

SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE Y MATERIALES RADIATIVOS

XXVI JORNADAS NACIONALES SOBRE ENERGÍA Y EDUCACIÓN.
SEGURIDAD NUCLEAR.

Madrid, 11 de septiembre de 2009

Millán Morán Sánchez.

TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS

Frecuencia

Los transportes de materiales radiactivos en la U.E. superan el **millón y medio** de bultos al año.

Médico y otros

Radiofármacos

Tc⁹⁹
I¹²³ I¹²⁵ I¹³¹
Ga⁶⁷
Y⁹⁰
F¹⁸

Fuentes radiactivas

Ir¹⁹²
Co⁶⁰

Medico y otros
95%



Ciclo de
combustible
nuclear
5%

Ciclo de combustible nuclear

Mineral de Uranio
Concentrado de Uranio
Hexafluoruro de Uranio
Elementos combustibles
Residuos radiactivos





Etc...

Uso

- El 95% (aprox.) se dedica principalmente a uso **medico, investigación e industrial** (aprox.) está relacionados con el ciclo de **combustible nuclear**.

TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS EN ESPAÑA, ENVÍOS EN 2008.

Material radiactivo	Nº Bultos	Envíos
Uso medico, industrial, investigación	MAS DE 80.000	MAS DE 35.000
Ciclo de combustible nuclear (M. Nuclear y residuos R.M.B.A.)	—————	MAS DE 500

USO MEDICO, INDUSTRIAL, INVESTIGACION	CICLO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR (M. NUCLEAR Y RESIDUOS R.M.B.A.)
 	 

SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DE COMBUSTIBLE Y MATERIALES RADIATIVOS.

DOS TIPOS DE SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE:

SECURIT

PROTECCION **FISICA DE LOS MATERIALES NUCLEARES Y RADIATIVOS** durante su transporte.

Medios de protección física para impedir el robo, el desvío no autorizado o el sabotaje.

SAFETY

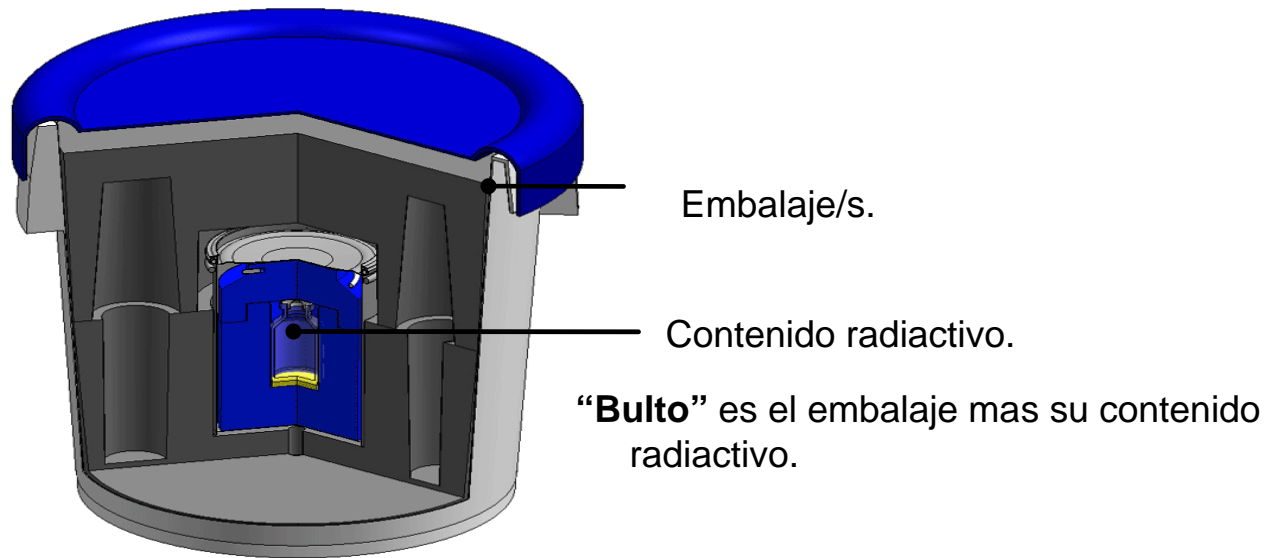
PROTECCION DE LAS **PERSONAS Y MEDIOAMBIENTE** frente a los riesgos inherentes a los productos radiactivos durante su transporte.

