

## **PARTE 2**

# **CLASIFICACIÓN**



## CAPÍTULO 2.0

### INTRODUCCIÓN

#### 2.0.0 Responsabilidades

De establecer la clasificación se encargará la autoridad competente que proceda, cuando sea necesario, o de no ser así la establecerá el expedidor.

#### 2.0.1 Clases, divisiones, grupos de embalaje/envasado

##### 2.0.1.1 *Definiciones*

Las sustancias (comprendidas las mezclas y soluciones) y los objetos sometidos a la presente Reglamentación se adscriben a una de las nueve clases siguientes según el riesgo o el más importante de los riesgos que representen. Algunas de esas clases se subdividen en divisiones. Esas clases y divisiones son las siguientes:

Clase 1: Explosivos

- División 1.1: Sustancias y objetos que presentan un riesgo de explosión en masa
- División 1.2: Sustancias y objetos que tienen un riesgo de proyección, pero no un riesgo de explosión en masa
- División 1.3: Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo menor de explosión o un riesgo menor de proyección, o ambos, pero no un riesgo de explosión en masa
- División 1.4: Sustancias y objetos que no presentan riesgo apreciable
- División 1.5: Sustancias muy insensibles que tienen un riesgo de explosión en masa
- División 1.6: Objetos sumamente insensibles que no tienen riesgo de explosión en masa

Clase 2: Gases

- División 2.1: Gases inflamables
- División 2.2: Gases no inflamables, no tóxicos
- División 2.3: Gases tóxicos

Clase 3: Líquidos inflamables

Clase 4: Sólidos inflamables; sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables

- División 4.1: Sólidos inflamables, sustancias de reacción espontánea y sólidos explosivos insensibilizados
- División 4.2: Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea
- División 4.3: Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables

Clase 5: Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos

- División 5.1: Sustancias comburentes
- División 5.2: Peróxidos orgánicos

Clase 6: Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas

- División 6.1: Sustancias tóxicas
- División 6.2: Sustancias infecciosas

Clase 7: Material radiactivo

Clase 8: Sustancias corrosivas

Clase 9: Sustancias y objetos peligrosos varios

El orden numérico de las clases y divisiones no corresponde a su grado de peligro.

2.0.1.2 Se considera que muchas de las sustancias de las clases 1 a 9 son peligrosas para el medio ambiente si no llevan un etiquetado adicional. Los desechos se transportarán conforme a los requisitos de la clase correspondiente, habida cuenta de sus peligros y de los criterios que figuran en la presente Reglamentación.

Los desechos no regulados de otro modo en la presente Reglamentación, pero abarcados en el Convenio de Basilea<sup>1</sup> pueden transportarse como pertenecientes a la clase 9.

2.0.1.3 A efectos de embalaje/ensado, las sustancias distintas de las de las clases 1, 2 y 7, divisiones 5.2 y 6.2 y de las sustancias de reacción espontánea de la división 4.1 se clasifican en tres grupos de embalaje/ensado según el grado de peligro que presentan:

- Grupo de embalaje/ensado I: sustancias que presentan gran peligro;
- Grupo de embalaje/ensado II: sustancias que presentan un peligro intermedio; y
- Grupo de embalaje/ensado III: sustancias que presentan un peligro escaso;

En la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2, se indica el grupo de embalaje/ensado al que está asignada cada sustancia.

2.0.1.4 Se establece que las mercancías peligrosas presentan uno o varios de los peligros que entrañan las clases 1 a 9 y sus divisiones y, cuando corresponde, se determina el grado de peligro conforme a los requisitos de los capítulos 2.1 a 2.9.

2.0.1.5 Las mercancías peligrosas que presentan un peligro que corresponde a una sola clase y división se asignan a esa clase y división, y, si procede, se determina el grado de peligro (grupo de embalaje/ensado). Cuando un objeto o sustancia figura específicamente por su nombre en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2, su clase o división, su(s) riesgo(s) secundario(s) y, cuando proceda, su grupo de embalaje/ensado se toman de esa Lista.

2.0.1.6 Las mercancías peligrosas que reúnen los criterios definatorios de más de una clase o división de riesgo y que no figuran por su nombre en la Lista de Mercancías Peligrosas se asignan a una clase y división y a riesgo(s) secundario(s) conforme al orden de preponderancia de las características de riesgo que figura en 2.0.3.

---

<sup>1</sup> *Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989).*

## 2.0.2 Números ONU y designaciones oficiales de transporte

2.0.2.1 Las mercancías peligrosas se asignan a sus correspondientes números ONU y designaciones oficiales de transporte en función de su clasificación de riesgo y de su composición.

2.0.2.2 Las mercancías peligrosas transportadas con más frecuencia figuran en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2. Cuando un objeto o una sustancia figura expresamente por su nombre, se identificará con su designación oficial de transporte de la Lista de Mercancías Peligrosas. Para las mercancías peligrosas que no aparecen mencionadas específicamente por su nombre, se facilita una denominación "genérica" o "no especificada en otra parte" (véase 2.0.2.7) con objeto de identificar el objeto o la sustancia que se transporta.

Cada epígrafe de la Lista de Mercancías Peligrosas está caracterizado por un número ONU. La Lista también contiene información relevante para cada epígrafe, como la clase de riesgo, el riesgo o los riesgos secundarios (si procede), el grupo de embalaje/envasado (si se ha asignado), las prescripciones relativas al embalaje/envasado y al transporte en cisternas, etc. Los epígrafes de la Lista de Mercancías Peligrosas corresponden a los cuatro tipos siguientes:

a) Epígrafes particulares para sustancias u objetos bien definidos, por ejemplo:

1090 ACETONA  
1194 NITRITO DE ETILO EN SOLUCIÓN;

b) Epígrafes genéricos para grupos de sustancias u objetos bien definidos, por ejemplo:

1133 ADHESIVOS  
1266 PRODUCTOS DE PERFUMERÍA  
2757 PLAGUICIDA A BASE DE CARBAMATO, SÓLIDO, TÓXICO  
3101 PERÓXIDO ORGÁNICO LÍQUIDO, TIPO B;

c) Epígrafes específicos n.e.p. que comprenden un grupo de sustancias u objetos de naturaleza química o técnica particular, por ejemplo:

1477 NITRATOS INORGÁNICOS, N.E.P.  
1987 ALCOHOLES, N.E.P.

d) Epígrafes generales n.e.p. que comprenden un grupo de sustancias u objetos que reúnen los criterios de una o más clases o divisiones, por ejemplo:

1325 SÓLIDO INFLAMABLE ORGÁNICO, N.E.P.  
1993 LÍQUIDO INFLAMABLE, N.E.P.

2.0.2.3 Todas las sustancias de reacción espontánea de la división 4.1 se han asignado a uno de los veinte epígrafes genéricos, con arreglo a los principios de clasificación enunciados en 2.4.2.3.3 y en la figura 2.5.1.

2.0.2.4 Todos los peróxidos orgánicos de la división 5.2 se han asignado a uno de los veinte epígrafes genéricos, con arreglo a los principios de clasificación enunciados en 2.5.3.3 y en la figura 2.5.1.

2.0.2.5 Toda mezcla o solución que contenga una sustancia peligrosa que aparezca mencionada expresamente por su nombre en la Lista de Mercancías Peligrosas y una o varias sustancias no sujetas a la presente Reglamentación recibirá el número ONU y la designación oficial de transporte de la sustancia peligrosa salvo en los casos siguientes:

- a) El nombre de la solución o de la mezcla aparece expresamente mencionado en la presente Reglamentación;
- b) En el epígrafe consignado en la presente Reglamentación se señala de manera explícita que la denominación se refiere únicamente a la sustancia pura;
- c) La clase o división de riesgo, el estado físico o el grupo de embalaje/envasado de la solución o de la mezcla son distintos de los de la sustancia peligrosa; o
- d) Las medidas que hayan de adoptarse en caso de emergencia son considerablemente diferentes.

En esos otros casos, salvo el descrito en el apartado a), la mezcla o solución se tratará como sustancia peligrosa no mencionada específicamente por su nombre en la Lista de Mercancías Peligrosas.

2.0.2.6 Cuando se trate de una solución o una mezcla cuya clase de riesgo, estado físico o grupo de embalaje/envasado sean diferentes de los de la sustancia incluida en la Lista, se utilizará el epígrafe "n.e.p." correspondiente, junto con las disposiciones relativas a su embalaje/envasado y etiquetado.

2.0.2.7 Una mezcla o solución que contenga una o varias sustancias identificadas por su nombre en la presente Reglamentación, o clasificadas en un epígrafe n.e.p., y una o varias sustancias, no queda sujeta a la presente Reglamentación si las características de riesgo de la mezcla o solución son tales que no cumplen los criterios (comprendidos los basados en la experiencia humana) de ninguna clase.

2.0.2.8 Las sustancias u objetos que no aparecen mencionados expresamente por su nombre en la Lista de Mercancías Peligrosas se clasificarán en un epígrafe "genérico" o con la indicación "no especificada(o) en otra parte" ("n.e.p."). La sustancia o el objeto se clasificarán con arreglo a las definiciones de clase y a los criterios de prueba de esta parte, y se incluirán en el epígrafe genérico o el epígrafe con la indicación "n.e.p." de la Lista de Mercancías Peligrosas que la describa o lo describa con más exactitud<sup>2</sup>. Esto significa que una sustancia sólo puede quedar incluida en un epígrafe de tipo c), tal como se define en 2.0.2.2, si no se puede incluir en un epígrafe de tipo b), y en un epígrafe de tipo d) si no puede ser incluida en un epígrafe de tipo b) o c)<sup>2</sup>.

### **2.0.3 Orden de preponderancia de las características de riesgo**

2.0.3.1 El cuadro que figura a continuación se utilizará para determinar la clase en que deba incluirse una sustancia, una mezcla o una solución que presente más de un riesgo, cuando tal sustancia, mezcla o solución no esté mencionada en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2. En el caso de las mercancías que presenten más de un riesgo y que no aparezcan mencionadas expresamente por su nombre en la Lista de Mercancías Peligrosas, se aplicarán las normas correspondientes al grupo de embalaje/envasado más riguroso indicado para un determinado riesgo, en lugar de las correspondientes a los demás grupos de embalaje/envasado, independientemente del orden de preponderancia del riesgo indicado en el cuadro que figura más adelante en este capítulo. En dicho cuadro 2.0.3.3 no se indica el orden de preponderancia de las características de riesgo de las sustancias y objetos que se indican a continuación, ya que prevalecen siempre sus características primarias:

- a) Sustancias y objetos de la clase 1;
- b) Gases de la clase 2;
- c) Explosivos líquidos insensibilizados de la clase 3;

---

<sup>2</sup> Véase asimismo en el apéndice A la "Lista de designaciones oficiales de transporte genéricas o correspondientes a grupos de sustancias u objetos n.e.p."

- d) Sustancias que presentan riesgo de reacción espontánea y sólidos explosivos insensibilizados de la división 4.1;
- e) Sustancias pirofóricas de la división 4.2;
- f) Sustancias de la división 5.2;
- g) Sustancias de la división 6.1 con una toxicidad por inhalación correspondiente al grupo de embalaje/envasado I<sup>3</sup>;
- h) Sustancias de la división 6.2;
- i) Materiales de la clase 7.

2.0.3.2 Salvo en el caso de materiales radiactivos en bultos exceptuados (en los que tendrán prioridad todas las demás propiedades peligrosas) los materiales radiactivos que presenten otras propiedades peligrosas se clasificarán siempre en la clase 7 y además se identificarán sus riesgos adicionales.

---

<sup>3</sup> *Salvo para sustancias o preparados que respondan a los criterios relativos a la clase 8 con toxicidad por inhalación de polvos o nieblas (CL<sub>50</sub>) de los valores de adscripción al grupo de embalaje/envasado I, pero toxicidad por ingestión o por absorción cutánea de los valores de adscripción al grupo de embalaje/envasado III o inferiores, que se asignarán a la clase 8.*

**2.0.3.3 Orden de preponderancia de las características de riesgo**

Clase o División y grupo de embalaje/envasado		4.2	4.3	5.1	5.1	5.1	6.1, I	6.1, I	6.1	6.1	8, I	8, I	8, II	8, II	8, III	8, III
				I	II	III	Piel	Ingestión	II	III	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido	Sólido
3	I*		4.3				3	3	3	3	3	-	3	-	3	-
3	II*		4.3				3	3	3	3	8	-	3	-	3	-
3	III*		4.3				6.1	6.1	6.1	3**	8	-	8	-	3	-
4.1	II*	4.2	4.3	5.1	4.1	4.1	6.1	6.1	4.1	4.1	-	8	-	4.1	-	4.1
4.1	III*	4.2	4.3	5.1	4.1	4.1	6.1	6.1	6.1	4.1	-	8	-	8	-	4.1
4.2	II		4.3	5.1	4.2	4.2	6.1	6.1	4.2	4.2	8	8	4.2	4.2	4.2	4.2
4.2	III		4.3	5.1	5.1	4.2	6.1	6.1	6.1	4.2	8	8	8	8	4.2	4.2
4.3	I			5.1	4.3	4.3	6.1	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
4.3	II			5.1	4.3	4.3	6.1	4.3	4.3	4.3	8	8	4.3	4.3	4.3	4.3
4.3	III			5.1	5.1	4.3	6.1	6.1	6.1	4.3	8	8	8	8	4.3	4.3
5.1	I						5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
5.1	II						6.1	5.1	5.1	5.1	8	8	5.1	5.1	5.1	5.1
5.1	III						6.1	6.1	6.1	5.1	8	8	8	8	5.1	5.1
6.1	I (contacto con la piel)										8	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
6.1	I (ingestión)										8	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
6.1	II (inhalación)										8	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
6.1	II (contacto con la piel)										8	6.1	8	6.1	6.1	6.1
6.1	II (ingestión)										8	8	8	6.1	6.1	6.1
6.1	III										8	8	8	8	8	8

\* Sustancias de la división 4.1, excepto las de reacción espontánea y los explosivos sólidos insensibilizados y las sustancias de la clase 3, excepto los explosivos líquidos insensibilizados.

\*\* División 6.1 para los plaguicidas.

- Indica una combinación imposible.

Por lo que se refiere a los riesgos no indicados en el cuadro, véase 2.0.3.

## **2.0.4 Transporte de muestras**

2.0.4.1 Cuando haya incertidumbre en cuanto a la clase de riesgo de una determinada sustancia y ésta se transporte para su ulterior ensayo, deberá asignársele una clase de riesgo provisional, una designación oficial de transporte y un número de identificación basándose en el conocimiento de la sustancia que tenga el expedidor y en la aplicación de:

- a) Los criterios de clasificación de la presente Reglamentación, y
- b) La preponderancia de riesgos que se da en 2.0.3.

Se elegirá el grupo de embalaje/envasado más riguroso que corresponda a la designación oficial elegida.

Cuando se recurra a esta disposición, a la designación oficial de transporte se le agregará la palabra "MUESTRA" (por ejemplo, LIQUIDO INFLAMABLE, N.E.P. MUESTRA). En ciertos casos, cuando se ha atribuido una designación de transporte a una muestra de una sustancia de la que se considera que satisface ciertos criterios de clasificación (por ejemplo, MUESTRA DE GAS, NO PRESURIZADO, INFLAMABLE, UN 3167), se utilizará esa designación oficial de transporte. Cuando se utilice un epígrafe N.E.P. para el transporte de una muestra, no será preciso complementar la designación oficial de transporte con el nombre técnico, como se requiere en la disposición especial 274.

2.0.4.2 Las muestras de las sustancias se transportarán de conformidad con los requisitos aplicables a la designación oficial de transporte asignada provisionalmente con tal de que:

- a) No se considere que se trata de una sustancia cuyo transporte esté prohibido por 1.1.3;
- b) No se considere que la sustancia satisface los criterios de la clase 1 o que se trata de una sustancia infecciosa o de un material radiactivo;
- c) La sustancia cumpla lo dispuesto en 2.4.2.3.2.4 b) ó 2.5.3.2.5.1 si se trata de una sustancia de reacción espontánea o de un peróxido orgánico, respectivamente;
- d) La muestra se transporte en un embalaje/envase combinado con una masa neta por bulto que no sobrepase los 2,5 kg; y
- e) La muestra no esté embalada/envasada junto con otras mercancías.



## CAPÍTULO 2.1

### CLASE 1 - EXPLOSIVOS

#### Notas de introducción

**NOTA 1:** *La clase 1 es restrictiva, es decir que sólo deben aceptarse para el transporte las sustancias u objetos explosivos que figuran en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2. Sin embargo, las autoridades competentes mantienen su derecho a aprobar, de común acuerdo, el transporte de sustancias u objetos explosivos para fines particulares en condiciones especiales. Por eso se han previsto en la Lista de Mercancías Peligrosas los epígrafes "Sustancias explosivas, n.e.p." y "Objetos explosivos, n.e.p.". Estos epígrafes sólo se utilizarán cuando no sea posible proceder de otro modo.*

**NOTA 2:** *Algunos epígrafes generales, como "Explosivos para voladuras, tipo A", se han previsto para dar cabida a las nuevas sustancias. Al preparar estos requisitos, las municiones y explosivos para uso militar sólo se han tomado en consideración en la medida en que pueden ser transportadas por empresas porteadoras comerciales.*

**NOTA 3:** *Algunas sustancias y objetos de la clase 1 se describen en el Apéndice B. Se da una descripción porque la denominación puede no ser muy conocida o tener un sentido diferente del que se le da en la reglamentación.*

**NOTA 4:** *La clase 1 es excepcional por cuanto el tipo de embalaje/envase determina frecuentemente el riesgo y, por consiguiente, la inclusión en una división determinada. La división apropiada se determina aplicando los procedimientos que se indican en este capítulo.*

#### 2.1.1 Definiciones y disposiciones generales

2.1.1.1 La clase 1 comprende:

- a) Las sustancias explosivas (no se incluyen en la clase 1 las sustancias que no son explosivas en sí mismas, pero que pueden formar mezclas explosivas de gases, vapores o polvo), excepto las que son demasiado peligrosas para ser transportadas y aquellas cuyo principal riesgo corresponde a otra clase;
- b) Los objetos explosivos, excepto los artefactos que contengan sustancias explosivas en cantidad o de naturaleza tales que su inflamación o cebado por inadvertencia o por accidente durante el transporte no daría por resultado ninguna manifestación exterior al artefacto que pudiera traducirse en una proyección, en un incendio, en una emisión de humo o de calor o en un ruido fuerte; y
- c) Las sustancias y objetos no mencionados en los apartados a) y b) que se fabriquen para producir un efecto práctico, explosivo o pirotécnico.

2.1.1.2 Está prohibido el transporte de sustancias explosivas de sensibilidad excesiva o de una reactividad tal que puedan reaccionar espontáneamente.

#### 2.1.1.3 Definiciones

A los efectos de la presente Reglamentación, se adoptan las definiciones siguientes:

- a) Sustancia explosiva es una sustancia sólida o líquida (o mezcla de sustancias) que de manera espontánea, por reacción química, puede desprender gases a una temperatura, una presión y una velocidad tales que causen daños en los alrededores. En esta

definición quedan comprendidas las sustancias pirotécnicas aun cuando no desprendan gases.

- b) Sustancia pirotécnica es una sustancia (o mezcla de sustancias) destinada a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno, o una combinación de tales efectos, como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas autosostenidas no detonantes.
- c) Objeto explosivo es un objeto que contiene una o varias sustancias explosivas.

#### 2.1.1.4 *Divisiones*

Se distinguen en esta clase las seis divisiones siguientes:

- a) División 1.1: Sustancias y objetos que presentan un riesgo de explosión de la totalidad de la masa (se entiende por explosión de la totalidad de la masa la que se extiende de manera prácticamente instantánea a casi toda la carga)
- b) División 1.2: Sustancias y objetos que presentan un riesgo de proyección, pero no un riesgo de explosión de la totalidad de la masa
- c) División 1.3: Sustancias y objetos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo de que se produzcan pequeños efectos de onda expansiva o de proyección, o ambos efectos, pero no un riesgo de explosión de la totalidad de la masa

Se incluyen en esta división las sustancias y objetos siguientes:

- i) aquellos cuya combustión da lugar a una radiación térmica considerable;
  - ii) los que arden sucesivamente, con pequeños efectos de onda expansiva o de proyección, o ambos efectos.
- d) División 1.4: Sustancias y objetos que no presentan ningún riesgo considerable

Se incluyen en esta división las sustancias y objetos que sólo presentan un pequeño riesgo en caso de ignición o de cebado durante el transporte. Los efectos se limitan en su mayor parte al bulto, y normalmente no se proyectan a distancia fragmentos de tamaño apreciable. Los incendios exteriores no habrán de causar la explosión prácticamente instantánea de casi todo el contenido del bulto;

*NOTA: Se incluyen en el grupo de compatibilidad S las sustancias y artículos de esta división embalados/envasados o concebidos de manera que todo efecto potencialmente peligroso resultante de un funcionamiento accidental quede circunscrito al interior del bulto, a menos que éste haya sido deteriorado por el fuego, en cuyo caso todo efecto de onda expansiva o de proyección quedará lo bastante limitado como para no entorpecer apreciablemente las operaciones de lucha contra incendios ni la adopción de otras medidas de emergencia en las inmediaciones del bulto.*

- e) División 1.5: Sustancias muy insensibles que presentan un riesgo de explosión de la totalidad de la masa

Se incluyen en esta división las sustancias que presentan un riesgo de explosión de la totalidad de la masa, pero que son tan insensibles que, en condiciones normales de transporte, presentan muy pocas probabilidades de que puedan cebarse o de transición de la combustión a la detonación.

**NOTA:** La probabilidad de transición de la combustión a la detonación es mayor cuando se transportan en un buque grandes cantidades de este tipo de sustancias.

