

# COMPENDIO INFORMATIVO

## Embarques del combustible MOX de Europa a Japón

Los ensamblajes de combustible de Oxido Mezclado (MOX) son fabricados en las instalaciones nucleares especializadas de Francia y el Reino Unido y cargados en reactores nucleares para generar electricidad. Los ensamblajes contienen cientos de pastillas cilíndricas colocadas dentro de tubos de aleación de zirconio que miden alrededor de cuatro metros de largo. Una vez sellados y soldados, una serie de estas barras de combustibles son colocadas dentro de una estructura especial para completar cada ensamblaje. Las pastillas contienen una mezcla principalmente de uranio y una pequeña porción de plutonio. El contenido de plutonio tiene un rango de entre 5-10 por ciento de acuerdo al diseño del combustible.

Los reactores nucleares pueden usar combustible de uranio, combustible MOX o una combinación de los dos.

A partir de 1980 se inició el uso del combustible MOX de una manera comercial en instalaciones nucleares y hoy día es utilizado en más de 30 reactores. Actualmente más de 5 mil ensamblajes de combustible MOX han sido cargados en reactores nucleares de Francia, Alemania, Bélgica, Suiza y los Estados Unidos.

Se prevé que aumente el número de reactores nucleares que utilicen el combustible MOX en la siguiente década. Japón que tiene recursos naturales limitados planea utilizar combustible MOX, entre 16 y 18 reactores nucleares como parte de un programa a largo plazo que brinde provisiones estables de electricidad.

El combustible MOX efectivamente hace posible un nuevo recurso energético, procedente del combustible nuclear que ya ha sido



Ensamblaje de combustible MOX

utilizado en reactores nucleares. Desde 1960 hasta el 2001 las compañías de electricidad en Japón enviaron su combustible nuclear usado a Europa para un reprocesamiento químico. El reprocesamiento de combustible usado separa productos reusables hasta en un 97% que permite ser reciclado y el 3% restante es el desecho.

