados Unidos, NAC había diseñado un contenedor, el NAC S/T-26, para el almacenamiento y transporte de 26 elementos combustibles gastados tipo PWR Westinghouse, 15X15, con un enriquecimiento inicial máximo del 3,3 % en peso y 35.000 MWd/tU de grado de quemado máximo, un tiempo de enfriamiento no inferior a 5 años y un calor de desintegración no superior a 1 kW por elemento. Asimismo, han diseñado otras tres

F I - Contenedor ENSA-DPT.



F II - Contenedor ENSA-DPT. Montaje con limitadores de impacto

versiones del contenedor NAC S/T para 28 elementos intactos y para 28 y 31 elementos consolidados, en cualquier caso 15X15.

Todas estas versiones del NAC S/T, excepto la de 31 elementos consolidados, han sido ya licenciadas por la NRC para su uso como almacenamiento, habiéndose desistido de utilizar y, por tanto, licenciar estos contenedores para transporte.

Para disponer de un contenedor de doble propósito, almacenamiento-transporte, NAC diseñó el NAC-STC para hasta

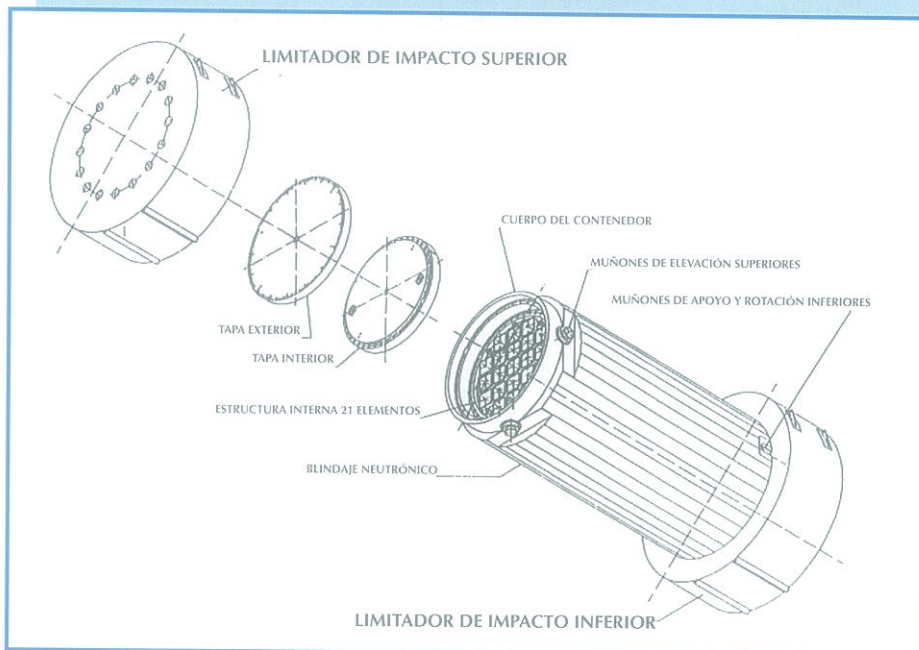
26 elementos combustibles gastados tipo PWR Westinghouse 17X17 con un enriquecimiento inicial máximo del 4,2 % en peso, 40.000 MWd/tU de grado de quemado máximo, un tiempo mínimo de enfriamiento de 5 años y un calor de desintegración inferior a 1 kW por elemento.

En España, basándose en la experiencia de sus socios americanos y con su tecnología, ENRESA ha diseñado el contenedor de doble propósito ENSA-DPT semejante al NAC-STC, adaptado a las características del combustible gastado en la Central Nuclear de Trillo, tipo PWR KWU, 16X16.

El objetivo de este artículo es la divulgación del proceso de licenciamiento que ha seguido el diseño del contenedor en el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), hasta la obtención de su autorización, otorgada por el Ministerio de Industria y Energía, por Resolución de la Dirección General de la Energía de 23 de octubre de 1997.