- f) División 1.6: Objetos extremadamente insensibles que no presentan riesgo de explosión de toda la masa

Se incluyen en esta división los objetos que contienen solamente sustancias detonantes sumamente insensibles y que presentan una probabilidad ínfima de cebado accidental o de propagación.

**NOTA:** El riesgo de los objetos de la división 1.6 se limita a la explosión de uno solo de ellos.

2.1.1.5 Respecto de cualquier sustancia u objeto de los que se sepa o se suponga que tienen propiedades explosivas se estudiará en primer lugar su posible inclusión en la clase 1 conforme a los procedimientos expuestos en 2.1.3. Las siguientes mercancías no se clasifican en la clase 1:

- a) Las sustancias explosivas que tienen una sensibilidad excesiva, cuyo transporte debe estar prohibido, salvo autorización especial;
- b) Las sustancias u objetos explosivos que tienen las características de las sustancias y objetos explosivos expresamente excluidos de la clase 1 por la definición de esta clase; o
- c) Las sustancias u objetos que no tienen características propias de los explosivos.

## **2.1.2 Grupos de compatibilidad**

2.1.2.1 Las mercancías de la clase 1 se asignan a una de las seis divisiones según el tipo de riesgo que presentan (véase 2.1.1.4) y a uno de los trece grupos de compatibilidad en los que se clasifican los tipos de sustancias y objetos explosivos que se consideran compatibles. Los cuadros que figuran en 2.1.2.1.1 y 2.1.2.1.2 muestran el sistema de clasificación en grupos de compatibilidad, las posibles divisiones de riesgo de cada grupo y las claves de clasificación correspondientes.

### 2.1.2.1.1 Claves de clasificación

Descripción de la sustancia u objeto	Grupo de compatibilidad	Código de clasificación
Sustancia explosiva primaria	A	1.1A
Objeto que contenga una sustancia explosiva primaria y que tenga menos de dos dispositivos de seguridad eficaces. Se consideran incluidos algunos objetos tales como detonadores para voladuras, conjuntos de detonadores y cebos del tipo de cápsula, aun cuando no contienen explosivos primarios.	B	1.1B 1.2B 1.4B
Sustancia explosiva propulsora u otra sustancia explosiva deflagrante, u objeto que contenga tal sustancia explosiva	C	1.1C 1.2C 1.3C 1.4C
Sustancia explosiva secundaria detonante, o pólvora negra, u objeto que contenga una sustancia explosiva secundaria detonante, en cada caso sin medio de cebado propio y sin carga propulsora, u objeto que contenga una sustancia explosiva primaria y tenga dos o más de dos dispositivos de seguridad eficaces	D	1.1D 1.2D 1.4D 1.5D
Objeto que contenga una sustancia explosiva secundaria detonante, sin medio de cebado propio, con carga propulsora (excepto las cargas que contengan un líquido o un gel inflamables o líquidos hipergólicos)	E	1.1E 1.2E 1.4E
Objeto que contenga una sustancia explosiva secundaria detonante, con medio de cebado propio, con carga propulsora (excepto las cargas que contengan un líquido o un gel inflamables o líquidos hipergólicos) o sin ella	F	1.1F 1.2F 1.3F 1.4F
Sustancia pirotécnica, u objeto que contenga una sustancia pirotécnica, u objeto que contenga una sustancia explosiva y además una sustancia iluminante, incendiaria, lacrimógena o fumígena (excepto los objetos activados por el agua o los objetos que contengan fósforo blanco, fosfuros, una sustancia pirofórica, un líquido o un gel inflamables, o líquidos hipergólicos)	G	1.1G 1.2G 1.3G 1.4G
Objeto que contenga una sustancia explosiva y además fósforo blanco	H	1.2H 1.3H
Objeto que contenga una sustancia explosiva y además un líquido o un gel inflamables	J	1.1J 1.2J 1.3J
Objeto que contenga una sustancia explosiva y además un agente químico tóxico	K	1.2K 1.3K
Sustancia explosiva, u objeto que contenga una sustancia explosiva y que presente un riesgo especial (por ejemplo, porque se activa con agua o por la presencia de líquidos hipergólicos, fosfuros o una sustancia pirofórica) y que exija el aislamiento de cada tipo (véase 7.1.3.1.5)	L	1.1L 1.2L 1.3L
Objetos que contengan únicamente sustancias detonantes extremadamente insensibles	N	1.6N
Sustancia u objeto embalados/envasados o concebidos de manera tal que todo efecto peligroso provocado por un funcionamiento accidental quede circunscrito al interior del bulto, a menos que éste haya sido deteriorado por el fuego, en cuyo caso todo efecto de onda expansiva o de proyección deberá quede lo bastante limitado como para no entorpecer apreciablemente ni impedir las operaciones de lucha contra incendios ni la adopción de otras medidas de emergencia en las inmediaciones del bulto	S	1.4S

2.1.2.1.2 Sinopsis de clasificación de las sustancias y objetos explosivos en función de la división de riesgo y del grupo de compatibilidad

División de riesgo	Grupo de compatibilidad													
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N	S	ΣA-S
1.1	1.1A	1.1B	1.1C	1.1D	1.1E	1.1F	1.1G		1.1J		1.1L			9
1.2		1.2B	1.2C	1.2D	1.2E	1.2F	1.2G	1.2H	1.2J	1.2K	1.2L			10
1.3			1.3C			1.3F	1.3G	1.3H	1.3J	1.3K	1.3L			7
1.4		1.4B	1.4C	1.4D	1.4E	1.4F	1.4G						1.4S	7
1.5				1.5D										1
1.6												1.6N		1
Σ 1.1-1.6	1	3	4	4	3	4	4	2	3	2	3	1	1	35

2.1.2.2 Las definiciones de grupos de compatibilidad que figuran en 2.1.2.1.1 se excluyen mutuamente, salvo cuando se trata de una sustancia u objeto del grupo de compatibilidad S. Como este grupo se basa en la aplicación de un criterio empírico, la asignación a él está necesariamente vinculada a las pruebas efectuadas para la inclusión en la división 1.4.

### 2.1.3 Procedimiento de clasificación

#### 2.1.3.1 Generalidades

2.1.3.1.1 Respecto de cualquier sustancia u objeto de los que se sepa o se suponga que tienen propiedades explosivas se estudiará en primer lugar su posible inclusión en la clase 1. Las sustancias y los objetos clasificados en la clase 1 se asignarán a la división y el grupo de compatibilidad que procedan.

2.1.3.1.2 Aparte de las sustancias mencionadas con su designación oficial de transporte en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2, las mercancías no se presentarán para transporte como mercancías de la clase 1 mientras no hayan sido sometidas al procedimiento de clasificación que se prescribe en este capítulo. Además, se iniciará el procedimiento de clasificación antes de que se presente un producto nuevo para su transporte. A este respecto, por producto nuevo se entiende un producto que, a juicio de la autoridad competente, sea:

- Una sustancia explosiva nueva o una combinación o mezcla de sustancias explosivas que se estime considerablemente diferente de las demás combinaciones o mezclas ya clasificadas;
- Un nuevo modelo de un objeto o un objeto que contenga una sustancia explosiva nueva o una combinación o mezcla nuevas de sustancias explosivas;
- Un nuevo modelo de embalaje/envase para una sustancia o un objeto explosivos, que incluya un nuevo tipo de embalaje/envase interior.

**NOTA:** Es fácil que se pase por alto la importancia de este factor si no se comprende que un cambio relativamente pequeño de un embalaje/envase interior o exterior puede resultar crítico y puede convertir un riesgo menor en un riesgo de explosión en masa.

2.1.3.1.3 El fabricante u otra persona que pida la clasificación de un producto proporcionará información suficiente sobre los nombres y las características de todas las sustancias explosivas que contenga el producto, y comunicará los resultados de todos los ensayos pertinentes que se hayan efectuado. Se supone que todas las sustancias explosivas de un nuevo objeto han sido debidamente ensayadas y posteriormente aprobadas.

2.1.3.1.4 Se preparará un informe sobre la serie de ensayos de conformidad con lo dispuesto por las autoridades competentes. El informe deberá contener información sobre:

- a) La composición de la sustancia o la estructura del objeto;
- b) La cantidad de sustancia o el número de objetos sometidos a cada ensayo;
- c) El tipo y la construcción del embalaje/envase;
- d) La instalación de ensayo, en particular la naturaleza, cantidad y disposición de los medios de cebado o de encendido empleados;
- e) El desarrollo del ensayo, en particular el tiempo transcurrido hasta la primera reacción notable de la sustancia u objeto, la duración y las características de la reacción y una estimación del carácter más o menos completo de la reacción;
- f) El efecto de la reacción en la zona circundante inmediata (hasta 25 m del punto de ensayo);
- g) El efecto de la reacción en la zona circundante más distante (a más de 25 m del punto de ensayo); y
- h) Las condiciones atmosféricas durante el ensayo.

2.1.3.1.5 Se comprobará la clasificación si la sustancia, el objeto o su embalaje/envase han sufrido un deterioro que pueda afectar a su comportamiento durante los ensayos.

### **2.1.3.2 Procedimiento**

2.1.3.2.1 En la figura 2.1.1 se muestra el esquema general de clasificación de una sustancia o un objeto para estudiar su inclusión en la clase 1. La evaluación se efectúa en dos fases. Primero debe comprobarse la posibilidad de explosión de la sustancia o el objeto, y debe demostrarse que su estabilidad y su sensibilidad, tanto químicas como físicas, son aceptables. Para que las clasificaciones efectuadas por la autoridad competente sean uniformes, se recomienda que los datos obtenidos en los ensayos apropiados sean analizados sistemáticamente, teniendo en cuenta los criterios pertinentes, conforme al diagrama de la figura 10.2 de la parte I del *Manual de Pruebas y Criterios*. Si la sustancia o el objeto son admisibles en la clase 1, será necesario pasar a la segunda fase, clasificándolos en la división de riesgo que proceda, conforme al diagrama de la figura 10.3 de dicho manual.

2.1.3.2.2 Los ensayos de aceptación y los ensayos ulteriores destinados a determinar la división correcta de la clase 1 han sido distribuidos, para mayor comodidad, en siete series, que se describen en la parte I del *Manual de Pruebas y Criterios*. La numeración de estas series representa el orden de evaluación de los resultados, no el de realización de los ensayos.

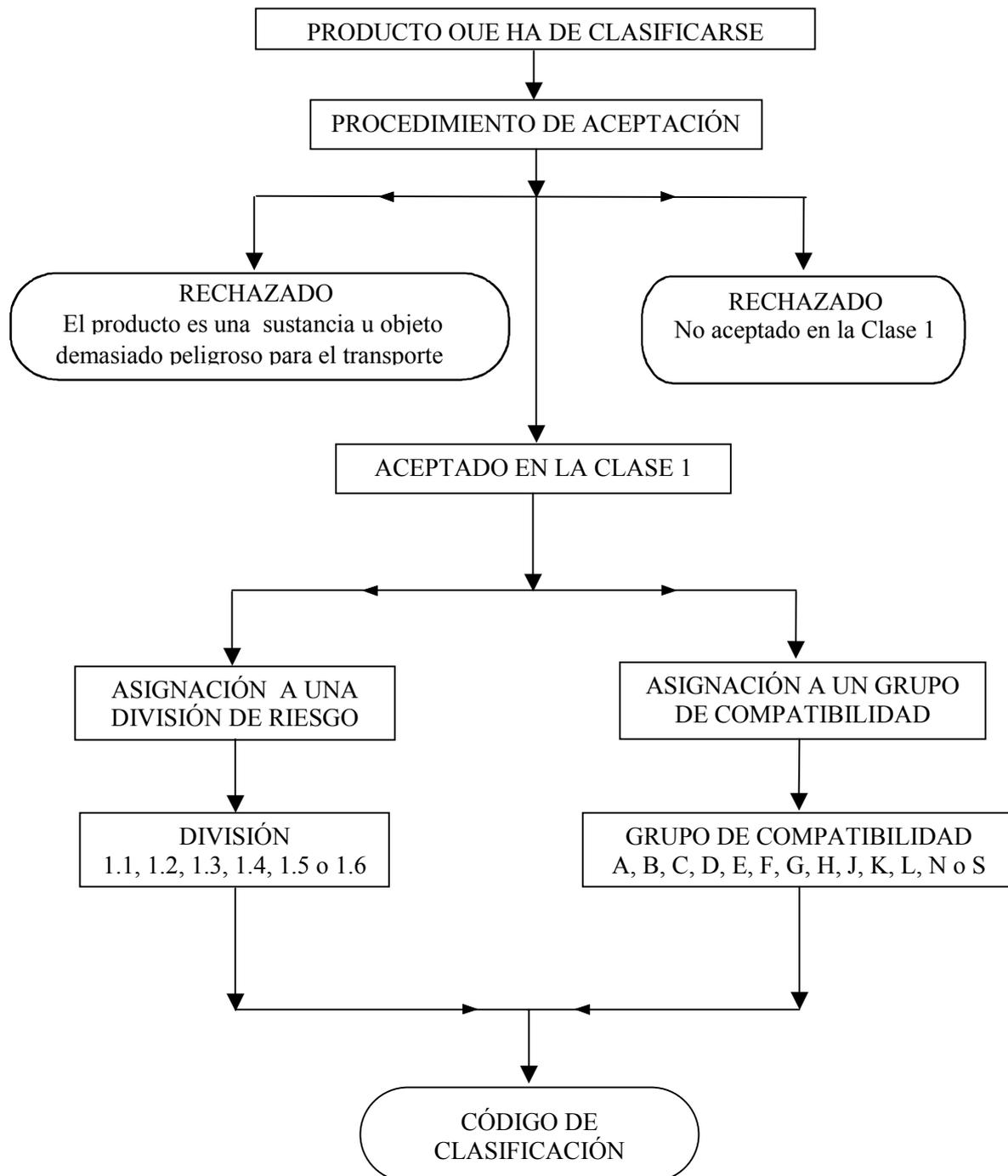
2.1.3.2.3 Esquema del procedimiento de clasificación de una sustancia u objeto

**NOTA 1:** *La autoridad competente que prescriba el método definitivo para cada uno de los tipos de ensayos debe especificar los criterios pertinentes para tales ensayos. En el citado volumen, en el que se describen las siete series de ensayos, se da información sobre los casos en que existe un acuerdo internacional sobre los criterios para los ensayos.*

**NOTA 2:** *El sistema de evaluación se destina únicamente a la clasificación de sustancias y objetos embalados/ensados y de objetos aislados sin embalar/ensasar. Para el transporte en contenedores, vehículos de carretera y vagones de ferrocarril pueden requerirse ensayos especiales en los que se tengan en cuenta la clase y la cantidad de la sustancia y la limitación del espacio y el recipiente en que se transporta. Tales ensayos pueden ser prescritos por la autoridad competente.*

**NOTA 3:** Dado que habrá casos límite sea cual fuere el sistema de ensayo, debe haber una autoridad suprema que adopte la decisión final. Esa decisión puede no ser internacionalmente aceptada y, por lo tanto, sólo será válida en el país en que se tome. El Comité de Expertos de las Naciones Unidas en Transporte de Mercaderías Peligrosas constituye un órgano apropiado para el estudio de los casos límite. Para que una clasificación sea reconocida internacionalmente, la autoridad competente debe dar información completa sobre todos los ensayos realizados y en particular sobre la naturaleza de cualquier variación que se haya introducido.

**Figura 2.1.1**  
**ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE UNA SUSTANCIA U OBJETO**



### **2.1.3.3 Procedimiento de aceptación**

2.1.3.3.1 Para determinar si un producto es o no aceptable en la clase 1 se utilizan los resultados de los ensayos preliminares y los de las pruebas de las series 1 a 4. Si la sustancia se fabrica para producir un efecto práctico explosivo o pirotécnico (2.1.1.1 c)), no es necesario realizar las pruebas de las series 1 y 2. Si en la serie de pruebas 3 o 4, o en ambas, se rechaza un objeto, un objeto embalado/envasado o una sustancia embalada/envasada, cabe modificar el objeto o el embalaje/envase para que sea admisible.

*NOTA:* Algunos dispositivos pueden funcionar accidentalmente durante el transporte. Deben comunicarse los análisis teóricos, los resultados de los ensayos y otros datos relativos a la seguridad para demostrar que tal suceso es muy improbable o que no tendría consecuencias graves. Al realizar la evaluación deben tenerse presentes la trepidación propia de los medios de transporte que vayan a utilizarse, la electricidad estática, la radiación electromagnética de todas las frecuencias pertinentes (intensidad máxima:  $100 \text{ W.m}^{-2}$ ), las condiciones climáticas adversas y la compatibilidad de las sustancias explosivas con las colas, pinturas y materiales de embalaje/envasado con que puedan entrar en contacto. Deben ensayarse todos los objetos que contengan sustancias explosivas primarias a fin de determinar el riesgo y las consecuencias de un funcionamiento accidental durante el transporte. La fiabilidad de las espoletas debe evaluarse teniendo en cuenta el número de sus dispositivos de seguridad independientes. Todos los objetos y las sustancias embaladas/envasadas deben examinarse para comprobar que han sido diseñados de forma correcta y cuidadosa (por ejemplo, que no hay posibilidad de formación de espacios vacíos o de películas finas de sustancia explosiva, ni de que las sustancias explosivas sean aprisionadas o pulverizadas entre superficies duras).

### **2.1.3.4 Asignación a una división de riesgo**

2.1.3.4.1 La evaluación de la división de riesgo suele hacerse conforme a los resultados de los ensayos. Las sustancias o los objetos serán asignados a la división de riesgo que corresponda al resultado de los ensayos a que se hayan sometido tal como se presenten para el transporte. También podrán tenerse en cuenta los resultados de otros ensayos y los datos relativos a los accidentes ocurridos.

2.1.3.4.2 Las series de pruebas 5, 6 y 7 están destinadas a determinar la división de riesgo. La serie de pruebas 5 determina si se puede asignar una sustancia a la división de riesgo 1.5. La serie 6 se usa para asignar sustancias y objetos a las divisiones de riesgo 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4. La serie 7 se practica para adscribir objetos a la división de riesgo 1.6.

2.1.3.4.3 Por lo que se refiere al grupo de compatibilidad S, la autoridad competente podrá no exigir los ensayos si es posible la clasificación por analogía en función de los resultados obtenidos en los ensayos a que se haya sometido un objeto equiparable.

### **2.1.3.5 Exclusión de la clase 1**

2.1.3.5.1 La autoridad competente puede excluir un objeto de la clase 1 en virtud de los resultados de los ensayos y de la definición de la clase 1.

2.1.3.5.2 Cuando una sustancia aceptada provisionalmente como sustancia de la clase 1 y excluida de la aplicación de las disposiciones relativas a esa clase por haber superado la serie de pruebas 6 para un bulto de tipo y tamaño determinados cumpla los criterios de clasificación o responda a la definición correspondiente a otra clase o división, deberá pasar a figurar en el capítulo 3.2 de la Lista de Mercancías Peligrosas como sustancia de esa clase o división con una disposición especial de limitación al tipo y tamaño del embalaje/envase en que haya superado los ensayos.

2.1.3.5.3 Cuando una sustancia se ha asignado a la clase 1 pero se ha diluido para ser excluida de la clase 1 por superar la serie de pruebas 6, esta sustancia diluida (denominada a partir de ahora explosivo insensibilizado) deberá pasar a figurar en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2 con indicación de la más alta concentración que la excluya de la aplicación de las disposiciones relativas a la clase 1 (véase 2.3.1.4 y 2.4.2.4.1) y, cuando sea aplicable, la concentración por debajo de la cual ya no se pueda considerar

sujeta a la presente Reglamentación. Los nuevos explosivos sólidos insensibilizados sujetos a la presente Reglamentación se incluirán en la división 4.1 y los nuevos explosivos líquidos insensibilizados se incluirán de la clase 3. Cuando los explosivos insensibilizados satisfagan los criterios o la definición correspondientes a otra clase o división, se les asignarán los correspondientes riesgos subsidiarios.



## CAPÍTULO 2.2

### CLASE 2 - GASES

#### 2.2.1 Definiciones y disposiciones generales

2.2.1.1 Se entiende por gas toda sustancia que:

- a) A 50 °C tenga una presión de vapor superior a 300 kPa, o que
- b) Sea totalmente gaseosa a 20 °C, a una presión de referencia de 101,3 kPa.

*NOTA: Las bebidas carbónicas no están sujetas a la presente Reglamentación.*

2.2.1.2 Por lo que respecta a la condición de transporte, los gases se clasifican, en función de su estado físico del modo siguiente:

- a) *Gas comprimido*: un gas que, envasado a presión para el transporte, es completamente gaseoso a -50 °C; en esta categoría se incluyen todos los gases con una temperatura crítica inferior o igual a -50 °C;
- b) *Gas licuado*: un gas que, envasado a presión para su transporte, es parcialmente líquido a temperaturas superiores a -50 °C. Se hace una distinción entre:

*Gas licuado a alta presión*: un gas con una temperatura crítica situada entre -50 °C y +65 °C, y

*Gas licuado a baja presión*: un gas con una temperatura crítica superior a +65 °C;

- c) *Gas licuado refrigerado*: un gas que, envasado a presión para su transporte, es parcialmente líquido a causa de su baja temperatura; o
- d) *Gas disuelto*: un gas que, envasado a presión para su transporte, está disuelto en un disolvente en fase líquida.

2.2.1.3 Se incluyen en esta clase los gases comprimidos, licuados, disueltos, y licuados refrigerados, las mezclas de uno o más gases con uno o más vapores de sustancias pertenecientes a otras clases, los objetos que contienen un gas y los aerosoles.

#### 2.2.2 Divisiones

2.2.2.1 Las sustancias de la clase 2 se distribuyen en tres divisiones en función del riesgo principal que presente el gas durante su transporte.