Mediante el diseño de todos los elementos implicados en el transporte

PRINCIPIOS BÁSICOS PARA LA SEGURIDAD DEL TRANSPORTE SAFETY

La seguridad de los transportes se basa en:

diseño de los embalajes



embalajes adecuados a la mercancía/ preparación de la expedición. responsabilidad del REMITENTE

En ocasiones se exigen diseños y/o aprobaciones especiales para los medios de transporte donde se llevan los bultos: vehículos, buques especiales, etc...

REGULACION DE LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE DEL BULTO

La seguridad está garantizada por un estricto régimen regulatorio, revisado constantemente durante las últimas cuatro décadas

Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos de la OIEA (ONU)



OBJETIVOS DE LA REGLAMENTACIÓN. REQUISITOS DE LOS EMBALAJES

CONTENCION de los materiales radiactivos dentro del embalaje. Evitar la dispersión



■ **Resistencia** mecánica del embalaje.

Se limita la **cantidad** dependiendo de la naturaleza y actividad del material.



PREVENIR el riesgo de las radiaciones emitidas.

■ Control del nivel de radiactividad externa:

- a. Mediante **blindajes** de los bultos.
- b. **Etiquetas**, para advertir de los niveles de radiactividad en el exterior de los bultos.

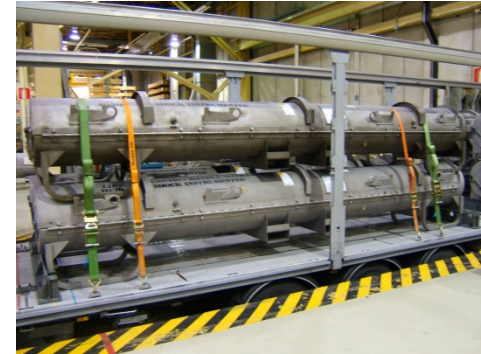


OBJETIVOS DE LA REGLAMENTACIÓN. REQUISITOS DE LOS EMBALAJES

EVITAR la posibilidad de *una reacción en cadena (criticidad)* cuando se transportan sustancias fisionables



■ Se impide la criticidad mediante el diseño del embalaje y limitación del contenido de cada bulto y del número de bultos por remesa



EVITAR los daños del *calor emitido* por ciertos tipos de bulto



■ Diseño del embalaje y condiciones de estiba, transporte y almacenamiento de los bultos .



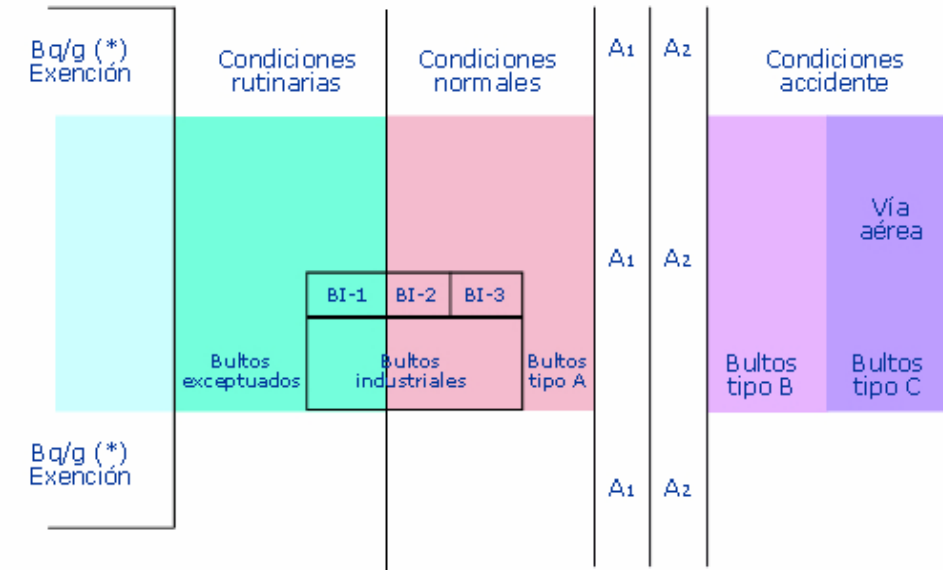
DISEÑO DE LOS EMBALAJES: TIPOS DE BULTOS

A **mayor riesgo** del contenido radiactivo...

—————> Embalajes con **más restricciones** de diseño.