En diciembre de 1992, ENRESA, como titular del contenedor ENSA-DPT, solicitaba la aprobación del diseño del mismo como componente nuclear para ser utilizado como almacenamiento de combustible nuclear gastado, presentando la correspondiente documentación ante el Ministerio de Industria y Energía. Las observaciones realizadas por la los técnicos del CSN y la modificación del diseño del bastidor interno, dieron lugar a sucesivas revisiones del Estudio Genérico de Seguridad para Almacenamiento presentado, siendo la Revisión 2 de septiembre de 1994 (Referencia 1), la que finalmente fue objeto de evaluación por parte del CSN.

En marzo de 1994, ENRESA solicitó la homologación del contenedor como modelo de bulto tipo B(U), clase fisionable, para el transporte de combustible gastado. Las observaciones realizadas por la Dirección Técnica del CSN dio lugar a una nueva revisión del Estudio Genérico de



dable, separadas por una capa de plomo que actúa como blindaje primario a la radiación gamma en la dirección radial del contenedor.

En la parte exterior de la envolvente externa va soldado un recipiente, en cuyo interior se han dispuesto radialmente treinta y seis aletas bimetálicas de refrigeración, estando el espacio existente entre ellas relleno de un polímero sólido sintético (NS4FR) que actúa como blindaje

neutrónico.

El fondo del contenedor está constituido por dos forjas, la interior y la exterior, el espacio entre ellas se rellena con una capa de material de blindaje neutrónico.

El contenedor se cierra con dos tapas de acero, la interior y la exterior, de las cuales, la exterior actúa como barrera redundante, para proteger a la interior (Figura II).

Dispone de seis penetraciones, la de la línea de prueba, situada en la tapa exterior; las de venteo y drenaje están localizadas en la tapa interior y están protegidas por tapas de cierre y por dos juntas metálicas. La cuarta penetración, denominada entre anillos, se encuentra situada también, en la tapa interior, pero no accede a la cavidad interior del contenedor.

En la forja superior existen dos penetraciones más, la de control de presión y la denominada de entre tapas. La última se utiliza para drenar el espacio entre tapas y llenar el mismo con helio; la primera es una penetración de vigilancia de la presión existente en el espacio entre tapas con su correspondiente transductor de presión. Estas penetraciones están protegidas por unos tapones de acero inoxidable que están sellados con dos juntas metálicas.

El contenedor está dotado de cuatro muñones de elevación, espaciados entre sí 90 grados, que sirven para el izado y manejo del contenedor. Dispone, además, de dos alojamientos para muñones de rotación que están soldados cerca del fondo del contenedor.

El bastidor de combustible está fabricado en acero inoxidable de alta resistencia; dispone de una serie de discos con capacidad para alojar y soportar veintiún tubos para almacenar los elementos de combustible. Estos tubos incorporan el veneno neutrónico que asegura las condiciones de subcríticidad del conjunto. Se han incorporado, además, veintiséis discos de aluminio para optimizar el comportamiento térmico del contenedor.

Seguridad para Transporte, siendo la Revisión 1 de noviembre de 1994 (Referencia 2), la que se utilizó en la evaluación preceptiva.

En febrero de 1998 ENSA ha solicitado, ante la Delegación Provincial de Cantabria del Ministerio de Industria, autorización para la fabricación del contenedor.

Descritos brevemente los antecedentes y la historia del contenedor ENSA-DPT, se recogen a continuación, en los apartados segundo y tercero de este artículo, una pequeña descripción del mismo, y un resumen de la metodología empleada en la evaluación realizada en el seno del CSN desde el punto de vista de la seguridad nuclear y la protección radiológica. El artículo finaliza con las conclusiones extraídas en la realización de la mencionada evaluación.