*NOTA: Para el N° ONU 1950, AEROSOLES, véanse también los criterios de la disposición especial 63 y para el N° ONU 2037, RECIPIENTES PEQUEÑOS QUE CONTIENEN GAS (CARTUCHOS DE GAS), véase también la disposición especial 303.*

- a) División 2.1 *Gases inflamables*

Gases que, a 20 °C y a una presión de referencia de 101,3 kPa:

- i) son inflamables en mezcla de proporción igual o inferior al 13%, en volumen, con el aire; o que

ii) tienen una gama de inflamabilidad con el aire de al menos el 12 %, independientemente del límite inferior de inflamabilidad. Ésta se determinará por vía de ensayo o de cálculo, de conformidad con los métodos adoptados por la Organización Internacional de Normalización (véase la norma ISO 10156:1996). Cuando no se disponga de datos suficientes para aplicar dichos métodos, podrá emplearse un método de ensayo equiparable reconocido por alguna autoridad nacional competente.

b) División 2.2 *Gases no inflamables y no tóxicos*

Gases que se transportan a una presión no inferior a 280 kPa a 20 °C, o como líquidos refrigerados, y que:

- i) son asfixiantes: gases que diluyen o sustituyen el oxígeno presente normalmente en la atmósfera; o
- ii) son comburentes: gases que, generalmente liberando oxígeno, pueden provocar o facilitar la combustión de otras sustancias en mayor medida que el aire; o que
- iii) no pueden incluirse en ninguna otra división.

c) División 2.3 *Gases tóxicos*

Gases respecto de los cuales:

- i) existe constancia de que son tóxicos o corrosivos para el hombre, hasta el punto que entrañan un riesgo para la salud; o
- ii) se supone que son tóxicos o corrosivos para el hombre porque, sometidos al ensayo descrito en 2.6.2.1, presentan una  $CL_{50}$  igual o inferior a 5.000 ml/m<sup>3</sup> (partes por millón).

*NOTA: Los gases que respondan a estos criterios en razón de su corrosividad han de clasificarse como tóxicos, con riesgo secundario de corrosividad.*

2.2.2.2 Para los gases y las mezclas de gases que presenten riesgos relacionados con más de una división, el orden de preponderancia es el siguiente:

- a) La división 2.3 prevalece sobre todas las demás;
- b) La división 2.1 prevalece sobre la división 2.2.

### 2.2.3 Mezclas de gases

Para clasificar las mezclas de gases en una de las tres divisiones (incluidos los vapores de sustancias pertenecientes a otras clases) pueden emplearse los procedimientos siguientes:

- a) La inflamabilidad se determinará por vía de ensayo o de cálculo, de conformidad con los métodos adoptados por la ISO (véase la norma ISO 10156:1996). Cuando no se disponga de datos suficientes para aplicar dichos métodos, podrá emplearse un método de ensayo equiparable reconocido por alguna autoridad nacional competente.
- b) El grado de toxicidad se determina mediante ensayos destinados a medir el valor de la  $CL_{50}$  (según se define en 2.6.2.1) o aplicando un método de cálculo conforme a la fórmula siguiente:

$$CL_{50} \text{ mezcla tóxica} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{f_i}{T_i}}$$

siendo  $f_i$  = fracción molar de la *i*ésima sustancia componente de la mezcla

$T_i$  = índice de toxicidad de la *i*ésima sustancia componente de la mezcla ( $T_i$  ha de ser igual al valor, si se conoce, de la  $CL_{50}$ ).

Cuando se desconozcan los valores de la  $CL_{50}$ , el índice de toxicidad se determinará utilizando el más bajo de los valores de la  $CL_{50}$  de sustancias que produzcan efectos fisiológicos y químicos semejantes, o bien, si es ésta la única posibilidad práctica, efectuando ensayos.

- c) A la mezcla de gases se atribuye riesgo secundario de corrosividad si se sabe por experiencia que produce efectos destructivos en la piel, los ojos o las mucosas, o cuando el valor de la  $CL_{50}$  de las sustancias corrosivas de que se compone la mezcla sea igual o inferior a 5.000 ml/m<sup>3</sup> (ppm), calculándose dicho valor mediante la fórmula:

$$CL_{50} \text{ mezcla corrosiva} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{f_{ci}}{T_{ci}}}$$

siendo  $f_{ci}$  = fracción molar de la *i*ésima sustancia corrosiva componente de la mezcla

$T_{ci}$  = índice de toxicidad de la *i*ésima sustancia corrosiva componente de la mezcla ( $T_{ci}$  ha de ser igual al valor, si se conoce, de la  $CL_{50}$ );

- d) La capacidad comburente se determina por vía de ensayo o mediante los métodos de cálculo adoptados por la Organización Internacional de Normalización.



## CAPÍTULO 2.3

### CLASE 3 - LÍQUIDOS INFLAMABLES

#### Notas de introducción

**NOTA:** *El punto de inflamación de un líquido inflamable puede verse alterado por la presencia de impurezas. Las sustancias de la clase 3 enumeradas en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2 se considerarán en general químicamente puras. Dado que los productos comerciales pueden contener sustancias adicionales o impurezas, los puntos de inflamación pueden variar, lo que puede afectar a su clasificación y a la determinación del grupo de embalaje/ensado del producto. En caso de duda acerca de la clasificación o de la determinación del grupo de embalaje/ensado de una sustancia, el punto de inflamación de la sustancia se determinará de forma experimental.*

#### 2.3.1 Definición y disposiciones generales

2.3.1.1 La clase 3 incluye las siguientes sustancias:

- a) Líquidos inflamables (véase 2.3.1.2 y 2.3.1.3);
- b) Explosivos líquidos insensibilizados (véase 2.3.1.4).

2.3.1.2 Son *líquidos inflamables* los líquidos, mezclas de líquidos o líquidos que contienen sustancias sólidas en solución o suspensión (por ejemplo, pinturas, barnices, lacas, etc., siempre que no se trate de sustancias incluidas en otras clases por sus características peligrosas) que desprenden vapores inflamables a una temperatura no superior a 60,5 °C en ensayos en vaso cerrado o no superior a 65,6 °C en ensayos en vaso abierto, comúnmente conocida como su punto de inflamación. En esta clase también figuran:

- a) Los líquidos que se presenten para el transporte a temperaturas iguales o superiores a las de su punto de inflamación; y
- b) Las sustancias que se transportan o se presentan para el transporte a temperaturas elevadas en estado líquido, y que desprenden vapores inflamables a una temperatura igual o superior a la temperatura máxima de transporte.

**NOTA:** *Como los resultados de los ensayos en vaso abierto y de los ensayos en vaso cerrado no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos en ensayos sucesivos con el mismo método a menudo difieren, todo reglamento que se aparte de las cifras mencionadas más arriba para tener en cuenta tales discrepancias respondería en esencia a esta definición.*

2.3.1.3 Los líquidos que satisfacen la definición del 2.3.1.2 y tienen un punto de inflamación de más de 35 °C pero no experimentan la combustión sostenida no necesitan considerarse inflamables a los efectos de la presente Reglamentación. A los efectos de ésta se considera que los líquidos no pueden sostener la combustión (esto es, no experimentan combustión sostenida en determinadas condiciones de prueba) cuando:

- a) Han superado un ensayo de combustibilidad adecuado (véase la prueba de combustibilidad sostenida, prescrita en la subsección 32.5.2 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*);
- b) Su punto de inflamación según la norma ISO 2592:2000 es superior a 100 °C; o
- c) Se trata de soluciones miscibles en agua con un contenido de agua superior al 90%, en masa.

2.3.1.4 Los explosivos líquidos insensibilizados son sustancias explosivas que se han disuelto en agua o en otros líquidos con los que forma una mezcla líquida homogénea, con el fin de suprimir sus propiedades explosivas (véase 2.1.3.5.3.). Los epígrafes de la lista de mercancías peligrosas correspondientes a los explosivos líquidos insensibilizados son: ONU 1204, 2059, 3064, 3343 y 3357.

## **2.3.2 Asignación de grupos de embalaje/envasado**

2.3.2.1 Los criterios establecidos en 2.3.2.6 Se utilizan para determinar el grupo de riesgo de un líquido que presenta riesgo por su inflamabilidad.

2.3.2.1.1 En el caso de los líquidos cuyo único riesgo es la inflamabilidad, el grupo de embalaje/envasado de esa sustancia es el que se indica en 2.3.2.6.

2.3.2.1.2 En el caso de los líquidos que presentan uno o varios riesgos adicionales, se considerarán tanto el grupo de riesgo determinado mediante 2.3.2.6 como el grupo de riesgo determinado en función de la gravedad del riesgo o de los riesgos adicionales, y la clasificación y el grupo de embalaje/envasado determinados conforme a las disposiciones del capítulo 2.0.

2.3.2.2 Las sustancias viscosas tales como pinturas, esmaltes, lacas, barnices, adhesivos y productos abrillantadores con un punto de inflamación inferior a 23 °C se incluyen en el grupo de embalaje/envasado III de conformidad con los procedimientos prescritos en la subsección 32.3 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*, en función de:

- a) La viscosidad, expresada como tiempo de flujo en segundos;
- b) El punto de inflamación en vaso cerrado;
- c) Una prueba de separación del disolvente.

2.3.2.3 Los líquidos viscosos inflamables tales como pinturas, esmaltes, lacas, barnices, adhesivos y productos abrillantadores cuyo punto de inflamación es inferior a 23 °C se clasifican en el grupo III si se cumplen las condiciones siguientes:

- a) Que la capa separada de disolvente sea inferior al 3 % en la prueba de separación del disolvente;
- b) Que la mezcla o cualquier disolvente separado no satisfaga los criterios de la división 6.1 o de la clase 8.

2.3.2.4 Las sustancias clasificadas como líquidos inflamables por ser transportadas o presentadas para el transporte a temperaturas elevadas se adscribirán al grupo de embalaje/envasado III.

2.3.2.5 Las sustancias viscosas que:

- tengan un punto de inflamación igual o superior a 23 °C e igual o inferior a 60,5 °C;
- no sean tóxicas ni corrosivas;
- no contengan más de un 20 % de nitrocelulosa, siempre que ésta no contenga más de un 12,6 %, en masa seca, de nitrógeno; y
- estén embaladas/envasadas en recipientes de capacidad inferior a 450 litros

no estarán sujetas a la presente Reglamentación si:

- a) En la prueba de separación del disolvente (véase la subsección 32.5.1 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*), la altura de la capa separada de disolvente es inferior al 3 % de la altura total; y
- b) El tiempo de flujo en la prueba de viscosidad (véase la subsección 32.4.3 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*) utilizando una boquilla de 6 mm, es igual o superior a:
  - i) 60 segundos; o a
  - ii) 40 segundos si las sustancias viscosas contienen hasta un 60 % de sustancias de la clase 3.

### 2.3.2.6 Clasificación en grupos en función de la inflamabilidad

Grupo de embalaje/envasado	Punto de inflamación (en vaso cerrado)	Punto de ebullición inicial
I	-	≤ 35 °C
II	< 23 °C	> 35 °C
III	≥ 23 °C ≤ 60,5 °C	> 35 °C

### 2.3.3 Determinación del punto de inflamación

Los métodos utilizados para determinar el punto de inflamación de las sustancias de la clase 3 se describen en los siguientes documentos:

Alemania (Deutsches Institut für Normung, Burggrafenstr 6, D-10787 Berlin)

Norma DIN 51755 (punto de inflamación inferior a 65 °C)

Norma DIN EN 22719 (punto de inflamación superior a 5 °C)

Norma DIN 53213 (para barnices, lacas y líquidos viscosos análogos de punto de inflamación inferior a 65 °C)

Estados Unidos

de América (American Society for Testing Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, Pa 19103)

ASTM D 3828-93, Métodos normalizados de prueba de punto de inflamación mediante comprobador cerrado en pequeña escala

ASTM D 56-93, Método normalizado de prueba de punto de inflamación mediante comprobador cerrado de etiquetas

ASTM D 3278-96, Métodos normalizados de prueba de punto de inflamación de líquidos mediante aparatos de inflamación en vaso cerrado

ASTM D 0093-96, Métodos normalizados de prueba de punto de inflamación mediante comprobador en vaso cerrado Pensky-Martens

Federación de Rusia

(State Committee of the Council of Ministers for Standardization, 113813, GSP, Moscow, M-49 Leninsky Prospect, 9)

GOST 12.1.044-84

Francia (Association française de normalisation, AFNOR, Tour Europe, 92049 Paris La Défense)

Norma francesa NF M 07 - 019  
Normas francesas NF M 07 - 011 /NF T 30 - 050 /NF T 66 - 009  
Norma francesa NF M 07 - 036

Países Bajos ASTM D93-90  
ASTM D3278-89  
ISO 1516  
ISO 1523  
ISO 3679  
ISO 3680

Reino Unido (British Standards Institution, Linford Wood, Milton Keynes, MK14 6LE)

Norma británica BS EN 22719  
Norma británica BS 2000 Part 170

## CAPÍTULO 2.4

### CLASE 4 – SÓLIDOS INFLAMABLES, SUSTANCIAS QUE PRESENTAN RIESGO DE COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA Y SUSTANCIAS QUE EN CONTACTO CON EL AGUA DESPRENDEN GASES INFLAMABLES

#### Notas de introducción

**NOTA 1:** Cuando en la presente Reglamentación se hable de sustancias que reaccionan con el agua se entenderá que son sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

**NOTA 2:** Las mercancías peligrosas de las divisiones 4.1 y 4.2 tienen propiedades diferentes, por lo que no es posible fijar un criterio único para clasificarlas en una u otra de esas divisiones. La adscripción de mercancías a las tres divisiones de la clase 4 se funda en los ensayos y criterios que se exponen en este capítulo (así como en la sección 33 de la parte III del Manual de Pruebas y Criterios).

#### 2.4.1 Definiciones y disposiciones generales

2.4.1.1 La clase 4 consta de las tres divisiones siguientes:

a) División 4.1: *Sólidos inflamables*

Sustancias sólidas que, en las condiciones que se dan durante el transporte, se inflaman con facilidad o pueden provocar o activar incendios por rozamiento; sustancias que reaccionan espontáneamente que pueden experimentar una reacción exotérmica intensa; explosivos sólidos insensibilizados que pueden hacer explosión si no están suficientemente diluidos;

b) División 4.2: Sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea

Sustancias que pueden calentarse espontáneamente en las condiciones normales de transporte o al entrar en contacto con el aire y que entonces pueden inflamarse;

c) División 4.3: Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables

Sustancias que, por reacción con el agua, pueden hacerse espontáneamente inflamables o desprender gases inflamables en cantidades peligrosas.

2.4.1.2 Como se indica en este capítulo, en el *Manual de Pruebas y Criterios* están recogidos los métodos y criterios de ensayo y las indicaciones sobre la realización de los ensayos para la clasificación de los siguientes tipos de sustancias de la clase 4:

a) Sólidos inflamables (división 4.1);

b) Sustancias que reaccionan espontáneamente (división 4.1);

c) Sólidos pirofóricos (división 4.2);

d) Líquidos pirofóricos (división 4.2);

e) Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo (división 4.2); y

- f) Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables (división 4.3).

Los métodos de ensayo y criterios relativos a las sustancias que reaccionan espontáneamente figuran en la Parte II del *Manual de Pruebas y Criterios*, y los métodos y criterios de ensayo respecto de los demás tipos de sustancias de la clase 4 figuran en la sección 33 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*.

## **2.4.2 División 4.1 Sólidos inflamables, sustancias que reaccionan espontáneamente y explosivos sólidos insensibilizados**

### **2.4.2.1 Generalidades**

La división 4.1 comprende los siguientes tipos de sustancias:

- a) Los sólidos inflamables (véase 2.4.2.2);
- b) Las sustancias que reaccionan espontáneamente (véase 2.4.2.3); y
- c) Los explosivos sólidos insensibilizados (véase 2.4.2.4).

### **2.4.2.2 División 4.1 Sólidos inflamables**

#### *2.4.2.2.1 Definiciones y propiedades*

2.4.2.2.1.1 Son *sólidos inflamables* los que entran fácilmente en combustión y los que pueden producir fuego por rozamiento.

2.4.2.2.1.2 Los *sólidos que entran fácilmente en combustión* son sustancias en polvo, granulares o pastosas que son peligrosas en situaciones en las que sea fácil que se inflamen por breve contacto con una fuente de ignición, como puede ser un fósforo encendido, y si la llama se propaga rápidamente. El peligro no sólo puede proceder del fuego, sino también de los productos tóxicos resultantes de la combustión. Los polvos metálicos son particularmente peligrosos por lo difícil que es sofocar el fuego producido por ellos, ya que los agentes de extinción normales, como el dióxido de carbono o el agua, pueden agravar el riesgo.

#### *2.4.2.2.2 Clasificación de los sólidos inflamables*

2.4.2.2.2.1 Las sustancias en polvo, granulares o pastosas se clasificarán en la división 4.1 si en uno o más ensayos efectuados conforme al método descrito en la subsección 33.2.1 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*, el tiempo de combustión es inferior a 45 s, o bien si la velocidad de la combustión es superior a 2,2 mm/s. Los polvos metálicos o de aleaciones metálicas se clasificarán en dicha división si hay inflamación y si la reacción se propaga en 10 minutos o menos por toda la longitud de la muestra.

2.4.2.2.2.2 Los sólidos que pueden producir fuego por rozamiento se clasificarán en la división 4.1 por analogía con productos ya catalogados (por ejemplo, los fósforos) mientras no se fijen criterios definitivos.

#### *2.4.2.2.3 Asignación de grupos de embalaje/ensado*

2.4.2.2.3.1 Los grupos de embalaje/ensado se asignan conforme a los métodos de ensayo mencionados en 2.4.2.2.2.1. Los sólidos que entran fácilmente en combustión (exceptuados los polvos metálicos) se incluirán en el grupo de embalaje/ensado II si el tiempo de combustión es inferior a 45 s y la llama traspasa la zona humidificada. A los polvos metálicos y de aleaciones metálicas corresponderá el grupo de embalaje/ensado II si la reacción se propaga en toda la longitud de la muestra en cinco minutos o menos.

2.4.2.2.3.2 Los grupos de embalaje/ensado se asignan conforme a los métodos de ensayo mencionados en 2.4.2.2.2.1. Los sólidos que entran fácilmente en combustión (exceptuados los polvos metálicos) se incluirán

en el grupo de embalaje/ensado III si el tiempo de combustión es inferior a 45 s y la zona humidificada detiene la propagación de la llama durante cuatro minutos por lo menos. A los polvos metálicos corresponderá el grupo de embalaje/ensado III si la reacción se propaga en toda la longitud de la muestra en más de cinco minutos pero no más de diez.

2.4.2.2.3.3 Los sólidos que pueden producir fuego por rozamiento se asignarán a un grupo de embalaje/ensado por analogía con los productos ya catalogados o de conformidad con alguna disposición especial precedente.

#### **2.4.2.3 División 4.1 Sustancias que reaccionan espontáneamente (auto-activas)**

##### 2.4.2.3.1 Definiciones y propiedades

###### 2.4.2.3.1.1 Definiciones

A los efectos de la presente Reglamentación:

Las *sustancias que reaccionan espontáneamente (auto-activas)* son sustancias térmicamente inestables que pueden experimentar una descomposición exotérmica intensa incluso en ausencia de oxígeno (aire). No se considerarán sustancias auto-activas de la división 4.1:

- a) Las que sean explosivas conforme a los criterios de la clase 1;
- b) Las que sean comburentes conforme al procedimiento de clasificación de la división 5.1 (véase 2.5.2.1.1);
- c) Las que sean peróxidos orgánicos conforme a los criterios de la división 5.2;
- d) Aquéllas cuyo calor de descomposición sea inferior a 300 J/g; o
- e) Aquéllas cuya temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA) (véase 2.4.2.3.4) sea superior a 75 °C para un bulto de 50 kg.

**NOTA 1:** Para determinar el calor de descomposición puede emplearse cualquier método reconocido internacionalmente, por ejemplo: la calorimetría de exploración diferencial y la calorimetría adiabática.

**NOTA 2:** Toda sustancia que tenga las características propias de las sustancias que reaccionan espontáneamente se clasificará como tal, aun cuando de resultados positivos en los ensayos previstos en 2.4.3.2 para la clasificación en la división 4.2.

###### 2.4.2.3.1.2 Propiedades

La descomposición de las sustancias que reaccionan espontáneamente puede iniciarse por efecto del calor, del contacto con impurezas catalíticas (por ejemplo, ácidos, compuestos de metales pesados, bases, etc.), de rozamientos o de choques. La velocidad de descomposición aumenta con la temperatura y varía según la sustancia. La descomposición de ésta, sobre todo si no se produce ignición, puede dar lugar a un desprendimiento de gases o vapores tóxicos. En el caso de ciertas sustancias que reaccionan espontáneamente, se regulará la temperatura. Algunas de ellas pueden experimentar una descomposición acompañada de explosión, sobre todo si van encerradas en un espacio limitado. Es posible modificar tal característica agregándoles diluyentes o empleando embalajes/envases apropiados. Algunas sustancias que reaccionan espontáneamente arden con gran intensidad. Son sustancias que reaccionan espontáneamente, por ejemplo, algunos compuestos de los tipos que se indican a continuación:

- a) Compuestos azoicos alifáticos (-C-N=N-C-);
- b) Azidas orgánicas (-C-N<sub>3</sub>);

- c) Sales de diazonio ( $-\text{CN}_2^+ \text{Z}^-$ );
- d) Compuestos que contienen el grupo N-nitroso ( $-\text{N}=\text{N}=\text{O}$ ); y
- e) Sulfohidrazidas aromáticas ( $-\text{SO}_2-\text{NH}-\text{NH}_2$ ).

Esta lista no es exhaustiva, y puede haber sustancias con otros grupos reactivos y algunas mezclas de sustancias que tengan propiedades similares.

