

ALMACÉN TEMPORAL PARA CONTENEDORES DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES GASTADOS EN LA CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO 1

C. PÉREZ - F. GÓMEZ-CANO

INTRODUCCIÓN

En el diseño de las plantas nucleares de KWU, la piscina de elementos combustibles está situada en el interior de la contención, lo que facilita el movimiento de combustible durante las paradas para recarga.

En 1985, durante la fase de Proyecto de la Central y a la vista de las dificultades para cerrar el ciclo de combustible, C.N. Trillo 1 decidió llevar a cabo una primera ampliación de la capacidad de la piscina mediante el empleo de bastidores compactos. Esta ampliación permitió comenzar la operación de la Central con una capacidad de almacenamiento en la piscina de combustible equivalente a siete años de funcionamiento, más la capacidad para descargar el núcleo.

Los acontecimientos posteriores confirmaron las dificultades de gestión de la segunda parte del ciclo del combustible, por lo que se decidió ampliar de nuevo la capacidad de almacenamiento en la Central siguiendo, de acuerdo con ENRESA, las directrices del Plan General de Residuos Radiactivos aprobadas por el MIE. Se propuso la realización de las siguientes actividades:

- Llevar a cabo una segunda ampliación de la capacidad de almacenamiento de la piscina de combustible.

- Almacenamiento del combustible gastado en instalaciones específicas, lo que requirió:

- Diseño y fabricación por ENRESA de contenedores exclusivos, capaces de servir para el almacenamiento temporal y transporte del combustible gastado de la Central Nuclear de Trillo 1.

- Diseño y construcción de un Almacén para ubicar de forma tempo-

ral los contenedores con el combustible gastado de la Central.

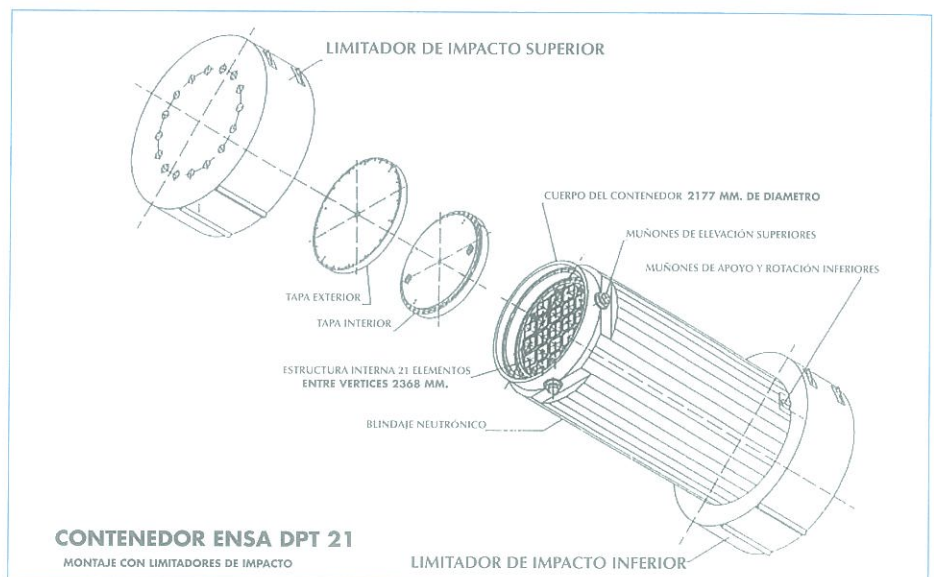
El aumento de la capacidad de almacenamiento de la piscina de combustible se basó en la división de la piscina en dos zonas o regiones, pudiendo una de ellas, región II, recibir combustible solamente con un quemado por encima de un cierto mínimo, función asimismo del enriquecimiento inicial.