En base a esto se establecen distintos tipos de bultos

Tipos de bultos de transporte de material radiactivo



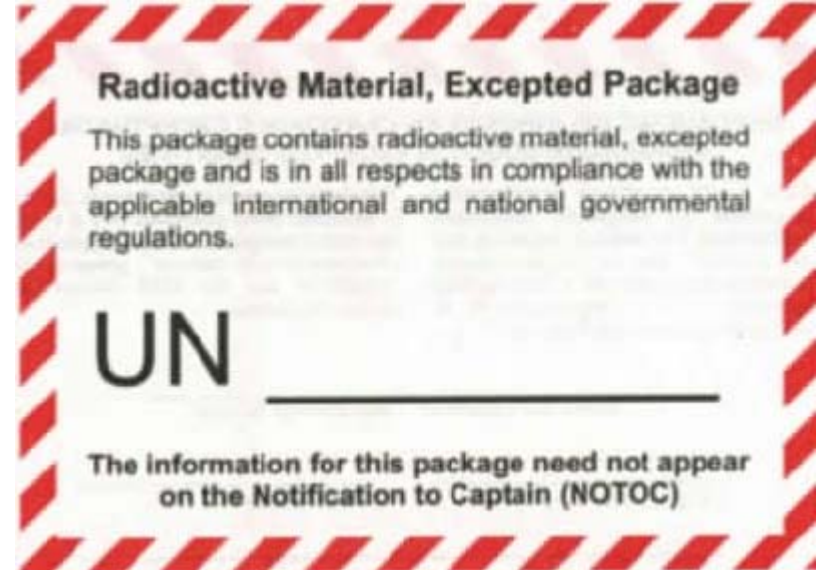
(*) El valor depende del radionucléido

BULTOS EXCEPTUADOS

Definición y características

Cantidades tan pequeñas que su diseño solo soporta **condiciones de transporte rutinarias**

- Fácil manipulación.
- Posible sujeción
- Fácil descontaminación



Uso

- Investigación
- Diagnóstico médico
- Artículos manufacturados

Pruebas

No son necesarias las pruebas para este tipo

BULTOS INDUSTRIALES

Definición y características

Materiales de baja actividad específica (BAE) y objetos contaminados superficialmente (OCS)



Tres tipos





- BI-1. Condiciones rutinarias de transporte (exceptuado)
- BI-2 y 3. Condiciones normales de transporte



Uso

- Minerales.
- Uranio natural.
- Residuos radiactivos de baja y media actividad

Pruebas. Condiciones normales

			
Aspersión: con agua durante una hora	Caída: desde 0,3 a 1,2 m sobre superficie indeformable	Apilamiento: 5 veces el peso del bulto durante 24 horas	Penetración: caída de barra de 6 kg desde 1 metro

BULTOS TIPO A

Definición y características

Se limita la cantidad a transportar para disminuir los riesgos de contaminación o irradiación.

El contenido radiactivo que puede transportarse está limitado a unos valores de actividad.

- A1: si el material no está encapsulado.
- A2: si el material está encapsulado de forma especial.



Uso

Es el tipo de bulto más usado.

- Centros médicos.
- Investigación.

Pruebas. Condiciones normales



Aspersión:
con agua
durante una
hora



Caída: desde
0,3 a 1,2 m
sobre superficie
indeformable



Apilamiento: 5
veces el peso del
bulto durante 24
horas



Penetración:
caída de barra
de 6 kg desde
1 metro

BULTOS TIPO B

Definición y características

Necesitan autorización previa de diseño.

Deben resistir los efectos de un accidente grave.

Son los diseñados para soportar actividades mayores que los bultos industriales y de tipo A.



Uso

- Fuentes radiactivas para la terapia del cáncer
- Gammagrafía industrial.

Pruebas. Condiciones de accidente.



Caída: desde 9m sobre superficie indeformable



Perforación: caída desde 1 m sobre una barra



Aplastamiento: caída de plancha de 500kg desde 9m(para bultos de peso y densidad bajos)



Inmersión: entre 15 y 200 m de profundidad



Térmico: Fuego a 800°C en 30 min.

BULTOS PARA MATERIAL FISIONABLE:

Combustible nuclear.

Definición y características

Necesitan autorización previa de diseño.

Tienen dos condiciones de diseño:

- Evitar la criticidad.
- Cumplir con los ensayos de condiciones de uso según su radiación sea de tipo BI, A o B-C.



Contenido radiactivo:

U-233, U-235

Pu-239, Pu-241

Combinaciones de ellos



Uso.

- Óxido de uranio enriquecido
- Elementos combustibles para centrales nucleares.
- Elementos combustibles irradiados.

Pruebas.

Se realizarán las pruebas según su nivel de actividad:

- Condiciones normales.
- Condiciones de accidente
- Condiciones de accidente aéreo.

Mantienen la subcriticidad tras los ensayos

EJECUCION DE LOS TRANSPORTES RADIOACTIVOS EN ESPAÑA.