#### 2.4.2.3.2 *Clasificación de las sustancias que reaccionan espontáneamente*

2.4.2.3.2.1 Las sustancias que reaccionan espontáneamente se clasifican en siete tipos según el grado de peligrosidad que presentan. Los tipos de sustancias que reaccionan espontáneamente van desde las del tipo A, que no han de aceptarse para el transporte en el embalaje/envase en el que se haya efectuado el ensayo, hasta las del tipo G, que están exentas de las disposiciones relativas a las sustancias que reaccionan espontáneamente de la división 4.1. La clasificación de los tipos B a F depende directamente de la cantidad máxima que se permite transportar en un solo embalaje/envase.

2.4.2.3.2.2 Las sustancias que reaccionan espontáneamente cuyo transporte está autorizado se enumeran en 2.4.2.3.2.3. En dicho párrafo se asigna a cada sustancia autorizada el epígrafe genérico correspondiente de la Lista de Mercancías Peligrosas (ONU 3221 a 3240). En dichos epígrafes se especifica:

- a) El tipo de sustancia que reacciona espontáneamente (B a F);
- b) El estado físico (líquido o sólido); y
- c) La temperatura de regulación, cuando se exija (véase 2.4.2.3.4).

2.4.2.3.2.3 Lista de sustancias que reaccionan espontáneamente catalogadas hasta el momento

**NOTA 1:** *En el cuadro que figura a continuación se ha hecho la clasificación por referencia a la sustancia técnicamente pura, salvo en los casos en que se indica una concentración inferior al 100%. Cuando la concentración sea otra, las sustancias podrán clasificarse de modo diferente, siguiendo los procedimientos indicados en 2.4.2.3.3 y 2.4.2.3.4.*

**NOTA 2:** *Las claves "OP1" a "OP8" indicadas en la columna "Método de embalaje/envasado" hacen referencia a los métodos de embalaje/envasado que figuran en la instrucción de embalaje/envasado P520.*

SUSTANCIAS QUE REACCIONAN ESPONTÁNEAMENTE	Concentración (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Epígrafe genérico ONU	Observaciones
AZODICARBONAMIDA, PREPARADO DE TIPO B, CON TEMPERATURA REGULADA	< 100	OP5			3232	1) 2)
AZODICARBONAMIDA, PREPARADO DE TIPO C	< 100	OP6			3224	3)
AZODICARBONAMIDA, PREPARADO DE TIPO C, CON TEMPERATURA REGULADA	< 100	OP6			3234	4)
AZODICARBONAMIDA, PREPARADO DE TIPO D	< 100	OP7			3226	5)
AZODICARBONAMIDA, PREPARADO DE TIPO D, CON TEMPERATURA REGULADA	< 100	OP7			3236	6)
2-2'-AZODI(2,4-DIMETIL-4-METOXIVALERO-NITRILO)	100	OP7	- 5	+ 5	3236	
2,2'-AZODI(2,4-DIMETILVALERO-NITRILO)	100	OP7	+ 10	+ 15	3236	
2-2'-AZODI(2-METILPROPIONATO DE ETILO)	100	OP7	+ 20	+ 25	3235	
1,1'-AZODI(HEXAHIDRO-BENZONITRILO)	100	OP7			3226	
2-2'-AZODI(ISOBUTIRONITRILO)	100	OP6	+ 40	+ 45	3234	
2-2'-AZODI(ISOBUTIRONITRILO) en forma de pasta de base acuosa	50	OP6			3224	
2,2'-AZODI(2-METILBUTIRONITRILO)	100	OP7	+ 35	+ 40	3236	
CLORURO DE 4-(BENCIL(ETIL)-AMINO)-3-ETOXIBENCENODIAZONIO Y DE CINC	100	OP7			3226	
CLORURO DE 4-(BENCIL(METIL-AMINO)-3-ETOXIBENCENODIAZONIO Y DE CINC	100	OP7	+ 40	+ 45	3236	
CLORURO DE 3-CORO-4-DIETILAMINOBENCENODIAZONIO Y DE CINC	100	OP7			3226	
CLORURO DE 2-DIAZO-1-NAFTOL-4-SULFONILO	100	OP5			3222	2)
CLORURO DE 2-DIAZO-1-NAFTOL-5-SULFONILO	100	OP5			3222	2)
CLORURO DE 2,5-DIETOXI-4-MORFOLINOBENCENODIAZONIO Y DE CINC	67 - 100	OP7	+ 35	+ 40	3236	
CLORURO DE 2,5-DIETOXI-4-MORFOLINOBENCENODIAZONIO Y DE CINC	66	OP7	+ 40	+ 45	3236	
CLORURO DE 2,5-DIETOXI-4-(FENILSULFONIL)BENCENODIAZONIO Y DE CINC	67	OP7	+ 40	+ 45	3236	
CLORURO DE 4-DIMETILAMINO-6-(2-DIMETILAMINOETOXI)TOLUEN-2-DIAZONIO Y DE CINC	100	OP7	+ 40	+ 45	3236	

SUSTANCIAS QUE REACCIONAN ESPONTÁNEAMENTE	Concentración (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Epígrafe genérico ONU	Observaciones
CLORURO DE 2,5-DIMETOXI-4-(4-METILFENILSULFONIL)BENCENODIAZONIO Y DE CINC	79	OP7	+ 40	+ 45	3236	
CLORURO DE 4-DIPROPILAMINO-BENCENODIAZONIO Y DE CINC	100	OP7			3226	
CLORURO DE 2-(N,N-ETOXICARBONILFENILAMINO)-3-METOXI-4-(N-METIL-N-CICLOHEXILAMINO)BENCENODIAZONIO Y DE CINC	63 - 92	OP7	+ 40	+ 45	3236	
CLORURO DE 2-(N,N-ETOXICARBONILFENILAMINO)-3-METOXI-4-(N-METIL-N-CICLOHEXILAMINO)BENCENODIAZONIO Y DE CINC	62	OP7	+ 35	+ 40	3236	
CLORURO DE 2-(2-HIDROXIETOXI)-1-(PIRROLIDINIL-1)-4-BENCENODIAZONIO Y DE CINC	100	OP7	+ 45	+ 50	3236	
CLORURO DE 3-(2-HIDROXIETOXI)-4-(PIRROLIDINIL-1)-BENCENODIAZONIO Y DE CINC	100	OP7	+ 40	+ 45	3236	
DI(ALIL-CARBONATO) DE DIETILENGLICOL + PEROXIDICARBONATO DE DIISOPROPILO	88 + 12	OP8	- 10	0	3237	
2-DIAZO-1-NAFTOL-4-SULFONATO DE SODIO	100	OP7			3226	
2-DIAZO-1-NAFTOL-5-SULFONATO DE SODIO	100	OP7			3226	
N,N'-DINITROSO-N,N'-DIMETILTEREFTALAMIDA, en forma de pasta	72	OP6			3224	
N,N'-DINITROSOPENTAMETILENTETRAMIDA	82	OP6			3224	7)
1,3-DISULFONILHIDRAZIDA DEL BENCENO, en forma de pasta	52	OP7			3226	
4,4'-DISULFONILHIDRAZIDA DEL ÓXIDO DE DIFENILO	100	OP7			3226	
ÉSTER DIAZO-1-NAFTOL DEL ÁCIDO SULFÓNICO MEZCLA TIPO D	< 100	OP7			3226	9)
N-FORMIL-2-(NITROMETILENO)-1,3-PER-HIDROTIAZINA	100	OP7	+ 45	+ 50	3236	
HIDRACIDA DEL SULFONIL-BENCENO	100	OP7			3226	
HIDROSULFATO DE 2-(N,N-METILAMINOETILCARBONIL)-4-(3,4-DIMETILFENILSULFONIL)BENCENODIAZONIO	96	OP7	+ 45	+ 50	3236	
LÍQUIDO DE REACCIÓN ESPONTÁNEA, MUESTRA		OP2			3223	8)
LÍQUIDO DE REACCIÓN ESPONTÁNEA, MUESTRA, CON TEMPERATURA REGULADA		OP2			3223	8)
4-METILBENCENOSULFONIL-HIDRACIDA	100	OP7			3226	

SUSTANCIAS QUE REACCIONAN ESPONTÁNEAMENTE	Concentración (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Epígrafe genérico ONU	Observaciones
NITRATO DE TETRAMINAPALADIO (II)	100	OP6	+ 30	+ 35	3234	
4-NITROFENOL	100	OP7	+ 35	+ 40	3236	
SÓLIDO DE REACCIÓN ESPONTÁNEA, MUESTRA		OP2			3224	8)
SÓLIDO DE REACCIÓN ESPONTÁNEA, MUESTRA, CON TEMPERATURA REGULADA		OP2			3234	8)
SULFATO DE 2,5-DIETOXI-4-(4-MORFOLINIL) BENCENODIAZONIO	100	OP7			3226	
TETRACLOROCINCATO (2:1) DE 2,5-DIBUTOXI -4-(4-MORFOLINIL) BENCENODIAZONIO	100	OP8			3228	
TETRAFLUORUROBORATO DE 2,5-DIETOXI-4-MORFOLINOBENCENODIAZONIO	100	OP7	+ 30	+ 35	3236	
TETRAFLUOROBORATO DE 3-METIL-4-(PIRROLIDINIL-1)-BENCENODIAZONIO	95	OP6	+ 45	+ 50	3234	
TRICLOROCINCATO (-1) DE 4-(DIMETIL-AMINO)-BENCENODIAZONIO	100	OP8			3228	

### Observaciones

- 1) Preparados de azodicarbonamida que satisfagan los criterios del 2.4.2.3.3.2 b). La temperatura de regulación y la de emergencia se determinarán por el procedimiento previsto en 7.1.4.3 a 7.1.4.3.1.3.
- 2) Se exige etiqueta de riesgo secundario de "EXPLOSIVO".
- 3) Preparados de azodicarbonamida que satisfagan los criterios del 2.4.2.3.3.2 c).
- 4) Preparados de azodicarbonamida que satisfagan los criterios del 2.4.2.3.3.2 c). La temperatura de regulación y la de emergencia se determinarán por el procedimiento previsto en 7.1.4.3 a 7.1.4.3.1.3.
- 5) Preparados de azodicarbonamida que satisfagan los criterios del 2.4.2.3.3.2 d).
- 6) Preparados de azodicarbonamida que satisfagan los criterios del 2.4.2.3.3.2 d). La temperatura de regulación y la de emergencia se determinarán por el procedimiento previsto en 7.1.4.3 a 7.1.4.3.1.3.
- 7) Con un diluyente compatible que tenga un punto de ebullición de no menos de 150 °C.
- 8) Véase 2.4.2.3.2.2 b).
- 9) Este epígrafe se aplica a las mezclas de ésteres del ácido 2-diazo-1-naftol-4-sulfónico y del ácido 2-diazo-1-naftol-5-sulfónico que satisfacen los criterios del 2.4.2.3.2.3.2 d).

2.4.2.3.2.4 La clasificación de las sustancias que reaccionan espontáneamente no incluidas en 2.4.2.3.2.3 y su adscripción a un epígrafe genérico serán de la incumbencia de la autoridad competente del país de origen, que se basará para ello en un informe de ensayo. Los principios aplicables a la clasificación de esas sustancias figuran en 2.4.2.3.3. En la parte II del Manual de Pruebas y Criterios, se describen los procedimientos, métodos de ensayo y criterios aplicables y se da un ejemplo de informe de ensayo. En el certificado de aprobación se indicarán la clasificación de la sustancia de que se trate y las condiciones de transporte pertinentes.

- a) Podrán agregarse activadores, tales como compuestos de cinc, a algunas sustancias que reaccionan espontáneamente para modificar su reactividad. Según el tipo y la concentración del activador, puede disminuir la estabilidad térmica de la sustancia y pueden alterarse sus propiedades explosivas. Si se modifica alguna de tales propiedades, se evaluará el nuevo preparado según este procedimiento de clasificación.
- b) Las muestras de sustancias que reaccionan espontáneamente o de preparados de sustancias que reaccionan espontáneamente no incluidas en 2.4.2.3.2.3 respecto de las cuales no se disponga de resultados de ensayo completos y que hayan de transportarse para efectuar nuevos ensayos o evaluaciones podrán asignarse a uno de los epígrafes apropiados correspondientes a las sustancias de reacción espontánea de tipo C, si se satisfacen las condiciones siguientes:
  - i) que la muestra no sea, según los datos de que se dispone, más peligrosa que las sustancias de reacción espontánea de tipo B;
  - ii) que la muestra se embale/envase de conformidad con el método de embalaje/ensado OP2 (véase la instrucción correspondiente sobre embalaje/ensado) y que la cantidad por unidad de transporte se limite a 10 kg; y
  - iii) que, según los datos de que se dispone, la temperatura de regulación, cuando se exija, sea suficientemente baja para evitar toda descomposición peligrosa y suficientemente alta para evitar toda separación peligrosa de fases.

#### 2.4.2.3.3 Principios de clasificación de las sustancias que reaccionan espontáneamente

**NOTA:** Esta sección se refiere sólo a las propiedades de las sustancias que reaccionan espontáneamente que son decisivas para su clasificación. La figura 2.4.1 es un diagrama en el que se exponen los principios de clasificación en forma de preguntas organizadas gráficamente sobre las propiedades decisivas, junto con las respuestas posibles. Esas propiedades se determinarán de forma experimental mediante los métodos de ensayo y los criterios que figuran en la parte II del Manual de Pruebas y Criterios.

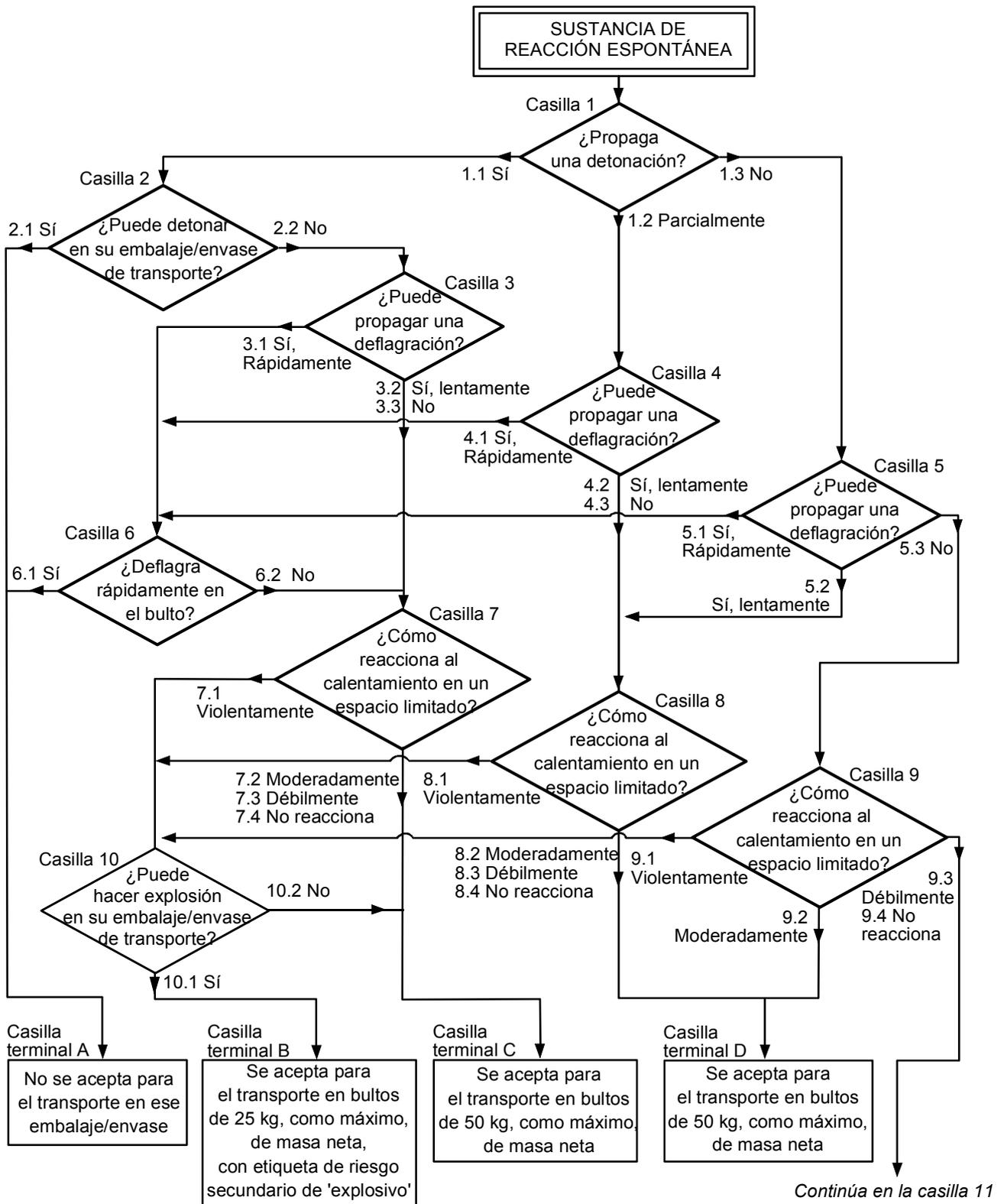
2.4.2.3.3.1 Se considera que una sustancia que reacciona espontáneamente tiene características propias de los explosivos si, en los ensayos de laboratorio, puede detonar, deflagrar rápidamente o experimentar alguna reacción violenta cuando se calienta en un espacio limitado.

2.4.2.3.3.2 La clasificación de las sustancias que reaccionan espontáneamente que no figuran en 2.4.2.3.2.3 se rige por los principios siguientes:

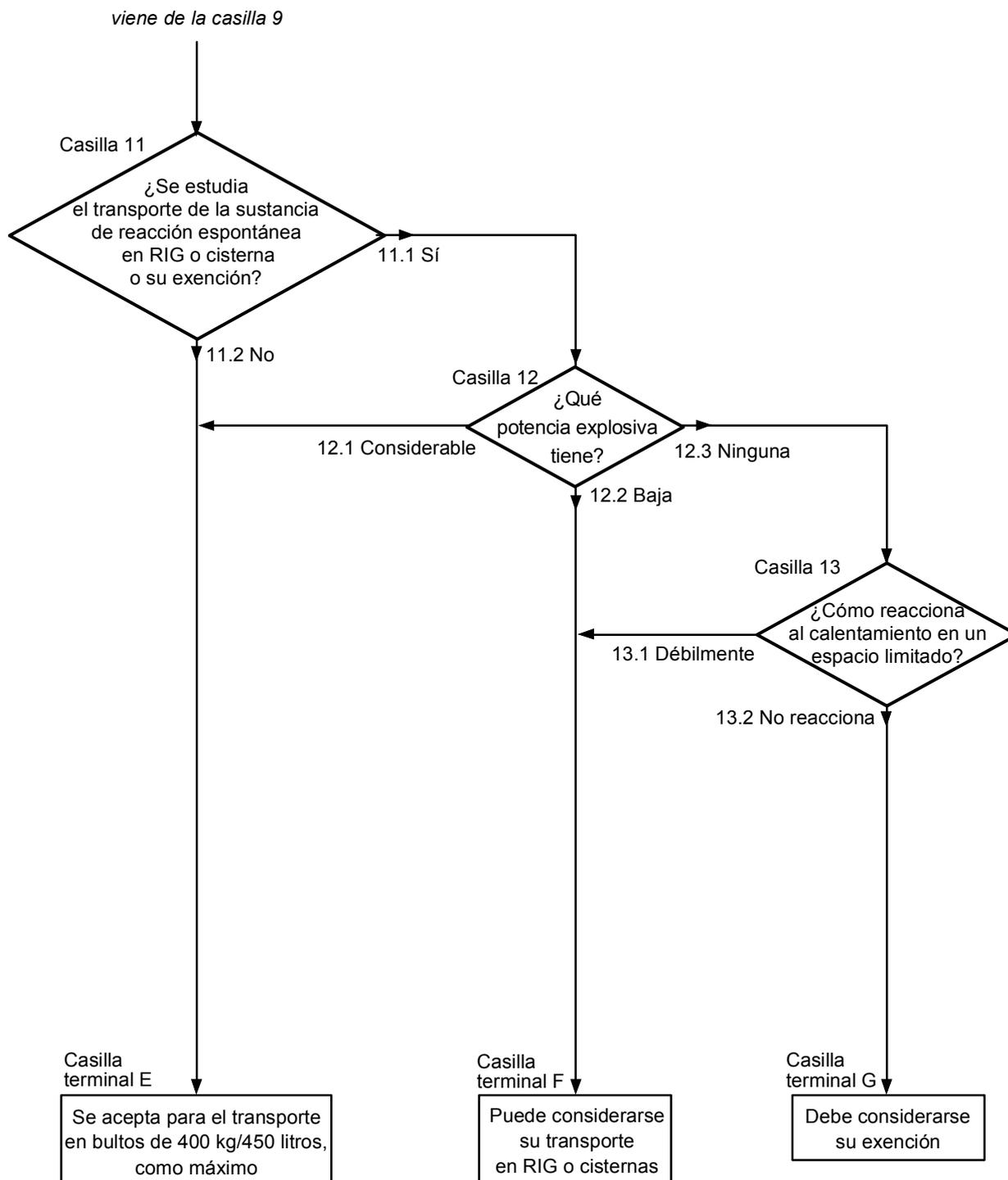
- a) Toda sustancia que pueda detonar o deflagrar rápidamente en su embalaje/envase de transporte será inaceptable a efectos de transporte en dicho embalaje/envase en virtud de las disposiciones relativas a las sustancias que reaccionan espontáneamente de la división 4.1 (y se calificará como SUSTANCIA DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO A: casilla terminal A de la figura 2.4.1);

- b) Toda sustancia que tenga características propias de los explosivos y que no detone ni deflagre rápidamente en su embalaje/envase de transporte, pero pueda experimentar una explosión térmica en dicho embalaje/envase, llevará también una etiqueta de riesgo secundario de "EXPLOSIVO". Tal sustancia podrá transportarse embalada/ensada en cantidades no superiores a 25 kg, salvo que, para evitar la detonación o la deflagración rápida en el bulto, haya que reducir la cantidad máxima autorizada (y se calificará como SUSTANCIA DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO B: casilla terminal B de la figura 2.4.1);
- c) Toda sustancia que tenga características propias de los explosivos podrá ser transportada sin etiqueta de riesgo secundario de "EXPLOSIVO" si no puede detonar, deflagrar rápidamente ni experimentar una explosión térmica en su embalaje/envase de transporte (50 kg como máximo) (y se clasificará como SUSTANCIA DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO C: casilla terminal C de la figura 2.4.1);
- d) Toda sustancia que en los ensayos de laboratorio:
- i) detone parcialmente, pero no deflagre rápidamente ni reaccione violentamente al ser calentada en un espacio limitado; o
  - ii) no detone en absoluto, pero deflagre lentamente, sin reaccionar violentamente al ser calentada en un espacio limitado; o
  - iii) no detone ni deflagre en absoluto, pero reaccione moderadamente al ser calentada en un espacio limitado;
- podrá ser aceptada para el transporte en bultos cuya masa neta no exceda de 50 kg (y se calificará como SUSTANCIA DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO D: casilla terminal D de la figura 2.4.1);
- e) Toda sustancia que en los ensayos de laboratorio no detone ni deflagre en absoluto y reaccione débilmente, o no reaccione, al ser calentada en un espacio limitado podrá ser aceptada para el transporte en bultos que no excedan de 400 kg/450 l (y se calificará como SUSTANCIA DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO E: casilla terminal E de la figura 2.4.1);
- f) Toda sustancia que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto y reaccione débilmente, o no reaccione, al ser calentada en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea baja o nula, podrá ser considerada para su transporte en RIG o cisternas (su calificación será la de SUSTANCIA DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO F: casilla terminal F de la figura 2.4.1). Véanse, además, las disposiciones adicionales del 4.1.7.2.2 y 4.2.1.13;
- g) Toda sustancia que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto y no reaccione al ser calentada en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea nula, quedará exenta de la clasificación como sustancia que reacciona espontáneamente de la división 4.1, a condición de que el preparado de que se trate sea térmicamente estable (con temperatura de descomposición autoacelerada de 60 °C a 75 °C en un bulto de 50 kg) y de que el diluyente que se utilice satisfaga lo prescrito en 2.4.2.3.5 (y se definirá como SUSTANCIA DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO G: casilla terminal G de la figura 2.4.1). Si no es térmicamente estable, o si se emplea como medio de insensibilización un diluyente compatible con punto de ebullición inferior a 150 °C, el preparado se calificará como LÍQUIDO/SÓLIDO DE REACCIÓN ESPONTÁNEA DE TIPO F.