En esta región II por dar crédito a este quemado se pudieron acercar más los elementos combustibles y así ganar espacio de almacenamiento. Al mismo tiempo se rediseñó toda la piscina para aprovechar al máximo el espacio disponible. El resultado final fue una ampliación de 213 posiciones, que con el tamaño de recarga actual de 44 elementos combustibles supuso un au-

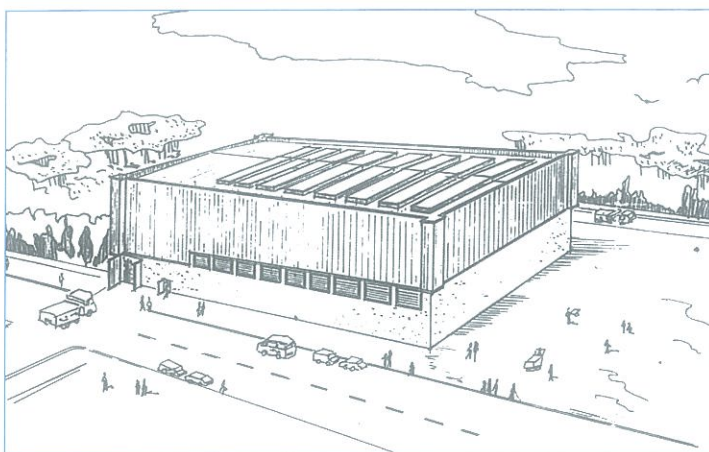
mento de capacidad para unos cinco años adicionales de operación (hasta el año 2002).

El diseño del contenedor específico para el almacenamiento y transporte del combustible gastado de C.N. Trillo tiene como características principales las siguientes:

- Capacidad: 21 elementos del tipo 16x16, en gas inerte (helio).
- Dimensiones: 5024 mm de altura x 2368 mm entre vértices.
- Peso: 118 T.
- Cilindro de construcción multipared (acero-plomo-acero-blindaje neutrónico (NS4FR)).
- Dos tapas de acero inoxidable. En la interior están ubicadas las penetraciones de venteo y drenaje.



Perspectiva del contenedor y de los limitadores de impacto para el transporte.



Perspectiva del almacén.

- En el interior de la envolvente del blindaje neutrónico se disponen radialmente 36 aletas bimetálicas que facilitan la disipación de calor, las cuales se recubren con NS4FR y una envolvente exterior de acero inoxidable con el fin de facilitar la descontaminación.

- Cumplimiento con reglamento OIEA sobre accidentes de transporte realizados en las instalaciones de Winfrith (Reino Unido), 6 ensayos de caída con modelo a escala 1/4.

- El contenedor ha superado el proceso de licenciamiento del CSN, tanto para las funciones de almacenamiento como de transporte.

ALMACÉN TEMPORAL PARA CONTENEDORES DE COMBUSTIBLE GASTADO

Como se ha indicado al comienzo de este artículo, la segunda ampliación de la capacidad de almacenamiento de la piscina de combustible, únicamente permite completar las operaciones de

recarga hasta el año 2001. Por lo que es necesario disponer de una nueva instalación de almacenamiento de elementos combustibles que esté operativa en el año 2002.

C.N. Trillo 1 y ENRESA decidieron, en 1994, la construcción de un edificio de almacenamiento de combustible gastado, siguiendo para su diseño la pauta de las instalaciones alemanas de Gorleben y Ahaus, y cuyas dimensiones están condicionadas por la capacidad de almacenamiento de los propios contenedores y el número de elementos combustibles gastados que son necesarios almacenar hasta la finalización de la vida útil de la Central.

Principales características de diseño

- Criterio ALARA.
- Zona exterior de libre tránsito.
- Ventilación natural.
- Sismicidad.
- Facilidad de operación.