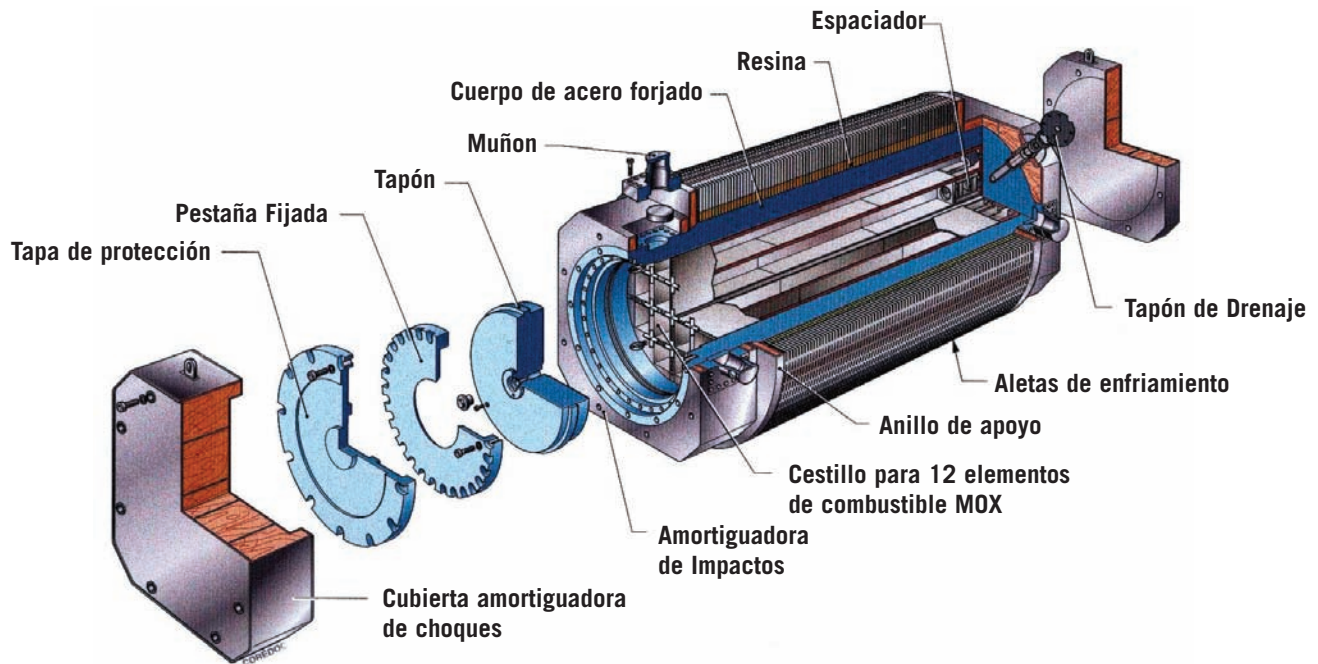
### BENEFICIOS DEL MOX

El combustible MOX es una fuente de energía atractiva por varias razones:

- El reciclamiento del combustible nuclear usado extrae energía sustancial adicional de los recursos de uranio. Esto ayuda a extender las reservas del uranio.
- Utilizar el combustible MOX significa que materiales útiles que producen energía no se desperdician.
- El combustible MOX es una energía eficiente. Una sola pastilla del combustible MOX de aproximadamente un centímetro de largo y que pesa unos 6 gramos genera la energía equivalente a una tonelada de carbón.
- Dado que las estaciones de energía nuclear no emiten dióxido de carbono ni otras sustancias dañinas asociadas con los combustibles fósiles, el MOX contribuye a promover aire limpio.
- Con la utilización del combustible MOX se reduce la cantidad de materiales radiactivos que de otra forma hubieran necesitado almacenamiento, disminuyendo así la demanda en las instalaciones de almacenamiento.

Utilizando el plutonio se reducen las preocupaciones acerca de la proliferación nuclear, cuyo uso se expandirá en el Siglo XXI, debido a su inherente estabilidad, portabilidad y alto contenido energético.

## Embalaje de transporte TN 12/2



En 1999 con todos los componentes de la infraestructura del ciclo del combustible nuclear establecidos, el combustible MOX comenzó a ser transportado a los sitios de reactores nucleares en Japón. Luego que se completaron las entregas del combustible MOX a Tokyo Electric Power Company (TEPCO) y Kansai Electric Power Company (KEPCO) continuarán los embarques para los

reactores operados por Kyushu, Shikoku y Chubu Electric Power Companies. Los embarques del combustible MOX a Japón se llevarán a cabo aproximadamente una vez al año.

### Paquetes de transporte

Los materiales nucleares son transportados en paquetes que protegen a los trabajadores, el público y el medio ambiente en situaciones severas de accidente. Esto asegura altos niveles de seguridad cualquiera que sea el modo de transporte utilizado. Muchos embarques utilizan una combinación de diferentes modos de transporte, estos son: vía terrestre, ferroviaria, aérea y marítima.

Los estándares para paquetes de materiales nucleares son establecidos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) la cual es

una agencia de las Naciones Unidas. Estos estándares son establecidos por expertos y reguladores nacionales de muchos de sus 145 países miembros y los cuales son revisados sistemáticamente de manera continua. El OIEA ha establecido estándares para los paquetes basados en diferentes características del material nuclear al ser transportado. El combustible MOX transportado en paquetes tipo B capaces de soportar una serie de exámenes exigentes para demostrar su resistencia a impactos severos, fuego e inmersión.

Los embalajes tipo B utilizado por embarques del combustible MOX son estructuras masivas hechas de 10 pulgadas de acero forjado y pesan alrededor de 100 toneladas cada uno o paquetes más pequeños y mas livianos que cumplen los mismos estándares exigentes.



La planta de energía nuclear de Shimane, Japón

## Los Buques Dedicados al Transporte Nuclear

El combustible MOX es enviado a Japón en buques dedicados al transporte de material nuclear de propiedad de Pacific Nuclear Transport Limited (PNTL). Asimismo PNTL es propiedad de International Nuclear Services Ltd., AREVA y las compañías nucleares japonesas. PNTL es pionera en los estándares de seguridad del envío de materiales nucleares. PNTL opera una flota de buques dedicados a estos transportes, que en la actualidad están en su segunda generación.