**Figura 2.4.1:  
DIAGRAMA-CUESTIONARIO DE CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS  
QUE REACCIONAN ESPONTÁNEAMENTE**



**Figura 2.4.1**  
**DIAGRAMA-CUESTIONARIO DE CLASIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS**  
**QUE REACCIONAN ESPONTÁNEAMENTE (continuación)**



#### 2.4.2.3.4 *Disposiciones relativas a la regulación de la temperatura*

La temperatura de las sustancias que reaccionan espontáneamente deberá regularse si su temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA) es igual o inferior a 55 °C. En la sección 28 de la parte II del Manual de Pruebas y Criterios se exponen diversos métodos de ensayo para la determinación de esa temperatura. El ensayo elegido se efectuará en condiciones que sean representativas, por lo que se refiere tanto a las dimensiones como a los materiales, del bulto que se haya de transportar.

#### 2.4.2.3.5 *Insensibilización de las sustancias que reaccionan espontáneamente*

2.4.2.3.5.1 A fin de garantizar la seguridad durante el transporte, las sustancias que reaccionan espontáneamente podrán insensibilizarse agregándoles un diluyente. En tal caso, la sustancia se someterá a los ensayos con el diluyente en la concentración y la forma en que haya de utilizarse en el transporte.

2.4.2.3.5.2 No se emplearán diluyentes con los que, en caso de que el bulto tenga una fuga, la sustancia pueda concentrarse hasta el punto de entrañar peligro.

2.4.2.3.5.3 El diluyente será compatible con la sustancia que reacciona espontáneamente. A tal efecto se consideran diluyentes compatibles los sólidos o líquidos que no influyen negativamente en la estabilidad térmica ni en el tipo de riesgo de la sustancia que reacciona espontáneamente.

2.4.2.3.5.4 Los diluyentes líquidos que se empleen con preparados líquidos cuya temperatura haya de regularse deberán tener un punto de ebullición de por lo menos 60 °C y un punto de inflamación no inferior a 5 °C. El punto de ebullición del diluyente excederá por lo menos en 50 °C a la temperatura de regulación de la sustancia auto-reactiva (véase 7.1.4.3.1).

### 2.4.2.4 ***División 4.1 Explosivos sólidos insensibilizados***

#### 2.4.2.4.1 *Definición*

Los explosivos sólidos insensibilizados son sustancias que se humidifican con agua o alcoholes o se diluyen con otras sustancias formando una mezcla sólida homogénea con lo que se neutralizan sus propiedades explosivas (véase 2.1.3.5.3). En la Lista de Mercancías Peligrosas los explosivos sólidos insensibilizados figuran con los Nos. ONU: 1310, 1320, 1321, 1322, 1336, 1337, 1344, 1347, 1348, 1349, 1354, 1355, 1356, 1357, 1517, 1571, 2555, 2556, 2557, 2852, 2907, 3317, 3319, 3344, 3364, 3365, 3366, 3367, 3368, 3369, 3370 y 3376.

#### 2.4.2.4.2 Sustancias que:

- a) provisionalmente han sido aceptadas en la clase 1 de conformidad con la serie de pruebas 1 y 2, pero que han quedado eliminadas de la clase 1 por la serie de pruebas 6;
- b) no son sustancias que reaccionan espontáneamente de la división 4.1;
- c) no son sustancias de la clase 5;

se han asignado además a la división 4.1. Los epígrafes corresponden a los Nos. ONU 2956, 3241, 3242 y 3251.

## 2.4.3 **División 4.2 Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea**

### 2.4.3.1 **Definiciones y propiedades**

2.4.3.1.1 La división 4.2 comprende:

- a) Las sustancias pirofóricas, que son sustancias, incluidas las mezclas y soluciones (líquidas o sólidas), que aun en pequeñas cantidades se inflaman al cabo de cinco minutos de entrar en contacto con el aire. Son las sustancias de la división 4.2 que presentan mayor tendencia a la combustión espontánea; y
- b) Las sustancias que experimentan calentamiento espontáneo, que son sustancias, distintas de las pirofóricas, que pueden calentarse espontáneamente en contacto con el aire, sin aporte de energía. Estas sustancias sólo se inflaman cuando están en cantidades grandes (kilogramos) y al cabo de largos períodos de tiempo (horas o días).

2.4.3.1.2 El calentamiento espontáneo que experimentan algunas sustancias y que da lugar a que entren en combustión espontánea se debe a que reaccionan con el oxígeno del aire y a que el calor generado no se dispersa en el ambiente con suficiente rapidez. La combustión espontánea se produce cuando la producción de calor es más rápida que su pérdida y se alcanza la temperatura de inflamación espontánea.

### 2.4.3.2 **Clasificación en la división 4.2**

2.4.3.2.1 Los sólidos se consideran sólidos pirofóricos que se clasificarán en la división 4.2 si, en los ensayos realizados conforme al método que figura en la subsección 33.3.1.4 de la parte III del Manual de Pruebas y Criterios, la muestra se inflama en una de los ensayos.

2.4.3.2.2 Los líquidos se consideran líquidos pirofóricos que se clasificarán en la división 4.2 si, en los ensayos realizados de conformidad con el método que figura en la subsección 33.3.1.5 de la parte III del Manual de Pruebas y Criterios, el líquido se inflama en la primera parte del ensayo, o si hace entrar en inflamación o chamusca el papel filtro.

### 2.4.3.2.3 *Sustancias que experimentan calentamiento espontáneo*

2.4.3.2.3.1 Una sustancia se clasificará como sustancia que experimenta calentamiento espontáneo de la división 4.2 si en los ensayos realizados de conformidad con el método que figura en la subsección 33.3.1.6 de la parte III del Manual de Pruebas y Criterios:

- a) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C;
- b) Se obtienen un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 120 °C y la sustancia ha de transportarse en bultos cuyo volumen supera los 3 m<sup>3</sup>;
- c) Se obtienen un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 100 °C, y la sustancia ha de transportarse en bultos cuyo volumen supera los 450 l;
- d) Se obtienen un resultado positivo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado positivo con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 100 °C.

**NOTA 1:** Las sustancias que experimentan reacción espontánea, salvo las del tipo G, cuyo ensayo por este método de asimismo resultados positivos no se clasificarán en la división 4.2, sino en la división 4.1 (véase 2.4.2.3.1.1).

2.4.3.2.3.2 No se clasificará una sustancia en la división 4.2 si:

- a) Se obtiene un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C;
- b) Se obtienen un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C, se obtiene un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 120 °C y la sustancia ha de transportarse en bultos cuyo volumen no supera los 3 m<sup>3</sup>;
- c) Se obtienen un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C, se obtiene un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 100 °C, y la sustancia ha de transportarse en bultos cuyo volumen no supera los 450 l.

### **2.4.3.3 Asignación de grupos de embalaje/ensado**

2.4.3.3.1 Se asignará el grupo de embalaje/ensado I a todos los sólidos y líquidos pirofóricos.

2.4.3.3.2 Se asignará el grupo de embalaje/ensado II a las sustancias que experimentan calentamiento espontáneo y den resultado positivo en el ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C.

2.4.3.3.3 Se asignará el grupo de embalaje/ensado III a las sustancias que experimentan calentamiento espontáneo si:

- a) Se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C y la sustancia ha de transportarse en bultos cuyo volumen supera los 3 m<sup>3</sup>;
- b) Se obtienen un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 140 °C y un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm de lado a 140 °C, se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm de lado a 120 °C y la sustancia ha de transportarse en bultos cuyo volumen supera los 450 l;
- c) Se obtienen un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm a 140 °C y un resultado negativo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 25 mm a 140 °C y se obtiene un resultado positivo en un ensayo efectuado con una muestra cúbica de 100 mm a 100 °C.

## **2.4.4 División 4.3 Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables**

### **2.4.4.1 Definiciones y propiedades**

2.4.4.1.1 Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables

2.4.4.1.2 Ciertas sustancias, en contacto con el agua, tienden a desprender gases inflamables que pueden formar mezclas explosivas con el aire. Tales mezclas son fácilmente inflamadas por cualquier fuente

ordinaria de ignición, como las llamas desnudas, las chispas producidas por las herramientas de mano o las bombillas sin protección. La onda expansiva y las llamas resultantes suponen un peligro para las personas y para el medio ambiente. Para determinar si al reaccionar una sustancia con el agua se producen cantidades peligrosas de gases que puedan llegar a inflamarse, se emplea el método de ensayo descrito en 2.4.4.2. Ese método de ensayo no se aplicará a las sustancias pirofóricas.

#### **2.4.4.2**            *Clasificación en la división 4.3*

Las sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables se clasificarán en la división 4.3 si, en los ensayos realizados conforme al método que figura en la subsección 33.4.1 de la parte III del Manual de Pruebas y Criterios:

- a) Se produce inflamación espontánea en cualquier fase del procedimiento de ensayo; o
- b) Hay emanación de un gas inflamable a una velocidad superior a 1 litro por kilogramo de la sustancia por hora.

#### **2.4.4.3**            *Asignación de grupos de embalaje/envasado*

2.4.4.3.1            Se asignará el grupo de embalaje/envasado I a las sustancias que a la temperatura ambiente reaccionen con gran intensidad en contacto con el agua y desprendan gases que, por lo general, tiendan a inflamarse espontáneamente, o que a la temperatura ambiente reaccionen rápidamente en contacto con el agua de tal forma que el régimen de emanación de gas inflamable sea igual o superior a 10 litros por kilogramo de sustancia en el espacio de un minuto.

2.4.4.3.2            Se asignará el grupo de embalaje/envasado II a las sustancias que a la temperatura ambiente reaccionen rápidamente en contacto con el agua de tal forma que el régimen máximo de emanación de gas inflamable sea igual o superior a 20 litros por kilogramo de sustancia y por hora, y que no respondan a los criterios del grupo de embalaje/envasado I.

2.4.4.3.3            Se asignará el grupo de embalaje/envasado III a las sustancias que a la temperatura ambiente reaccionen lentamente en contacto con el agua de tal forma que el régimen máximo de emanación de gas inflamable sea igual o superior a 1 litro por kilogramo de sustancia y por hora, y que no respondan a los criterios de los grupos de embalaje/envasado I o II.



## CAPÍTULO 2.5

### CLASE 5 - SUSTANCIAS COMBURENTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS

#### Nota de introducción

**NOTA 1:** *Las mercancías peligrosas de las divisiones 5.1 y 5.2 tienen propiedades diferentes, por lo que no es posible establecer un criterio único para clasificarlas en una u otra división. En este capítulo se trata de los ensayos y los criterios para la adscripción a las dos divisiones de la clase 5.*

#### 2.5.1 Definiciones y disposiciones generales

La clase 5 consta de las dos divisiones siguientes:

a) División 5.1 *Sustancias comburentes*

Sustancias que, sin ser necesariamente combustibles por sí mismas, pueden, generalmente liberando oxígeno, causar la combustión de otras materias o contribuir a ella. Esas sustancias pueden estar contenidas en un objeto;

b) División 5.2 *Peróxidos orgánicos*

Sustancias orgánicas que contienen la estructura bivalente -O-O- y pueden considerarse derivados del peróxido de hidrógeno, en el que uno o ambos átomos de hidrógeno han sido sustituidos por radicales orgánicos. Los peróxidos orgánicos son sustancias térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada. Además, pueden tener una o varias de las propiedades siguientes:

- i) ser susceptibles de experimentar una descomposición explosiva;
- ii) arder rápidamente;
- iii) ser sensibles a los choques o a la fricción;
- iv) reaccionar peligrosamente con otras sustancias;
- v) producir lesiones en los ojos.

#### 2.5.2 División 5.1 Sustancias comburentes

##### 2.5.2.1 Clasificación en la división 5.1

2.5.2.1.1 La clasificación de las sustancias comburentes en la división 5.1 se decide en función de los métodos de ensayo, los modos de ejecución y los criterios expuestos en 2.5.2.2 y 2.5.2.3, y en la sección 34 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*. Cuando surjan divergencias entre los resultados del ensayo y la experiencia acumulada, prevalecerá esta última como elemento de juicio.

**NOTA:** *Las sustancias de esta división que figuran en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2 sólo se reclasificarán conforme a este criterio cuando lo justifiquen razones de seguridad.*

2.5.2.1.2 En el caso de sustancias que presentan otros riesgos, por ejemplo, toxicidad o corrosividad, se cumplirán los requisitos del capítulo 2.0.

## 2.5.2.2 *Sustancias comburentes sólidas*

### 2.5.2.2.1 *Criterios para la clasificación en la división 5.1*

2.5.2.2.1.1 Se realizan ensayos destinados a medir la capacidad de una sustancia sólida para aumentar la velocidad o intensidad de combustión de una sustancia combustible con la que forma una mezcla homogénea. El procedimiento figura en la subsección 34.4.1 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*. Se efectúan ensayos con dos mezclas de la sustancia y de celulosa fibrosa secada en las proporciones respectivas de 1 a 1 y de 4 a 1, en masa. Se comparan las características de combustión de cada mezcla con las de una mezcla de referencia formada por bromato de potasio y celulosa en la proporción de 3 a 7, en masa. Si el tiempo de combustión es igual o inferior al de esta mezcla de referencia, los tiempos de combustión se compararán con los de las mezclas de referencia para la clasificación en los grupos de embalaje/envasado I o II, a saber, bromato de potasio y celulosa en las proporciones de 3 a 2 y 2 a 3, respectivamente, en masa.

2.5.2.2.1.2 Los resultados del ensayo se evalúan basándose en:

- a) La comparación del tiempo medio de combustión con el de las mezclas de referencia; y
- b) El hecho de que la mezcla de sustancia y celulosa se inflame y arda.

2.5.2.2.1.3 Las sustancias sólidas se clasifican en la división 5.1 si las mezclas de muestra y celulosa ensayadas, en las proporciones de 1 a 1 y de 4 a 1 (en masa) tienen un tiempo medio de combustión igual o inferior al de una mezcla de 3 a 7 (en masa) de bromato de potasio y celulosa.

### 2.5.2.2.2 *Asignación de grupos de embalaje/envasado*

Las sustancias comburentes sólidas se asignan a un grupo de embalaje/envasado según el procedimiento de ensayo que figura en la subsección 34.4.1 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*, conforme a los siguientes criterios:

- a) Grupo de embalaje/envasado I: toda sustancia que, mezclada con celulosa en la proporción de 4 a 1 o de 1 a 1, en masa, tiene un tiempo medio de combustión inferior al de una mezcla de bromato de potasio y celulosa en proporción de 3 a 2, en masa;
- b) Grupo de embalaje/envasado II: toda sustancia que, mezclada con celulosa en la proporción de 4 a 1 o de 1 a 1, en masa, tiene un tiempo medio de combustión igual o inferior al de una mezcla de bromato de potasio con celulosa en proporción de 2 a 3, en masa, y que no satisface los criterios de clasificación en el grupo de embalaje/envasado I;
- c) Grupo de embalaje/envasado III: toda sustancia que, mezclada con celulosa en la proporción de 4 a 1 o de 1 a 1, en masa, tiene un tiempo medio de combustión igual o inferior al de una mezcla de bromato de potasio con celulosa en proporción de 3 a 7, en masa, y que no satisface los criterios de clasificación en los grupos de embalaje/envasado I y II;
- d) Queda excluida de la división 5.1: toda sustancia que mezclada con celulosa en la proporción de 4 a 1 y de 1 a 1, en masa, no se inflama ni arde o cuyo tiempo medio de combustión es superior al de una mezcla de bromato de potasio y celulosa en la proporción de 3 a 7, en masa.

### 2.5.2.3 *Líquidos comburentes*

#### 2.5.2.3.1 *Criterios para la clasificación en la división 5.1*

2.5.2.3.1.1 Se realiza un ensayo para determinar si un líquido tiene la capacidad de aumentar la velocidad de combustión o la intensidad de la combustión de una sustancia combustible o la propiedad de provocar la inflamación espontánea de una sustancia combustible con la cual esté mezclado de manera homogénea. El procedimiento figura en la subsección 34.4.2 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*. Se mide el tiempo de subida de la presión durante la combustión. En función de los resultados del ensayo (véanse igualmente en 2.0.3 las disposiciones sobre el orden de preponderancia de las características de riesgo), se determina si un líquido es una sustancia comburente de la división 5.1 y, en tal caso, si debe adscribirse al grupo de embalaje/envasado I, II o III.

2.5.2.3.1.2 Los resultados del ensayo se evalúan basándose en :

- a) si la mezcla de sustancia y celulosa se inflama espontáneamente o no;
- b) la comparación del tiempo medio de subida de la presión manométrica de 690 kPa a 2.070 kPa con el tiempo medio de las sustancias de referencia.

2.5.2.3.1.3 Las sustancias líquidas se clasifican en la división 5.1 si la mezcla de sustancia y celulosa ensayada, en la proporción de 1 a 1, en masa, da un tiempo medio de subida inferior o igual al tiempo medio de subida de una mezcla de 1 a 1, en masa, de ácido nítrico en solución acuosa al 65 % y celulosa.

#### 2.5.2.3.2 *Asignación de grupos de embalaje/envasado*

Las sustancias comburentes líquidas se asignan a un grupo de embalaje/envasado según el procedimiento de ensayo de la sección 34.4.2 de la parte III del *Manual de Pruebas y Criterios*, conforme a los siguientes criterios:

- a) Grupo de embalaje/envasado I: toda sustancia que, mezclada con celulosa en una proporción de 1 a 1, en masa, se inflama espontáneamente; o tiene un tiempo medio de subida de la presión inferior o igual al de una mezcla de ácido perclórico al 50 % y celulosa en la proporción de 1 a 1, en masa;
- b) Grupo de embalaje/envasado II: toda sustancia que, mezclada con celulosa en una proporción de 1 a 1, en masa, tiene una velocidad media de subida de la presión inferior o igual a la de una mezcla de clorato de sodio en solución acuosa al 40 % y celulosa en la proporción de 1 a 1, en masa; y no satisface los criterios de clasificación en el grupo de embalaje/envasado I;
- c) Grupo de embalaje/envasado III: toda sustancia que, mezclada con celulosa en una proporción de 1 a 1, en masa, tiene un tiempo medio de subida de la presión inferior o igual al de una mezcla de ácido nítrico en solución acuosa al 65 % y celulosa en la proporción de 1 a 1, en masa; y no satisface los criterios de clasificación en los grupos de embalaje/envasado I y II;
- d) Queda excluida de la división 5.1: toda sustancia que, mezclada con celulosa en proporción de 1 a 1, en masa, produce una presión manométrica máxima inferior a 2.070 kPa; o tiene un tiempo medio de subida de la presión superior al de una mezcla de ácido nítrico en solución acuosa al 65 % y celulosa, en la proporción de 1 a 1, en masa.