El Almacén Temporal de Contenedores, cuyo diseño fue apreciado favorablemente por el CSN, es una nave en superficie de planta rectangular, cuyas dimensiones exteriores son de

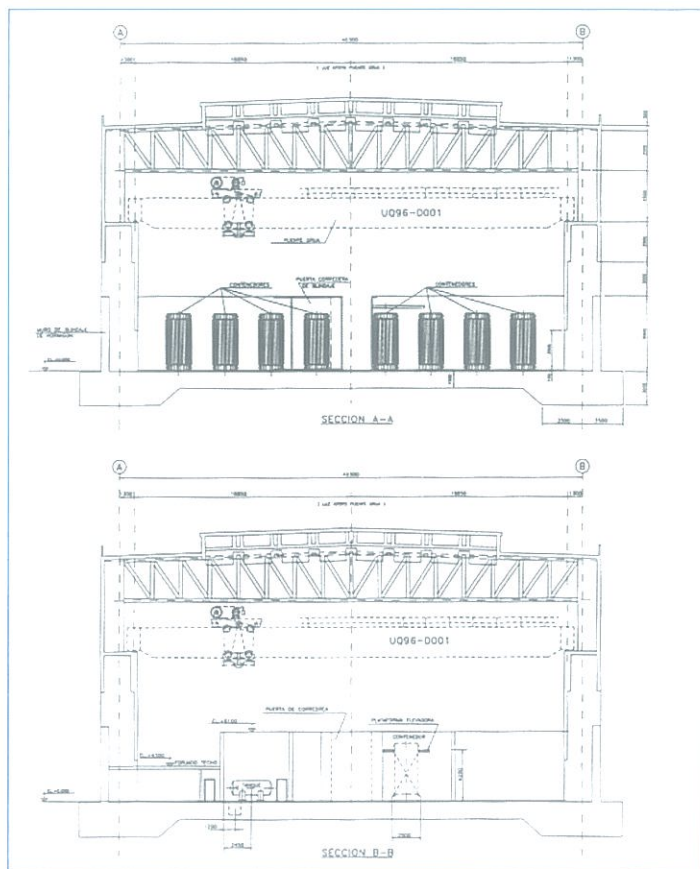
80,8 m. de largo, 43,5 m. de ancho y 21,7 m. de alto. El interior del Almacén se divide, mediante un muro de blindaje de 6,5 m. de altura, en dos áreas perfectamente diferenciadas: un Área de Almacenamiento Temporal de Contenedores y un Área de Acceso.

Se ubica este Almacén Temporal de Contenedores al sur de la Central, dentro de la Zona de Protección de la misma y justo detrás del edificio de turbinas.

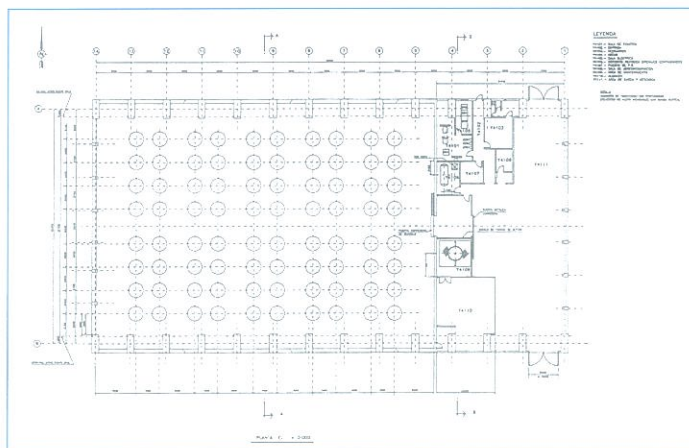
Área de Almacenamiento Temporal de Contenedores

El Área de Almacenamiento Temporal tiene unas dimensiones útiles de 57,6 x 40,3 m., lo que permite almacenar en posición vertical sobre la losa del edificio hasta 80 contenedores con la siguiente disposición:

- Los 80 contenedores están distribuidos en diez grupos de ocho.
- Cada grupo de ocho contenedores está compuesto de dos filas o subgrupos de cuatro.
- Con el fin de facilitar la refrigeración de los contenedores, la separación entre ejes verticales de los mismos



Sección transversal del almacén.



Planta del almacén.



dentro de un subgrupo se fija en cuatro (4) metros.

d) La separación entre ejes verticales de los contenedores de dos grupos contiguos se establece en seis (6) metros, con el fin de facilitar las maniobras con los contenedores.

