

International Civil Aviation Organization  
Organización de Aviación Civil Internacional

**Seminario/Taller Regional sobre el Transporte  
sin riesgos de Mercancías Peligrosas**  
29 set. – 03 oct. 2008

**ASPECTOS TECNICOS EN EL TRANSPORTE  
DE MATERIALES RADIATIVOS**

Mario Mallaupoma Gutiérrez

Lima, Perú  
02 Octubre, 2008




---

---

---

---

---

---

---

---

**Las Nueve Clases de Mercancías Peligrosas**

Clase 1 Explosivos	Clase 6 Sustancias tóxicas e infecciosas
Clase 2 Gases	<b>Clase 7 Materiales radiactivos</b>
Clase 3 Líquidos inflamables	Clase 8 Sustancias corrosivas
Clase 4 Sólidos inflamables	Clase 9 Sustancias peligrosas varias
Clase 5 Sustancias oxidantes v peróxidos orgánicos	

---

---

---

---





---

---

---

---

**Perspectiva del Transporte de  
Mercancías Peligrosas por Medio de Transporte**

	Facción estimada de todas las Mercancías que son Mercancías Peligrosas	Facción estimada de todas las Mercancías Peligrosas que son Radiactivas
 Carretera	15%	<2%
 Ferrocarril	20%	<2%
 Aéreo	3% - 4%	<10%
 Acuática	50%	<1%

---

---

---

---

---

---

---

---

## Usos del Material Radiactivo

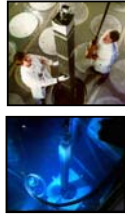
### Industria y Agricultura



### Medicina e Investigación



### Energía Nuclear



---

---

---

---

---

---

---

---

## Riesgos y Sustancias Peligrosas



---

---

---

---

---

---

---

---

## Nociones Básicas sobre el Transporte Aéreo de Materiales Radiactivos

---

---

---

---

---

---

---

---

## OBJETIVOS

1. CONOCER LOS MATERIALES TRANSPORTADOS
2. VERIFICAR Y ANALIZAR DOCUMENTOS Y BULTOS
3. CONOCER LOS PRINCIPIOS DE SEGURIDAD

---

---

---

---

---

---

---

---

<p>Normas de seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente</p> <p>Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos Edición de 2005</p> <p>Requisitos de seguridad N° TS-R-1</p> 	<p>ORGANISMO <del>INTERNACIONAL</del> DE ENERGÍA ATÓMICA (OIEA)</p> <p>REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE SEGURO DE MATERIALES RADIATIVOS</p> <p>(TS-R-1)</p>
---	--

8

---

---

---

---

---

---

---

---

## TRANSPORTE AÉREO

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION  
ORGANIZATION

- ÓRGANO DE LAS NACIONES UNIDAS;
- DESARROLLA Y RECOMIENDA PRÁCTICAS;
- INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA EL TRANSPORTE DE PRODUCTOS PELIGROSOS POR AIRE;  
BASADAS EN LOS REGLAMENTOS DEL OIEA.



---

---

---

---

---

---

---

---

## TRANSPORTE AÉREO

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION

- ASOCIACIÓN COMERCIAL QUE REPRESENTA LAS COMPAÑÍAS AÉREAS EN EL MUNDO;
- 94 % COMPAÑÍAS AÉREAS HACEN PARTE
- REGLAS EN EL MANUAL *DANGEROUS GOODS REGULATIONS*;
- OBJETIVO: PROMOVER EL TRANSPORTE AÉREO REGULAR, ECONÓMICO Y CON SEGURIDAD.



---

---

---

---

---

---

---

---

## IATA

TIENE REGLAMENTOS PARA EL TRANSPORTE SEGURO DE MATERIALES RADIATIVOS BASADOS EN EL REGLAMENTO DE LA OIEA

CONTIENE INSTRUCCIONES TÉCNICAS BASADAS EN ICAO



---

---

---

---

---

---

---

---



¿QUE ES RADIACIÓN?



---

---

---

---

---

---

---

---

NO TIENE COLOR

NO TIENE OLOR



NO TIENE GUSTO

PROPAGACIÓN DE ENERGIA EN LA MATERIA Y EN EL ESPACIO.