## 2.5.3 División 5.2 Peróxidos orgánicos

### 2.5.3.1 Propiedades

2.5.3.1.1 Los peróxidos orgánicos son susceptibles de experimentar descomposición exotérmica a temperaturas normales o elevadas. La descomposición que puede iniciarse por efecto del calor, del contacto con impurezas (por ejemplo, ácidos, compuestos de metales pesados, aminas), de rozamientos o de choques. El grado de descomposición aumenta con la temperatura y varía según la composición del peróxido orgánico. La descomposición de éste puede dar lugar a emanaciones de gases o vapores nocivos o inflamables. En el caso de ciertos peróxidos orgánicos, se regulará la temperatura durante el transporte. Algunos pueden experimentar una descomposición de carácter explosivo, sobre todo en condiciones de confinamiento. Tal característica se puede modificar mediante la adición de diluyentes o el uso de embalajes/envases apropiados. Muchos de los peróxidos orgánicos arden con gran intensidad.

2.5.3.1.2 Hay que evitar el contacto de los peróxidos orgánicos con los ojos. Algunos peróxidos orgánicos provocan graves lesiones de la córnea, incluso cuando el contacto ha sido breve, o son corrosivos para la piel.

### 2.5.3.2 Clasificación de los peróxidos orgánicos

2.5.3.2.1 Todo peróxido orgánico se incluirá en la división 5.2, a menos que el preparado de peróxido orgánico contenga:

- No más del 1,0 % de oxígeno activo procedente de peróxidos orgánicos cuando su contenido de peróxido de hidrógeno sea de no más del 1.0 %; o
- No más del 0,5 % de oxígeno activo procedente de peróxidos orgánicos cuando su contenido de peróxido de hidrógeno sea de más del 1,0% pero de no más del 7,0 %.

**NOTA:** El contenido de oxígeno activo (%) de un preparado de peróxido orgánico viene dado por la fórmula:

$$16 \times \sum (n_i \times \frac{c_i}{m_i})$$

donde:  $n_i$  = número de grupos peroxi por molécula del peróxido orgánico  $i$ ;  
 $c_i$  = concentración (% en masa) del peróxido orgánico  $i$ ; y  
 $m_i$  = masa molecular del peróxido orgánico  $i$ .

2.5.3.2.2 Los peróxidos orgánicos se clasifican en siete tipos, según su grado de peligrosidad. Los tipos de peróxidos orgánicos van del tipo A, que no se acepta para el transporte en el embalaje/envase en que se efectúa el ensayo, al tipo G, que está exento de las disposiciones de la división 5.2 relativas a los peróxidos orgánicos. La clasificación de los tipos B a F está directamente relacionada con la cantidad máxima que se permite transportar en un embalaje/envase.

2.5.3.2.3 La lista de los peróxidos orgánicos cuyo transporte se está permitido se da en 2.5.3.2.4. En ese párrafo se asigna a cada sustancia autorizada el correspondiente epígrafe genérico de la Lista de Mercancías Peligrosas (ONU 3101 a 3120) y se facilita la información pertinente. En esos epígrafes genéricos se especifican:

- El tipo de peróxido orgánico (B a F);
- El estado físico (líquido o sólido), y
- La regulación de la temperatura cuando se exija (véase 2.5.3.4)

2.5.3.2.3.1 Las mezclas de los preparados de la lista pueden clasificarse como peróxidos orgánicos del mismo tipo que el del más peligroso de sus componentes y transportarse en las condiciones de transporte prescritas para ese mismo tipo. No obstante, dado que dos componentes estables pueden formar una mezcla térmicamente menos estable, se determinará la temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA) de la mezcla y, de ser necesario, la temperatura de regulación aplicada, como se prescribe en 2.5.3.4.

2.5.3.2.4 *Lista de peróxidos orgánicos que ya han sido asignados*

**NOTA:** Las claves que figuran en la columna "Método de embalaje/envasado" tienen el significado siguiente:

- a) Las claves "OP1" a "OP8" hacen referencia a los métodos de embalaje/envasado que figuran en la instrucción de embalaje/envasado P520;
- b) La clave "N" indica que la sustancia puede transportarse en RIG (véanse IBC520 y 4.1.7.2.1);
- c) La clave "M" indica que la sustancia puede transportarse en cisternas (véase T23).

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
ÁCIDO 3-CLOROPEROXIBENZOICO	> 57 - 86			≥ 14		OP1			3102	3)
"	≤ 57			≥ 3	≥ 40	OP7			3106	
"	≤ 77			≥ 6	≥ 17	OP7			3106	
ÁCIDO DIPEROXIAZELAICO	≤ 27			≥ 73		OP7	+ 35	+ 40	3116	
ÁCIDO PEROXIACÉTICO DESTILADO TIPO F, estabilizado	≤ 41					M	+ 30	+ 35	3119	13) 30)
ÁCIDO PEROXIACÉTICO TIPO D, estabilizado	≤ 43					OP7			3105	13) 14) 19)
ÁCIDO PEROXIACÉTICO TIPO E, estabilizado	≤ 43					OP8			3107	13) 15) 19)
ÁCIDO PEROXIACÉTICO TIPO F, estabilizado	≤ 43					OP8, N			3109	13) 16) 19)
3-terc-BUTILPEROXI-3-FENILFTALIDA	≤ 100					OP7			3106	
1-(2 terc-BUTILPEROXIISOPROPIL)-3-ISO-PROPILBENCENO	≤ 77	≥ 23				OP7			3105	
"	≤ 42			≥ 58		OP8			3108	
DIÁCIDO DE DIPEROXIDODECANO	> 13 - 42			≥ 58		OP7	+ 40	+ 45	3116	
"	≤ 13			≥ 87					Exento	29)
3,3-DI-(terc-AMILPEROXI)BUTIRATO DE ETILO	≤ 67	≥ 33				OP7			3105	
1,1-DI(terc-AMILPEROXI)CICLOHEXANO	≤ 82	≥ 18				OP6			3103	
DI-terc-BUTILPEROXIAZELATO	≤ 52	≥ 48				OP7			3105	
2,2-DI-(terc-BUTILPEROXI)BUTANO	≤ 52	≥ 48				OP6			3103	
3,3-DI-(terc-BUTILPEROXI)BUTIRATO DE ETILO	> 77 - 100					OP5			3103	
"	≤ 77	≥ 23				OP7			3105	
"	≤ 52			≥ 48		OP7			3106	
1,1-DI-(terc-BUTILPEROXI)CICLOHEXANO	> 80 - 100					OP5			3101	3)
"	> 52 - 80	≥ 20				OP5			3103	
"	> 42 - 52	≥ 48				OP7			3105	
"	≤ 42	≥ 13		≥ 45		OP7			3106	
"	≤ 27	≥ 36				OP8			3107	21)
"	≤ 42	≥ 58				OP8,N			3109	
"	≤ 13	≥ 13	≥ 74			OP8			3109	

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
2,2-DI-(4,4-DI-(terc-BUTILPEROXI) CICLOHEXIL) PROPANO	≤ 42			≥ 58		OP7			3106	
"	≤ 22		≥ 78			OP8			3107	
DI-(2-terc-BUTILPEROXIISOPROPIL) BENCENO(S)	> 42 - 100			≤ 57		OP7			3106	
"	≤ 42			≥ 58					Exento	29)
2,2-DI-(terc-BUTILPEROXI)PROPANO	≤ 52	≥ 48				OP7			3105	
"	≤ 42	≥ 13		≥ 45		OP7			3106	
1,1-DI-(terc-BUTILPEROXI)-3,3,5-TRIMETIL-CICLOHEXANO	> 90 - 100					OP5			3101	3)
"	> 57 - 90	≥ 10				OP5			3103	
"	≤ 57			≥ 43		OP7			3106	
"	≤ 57	≥ 43				OP8			3107	
"	≤ 32	≥ 26	≥ 42			OP8			3107	
1,1-DI-(terc-BUTILPEROXI)-3,3,5-TRIMETIL-CICLOHEXANO	≤ 77		≥ 23			OP7			3105	
4,4-DI-(terc-BUTILPEROXI)VALERIANATO DE n-BUTILO	> 52 - 100					OP5			3103	
4,4-DI-(terc-BUTILPEROXI)VALERIANATO DE n-BUTILO	≤ 52			≥ 48		OP7			3106	
"	≤ 42			≥ 58		OP8			3108	
DIHIDROPEROXIDO DE DIISOPROPIL-BENCENO	≤ 82	≥ 5			≥ 5	OP7			3106	24)
2,2-DIHIDROPEROXIPROPANO	≤ 27			≥ 73		OP5			3102	3)
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(BENZOILPEROXI)HEXANO	> 82 - 100					OP5			3102	3)
"	≤ 82			≥ 18		OP7			3106	
"	≤ 82				≥ 18	OP5			3104	
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(terc-BUTILPEROXI)HEXANO	> 52 - 100					OP7			3105	
"	≤ 52			≥ 48		OP7			3106	

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(terc-BUTILPEROXI) HEXANO	≤ 47, en forma de pasta					OP8			3108	
"	≤ 52	≥ 48				OP8			3109	
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(terc-BUTILPEROXI) HEXINO-3	> 52 - 86	≥ 14				OP5			3103	26)
"	≤ 52			≥ 48		OP7			3106	
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(2-ETILHEXANOILPEROXI) HEXANO	≤ 100					OP5	+ 20	+ 25	3113	
2,5-DIMETIL-2,5-DIHIDROPEROXIHEXANO	≤ 82				≥ 18	OP6			3104	
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(terc-BUTILPEROXI) HEXANO	≤ 77			≥ 23		OP8			3108	
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(terc-BUTILPEROXI) HEXINO-3	>86-100					OP5			3101	3)
2,5-DIMETIL-2,5-DI-(3,5,5-TRIMETILHEXANOIL-PEROXI)HEXANO	≤ 77	≥ 23				OP7			3105	
DI-(2-NEODECANOILPEROXIISOPROPIL)-BENCENO	≤ 52	≥ 48				OP7	- 10	0	3115	
DIPEROXIFITALATO DE terc-BUTILO	> 42 - 52	≥ 48				OP7			3105	
"	≤ 52, en forma de pasta					OP7			3106	20)
"	≤ 42	≥ 58				OP8			3107	
2-ETILHEXIL PEROXICARBONATO DE terc-AMILO	≤ 100					OP7			3105	
3,3,6,6,9,9-HEXAMETIL-1,2,4,5-TETRAOXA-CICLONONANO	> 52 - 100					OP4			3102	3)
"	≤ 52	≥ 48				OP7			3105	
"	≤ 52			≥ 48		OP7			3106	
HIDROPERÓXIDO DE terc-AMILO	≤ 88	≥ 6			≥ 6	OP8			3107	
HIDROPERÓXIDO DE terc-BUTILO	> 79 - 90				≥ 10	OP5			3103	13)
"	≤ 80	≥ 20				OP7			3105	4) 13)
"	≤ 79				> 14	OP8			3107	13) 23)

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
HIDROPERÓXIDO DE terc-BUTILO	≤ 72				≥ 28	OP8, N, M			3109	13)
HIDROPERÓXIDO DE terc-BUTILO + PERÓXIDO DE DI-terc-BUTILO	< 82 + > 9				≥ 7	OP5			3103	13)
HIDROPERÓXIDO DE CUMILO	> 90 - 98	≤ 10				OP8			3107	13)
"	≤ 90	≥ 10				OP8, M			3109	13) 18)
HIDROPERÓXIDO DE ISOPROPILCUMILO	≤ 72	≥ 28				OP8, M			3109	13)
HIDROPERÓXIDO DE p-MENTILO	> 72 - 100					OP7			3105	13)
"	≤ 72	≥ 28				OP8, M			3109	27)
HIDROPERÓXIDO DE PINANILO	56 - 100					OP7			3105	13)
"	< 56	> 44				OP8, M			3109	
HIDROPERÓXIDO DE TETRAHIDRONAFTILO	≤ 100					OP7			3106	
HIDROPERÓXIDO DE 1,1,3,3-TETRAMETILBUTILO	≤ 100					OP7			3105	
MONOPEROXIFTALATO DE terc-BUTILO	≤ 100					OP5			3102	3)
MONOPEROXIMALEATO DE terc-BUTILO	> 52 - 100					OP5			3102	3)
"	≤ 52	≥ 48				OP6			3103	
"	≤ 52			≥ 48		OP8			3108	
"	≤ 52, en forma de pasta					OP8			3108	
PEROXIACETATO DE terc-AMILO	≤ 62	≥ 38				OP8			3107	
PEROXIACETATO DE terc-BUTILO	> 52 - 77	≥ 23				OP5			3101	3)
"	> 32 - 52	≥ 48				OP6			3103	
"	≤ 32	≥ 68				OP8, N			3109	
" (en cisternas)	≤ 32		≥ 68			M	+ 30	+ 35	3119	
"	≤ 22		≥ 78			OP8			3109	25)
PEROXIBENZOATO DE terc-AMILO	≤ 100					OP5			3103	
PEROXIBENZOATO DE terc-BUTILO	> 77 - 100	< 22				OP5			3103	
"	> 52 - 77	≥ 23				OP7			3105	
"	≤ 52			≥ 48		OP7			3106	

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
PEROXIBUTILFUMARATO DE terc-BUTILO	≤ 52	≥ 48				OP7			3105	
PEROXICROTONATO DE terc-BUTILO	≤ 77	≥ 23				OP7			3105	
PEROXIDICARBONATO DE DIBENCILO	≤ 87				≥ 13	OP5	+ 25	+ 30	3112	3)
PEROXIDICARBONATO DE DI-(2-ETOXIETILO)	≤ 52		≥ 48			OP7	- 10	0	3115	
PEROXIDICARBONATO DE DI-(4-terc-BUTIL-CICLOHEXILO)	≤ 100					OP6	+ 30	+ 35	3114	
"	≤ 42, en dispersión estable en agua					OP8, N	+ 30	+ 35	3119	
PEROXIDICARBONATO DE DI-n-BUTILO	> 27 - 52		≥ 48			OP7	- 15	- 5	3115	
"	≤ 27		≥ 73			OP8	- 10	0	3117	
"	≤ 42, en dispersión estable en agua (helado)					OP8	- 15	- 5	3118	
PEROXIDICARBONATO DE DI-sec-BUTILO	> 52 - 100					OP4	- 20	- 10	3113	
"	≤ 52		≥ 48			OP7	- 15	- 5	3115	
PEROXIDICARBONATO DE DICETILO	≤ 100					OP7	+ 30	+ 35	3116	
"	≤ 42, en dispersión estable en agua					OP8, N	+ 30	+ 35	3119	
PEROXIDICARBONATO DE DICICLOHEXILO	> 91 - 100					OP3	+ 5	+ 10	3112	3)
"	≤ 91				≥ 9	OP5	+ 5	+ 10	3114	
PEROXIDICARBONATO DE DIESTEARILO	≤ 87			≥ 13		OP7			3106	
PEROXIDICARBONATO DE DI-(2-ETILHEXILO)	> 77 - 100					OP5	- 20	- 10	3113	
"	≤ 77					OP7	- 15	- 5	3115	
"	≤ 52, en dispersión estable en agua					OP8	- 15	- 5	3119	
"	≤ 42, en dispersión estable en agua (helado)					OP8	- 15	- 5	3118	
PEROXIDICARBONATO DE DIETILO	≤ 27		≥ 73			OP7	- 10	0	3115	
PEROXIDICARBONATO DE DI-(2-ETILHEXILO)	≤ 62, en dispersión estable en agua					OP8	- 15	- 5	3117	

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
PEROXIDICARBONATO DE DI-(2-FENOXI-ETILO)	> 85 - 100					OP5			3102	3)
"	85		≥ 23		≥ 15	OP7			3106	
PEROXIDICARBONATO DE DIISOPROPILO	> 52 - 100					OP2	- 15	- 5	3112	3)
"	≤ 28	> 72				OP7	- 15	- 5	3115	
"	≤ 52		≥ 48			OP7	- 20	- 10	3115	
PEROXIDICARBONATO DE DIISOTRIDECILO	≤ 100					OP7	- 10	0	3115	
PEROXIDICARBONATO DE DIMISTRILO	≤ 100					OP7	+ 20	+ 25	3116	
"	≤ 42, en dispersión estable en agua					OP8	+ 20	+ 25	3119	
" (en RIG)	≤ 42, en dispersión estable en agua					N	+ 15	+ 20	3119	
PEROXIDICARBONATO DE DI-(3-METOXI-BUTILO)	≤ 52		≥ 48			OP7	- 5	+ 5	3115	
PEROXIDICARBONATO DE DI-n-PROPILO	≤ 100					OP3	- 25	- 15	3113	
"	≤ 77	≥ 23				OP5	- 20	- 10	3113	
PEROXIDICARBONATO DE ISOPROPILO sec-BUTILO	≤ 32 + ≤ 15 - 18 + ≤ 12 - 15	≥ 38				OP7	- 20	- 10	3115	
+ PEROXIDICARBONATO DE DI-sec-BUTILO										
+ PEROXIDICARBONATO DE DIISO-PROPILO										
PEROXIDICARBONATO DE ISOPROPILO sec-BUTILO	≤ 52 + ≤ 28 + ≤ 22					OP5	- 20	- 10	3111	3)
+ PEROXIDICARBONATO DE DI-sec-BUTILO										
+ PEROXIDICARBONATO DE DIISO-PROPILO										
PEROXIDICARBONATO DE DI-(2-ETILHEXILO) (en RIG)	≤ 52, en dispersión estable en agua					N	- 20	- 10	3119	
PEROXIDIETILACETATO DE terc-BUTILO	≤ 100					OP5	+ 20	+ 25	3113	
PEROXIDIETILACETATO DE terc-BUTILO	≤ 33 + ≤ 33	≥ 33				OP7			3105	
+ PEROXIBENZOATO DE terc-BUTILO										
PERÓXIDO DE ACETILACETONA	≤ 42	≥ 48			≥ 8	OP7			3105	2)
"	≤ 32, en forma de pasta					OP7			3106	20)

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
PERÓXIDO DE ACETILBENZOILO	≤ 45	≥ 55				OP7			3105	
PERÓXIDO DE ACETILCICLOHEXANOSULFONILO	≤ 82				≥ 12	OP4	- 10	0	3112	3)
"	≤ 32		≥ 68			OP7	- 10	0	3115	
PERÓXIDO DE terc-BUTILCUMILO	> 42 - 100					OP7			3105	
"	≤ 42			≥ 58		OP7			3106	
PERÓXIDO DE DIACETILO	≤ 27		≥ 73			OP7	+ 20	+ 25	3115	7) 13)
PERÓXIDO DE DI-terc-AMILO	≤ 100					OP8			3107	
PEROXIDO DE DI-(3-METILBENZOILO) + PEROXIDO DE BENZOIL (3-METILBENZOILO) + PEROXIDO DE DIBENZOILO	≤ 20 + ≤ 18 + ≤ 4		≥ 58			OP7	+ 35	+ 40	3115	
PERÓXIDO DE DIBENZOILO	> 51 - 100			≤ 48		OP2			3102	3)
"	> 77 - 94				≥ 6	OP4			3102	3)
"	≤ 77				≥ 23	OP6			3104	
"	≤ 62			≥ 28	≥ 10	OP7			3106	
"	>52 - 62, en forma de pasta					OP7			3106	20)
"	> 35 - 52			≥ 48		OP7			3106	
"	> 36 - 42	≥ 18			≤ 40	OP8			3107	
"	> 36 - 42	≥ 58				OP8			3107	
PERÓXIDO DE DIBENZOILO	≤ 56,5, en forma de pasta				≥ 15	OP8			3108	
"	≤ 52, en forma de pasta					OP8			3108	20)
PERÓXIDO DE DIBENZOILO	≤ 42, en dispersión estable en agua					OP8, N			3109	
"	≤ 35			≥ 65					Exento	29)
PERÓXIDO DE DI-terc-BUTILO	> 32 - 100					OP8			3107	
"	≤ 52		≥ 48			OP8, N, M			3109	25)
PERÓXIDO DE DI-4-CLOROBENZOILO	≤ 77				≥ 23	OP5			3102	3)

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
PERÓXIDO DE DI-4-CLOROBENZOILO	≤ 52, en forma de pasta					OP7			3106	20)
"	≤ 32			≥ 68					Exento	29)
PERÓXIDO DE DICUMILO	> 42 - 100			≤ 57		OP8, M			3110	12)
"	≤ 52			≥ 48					Exento	29)
PERÓXIDO DE DIDECANOILO	≤ 100					OP6	+ 30	+ 35	3114	
PERÓXIDO DE DI-2,4-DICLOROBENZOILO	≤ 77				≥ 23	OP5			3102	3)
"	≤ 52, en forma de pasta con aceite de silicio					OP7			3106	
PERÓXIDO DE DI-(1-HIDROXICICLOHEXILO)	≤ 100					OP7			3106	
PERÓXIDO DE DIISOBUTIRILO	> 32 - 52		≥ 48			OP5	- 20	- 10	3111	3)
"	≤ 32		≥ 68			OP7	- 20	- 10	3115	
PERÓXIDO DE DILAUROILO	≤ 100					OP7			3106	
PERÓXIDO DE DILAUROILO	≥ 42, en dispersión estable en agua					OP8, N			3109	
PERÓXIDO DE DI-(2-METILBENZOILO)	≤ 87				≥ 13	OP5	+ 30	+ 35	3112	3)
PERÓXIDO DE DI-(4-METILBENZOILO)	≤ 52, en forma de pasta con aceite de silicio					OP7			3106	
PERÓXIDO DE DI-n-NONANOILO	≤ 100					OP7	0	+ 10	3116	
PERÓXIDO DE DI-n-OCTANOILO	≤ 100					OP5	+ 10	+ 15	3114	
PERÓXIDO DE DIPROPIONILO	≤ 27		≥ 73			OP8	+ 15	+ 20	3117	
PERÓXIDO DE DI-(3,5,5-TRIMETIL-1,2-DIOXOLANILO-3)	≤ 52, en forma de pasta					OP7	+ 30	+ 35	3116	20)
PERÓXIDO DE DI-(3,5,5-TRIMETILHEXANOILO)	> 38 - 82	≥ 18				OP7	0	+ 10	3115	
"	≤ 52, en dispersión estable en agua					OP8, N	+ 10	+ 15	3119	
"	≤ 38	≥ 62				OP8	+ 20	+ 25	3119	
" (en RIG)	≤ 38	≥ 62				N	+ 10	+ 15	3119	
" (en cisternas)	≤ 38	≥ 62				M	0	+ 5	3119	