Con esta disposición, la zona de almacenamiento temporal queda dividida por un pasillo central en su sentido longitudinal y por varios pasillos en sentido transversal que permiten el acceso a cualquier contenedor y su movimiento con la grúa sin tocar los demás.

Área de Acceso

Este área está ubicada delante del Área de Almacenamiento Temporal. En ella se realizan la recepción y descarga de los contenedores del vehículo de transporte, el control y acceso de personal al Área de Almacenamiento y determinados servicios auxiliares, para lo cual está dotada de los medios y espacios necesarios a tales fines.

Está integrada por los recintos que se describen a continuación.

- *Carga/Descarga:* Al que accede el vehículo de transporte de los contenedores. Dispone de dos puertas enfrentadas de (5 x 5 m.) para paso de vehículos, de tal forma que el vehículo de transporte puede entrar y salir del edificio sin necesidad de maniobra o cambio de sentido en la marcha.

- *Mantenimiento:* Abierto por su parte superior para poder acceder a él con el yugo y gancho del puente grúa. Se emplea como zona de estacionamiento de aquellos contenedores necesitados de pequeñas operaciones de mantenimiento que no requieran romper su contención, como cambio de presostato, rellenado de helio del espacio entre

tapas, cambio de juntas de la tapa externa, lavado exterior, etc.

- *Control y Acceso de Personal:* Alberga los compartimentos de sala de control y cuadros eléctricos, vestuarios, aseos, puesto de Protección Radiológica, etc.

El acceso de personal al interior del edificio se realiza a través de este recinto, desde el que se puede entrar al área de carga y descarga o salir de ella, después de haber pasado por los controles de Protección Radiológica y Seguridad.

- *Recinto de depósitos:* Alberga el depósito de recogida de drenajes y su bomba asociada y está abierto por su parte superior para poder retirar el depósito mediante el puente grúa y proceder a su vaciado.

- *Almacén de Equipo Auxiliar:* Se destina al almacenamiento del equipo auxiliar asociado al contenedor (yugos, limitadores de impacto, repuestos, etc.).

Diseño Civil

Básicamente el Almacén Temporal de Contenedores consta de una losa de cimentación continua y una estructura de hormigón que hace de cerramiento y blindaje formada por 14 pórticos realizados mediante pilares de hormigón y dintel de cercha metálica que soporta la cubierta, la cual está constituida por losas prefabricadas que forman el equivalente a una capa de hormigón de 30 cm. con aberturas en la parte central a nivel diferente para permitir la ventilación.

Estructuralmente la nave puede considerarse dividida en cinco zonas independientes al disponer de juntas cada tres pórticos.

Dado que el contenedor es el único elemento con funciones de seguridad, el edificio del Almacén Temporal de Contenedores es un elemento pasivo sin funciones de dicho tipo, debiendo asegurar únicamente que su colapso no afecte al contenedor. Para cumplir con lo anterior, de acuerdo con la normativa vigente, se diseña como de categoría sísmica I y de forma que bajo las diferentes combinaciones de cargas permanentes, variables, térmicas y sísmicas se mantenga en régimen de tensiones admisibles de acuerdo con la normativa aplicable al proyecto.

En el diseño civil del Almacén Temporal de Contenedores se han considerado las cargas equivalentes que fueron consideradas en el diseño de la Planta, aplicando combinaciones semejantes de las mismas.

La cimentación del edificio se realiza sobre una losa corrida de hormigón armado, con espesores de 1,5 m. en la banda central a lo largo del eje principal del edificio, y de 3 m. bajo cada una de las dos líneas de pilares del edificio. Dicha losa sirve de apoyo a los contenedores albergados en la zona de almacenamiento y evita la posibilidad de fallo local en la sustentación de los mismos y, por tanto, su vuelco.

Los pilares están dispuestos de manera que la viga carril del puente grúa se apoya directamente sobre éstos. A partir de este punto los pilares reducen su sección manteniéndola constante hasta llegar a la cubierta.

El blindaje lateral del edificio está resuelto por muros perimetrales de 0,70 m. de espesor hasta la cota + 6,5 que luego se reducen a 0,30 m. de espesor hasta la cubierta.