Los buques cumplen con los requisitos del código CNI de la Organización Marítima Internacional (OMI) que es la agencia de las Naciones Unidas que regula los embarques internacionales.

El Código CNI establece los estándares para el diseño y construcción de

los buques que transportan diversas cargas de materiales nucleares, cumpliendo así con los más altos estándares de clasificación.

Los buques que transportan el material nuclear cuentan con una serie de medidas de seguridad que superan ampliamente las aplicadas a cargueros convencionales:

- Doble casco que refuerza su capacidad para soportar daños en caso de colisión.
- Flotabilidad mejorada para asegurar que el buque continuará a flote aún en las circunstancias más extremas.
- Sistemas de navegación, comunicaciones, monitoreo de la carga refrigeración dobles.
- Navegación y seguimiento vía satélite.
- Motores y hélices dobles.



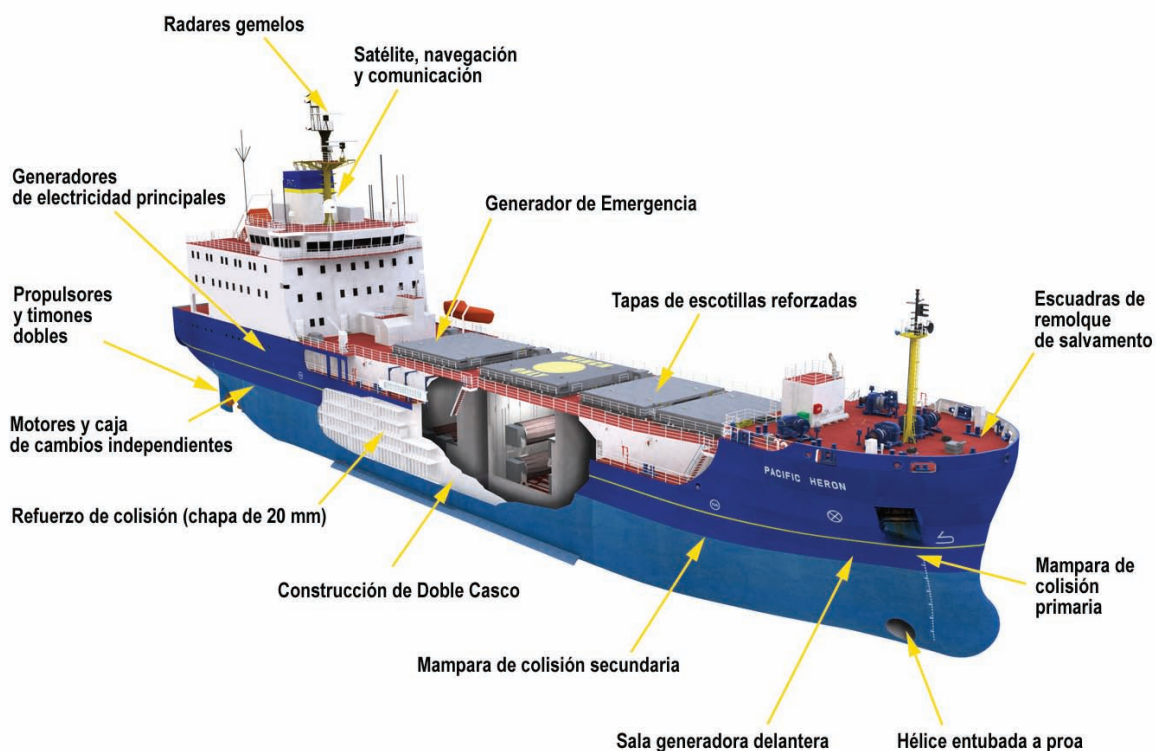
Pacific Heron

- Equipos adicionales, incluyendo sistema de inundación de bodegas y un generador eléctrico extra

Periódicamente cada buque es sometido a inspecciones de mantenimiento regulares. El equipo operacional es revisado y probado antes de cada viaje en el puerto base de Barrow, Inglaterra.