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
PERÓXIDO DEL ÁCIDO DISUCCÍNICO	> 72 - 100					OP4			3102	3) 17)
"	≤ 72				≥ 28	OP7	+ 10	+ 15	3116	
PEROXIDO(S) DE METIL ETIL CETONA	≤ 37	≥ 55			≥ 8	OP7			3107	9)
PERÓXIDO ORGÁNICO LÍQUIDO, MUESTRA						OP2			3103	11)
PERÓXIDO ORGÁNICO LÍQUIDO, MUESTRA, CON TEMPERATURA REGULADA						OP2			3113	11)
PERÓXIDO ORGÁNICO SÓLIDO, MUESTRA						OP2			3104	11)
PERÓXIDO ORGÁNICO SÓLIDO, MUESTRA, CON TEMPERATURA REGULADA						OP2			3114	11)
PERÓXIDO(S) DE CICLOHEXANONA	≤ 91				≥ 9	OP6			3104	13)
"	≤ 72	≥ 28				OP7			3105	5)
"	≤ 72, en forma de pasta					OP7			3106	5) 20)
"	≤ 32			≥ 68					Exento	29)
PERÓXIDO(S) DE METILCICLOHEXANONA	≤ 67		≥ 33			OP7	+ 35	+ 40	3115	
PERÓXIDO(S) DE METILETILCETONA	≤ 52	≥ 48				OP5			3101	3) 8) 13)
"	≤ 45	≥ 55				OP7			3105	9)
"	≤ 40	≥ 60				OP8			3107	10)
PERÓXIDO(S) DE METILISOBUTILCETONA	≤ 62	≥ 19				OP7			3105	22)
PERÓXIDOS DE DIACETON-ALCOHOL	≤ 57		≥ 26		≥ 8	OP7	+ 40	+ 45	3115	6)
PEROXIESTEARILCARBONATO DE terc-BUTILO	≤ 100					OP7			3106	
PEROXI-2-ETILHEXANOATO DE terc-AMILO	≤ 100					OP7	+ 20	+ 25	3115	
PEROXI-2-ETILHEXANOATO DE terc-BUTILO	> 52 - 100					OP6	+ 20	+ 25	3113	
"	> 32 - 52		≥ 48			OP8	+ 30	+ 35	3117	
"	≤ 52			≥ 48		OP8	+ 20	+ 25	3118	
"	≤ 32		≥ 68			OP8	+ 40	+ 45	3119	
" (en RIG)	≤ 32		≥ 68			N	+ 30	+ 35	3119	
" (en cisternas)	≤ 32		≥ 68			M	+ 15	+ 20	3119	

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
PEROXI-2-ETILHEXANOATO DE terc-BUTILO + 2,2-DI-(terc-BUTILPEROXI)BUTANO	≤ 12 + ≤ 14	> 14		≥ 60		OP7			3106	
"	≤ 31 + ≤ 36		≥ 33			OP7	+ 35	+ 40	3115	
PEROXI-2-ETILHEXANOATO DE 1,1,3,3-TETRAMETILBUTILO	≤ 100					OP7	+ 20	+ 25	3115	
PEROXI-2-ETILHEXILCARBONATO DE terc-BUTILO	≤ 100					OP7			3105	
2-PEROXIFENOXIACETATO DE 1,1,3,3-TETRAMETILBUTILO	≤ 37		≥ 63			OP7	- 10	0	3115	
PEROXIISOBUTIRATO DE terc-BUTILO	> 52 - 77		> 23			OP5	+ 15	+ 20	3111	3)
"	≤ 52		> 48			OP7	+ 15	+ 20	3115	
PEROXIISOPROPILCARBONATO DE terc-BUTILO	≤ 77	≥ 23				OP5			3103	
PEROXI-2-METILBENZOATO DE terc-BUTILO	≤ 100					OP5			3103	
PEROXINEODECANOATO DE terc-AMILO	≤ 77		≥ 23			OP7	0	+ 10	3115	
PEROXINEODECANOATO DE terc-BUTILO	> 77 - 100					OP7	- 5	+ 5	3115	
"	≤ 77		≥ 23			OP7	0	10	3115	
"	≤ 52, en dispersión estable en agua					OP8	0	+ 10	3117	
"	≤ 42, en dispersión estable en agua (helado)					OP8	0	+ 10	3118	
PEROXINEODECANOATO DE terc-BUTILO	≤ 32	≥ 68				OP8, N	0	+ 10	3119	
PEROXINEODECANOATO DE terc-BUTILO (en RIG)	≤ 42, en dispersión estable en agua					N	- 5	+ 5	3119	
PEROXINEODECANOATO DE CUMILO	≤ 77		≥ 23			OP7	- 10	0	3115	
"	≤ 52, en dispersión estable en agua					OP8	- 10	0	3119	
PEROXINEODECANOATO DE CUMILO (en RIG)	≤ 52, en dispersión estable en agua					N	- 15	- 5	3119	
PEROXINEODECANOATO DE terc-HEXILO	≤ 71	≥ 29				OP7	0	+ 10	3115	

PERÓXIDO ORGÁNICO	Concentración (%)	Diluyente del tipo A (%)	Diluyente del tipo B (%) 1)	Sólido inerte (%)	Agua (%)	Método de embalaje/ envasado	Temperatura de regulación (°C)	Temperatura de emergencia (°C)	Número (epígrafe genérico)	Riesgos secundarios y observaciones
PEROXINEODECANOATO DE 1,1,3,3-TETRAMETILBUTILO	≤ 72		≥ 28			OP7	- 5	+ 5	3115	
"	≤ 52 (en dispersión estable en agua)					OP8, N	- 5	+ 5	3119	
PEROXIPIVALATO DE terc-AMILO	≤ 77		≥ 23			OP5	+ 10	+ 15	3113	
PEROXIPIVALATO DE terc-BUTILO	> 67 - 77	≥ 23				OP5	0	+ 10	3113	
"	> 27 - 67		≥ 33			OP7	+ 0	+ 10	3115	
"	≤ 27		≥ 73			OP8	+ 30	+ 35	3119	
" (en RIG)	≤ 27		≥ 73			N	+ 10	+ 15	3119	
" (en cisternas)	≤ 27		≥ 73			M	+ 5	+ 10	3119	
PEROXIPIVALATO DE CUMILO	≤ 77		≥ 23			OP7	- 5	+ 5	3115	
PEROXIPIVALATO DE terc-HEXILO	≤ 72		≥ 28			OP7	+ 10	+ 15	3115	
PEROXI-3,5,5-TRIMETILHEXANOATO DE terc-AMILO	≤ 100					OP5			3101	3)
PEROXI-3,5,5-TRIMETILHEXANOATO DE terc-BUTILO	> 32 - 100					OP7			3105	
"	≤ 32	≥ 68				OP8, N			3109	
" (en cisternas)	≤ 32		≥ 68			M	+ 35	+ 40	3119	
PEROXINEOHEPTANOATO DE terc-BUTILO	≤ 77	≥ 23				OP7	0	+ 10	3115	
PEROXINEOHEPTANOATO DE CUMILO	≤ 77	≥ 23				OP7	- 10	0	3115	
PEROXINEOHEPTANOATO DE 1,1-DIMETIL-3-HIDROXIBUTILO	≤ 52	≥ 48				OP8	0	+ 10	3117	
3,6,9-TRIEFIL-3,6,9-TRIMETIL-1,4,7-TRIPEROXONANO	≤ 42	≥ 58				OP7			3105	28)

#### Notas al 2.5.3.2.4:

- 1) El diluyente del tipo B podrá sustituirse siempre por el del tipo A.
- 2) El 4,7 %, como máximo, de oxígeno activo.
- 3) Se prescribe etiqueta de riesgo secundario de "EXPLOSIVO".
- 4) El diluyente podrá sustituirse por peróxido de di-terc-butilo.
- 5) El 9 %, como máximo, de oxígeno activo.
- 6) Con un 9 %, como máximo, de peróxido de hidrógeno; el 10 %, como máximo, de oxígeno activo.
- 7) Sólo se autorizan los embalajes/envases no metálicos.
- 8) Más del 10 % de oxígeno activo.
- 9) El 10 %, como máximo, de oxígeno activo.
- 10) Un 8,2 %, como máximo, de oxígeno activo.
- 11) Véase 2.5.3.2.5.1.
- 12) Para el PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO F se autorizan, en función de los resultados obtenidos en ensayos a gran escala, hasta 2.000 kg por recipiente.
- 13) Se prescribe la etiqueta de riesgo secundario de "CORROSIVO".
- 14) reparados de ácido peroxiacético que satisfacen los criterios del 2.5.3.3.2 d).
- 15) Preparados de ácido peroxiacético que satisfacen los criterios del 2.5.3.3.2 e).
- 16) Preparados de ácido peroxiacético que satisfacen los criterios del 2.5.3.3.2 f).
- 17) Este peróxido orgánico pierde estabilidad térmica si se le agrega agua.
- 18) Para las concentraciones inferiores al 80% no se prescribe etiqueta de riesgo secundario de "CORROSIVO".
- 19) Mezclas con peróxido de hidrógeno, agua y ácido(s).
- 20) Con diluyente del tipo A, con agua o sin ella.
- 21) Con un mínimo del 36 %, en masa, de etilbenceno además de un diluyente del tipo A.
- 22) Con un mínimo del 19 %, en masa, de metilisobutilcetona además de un diluyente del tipo A.
- 23) Con menos del 6 % de di-terc-butilperóxido.
- 24) Con un 8 %, como máximo, de 1-isopropilhidroperóxido-4-isopropilhidroxibenceno.
- 25) Diluyente del tipo B, cuyo punto de ebullición es superior a 110 °C.
- 26) Con menos del 0,5 % de hidroperóxidos.

- 27) Para las concentraciones superiores al 56 %, es obligatoria la etiqueta de riesgo subsidiario de "SUSTANCIA CORROSIVA".
- 28) Oxígeno activo disponible 7,6 % en diluyente del tipo A con un punto de ebullición del 95 % dentro de los límites de 200-260 °C.
- 29) No sujeta a los requisitos que esta Reglamentación Modelo establece para la división 5.2.
- 30) Preparación obtenida por destilación de ácido peroxiacético a partir de un ácido peroxiacético en una concentración acuosa del 41% como máximo, con oxígeno activo total (ácido peroxiacético+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ≤ 9,5%, ateniéndose a los criterios de 2.5.3.3.2 f)."

2.5.3.2.5 La clasificación de los peróxidos orgánicos no incluidos en 2.5.3.2.4 y su adscripción a un epígrafe genérico serán de la incumbencia de la autoridad competente del país de origen, que se basará para ello en un informe de ensayo. En la parte II de la última edición del Manual de Pruebas y Criterios, se describen los procedimientos, métodos de ensayo y criterios aplicables y se da un ejemplo de informe de ensayo. En el certificado de aprobación se indicará la clasificación de la sustancia y las condiciones de transporte pertinentes.

2.5.3.2.5.1 Las muestras de peróxidos orgánicos nuevos o de preparados nuevos de peróxidos orgánicos no incluidos en 2.5.3.2.4 respecto de los cuales no se disponga de resultados completos de ensayo y que hayan de transportarse para efectuar nuevos ensayos o evaluaciones podrán asignarse a una de los epígrafes apropiados correspondientes al PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO C, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- a) Que la muestra no sea, según los datos de que se dispone, más peligrosa que un PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO B;
- b) Que la muestra se embale/envase de conformidad con el método de embalaje/envasado OP2 (véase la instrucción correspondiente sobre embalaje/envasado) y que la cantidad por unidad de transporte se limite a 10 kg; y
- c) Que, según los datos de que se dispone, la temperatura de regulación, cuando se exija, sea suficientemente baja para evitar toda descomposición peligrosa, y suficientemente alta para evitar toda separación peligrosa de fases.

### 2.5.3.3 Principios de clasificación de los peróxidos orgánicos

**NOTA:** *Esta sección se refiere sólo a las propiedades de los peróxidos orgánicos que son decisivas para su clasificación. La figura 2.5.1 es un diagrama en el que se exponen los principios de clasificación en forma de preguntas organizadas gráficamente sobre las propiedades decisivas, junto con las respuestas posibles. Esas propiedades se determinarán de forma experimental mediante los métodos de ensayo y los criterios que figuran en la parte II del Manual de Pruebas y Criterios.*

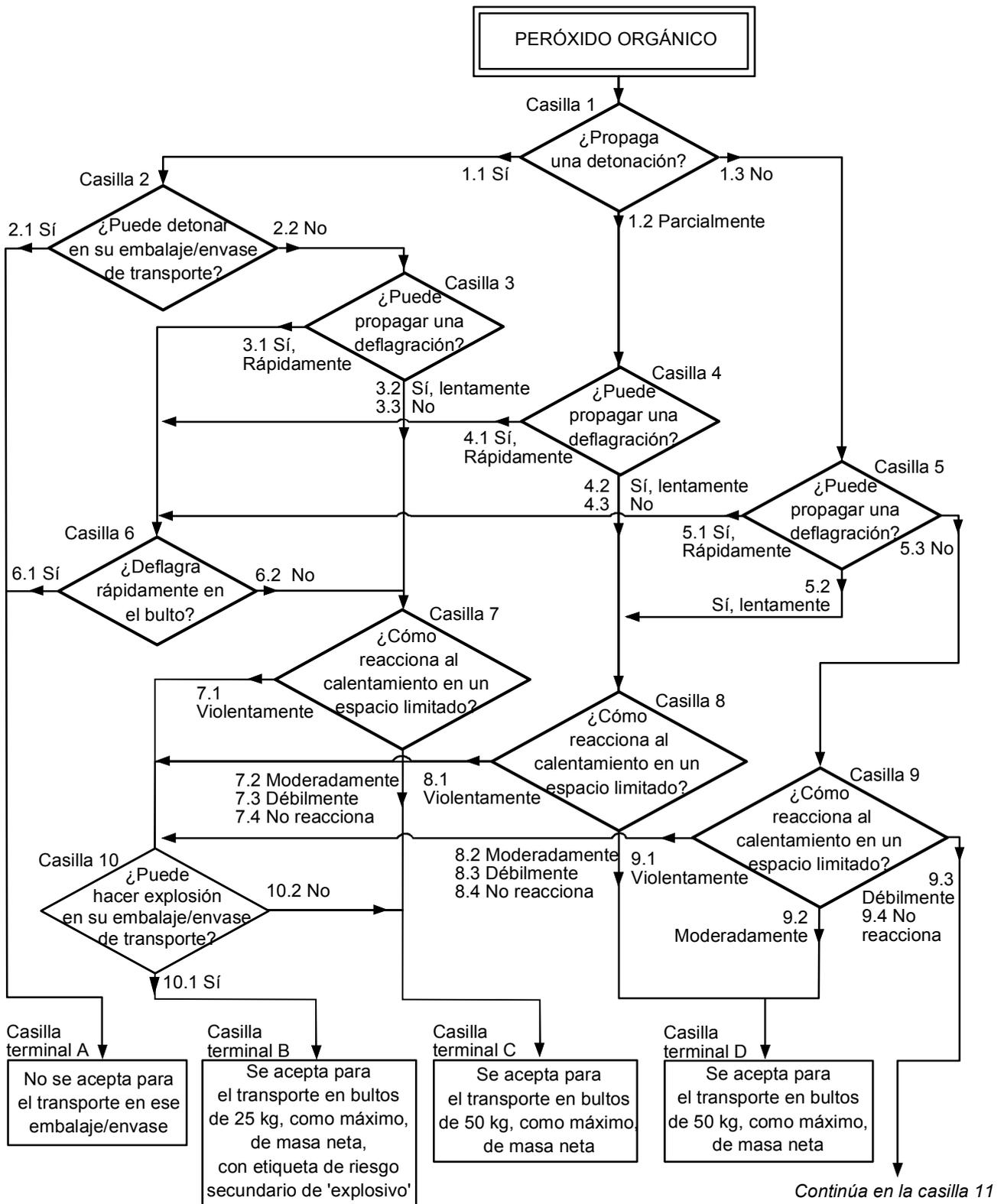
2.5.3.3.1 Se considerará que un preparado de peróxido orgánico tiene características propias de los explosivos si, en los ensayos de laboratorio, puede detonar o experimentar una deflagración rápida o una reacción violenta cuando se calienta en un espacio reducido.

2.5.3.3.2 La clasificación de los preparados de peróxidos orgánicos que no figuran en 2.5.3.2.4 se rige por los principios siguientes:

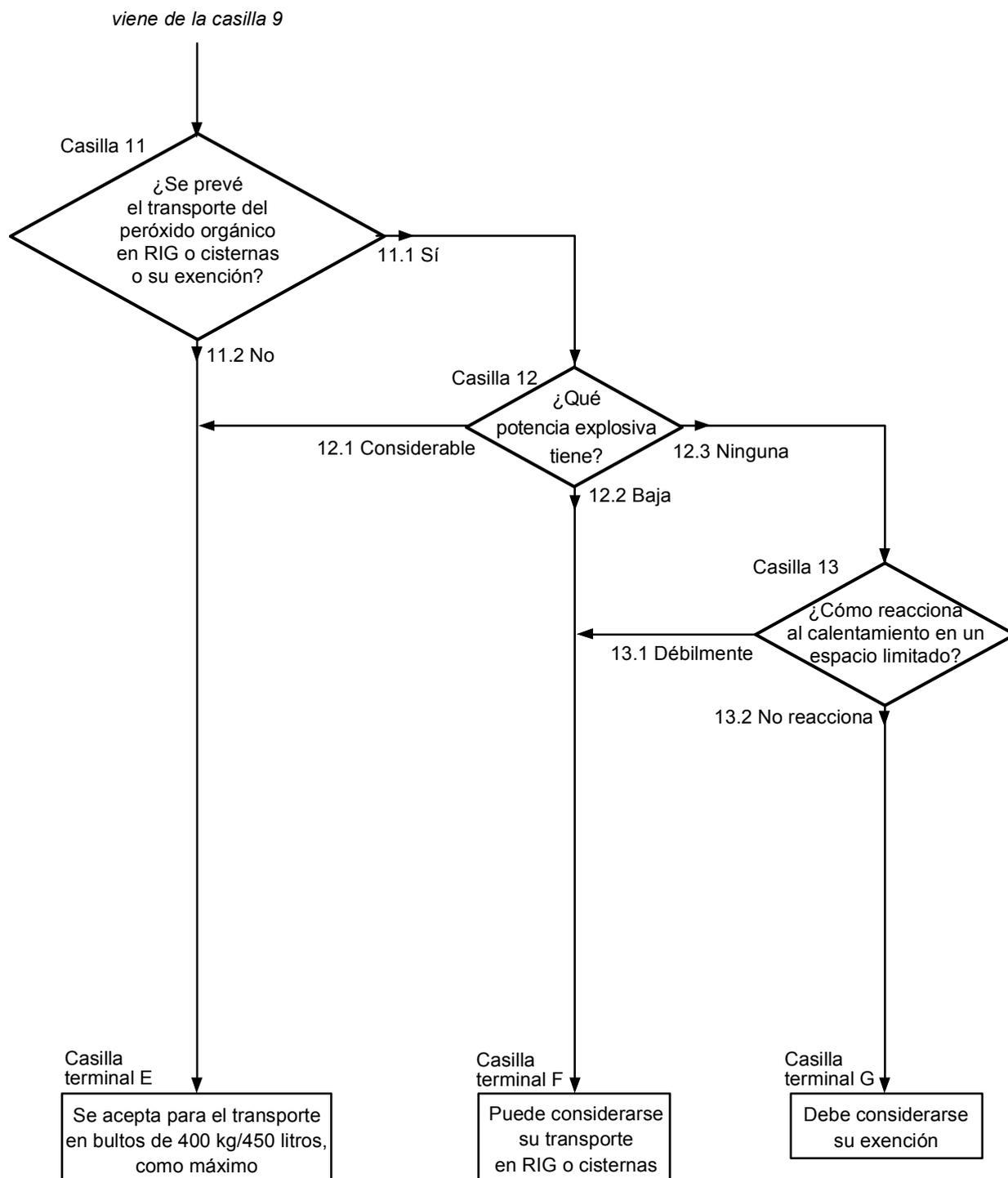
- a) Todo preparado de peróxido orgánico que, pueda detonar o deflagrar rápidamente en su embalaje/envase de transporte será inaceptable a efectos de transporte en dicho embalaje/envase como sustancia de la división 5.2 (y se clasificará como PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO A: casilla terminal A de la figura 2.5.1);

- b) Todo preparado de peróxido orgánico que tenga características propias de los explosivos y que no detone ni deflagre rápidamente en su embalaje/envase de transporte, pero pueda experimentar una explosión térmica en dicho embalaje/envase, deberá llevar una etiqueta de riesgo secundario de "EXPLOSIVO". Tal peróxido orgánico podrá transportarse embalado/envasado en cantidades no superiores a 25 kg, salvo que, para evitar la detonación o la deflagración rápida en el bulto, haya que reducir la cantidad máxima autorizada (y se clasificará como PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO B: casilla terminal B de la figura 2.5.1);
- c) Todo preparado de peróxido orgánico que tenga características propias de los explosivos podrá transportarse sin etiqueta de riesgo secundario de "EXPLOSIVO" si no puede detonar ni experimentar deflagración rápida ni explosión térmica en su embalaje/envase de transporte (50 kg como máximo), (y se clasificará como PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO C: casilla terminal C de la figura 2.5.1);
- d) Todo preparado de peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio:
- i) detone parcialmente, no deflagre rápidamente y no reaccione violentamente al ser calentado en un espacio limitado; o
  - ii) no detone en absoluto, deflagre lentamente y no reaccione violentamente al ser calentado en un espacio limitado; o
  - iii) no detone ni deflagre en absoluto y reaccione moderadamente al ser calentado en un espacio limitado;
- podrá ser aceptado para el transporte en bultos cuya masa neta no exceda de 50 kg (y se clasificará como PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO D: casilla terminal D de la figura 2.5.1);
- e) Todo preparado de peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio no detone ni deflagre en absoluto y reaccione débilmente, o no reaccione, al calentamiento en un espacio limitado podrá ser aceptado para el transporte en bultos que no excedan de 400 kg/450 l (y se clasificará como PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO E: casilla terminal E de la figura 2.5.1);
- f) Todo preparado de peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto, y reaccione débilmente, o no reaccione, al ser calentado en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea baja o nula, podrá preverse el transporte en RIG o en contenedores cisterna (su calificación será la de PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO F: casilla terminal F de la figura 2.5.1). Véanse, además, las disposiciones adicionales del 4.1.7 y del 4.2.1.13;
- g) Todo preparado de peróxido orgánico que en los ensayos de laboratorio no detone en estado de cavitación ni deflagre en absoluto y no reaccione al ser calentado en un espacio limitado, y cuya potencia de explosión sea nula, quedará exento de las disposiciones relativas a la división 5.2, a condición de que sea térmicamente estable (temperatura de descomposición autoacelerada igual o superior a 60 °C en un bulto de 50 kg) y de que, en el caso de los preparados líquidos, se emplee un diluyente del tipo A como medio de insensibilización (y se clasificará como PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO G: casilla terminal G de la figura 2.5.1). Si el preparado no es térmicamente estable, o si se emplea como medio de insensibilización un diluyente que no sea del tipo A, el preparado se clasificará como PERÓXIDO ORGÁNICO DE TIPO F.