Sobre el muro de 0,70 m. de espesor se ha practicado una abertura para



ventilación del edificio. Con la finalidad de restablecer el blindaje perdido por la abertura lateral de ventilación y a su vez orientar la entrada de aire hacia la base de los contenedores, se ha dispuesto un faldón por la cara interior del pilar que va desde la cota + 3,60 m. hasta la cota de apoyo del puente grúa.

El blindaje superior está resuelto por losas prefabricadas de hormigón de 0,30 m. de espesor soportadas por las cerchas metálicas de la cubierta. Dichas losas prefabricadas llevan unas aberturas para posibilitar la salida de aire y permitir la evacuación de calor. En la vertical de las aberturas se han dispuesto losas de blindaje de hormigón, también de 0,30 m. de espesor, que impiden la salida directa de radiación y su dispersión en el aire, evitándose por tanto la dosis por radiación dispersa a nivel de suelo en el exterior del Almacén.

Los paramentos interiores en zonas sometidas a posible contaminación se protegen con pinturas descontaminables.

Otros aspectos de diseño

Extracción de calor del almacén de contenedores

En el interior del Almacén de contenedores liberan el calor de forma pasiva, mediante los mecanismos de convección y radiación principalmente, tanto al ambiente como a las paredes del propio almacén. El diseño de los contenedores favorece la evacuación del calor generado por el combustible almacenado en su interior.

El calor generado por los contenedores será evacuado de forma que no se supere la temperatura ambiental máxi-

ma de diseño. El sistema pasivo de evacuación de calor, previsto, está diseñado de forma que se produce una convección natural provocada por el calentamiento del aire próximo a los contenedores, que al pesar menos asciende hacia las aberturas del techo, por donde sale, siendo sustituido por el aire más frío que entra a través de los huecos laterales.

Este diseño pasivo, para evacuación de calor de la zona de almacenamiento, es similar al de las instalaciones de Gorleben y Ahaus en Alemania.

Asimismo, en el Almacén, existen los siguientes sistemas:

- Sistema de Agua Desmineralizada.
- Sistema de Aire Comprimido.
- Sistema de Agua Potable.
- El Sistema de Protección Contra Incendios del Almacén Temporal de Contenedores de Combustible Gastado que se ha diseñado para realizar las funciones de detección, alarma y extinción en el Área de Acceso.

En el área de Almacenamiento no se prevé sistema de detección al no existir riesgo de incendio y por la ausencia de materiales combustibles.

- Sistema de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado de la Zona de Servicios del Almacén.

- Sistema de Alimentación Eléctrica.

En el edificio existen dos cuadros principales que serán:

- Cuadro de Servicios normales, formado por un cuadro de 380/220 V PEN, alimentado a través de un transformador seco, de relación 10 kV/380 V, desde barras normales de 10 kV de la Central.

De este cuadro se alimentan todos los sistemas de fuerza, tal como bombas, ventiladores, aerotermos, Panel de PCI, motores de plataforma elevadora, grúa utilizada para el traslado de contenedores dentro del edificio, así como el panel de alumbrado normal.

- Cuadro de Emergencia, formado por un cuadro de 380/220 V. PEN, situado en sala de control y alimentado desde una UPS.

De este cuadro se alimenta el panel de alumbrado de emergencia, el panel de instrumentación y control, la vigilancia de radiación y el control de accesos, que son los servicios que deben tener una alimentación de emergencia.

- Sistema de la Red de Tierras, cuya función es la de proteger al personal contra diferencias de tensión peligrosas.

El sistema, en el cual queda incluido el Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas, configura la "Jaula de Faraday" y forma la malla captarayos, e incluye los descargadores de sobretensiones, intercalados en los circuitos de I&C y de comunicaciones.

- Sistema de Supervisión y Control, cuya principal función es la vigilancia del comportamiento de los contenedores que se realiza por medio de los presostatos que controlan la presión entre tapas de cada contenedor.