---

---

---

---

---

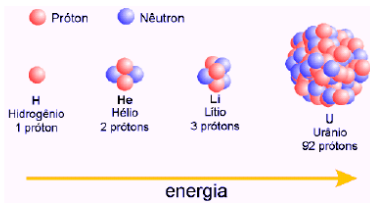
---

---

---

## ¿QUE ES RADIACIÓN?

### ELEMENTOS QUÍMICOS NATURAIS



---

---

---

---

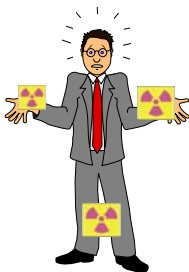
---

---

---

---

## RADIOISÓTOPOS EN EL CUERPO HUMANO



- POTASIO-40
- CARBONO-14
- RUBIDIO-87
- POLONIO-210



---

---

---

---

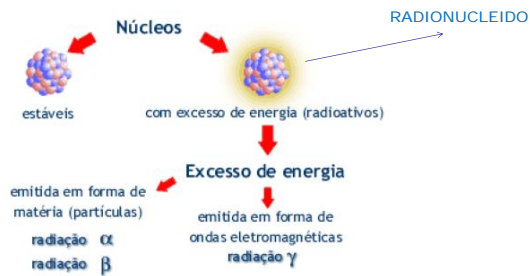
---

---

---

---

## ¿QUE ES RADIACIÓN?



---

---

---

---

---

---

---

---

## EMISIONES RADIOACTIVAS

PARTÍCULAS (CON MASA)

ALFA ( $\alpha$ )

BETA ( $\beta$ )

NEUTRONES ( $n$ )

RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

RAYO X

RAYO  $\gamma$



---

---

---

---

---

---

---

---

## DEFINICIONES

PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN:  
TIEMPO NECESARIO PARA QUE LA  
ACTIVIDAD DISMINUYA PARA LA MITAD  
DEL VALOR INICIAL

ACTIVIDAD : CANTIDAD DE MATERIAL  
RADIOACTIVO.

UNIDADES : Bq O Ci



---

---

---

---

---

---

---

---

## UNIDADES DE RADIACIÓN

1 Ci ~ 1 g DEL ELEMENTO RADIO

1 Bq = 1 DESINTEGRACION/ SEGUNDO

37 MBq = 1 mCi

M - mega - 1 000 000

m - mili - 0, 000001



19

---

---

---

---

---

---

---

---

## Riesgos y Protección del Público

### 1. Riesgos

- radiación

- criticidad

- Calor excesivo

Para personas, propiedad y ambiente.

### 2. Protección del Público

*Cumplimiento con programa de garantía de calidad y con las regulaciones.*

---

---

---

---

---

---

---

---

## Objetivo del Reglamento de Transporte

“proteger a las personas, los bienes y el medio ambiente de los efectos de las radiaciones durante el transporte de *materiales radiactivos*”

1104

---

---

---

---

---

---

---

---

## Objetivo del Reglamento de Transporte (Cont.)

Los objetivos se cumplen:

- Aplicando un enfoque gradual a los límites del contenido de los *bultos* y *medios de transporte*
- Imponiendo requisitos en el *diseño* y utilización de *bultos*, y mantenimiento de *embalajes*
- Requiriendo controles administrativos, por ejemplo, *aprobación por parte de la autoridad competente*

1  
104

---

---

---

---

---

---

---

---

## EL TRANSPORTE INCLUYE:

- DISEÑO, FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EMBALAJES
- PREPARACIÓN, ENVÍO, CARGA Y TRANSPORTE



---

---

---

---

---

---

---

---

## FORMA ESPECIAL (SPECIAL FORM)

MATERIAL RADIATIVO  
SÓLIDO EN UNA  
CÁPSULA HERMÉTICA

(CERTIFICADO DE CÁPSULA  
HERMÉTICA)



---

---

---

---

---

---

---

---

## IDENTIFICACIÓN

---

NOMBRE APROPIADO DE EXPEDICIÓN

- ONU 2911 MATERIAL RADIATIVO, BULTOS EXCEPTUADOS, ARTÍCULOS
- ONU 2912 MATERIAL RADIATIVO, BAJA ACTIVIDAD ESPECÍFICA (BAE I) no fisionable o fisionable exceptuado



---

---

---

---

---

---

---

---

*Objetivos de Conferencia*



➤ Transmitir las nociones básicas y facilitar el correcto entendimiento y uso de DGR (Dangerous goods regulation) IATA .