DISEÑO DEL CONTENEDOR ENSA-DPT

El contenedor ENSA-DPT (Figura I) es un cilindro con vaso multipared de 118 toneladas métricas de peso, cargado y con limitadores de impacto, cuyos componentes principales son:

- El vaso, formado por: dos envolventes cilíndricas, una interior y otra exterior, de acero inoxidable separadas por una envuelta de plomo, blindaje radial de neutrones y un fondo formado por dos forjas.
- Las tapas interior y exterior provistas de pernos y juntas metálicas.
- Las penetraciones provistas de sus tapas y tapones de cierre, pernos y juntas metálicas.
- Los muñones de elevación y alojamientos de los muñones de rotación.
- El bastidor de combustible.
- Los limitadores de impacto.

El cuerpo o vaso del contenedor está constituido por dos envolventes concéntricas de acero ino-

Para amortiguar las fuerzas de aceleración que actuarían sobre el contenedor durante el transporte (Figura III), a consecuencia de las cargas de impacto que se producen en caso de accidentes de caída, se han diseñado dos limitadores de impacto, constituidos por una carcasa de acero inoxidable en cuyo interior se ha dispuesto madera de secuoya y madera de balsa. Estos limitadores van incorporados en los extremos del contenedor.

ESTRATEGIAS Y RESULTADOS DE EVALUACIÓN

NORMATIVA APLICADA

Al no existir en España un modelo definido para el licenciamiento de contenedores para combustible gastado y al tratarse de contenedores basados en tecnología norteamericana, fabricados con asesoramiento de una empresa igualmente norteamericana, se estimó conveniente aplicar aquí una normativa semejante a la de Estados Unidos. Así pues, el modelo de licenciamiento aplicado en España es semejante al seguido por la Nuclear Regulatory Commission (NRC), Organismo Regulador en este país.

En Estados Unidos, la NRC concede, para cada uno de los modelos de contenedores, un Certificado de Cumplimiento que autoriza el diseño y uso para transferencia y almacenamiento de combustible gastado en una Instalación Independiente de Almacenamiento de Combustible Gastado (IACG), en un emplazamiento específico bajo el 10CFR72 "Licensing Requirements for the Storage Spent Fuel in a Independent Spent Fuel Storage Installation" ó en una instalación ya licenciada bajo el 10CFR50 "Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities". Asimismo, concede la autorización de transporte, si el contenedor es de doble propósito, según los criterios recogidos en el 10CFR71 "Packaging and Transportation of Radioactive Material".

El contenido de la documentación presentada por el titular al Organismo Regulador para su evaluación y aceptación corresponde, de acuerdo con la 10CFR72, al contenido de la Guía Reguladora 3.61. "Standard Format and Content for a Topical Safety Analysis Report for a Spent Fuel Dry Storage Cask" (R.G. 3.61).

Este modelo de licenciamiento supone que un contenedor tiene licencia de uso generalizado para almacenar o para almacenar y transportar combusti-

ble gastado, pero cada vez que una instalación concreta quiere utilizarlo, debe solicitarse y aprobarse su uso en un emplazamiento específico.

Asimismo, la NRC sigue el "Standar Review Plan For Reviewing Safety Analysis Reports For Dry Metallic Spent Fuel Storage Casks" (UCRL-21137) para llevar a cabo la evaluación de la documentación de seguridad de los contenedores metálicos para almacenamiento.

Esta guía se estructura en una serie de capítulos que contemplan cada uno de los aspectos vitales para la seguridad del contenedor, subdivididos en tres apartados, correspondientes a áreas de revisión, criterios de aceptación y procedimientos de revisión. La guía contempla, asimismo, un capítulo referente a criterios principales de diseño, tales como: combustible gastado a almacenar, códigos y normas, protección contra condiciones ambientales y fenómenos naturales, etc.