Todos los buques tienen una tripulación completamente entrenada y calificada y mientras que están en el mar mantienen contacto con un centro de comunicación de servicio las 24

## Buques Dedicado al Transporte Nuclear



horas al día. Los buques viajan hacia Japón sin detenerse, no hacen paradas en los puertos a lo largo de la ruta.

Los buques de PNTL tienen un record insuperable habiendo recorrido más de 5 mil millones de millas sin tener incidente alguno que involucre la emisión de radioactividad. Más de 2 mil embalajes de material nuclear han sido transportados de manera segura desde 1960. Todos los embarques son llevados a cabo en completo cumplimiento de las leyes internacionales y los buques portan todos los certificados y documentación necesarios para demostrar que cumplen con las regulaciones internacionales.

## Protección Física

Los dos buques de PNTL están dotados con un equipo de seguridad especial para transportar el combustible MOX para protección mutua, estos buques viajan juntos cada uno escoltando el otro. Los buques están equipados con armas navales fijas y tienen sistemas de seguridad adicionales, siendo algunos visibles. Están protegidos por oficiales armados de la policía encargada de darle seguridad a los sitios nucleares, Civil Nuclear Constabulary (CNC) del Reino Unido quienes brindan protección a bordo. Los oficiales de CNC están especialmente entrenados para proteger materiales en instalaciones nucleares. El sistema de protección

total establecido a través de acuerdos de cooperación entre los gobiernos del Reino Unido, Francia, Japón y los Estados Unidos aseguran que las medidas establecidas pueden contrarrestar cualquier amenaza de robo o sabotaje.

## Seguridad en Profundidad

Los embarques del combustible MOX emplean un sistema de seguridad en profundidad que involucra una serie de barreras independientes entre el material radioactivo y el medioambiente exterior. Esto abarca el combustible sólido y pasivo, las varillas de combustible de aleación de zirconio, los paquetes especiales en el cual son transportados y la protección brindada por los buques con sus doble cascos reforzados.

Este sistema de seguridad brinda mayor protección que la que típicamente existe en los embarques de carga peligrosa, lo que elimina la necesidad de depender de asistencia de especialistas de emergencia de los países a lo largo de la ruta de los embarques.

El combustible por si mismo es un material sólido que esta caracterizado tanto, por su largo plazo de estabilidad y baja solubilidad y mantiene su estructura integral sin dispersarse en el agua. Esta diseñado para soportar altas temperaturas y presiones y no tiene propiedades explosivas.

## Medidas de Emergencia

Un grupo de expertos nucleares completamente entrenados y equipados están disponibles mediante un sistema de alerta de emergencia las 24 horas al día para cada embarque. En el caso de una emergencia, este equipo será enviado al buque y maneja toda operación de rescate PNTL tiene contratos con los más experimentados expertos de salvamentos del mundo quienes tienen operaciones en todas las regiones del globo. Ellos están en la disposición de responder de manera rápida a todas las peticiones para asistencia y han recuperado de manera exitosa grandes buques del fondo del mar. Monitores especiales en la bodega de cada buque brindaran información acerca del estatus de la carga al equipo de rescate.

## Demanda de Energía

La demanda mundial de energía se prevé que tenga un buen incremento en el futuro. El combustible MOX brinda a las naciones que operan plantas de energía nuclear una fuente de energía confiable a largo plazo, lo que significa combustible para generar electricidad limpia. Esto es particularmente importante para Japón donde 55 plantas de energía nuclear generan casi 30 por ciento de la electricidad de esa nación.

Para mayor información visite:

[www.pntl.co.uk](http://www.pntl.co.uk) | [www.innuserv.com](http://www.innuserv.com) | [www.aveva.com](http://www.aveva.com)



**International  
Nuclear Services**

Hinton House  
Birchwood Park Avenue  
Risley  
Warrington  
Cheshire WA3 6GR  
Reino Unido



AREVA  
33 rue La Fayette  
75009  
Paris, France



Overseas Reprocessing Committee  
11F Hibiya-daibiru Building  
2-2 Uchisaiwai-cho 1-chome  
Chiyoda-ku  
Tokyo 100-0011, Japan