---

---

---

---




---

---

---

---

*Clase 7 - Definiciones*

- ✓ Son todos aquéllos que emiten energía de manera constante y continua.
- ✓ Son divididos en 03 categorías relacionadas con el índice de transporte (IT) de los embalajes.
- ✓ IT es un número adimensional que representa la dosis recibida por un individuo que permanece 1 hora a una distancia de 1 m del embalaje. Es utilizado para el control de exposiciones de las personas.

---

---

---

---

---

---

---

---

*Responsabilidades*

**Ciente / Remitente**

- Clasificar
- Identificar
- Embalar
- Marcar y Etiquetar
- Documentar
- No ofrecer artículos listados como prohibidos



---

---

---

---

---

---

---

---

*Responsabilidades*

**Transportador**

- Aceptación
- Almacenamiento
- Cargado
- Inspeccionar
- Prover Informaciones
- Entrenamiento
- Procedimientos para Emergencias



---

---

---

---

---

---

---

---

*Materiales Radiactivos /Clasificación*

- Se clasifican de acuerdo a sus características y formas :
  - ☞ Forma Especial
  - ☞ BAE (LSA) - Baja Actividad Específica
  - ☞ OCS (SCO) - Objeto Contaminado en la Superficie
  - ☞ Material Radiactivo de baja dispersión
  - ☞ Físiles
  - ☞ Otras Formas

---

---

---

---

---

---

---

---

## Materiales Radiactivos / Ejemplos



- ✓ Isótopos para propósitos Médicos
  - ✓ Instrumentos Médicos
  - ✓ Farmacéuticos
  - ✓ Urânio
  - ✓ Plutónio
  - ✓ Embalajes Vacíos
  - ✓ Objetos Radiactivos contaminados para disposición.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Requisitos de Embalajes

- ➔ DGR 10.5.1: "... el remitente es el responsable de todos los aspectos de los envases ... de acuerdo con el presente Reglamento".
- ➔ DGR 10.5.2.1.1: "Requisitos de los embalajes para los materiales radiactivos varían con el radionucleído en particular ..."
- ➔ DGR 10.5.2.1.2: "...el nivel de radiación depende de varios factores - y la actividad ... es uno de esos factores...."
- ➔ DGR 10.5.7.1.1: "... (Embalajes) que no necesitan de aprobación de diseño por parte de la Autoridad Competente ... Están sujetas a los programas de calidad ... y límites de actividad..."

---

---

---

---

---

---

---

---

## Embalajes (10.5.8)

- ☎ **Embalajes exceptuados:**
  - ☞ Su uso está limitado para materiales cuya actividad es muy baja, como es el caso de instrumentos antiguos, artículos manufacturados y embalajes vacíos.
- ☎ **Embalajes Industriales:**
  - ☞ utilizadas para materiales LSA e SCO
- ☎ **Tipo A:**
  - ☞ limitado hasta determinados valores de actividad de los radioisótopos.
- ☎ **Tipos B y C:**
  - ☞ Utilizados cuando el material radiactivo tiene actividades superiores a los permitidos para el Tipo A. La diferencia entre los dos es que el tipo C es sometido a pruebas y ensayos más exigentes.

---

---

---

---

---

---

---

---

*Categoría para efecto de rotulado*



- ✓ **Categoría I**  
BLANCA TI = 0
- ✓ **Categoría II**  
AMARILLA  
TI = 0,1 - 1,0
- ✓ **Categoría III**  
AMARILLA  
TI = 1,1 - 10,0  
TI = 10,1 o mayor  
(Exclusive Use)

---

---

---

---

---

---

---

---

*Información a tener en cuenta*

**Radiactivos**

- ↳ Colores :
  - ↳ Blanco / Amarillo
- ↳ Categorías
  - ↳ I = bajo peligro
  - ↳ II = mediano peligro
  - ↳ III = riesgo mayor
- ↳ Medidas
  - ↳ Bequerels/Curies/TI