En Estados Unidos no se dispone de una guía de evaluación de contenedores metálicos para el transporte de combustible gastado similar a la de almacenamiento, citada anteriormente. Por otro lado, España dispone de una adecuada normativa para el transporte de mercancías peligrosas, entre ellas las materias radiactivas. Por ello, la idoneidad del diseño de un contenedor para transporte de combustible gastado -modelo de bulto tipo B(U) clase fisionable I- se evaluó de acuerdo con el cumplimiento de las condiciones exigidas en dicha normativa, que a su vez recoge los requisitos indicados en el 10CFR71, y que se detalla a continuación:

- Reglamento Nacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC). Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Comunicaciones. Madrid, Julio 1987.
- Colección de Seguridad nº 6, "Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos". Suplemento de 1990 OIEA, Viena 1985
- "Acuerdo europeo para el transporte inter-

nacional de mercancías peligrosas por carretera" (ADR). Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones. Madrid, Julio 1987.

En base a todo lo expuesto anteriormente, se decidió el siguiente modelo de licenciamiento, que adapta el formato norteamericano a la situación española:

1º Aprobación del diseño, equivalente al Certificado de Cumplimiento que expide la Autoridad Reguladora en Estados Unidos, de acuerdo con los criterios del 10CFR72.

Esta autorización contempla una serie de especificaciones estructurales, neutrónicas, termohidráulicas, de blindaje, etc., que delimita las condiciones de operación y funcionamiento, así como los requisitos de vigilancia y control del contenedor, y regula el proceso de licenciamiento posterior.

2º Aprobación de fabricación que faculta al solicitante para construir el contenedor, conforme al Título VII del Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas vigente en la actualidad. Esta autorización contempla la garantía de calidad y control de fabricación.

3º Autorización de uso del contenedor en un emplazamiento determinado.

4º Aprobación o convalidación del modelo de bulto para transporte, según lo exigido en la reglamentación nacional en materia de mercancías peligrosas antes citada, si el contenedor es de doble propósito.

Queda fuera del objeto de este artículo la evaluación de la solicitud presentada por ENSA, conforme al punto segundo, para la fabricación de contenedores metálicos para almacenamiento y transporte de combustible gastado, que se está llevando a cabo en estos momentos en el CSN.

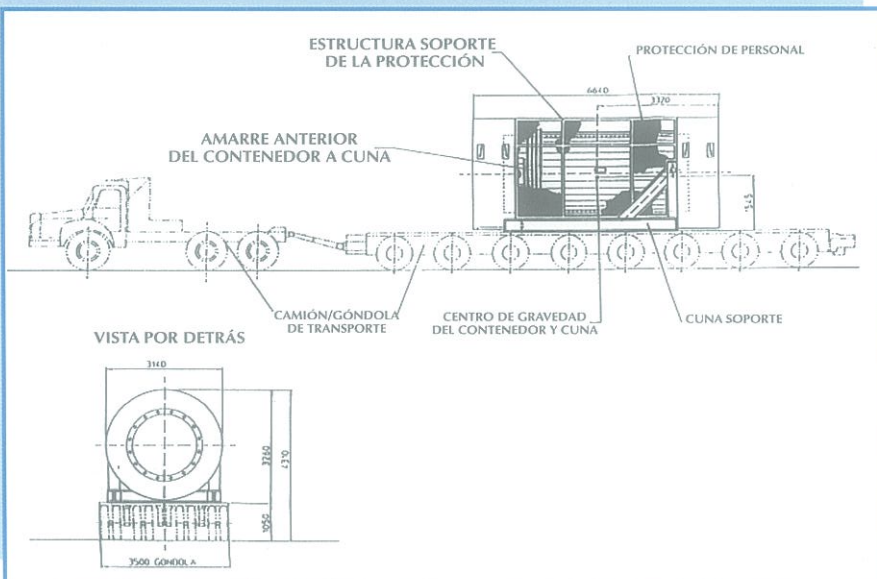
SISTEMÁTICA DE EVALUACIÓN

La documentación presentada en su día por ENRESA (Referencias 1 y 2) contempla los aspectos

de seguridad nuclear y protección radiológica y han sido evaluados por los diferentes especialistas de que dispone el CSN.