- Sistema de Vigilancia de la Radiación, cuyo objetivo principal, dentro del Programa de Protección Radiológica, es conocer las condiciones radiológicas en la Instalación para comprobar su correcto funcionamiento y el cumplimiento con los límites radiológicos aplicables. Para ello consta del equipo de vigilancia siguiente:



El control se realiza de forma remota estando el operador asistido por cámaras y monitores de televisión. Se ha previsto además la posibilidad de automatizar los movimientos de traslación, programando de antemano las coordenadas del área de almacenamiento sobre las que se desea situar un contenedor. Estas operaciones se realizan desde la Sala de Control del propio edificio.



- En la zona de la sala de control se instalará un monitor de área de radiación gamma. Se instalarán además un monitor de pórtico para el control de la contaminación del personal y, en el área de Almacenamiento, monitores de radiación gamma y neutrónica para avisar del nivel de radiación existente en ellas.

- Los principales equipos para mantenimiento y manejo de contenedores en el Almacén son los siguientes:

- Puente Grúa.
- Plataforma para mantenimiento.

Puente Grúa

El puente grúa del Almacén se utiliza para cargar y descargar los contenedores, vacíos o llenos de combustible, en el camión de transporte y ubicarlos en la zona de almacenamiento correspondiente o en la zona de mantenimiento, según sea requerido.

Dispone de dos grupos de suspensión:

- Mecanismo de Elevación Principal de 135 Tm de capacidad, donde está instalado el yugo de izado para el traslado de los contenedores.

- Mecanismo de Elevación Auxiliar con un gancho sencillo de capacidad 10 Tm. Se prevé su utilización en operaciones de mantenimiento del contenedor.

Plataforma de Mantenimiento

La plataforma es necesaria para poder acceder a la parte superior de los contenedores que necesitan mantenimiento durante el período de almacenamiento en la instalación, como sustitución de presostatos, presurización con helio, sustitución de juntas de tapa externa, etc., que requieran trabajar a determinada altura.

La plataforma está constituida por dos mesas que se pueden elevar o bajar mediante un sistema completo de accionamiento electromecánico. Las dos mesas juntas forman una superficie rectangular o cuadrada con un orificio circular central, de aproximadamente 2500 mm de diámetro, donde se sitúa el contenedor durante las operaciones de mantenimiento. La anchura mínima de las mesas es de un (1) metro.

La plataforma en su conjunto se controla mediante una única botonera dispuesta de modo que las dos mesas puedan operarse por una persona situada encima de cualquiera de las mesas de la plataforma.

SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

A finales de Julio de 1999 fue concedida la autorización de construcción para el Almacén Temporal de Contenedores de Combustible Gastado en la Central de Trillo 1.

Consecuentemente, desde primeros del año en curso se trabaja en la construcción del mismo. En las fechas de redacción de este artículo, los trabajos se centran en la obra civil, habiéndose realizado los oportunos movimientos de tierras y estando ya construidas la losa de cimentación y la fase primera de la elevación de los pilares y muros perimetrales. Asimismo se ha comenzado el proceso de fabricación de las cerchas metálicas que configuran los pórticos y la fabricación de las losas.

Tanto el puente grúa como la plataforma de mantenimiento ultiman sus procesos de montaje y pruebas en las respectivas fábricas.

Asimismo, están en fabricación el resto de los equipamientos del Almacén Temporal para Contenedores.

Está previsto que el mismo esté finalizado y en condiciones operativas en el segundo semestre del año 2001. Para dichas fechas estarán disponibles en la Central tanto los dos primeros contenedores, como las herramientas necesarias para su manejo, cierre, vaciado y secado interior.

En el presente artículo se han recogido las causas por las que es necesaria la construcción, junto al concepto del diseño del Almacén Temporal de Contenedores para Elementos Combustibles Gastados de la Central Nuclear de Trillo 1 y de sus instalaciones, así como de la situación actual de las obras y del proceso de fabricación de sus equipos e instalaciones.

No queremos terminar el mismo sin resaltar que esta instalación es necesaria para mantener la capacidad para almacenar el combustible gastado de la Central Nuclear de Trillo 1, así como la operación de la Planta.