---

---

---

---

---

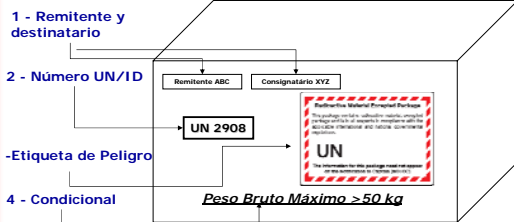
---

---

---

*Al final, como debe ser un embalaje ?*

**Embalaje Exceptuado ( límites indicados en Tabla) (10.5.A)**




---

---

---

---

---

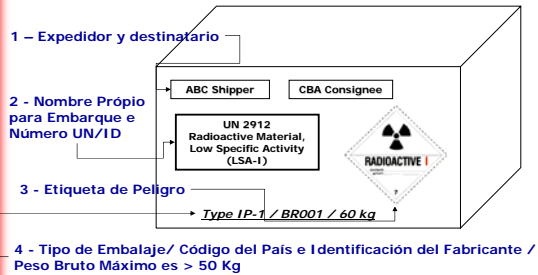
---

---

---

### Al final, como debe ser un embalaje ?

#### Embalaje Industrial (LSA ou SCO)



---

---

---

---

---

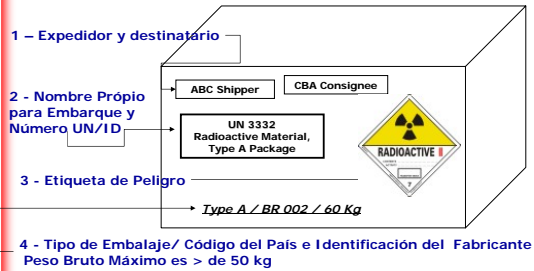
---

---

---

### Al final, como debe ser un embalaje ?

#### Embalaje Tipo A



---

---

---

---

---

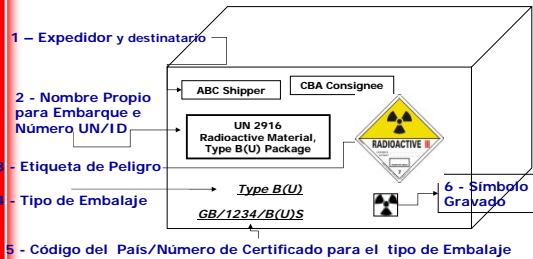
---

---

---

### Al final, como debe ser un embalaje ?

#### Embalaje Tipo B (U)



---

---

---

---

---

---

---

---

### TIPOS DE BULTOS RADIATIVOS



---

---

---

---

---

---

---

---

### EMBALAJE

Es el conjunto de todos los componentes necesario para alojar con seguridad el contenido radiactivo



---

---

---

---

---

---

---

---

### SISTEMA BLINDANTE

Es el conjunto de los componentes del embalaje destinados específicamente a atenuar la radiación



---

---

---

---

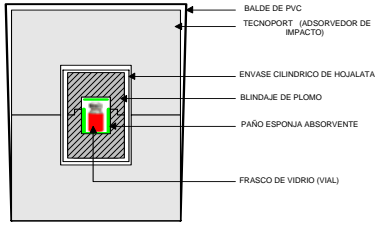
---

---

---

---

## DISTRIBUCION DE LOS ELEMENTOS EN EL BULTO




---

---

---

---

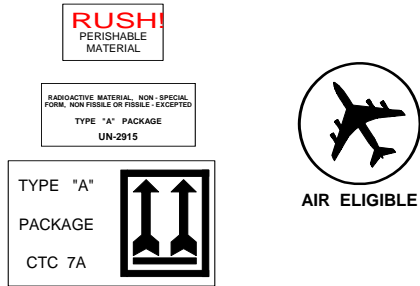
---

---

---

---

## ETIQUETAS DE MANIPULACIÓN




---

---

---

---

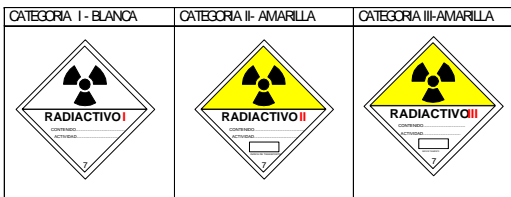
---

---

---

---

## ETIQUETAS DE RIESGO




---

---

---

---

---

---

---

---

**BULTO CONTENIENDO MATERIAL RADIACTIVO**



---

---

---

---

---

---

---

---

*Materiales Radiactivos / Etiquetado*



- Tres diferentes etiquetas - una para cada categoría.
- Única etiqueta que debe ser complementada con los detalles específicos del embarque.
- Mandatorio, siempre colocar dos en los lados opuestos del embalaje.