El estudio de la documentación en apoyo de la seguridad para su uso en almacenamiento contempló las bases generales de diseño, los criterios de aceptación, la metodología del análisis seguido y las áreas de evaluación, para cada uno de los siguientes aspectos: térmico-estructural, blindajes, criticidad, confinamiento, procedimientos de

F III - Contenedor ENSA-DPT. Disposición para transporte



operación, pruebas de aceptación y programa de mantenimiento, protección contra la radiación, accidentes, desmantelamiento, límites y controles de operación y garantía de calidad. El alcance de la evaluación para transporte se extiende a las mismas áreas que para almacenamiento, por lo que muchos aspectos, evaluados previamente para almacenamiento, se consideran válidos para transporte y no ha sido necesario reincidir en su estudio; se han tenido en cuenta aquí, lógicamente, componentes o aspectos no considerados en su momento, tales como los limitadores de impacto, los ensayos con el modelo a escala 1/4 y los propios del transporte de material radiactivo.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

El análisis realizado permitió establecer que el diseño del contenedor ENSA-DPT para su uso en almacenamiento de combustible gastado era adecuado. No obstante, la documentación objeto de evaluación debía recoger ciertas consideraciones adicionales. El titular recogió en una nueva revisión del Estudio Genérico de Seguridad para Almacenamiento del mismo (Rev. 3 de marzo de 1997), dichas consideraciones. Posteriormente, el Pleno del CSN, en su reunión del 23 de junio de 1997, procedió a informar favorablemente el diseño del contenedor ENSA-DPT para su uso en almacenamiento.

En cuanto al diseño para transporte, tras la evaluación realizada en el CSN, el titular recogió en una nueva revisión del Estudio Genérico de Seguridad para Transporte (Rev. 2 de marzo de 1997), el pertinente condicionado. Posteriormente, el Pleno del CSN, en su reunión del 23 de junio de 1997, procedió a emitir el correspondiente informe de apreciación favorable sobre el diseño del contenedor ENSA-DPT como bulto de transporte tipo B(U)F.

Ambos informes fueron remitidos al Ministerio de Industria y Energía para la aprobación del diseño del contenedor para su uso para transporte y almacenamiento, como ya se ha indicado anteriormente.

CONCLUSIONES

De la documentación, actuaciones, estudios y evaluaciones realizadas, se puede concluir que el diseño del contenedor ENSA-DPT, tal y como se describe en la documentación presentada por ENRESA (Referencias 11 y 12), cumple con los requisitos exigidos por la normativa aplicable, garantizándose el funcionamiento seguro en condiciones normales de operación. En cuanto a condiciones en caso de accidente, tanto la máxima cantidad de radiación en la superficie del contenedor, como la máxima tasa de fugas admisible al exterior, se considera que cumple, asimismo, la citada normativa aplicable. El contenedor se considera adecuado para almacenar o transportar de manera segura el combustible gastado que se indica a continuación:

- hasta 21 elementos intactos tipo KWU 16x16-20

- grado máximo de quemado de 40.000 MWd/tU.
- tiempo mínimo de enfriamiento, de cada elemento: 5 años
- calor máximo de desintegración: 1,16 kW por elemento (24,36 kW por contenedor)
- enriquecimiento inicial máximo: 4% en peso de U-235

La marca de identificación del contenedor para transporte será: E/077/B (U) F-85 y se establecen unos plazos de validez de 20 años para su uso en almacenamiento y 5 para transporte.

ENRESA, con la obtención de la aprobación del diseño de este contenedor, ha demostrado su capacidad técnica para llevar a cabo el programa referente al desarrollo de contenedores metálicos para almacenamiento y transporte de combustible nuclear gastado.