Uso medico, industrial, investigación



98
%



Ciclo de combustible y grandes fuentes

2%



Flujos de distribución: **variado** en función del producto, **internacionales, urbanos e interurbanos.**

Origen	Europa. España: ciclotrones, radiofarmacias...
Destinos	Mas de 280 destinos: Hospitales, laboratorios, industrias...
Frecuencia	Más de 35.000 envíos en 2008.

Flujos de distribución: mayoritariamente **internacionales.**

Origen	Extranjero, España.
Destinos	Centrales nucleares españolas y extranjeras, industrias, hospitales, El Cabril...
Frecuencia	Más de 500 expediciones en 2008.

EJECUCION DE LOS TRANSPORTES RADIATIVOS EN ESPAÑA

Uso medico, industrial, investigación.

- Entregas **just in time**
- Red permanente de distribución.
- Transportes controlados por GPS.



- Paquetes **pequeños** o de tamaño **medio**



- **Furgones y furgonetas** con blindaje de plomo entre los compartimentos de carga y conducción

Tamaño de los bultos

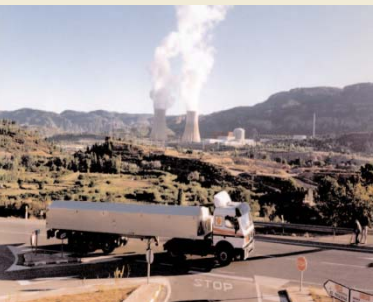
Ciclo de combustible y grandes fuentes

- Requieren autorizaciones y/o notificaciones previas a su ejecución en todos los países (origen, destino y tránsito)
- Transportes controlados (GPS) y con protección física.



- Bultos de **gran** volumen y peso

Transporte terrestre



- Camiones **tráiler**, con remolques especialmente diseñados para contener los bultos

REGULACIÓN BÁSICA DEL TRANSPORTE DE MATERIAL RADIATIVO.

~~OTRA NORMATIVA APLICABLE A TRANSPORTES DE MATERIAL RADIATIVO~~

REGULACIÓN BÁSICA DEL TRANSPORTE DE MATERIAL

RADIATIVO

Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo de la O.I.E.A

(Organismo Internacional de la Energía Atómica).

La edición vigente es del 2005, se denomina **TS-R-1**. es un estándar regulatorio recomendado para las actividades de transporte radiactivo.

Transporte por carretera

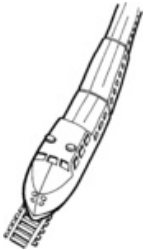


- **ADR**, Acuerdo Europeo para el transporte de mercancías peligrosas por carretera.



- **Real Decreto**, sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera : formación de conductores, normas de circulación, actuación en caso de accidente, avería, aprobación de vehículos, etc.

Transporte por ferrocarril



- **R.I.D.** Reglamento Internacional sobre el transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril.
- **Real Decreto** sobre transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril.

REGULACIÓN BÁSICA DEL TRANSPORTE DE MATERIAL RADIATIVO

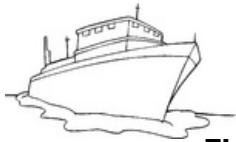
Transporte aéreo

- **Instrucciones Técnicas** para el transporte seguro de mercancías peligrosas por vía aérea (IT) emitidas por la Organización Internacional de Aviación Civil (**O.A.C.I.**).
- **Código IATA** (Agencia Internacional de Transporte Aéreo)
- **Reglamento nacional de MM.PP.** por vía aérea (Remite a la O.A.C.I.)



Transporte marítimo

- **Código I.M.D.G:** Código Marítimo Internacional para el Transporte de IM.PP.
- **Código** para el transporte seguro en buques de combustible nuclear irradiado **I.N.F.**



OTRA NORMATIVA APLICABLE AL TRANSPORTE DE MATERIAL RADIATIVO

Programa (Plan) de Protección Radiológica.

Trabajadores expuestos a radiaciones ADR, Real Decreto 783/2001 y Guía de Seguridad del CSN 6.2

Programa de Garantía de Calidad.

ADR y Guía de Seguridad del CSN 6.1.

Designación de un Consejero de Seguridad.

ADR y R.D. 1566/1999.

FUENTES/ COLABORACIONES

FUENTES UTILIZADAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PONENCIA.

- *“El transporte de materiales radiactivos”*. Consejo de Seguridad Nuclear.
- *“Regulaciones de seguridad que rigen el transporte de material radiactivo”*.
World Nuclear Transport Institute (WNTI).
- *Sierra Albarrana, nº18*. Publicación de Enresa.
- *“El transporte de materiales radiactivos”*. Sociedad Nuclear Española. Millán Morán

COLABORACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTACION.

Plácido Requejo Martín. Jefe del departamento técnico y de calidad de ETSA.