---

---

---

---

---

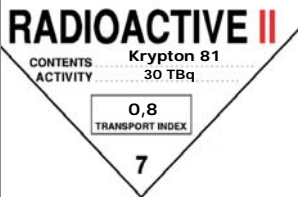
---

---

---

*Materiales Radiactivos / Etiquetado*

- ↳ Información requerida:
  - ↳ Nombre del Radionucleido
  - ↳ Actividad en Bequerels
  - ↳ Índice de Transporte
- ↳ Ejemplo :
  - ↳ Krypton 81(Kr-81)
  - ↳ 30 TBq
  - ↳ 0,8 T.I.



---

---

---

---

---

---

---

---





### Materiales Radiactivos / Identificación

➤ Además del nombre de la expedición, es también necesario informar :

- ↳ El nombre del elemento radiactivo (radionucleido),
- ↳ la forma,
- ↳ La actividad.

Esto permite la verificación con las limitaciones del embalaje

↳ Referencia : Tabla 10.4.A

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Materiales Radiactivos / DGD

NATURE AND QUANTITY OF DANGEROUS GOODS						
Dangerous Goods Identification						
Proper Shipping Name	Class or Division	UN or ID No.	Pack. Subst. Group; Risk	Quantity and type of packing	Packing Inst.	Authorization
Radioactive Material, Type A package, Special Form	7	UN 3332		Kr-81, 30 TBq 1 Type A package	T.I. 0,8 II Yellow 25x25 x40 cm	Special Form Certificate F-1234 Auth CNEN 5678
Additional Handling Information						
Emergency Telephone Number : 1 - 33 - 666. 9999						

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Documentos de Transporte DG

➔ **MSDS - Material Safety Data Sheet/Ficha de Emergencia**

- ➔ Debe contar con informaciones sobre los riesgos, las precauciones y sobre los procedimientos a seguir en caso de accidente. Debe contar también con instrucciones para primeros auxilios.
- ➔ Debe estar disponible las 24 horas del día.
- ➔ Una copia debe acompañar todos los embarques de DG.
- ➔ La persona debe tener conocimiento sobre los artículos que están siendo embarcados.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Documentos de transporte DG*

**NOTOC - Notification to Captain / Notificación al Comandante**

- ☑ Debe completarse con toda la información pertinente sobre mercancías peligrosas cargado a bordo de la aeronave.
- ☑ En caso sea necesario informar sobre procedimientos especiales, deberán ser insertados en la columna "Remarks / Observaciones",
- ☑ Debe ser elaborado y firmado en dos copias: una por el capitán y uno de los cuales lleva la aeronave.
- ☑ Debe tenerse a bordo de la aeronave y disponible durante todo el vuelo,
- ☑ Las copias firmadas deberá ser archivadas con los documentos del vuelo.

---

---

---

---

---

---

---

---



*Documentos DG*

- ☞ Para todos los embarques, considere que por lo menos 04 diferentes documentos son necesarios :
- ☑ AWB – Conocimiento Aéreo
  - ☑ DGD – Declaración del remitente para artículos peligrosos
  - ☑ MSDS - Ficha de Emergencia
  - ☑ NOTOC – Notificación al Comandante
  - ☑ Certificados de Embalajes
- ☞ En algunas oportunidades, también son necesarios :
- ☑ Autorizaciones
  - ☑ Declaraciones

---

---

---

---

---

---

---

---

*Contacto*

**MUCHAS GRACIAS !**

• **Mario Mallaupoma Gutiérrez**  
e-mail: [mmallaupoma@ipen.gob.pe](mailto:mmallaupoma@ipen.gob.pe)

---

---

---

---

---

---

---

---

**LEGISLACION ACTUAL**

**Decreto ley Nº 21875**

El IPEN esta encargado de normar y fiscalizar el uso seguro de las fuentes de radiaciones

**Decreto Ley Nº 28028**

Ley de regulación del uso de fuentes de radiación ionizante

**Decreto Supremo Nº 009-97-EM**

Reglamento de Seguridad Radiológica establece los requisitos de protección que deben cumplirse en todas las actividades relacionadas con las radiaciones ionizantes.

**Decreto Supremo Nº 020-2005-EM**

Texto Único de Procedimientos Administrativos TUPA del Instituto Peruano de Energía Nuclear - IPEN

**Norma Técnica - IR / Reglamentos**

Son normas específicas aprobadas por el IPEN. Son de carácter específico para cada práctica o para un aspecto dado protección, permitiendo aclarar los artículos genéricos del Reglamento de Seguridad Radiológica.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---