Para el CSN, la evaluación del contenedor ENSA-DPT, ha supuesto su primera experiencia en el análisis de este tipo de componentes nucleares, lo que ha permitido, entre otros aspectos, poner a punto nuevas aplicaciones de códigos de cálculo ya disponibles. En definitiva se han incrementado sus conocimientos técnicos, capacitando que posteriores evaluaciones de contenedores similares se lleven a cabo de una manera más eficaz.

REFERENCIAS

- 1.- Estudio Genérico de Seguridad (ES-44.3-A Revisión 2). Septiembre 1994
- 2.- Estudio Genérico de Seguridad (ES-44.3-T Revisión 1). Noviembre 1994
- 3.- Propuesta de evaluación de contenedores metálicos para combustible irradiado. CSN/SIR/ICCO/CON.MET/5/93.
- 4.- Guía de evaluación de contenedores metálicos para el almacenamiento de combustible nuclear gastado procedente de las centrales nucleares CSN/SIR/ICCO/G.EV/6/93.
- 5.- Guía de evaluación de contenedores metálicos para el transporte de combustible nuclear gastado procedente de las centrales nucleares CSN/IEV/TEGEN/DPT/TRA/95.07/10.
- 6.- 10CFR72, Licensing Requirements for the Storage of Spent Fuel in an Independent Spent Fuel Storage Installation. Part 72, Title 10.
- 7.- 10CFR71, Packaging and Transportation of Radioactive Materials. Part 71, Title 10 of Code of Federal Regulations, 1988.
- 8.- Reglamento Nacional del Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC). Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.
- 9.- Guía de Seguridad nº 6, Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos. Suplemento de 1990. OIEA. Viena 1985.
- 10.- Acuerdo Europeo para el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera. (ADR). Ministerio de Transporte Turismo y Medio Ambiente. Madrid, Julio 1987.
- 11.- Estudio Genérico de Seguridad (ES-44.3-A Revisión 3). Marzo 1997.
- 12.- Estudio Genérico de Seguridad (ES-44.3-T Revisión 2). Marzo 1997.



Santiago Javier ORTIZ GUTIÉRREZ, es Licenciado y Doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid. En 1973 ingresó en la entonces Junta de Energía Nuclear, hoy CIEMAT, donde desarrolló trabajos relacionados con la gestión de los residuos radiactivos y de investigación en el tratamiento de los mismos, principalmente líquidos, realizando numerosos estudios sobre métodos de separación, tales como evaporación, precipitación, intercambio iónico y extracción por disolvente, así como de incorporación de diferentes tipos de residuos en cementos. Adquirió, asimismo, experiencia en los campos de la seguridad y protección radiológica en el funcionamiento de instalaciones radiactivas y nucleares. En 1991 se traslada al Consejo de Seguridad Nuclear, donde realiza trabajos de control, seguimiento e inspección de instalaciones radiactivas y nucleares. En la actualidad, está encargado del control de las actividades de desmantelamiento de las instalaciones de investigación y de las del ciclo del combustible. Ha realizado también, diversos trabajos de investigación en colaboración con la Universidad Autónoma de Madrid.

María Fernanda SÁNCHEZ OJANGUREN, es Doctora en Química Industrial por la Universidad Complutense de Madrid, ha desarrollado su carrera profesional en la antigua JUNTA DE ENERGÍA NUCLEAR, hoy CIEMAT, donde ingresó en 1979 en la entonces División de Combustibles Irradiados y Residuos Radiactivos realizando diversos trabajos de investigación sobre procesos de acondicionamiento de residuos y colaborando en la preparación de la Documentación preceptiva de Seguridad de la Planta de Tratamiento de Residuos Líquidos. En 1983, ingresó por oposición en el Consejo de Seguridad Nuclear, donde ha desempeñado distintas actividades relacionadas con el licenciamiento, análisis, control y vigilancia, tanto de instalaciones nucleares como radiactivas. Actualmente es Asesora Técnica en dicho Organismo.