**Figura 2.5.1**  
**DIAGRAMA-CUESTIONARIO DE CLASIFICACIÓN DE LOS PERÓXIDOS ORGÁNICOS**



**Figura 2.5.1**  
**DIAGRAMA-CUESTIONARIO DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS PERÓXIDOS ORGÁNICOS**  
**(continuación)**



### 2.5.3.4 Disposiciones relativas a la regulación de la temperatura

2.5.3.4.1 Los siguientes peróxidos orgánicos se someterán a una regulación de la temperatura durante el transporte:

- a) Peróxidos orgánicos de tipo B y C con una TDAA 50 °C;
- b) Peróxidos orgánicos de tipo D que reaccionan moderadamente al calentamiento en un espacio reducido \* con una TDAA 50 °C o que reaccionan débilmente o no reaccionan al calentamiento en un espacio reducido con una TDAA 45 °C; y
- c) Peróxidos orgánicos de los tipos E y F con una TDAA 45 °C.

2.5.3.4.2 En la sección 28 de la parte II del Manual de Pruebas y Criterios, se exponen diversos métodos de ensayo que son apropiados para determinar la TDAA. El ensayo elegido se efectuará en condiciones que sean representativas, por lo que se refiere tanto a las dimensiones como a los materiales, del bulto que haya que transportar.

2.5.3.4.3 Los métodos de ensayo para determinar la inflamabilidad se exponen en la subsección 32.4 de la parte III del Manual de Pruebas y Criterios. Como los peróxidos orgánicos pueden reaccionar con gran intensidad cuando se calientan, se recomienda determinar su punto de inflamación con muestras pequeñas como las que se describen en la norma ISO 3679.

### 2.5.3.5 Insensibilización de los peróxidos orgánicos

2.5.3.5.1 A fin de garantizar la seguridad durante el transporte, los peróxidos orgánicos se insensibilizan, en muchos casos, con líquidos o sólidos orgánicos, sólidos inorgánicos o agua. Cuando se prescriba un determinado porcentaje de una sustancia, tal proporción se entenderá referida a la masa, redondeando la cifra decimal al entero más próximo. En general, el grado de insensibilización deberá ser tal que, en caso de derrame o incendio, no se concentre el peróxido hasta el punto de que entrañe peligro.

2.5.3.5.2 A menos que se determine otra cosa para un preparado determinado de peróxido orgánico, los diluyentes que se utilicen para la insensibilización responden a las definiciones siguientes:

- a) Diluyentes del tipo A: líquidos orgánicos compatibles con el peróxido orgánico y cuyo punto de ebullición no es inferior a 150 °C. Los diluyentes del tipo A pueden utilizarse para la insensibilización de cualquier tipo de peróxidos orgánicos.
- b) Diluyentes del tipo B: líquidos orgánicos compatibles con el peróxido orgánico y cuyo punto de ebullición es inferior a 150 °C pero no inferior a 60 °C, y cuyo punto de inflamación no es inferior a 5 °C. Los diluyentes del tipo B pueden emplearse para la insensibilización de todos los peróxidos orgánicos siempre que su punto de ebullición sea por lo menos 60 °C más elevado que la TDAA en un bulto de 50 kg.

sólo pueden utilizarse para insensibilizar todos los peróxidos orgánicos siempre que su punto de ebullición sea por lo menos 60 °C más elevado que la TDAA en un bulto de 50 kg.

2.5.3.5.3 Podrán agregarse a los preparados de peróxidos orgánicos que figuran en 2.5.3.2.4 diluyentes que no sean del tipo A ni del tipo B, a condición de que sean compatibles. Sin embargo, la sustitución, total o parcial, de un diluyente del tipo A o del tipo B por otro de propiedades diferentes hará necesario recalificar el preparado según el procedimiento normal de aceptación relativo a la división 5.2.

---

\* Según se determine mediante la serie de pruebas E prescritas en la parte II del Manual de Pruebas y Criterios.

2.5.3.5.4 El agua podrá utilizarse para insensibilizar únicamente los peróxidos orgánicos respecto de los cuales en 2.5.3.2.4 o en el certificado de aprobación previsto en 2.5.3.2.5 se indica que se les ha agregado agua o que están en dispersión estable en agua.

2.5.3.5.5 Para la insensibilización de peróxidos orgánicos podrán utilizarse sólidos orgánicos e inorgánicos, a condición de que sean compatibles con aquéllos.

2.5.3.5.6 Son compatibles los líquidos y sólidos que no influyen negativamente en la estabilidad térmica y el tipo de riesgo del preparado de peróxido orgánico.



## CAPÍTULO 2.6

### CLASE 6 - SUSTANCIAS TÓXICAS Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS

#### Notas de introducción

**NOTA 1:** Se considerará la posibilidad de clasificar en la clase 9 los microorganismos y organismos genéticamente modificados que no respondan a la definición de las sustancias infecciosas, y la de asignarles el N.º ONU 3245.

**NOTA 2:** Se considerará la posibilidad de clasificar en la división 6.1 las toxinas de origen vegetal, animal o bacteriano que no contengan ninguna sustancia infecciosa o las que estén contenidas en sustancias que no sean infecciosas, y de asignarles el N.º ONU 3172.

#### 2.6.1 Definiciones

La clase 6 se subdivide en:

a) División 6.1 *Sustancias tóxicas*

Sustancias que pueden causar la muerte o lesiones graves o pueden producir efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingieren o inhalan o si entran en contacto con la piel.

b) División 6.2 *Sustancias infecciosas*

Sustancias respecto de las cuales se sabe o se cree fundadamente que contienen agentes patógenos. Los agentes patógenos se definen como microorganismos (tales como las bacterias, virus, rickettsias, parásitos y hongos) o microorganismos recombinados (híbridos o mutantes), respecto de los cuales se sabe o se cree fundadamente que causan enfermedades infecciosas en los animales o en los seres humanos.

#### 2.6.2 División 6.1 Sustancias tóxicas

##### 2.6.2.1 Definiciones

A los efectos de la presente Reglamentación:

2.6.2.1.1 *Dosis letal 50 (DL<sub>50</sub>) para la toxicidad aguda por ingestión* es la dosis de la sustancia que, administrada por vía oral a un grupo de ratas albinas adultas jóvenes, machos y hembras, causa con la máxima probabilidad, la muerte de la mitad de los animales del grupo en el plazo de 14 días. El número de animales sometidos a la prueba será suficiente para que los resultados sean estadísticamente significativos y conformes con la buena práctica farmacológica. Los resultados se expresan en miligramos por kilogramo de masa corporal.

2.6.2.1.2 *Dosis letal 50 (DL<sub>50</sub>) para la toxicidad aguda por absorción cutánea* es la dosis de la sustancia que, administrada durante 24 horas por contacto continuo con la piel desnuda de un grupo de conejos albinos causa, con la máxima probabilidad, la muerte de la mitad de los animales del grupo en el plazo de 14 días. El número de animales sometidos al ensayo será suficiente para que los resultados sean estadísticamente significativos y conformes con la buena práctica farmacológica. Los resultados se expresan en miligramos por kilogramo de masa corporal.

2.6.2.1.3 *Concentración letal 50 (CL<sub>50</sub>) para la toxicidad aguda por inhalación* es la concentración del vapor, niebla o polvo que, administrada por inhalación continua durante una hora a un grupo de ratas albinas adultas jóvenes, machos y hembras, causa, con la máxima probabilidad, la muerte de la mitad de los animales del grupo en el plazo de 14 días. Se someterá a ensayo una sustancia sólida si cabe pensar que el 10%, por lo menos, de su masa total está formado por polvo susceptible de inhalación, por ejemplo si el diámetro aerodinámico máximo de las partículas de esta fracción es inferior o igual a 10 micrones. Una sustancia líquida se someterá a ensayo si cabe la posibilidad de que se forme una niebla a consecuencia de una fuga en el recinto estanco utilizado para el transporte. Tanto en el caso de las sustancias sólidas como en el de las sustancias líquidas, más del 90%, en masa, de la muestra preparada para el ensayo de toxicidad estará formada por partículas que puedan inhalarse en el sentido definido. Los resultados se expresan en miligramos por litro de aire, en el caso del polvo y las nieblas, o en mililitros por metro cúbico de aire (partes por millón), en el de los vapores.

#### **2.6.2.2 *Asignación de grupos de embalaje/envasado***

2.6.2.2.1 Las sustancias de la división 6.1, incluidos los plaguicidas, se clasifican en uno de los tres grupos de embalaje/envasado según el riesgo que por su toxicidad presenten durante el transporte:

- a) *Grupo de embalaje/envasado I:* Sustancias y preparados que presentan un riesgo de toxicidad elevado;
- b) *Grupo de embalaje/envasado II:* Sustancias y preparados que presentan un riesgo de toxicidad medio;
- c) *Grupo de embalaje/envasado III:* Sustancias y preparados que presentan un riesgo de toxicidad bajo.

2.6.2.2.2 Al proceder a esa clasificación, se tendrán en cuenta los efectos observados en el ser humano en los casos de intoxicación accidental y las propiedades específicas de cada sustancia, tales como el estado líquido, su alta volatilidad, toda probabilidad especial de penetración y los efectos biológicos especiales.

2.6.2.2.3 Cuando no se tenga información acerca de los efectos sobre seres humanos, la clasificación se basará en los datos obtenidos en experimentos con animales. Se examinarán tres posibles modos de exposición a las sustancias, a saber:

- a) Ingestión oral;
- b) Absorción cutánea; e
- c) Inhalación de polvos, nieblas o vapores.

2.6.2.2.3.1 En 2.6.2.1 se describen los ensayos apropiados con animales para cada uno de los modos de exposición. Las sustancias cuya toxicidad difiera según el modo de exposición se clasificarán según su toxicidad máxima.

2.6.2.2.4 En los párrafos que siguen se exponen los criterios para clasificar una sustancia en función de la toxicidad que presenta en los tres modos de exposición arriba indicados.

2.6.2.2.4.1 En el cuadro que figura a continuación se indican los criterios de clasificación en función de la toxicidad por ingestión, por absorción cutánea y por inhalación de polvos o nieblas.

**CRITERIOS PARA DETERMINAR EL GRUPO DE EMBALAJE/ENVASADO EN FUNCIÓN DE LA TOXICIDAD POR INGESTIÓN, POR ABSORCIÓN CUTÁNEA Y POR INHALACIÓN DE POLVOS O NIEBLAS**

Grupo de embalaje/envasado	Toxicidad por ingestión DL <sub>50</sub> (mg/kg)	Toxicidad por absorción cutánea DL <sub>50</sub> (mg/kg)	Toxicidad por inhalación de polvos o nieblas CL <sub>50</sub> (mg/l)
I	≤ 5	≤ 40	≤ 0,5
II	> 5-50	> 40-200	> 0,5-2
III <sup>a</sup>	Sólidos: > 50-200 Líquidos: > 50-500	> 200-1000	> 2-10

<sup>a</sup> *Los gases lacrimógenos se incluirán en el grupo de embalaje/envasado II aunque los datos relativos a su toxicidad correspondan a los valores del grupo embalaje/envasado III.*

**NOTA:** *Las sustancias que respondan a los criterios establecidos para la clase 8 y tengan una toxicidad por inhalación de polvos o nieblas (CL<sub>50</sub>) que requiera su adscripción al grupo de embalaje/envasado I sólo se aceptarán para asignación a la división 6.1 si su nivel de toxicidad por ingestión o por absorción cutánea está, por lo menos, dentro de la escala de valores de los grupos de embalaje/envasado I o II. De no ser así, se asignarán a la clase 8 cuando resulte apropiado (véase la nota 1 del capítulo 2.8).*

2.6.2.2.4.2 Los criterios relativos a la toxicidad por inhalación de polvos y nieblas que figuran en 2.6.2.2.4.1 se basan en datos sobre la CL<sub>50</sub> para exposiciones de 1 hora. Se utilizará esa información cuando se disponga de ella. En cambio, cuando sólo se disponga de datos sobre la CL<sub>50</sub> para exposiciones de 4 horas a los polvos o las nieblas, podrán multiplicarse por 4 las cifras pertinentes y se utilizará el producto así obtenido, es decir que la CL<sub>50</sub> (4 horas) x 4, equivale a la CL<sub>50</sub> (1 hora).

2.6.2.2.4.3 Los líquidos que desprenden vapores tóxicos se asignarán a los siguientes grupos de embalaje/envasado ("V" representa la concentración del vapor en condiciones de saturación, en ml/m<sup>3</sup> de aire, a 20 °C, y en condiciones normales de presión atmosférica):

- Grupo de embalaje/envasado I: Si  $V \geq 10 \text{ CL}_{50}$  y  $V \leq 1.000 \text{ ml/m}^3$ ;
- Grupo de embalaje/envasado II: Si  $V \geq \text{CL}_{50}$  y  $\text{CL}_{50} \leq 3.000 \text{ ml/m}^3$ , y no se cumplen los criterios correspondientes al grupo I;
- Grupo de embalaje/envasado III\*: Si  $V \geq 1/5 \text{ CL}_{50}$  y  $\text{CL}_{50} \leq 5.000 \text{ ml/m}^3$ , y no se cumplen los criterios correspondientes a los grupos I o II.

2.6.2.2.4.4 Para facilitar la clasificación, los criterios indicados en 2.6.2.2.4.3 se presentan en forma de gráfico en la figura 2.6.1. Sin embargo, a causa de las aproximaciones inherentes al uso de gráficos, los datos correspondientes a las sustancias que se hallan en los límites o cerca de los límites entre los distintos grupos de embalaje/envasado se verificarán utilizando criterios numéricos.

2.6.2.2.4.5 Los criterios relativos a la toxicidad por inhalación de vapores que figuran en 2.6.2.2.4.3 se basan en datos sobre la CL<sub>50</sub> para exposiciones de 1 hora. Se utilizará esa información cuando se dispongan de ella. En cambio, cuando sólo se disponga de datos sobre la CL<sub>50</sub> para exposiciones de 4 horas a los vapores, se podrán multiplicar por 2 las cifras pertinentes y se utilizará el producto así obtenido, es decir que la CL<sub>50</sub> (4 horas) x 2, equivale a la CL<sub>50</sub> (1 hora).

2.6.2.2.4.6 Las mezclas de líquidos que sean venenosos (tóxicos) por inhalación se adscribirán a los grupos de embalaje/envasado conforme a lo previsto en 2.6.2.2.4.7 o 2.6.2.2.4.8.

\* *Los gases lacrimógenos se incluyen en el grupo II aunque los datos relativos a su toxicidad correspondan a los valores del grupo III.*

2.6.2.2.4.7 Si se dispone de los datos sobre la  $CL_{50}$  para cada una de las sustancias venenosas (tóxicas) que constituyen una mezcla, el grupo de embalaje/envasado podrá determinarse del modo siguiente:

- a) Calcúlese la  $CL_{50}$  de la mezcla mediante la fórmula:

$$CL_{50}(\text{mezcla}) = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{f_i}{CL_{50i}} \right)}$$

siendo  $f_i$  = fracción molar de la  $i$ ésima sustancia componente del líquido;  
 $CL_{50i}$  = concentración letal media de la  $i$ ésima sustancia componente, en  $ml/m^3$ ;

- b) Calcúlese la volatilidad de cada sustancia componente mediante la fórmula:

$$V_i = \left( \frac{P_i \times 10^6}{101,3} \right) ml/m^3$$

siendo  $P_i$  = presión parcial de la  $i$ ésima sustancia componente, en kPa, a 20 °C y a la presión de una atmósfera;

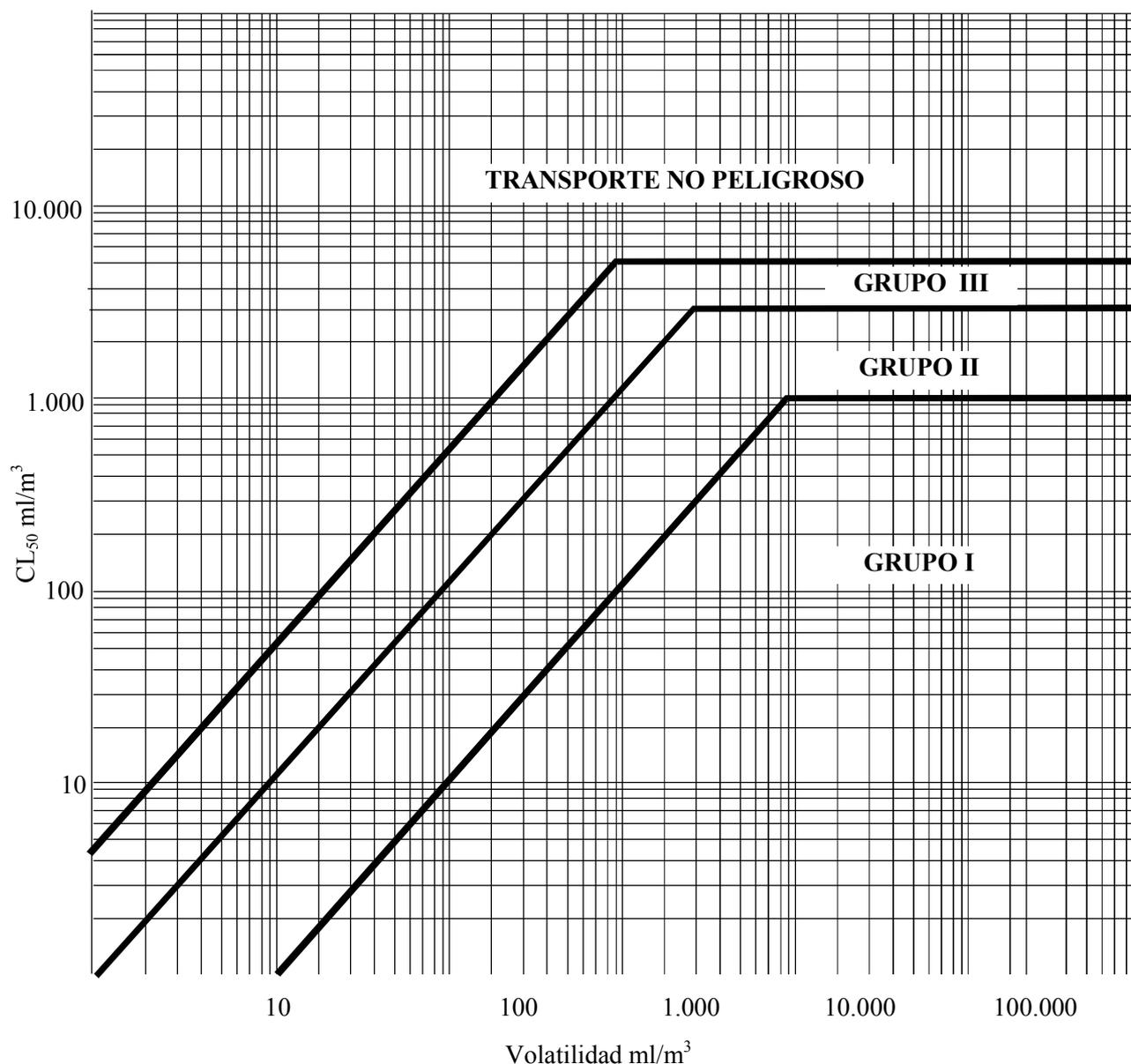
- c) Calcúlese la razón entre la volatilidad y la  $CL_{50}$  mediante la fórmula:

$$R = \sum_{i=1}^n \left( \frac{V_i}{CL_{50i}} \right)$$

- d) Empleando los valores calculados de la  $CL_{50}$  (mezcla) y de R se determina el grupo de embalaje/envasado de la mezcla:

- i) *Grupo de embalaje/envasado I:*  $R \geq 10$  y  $CL_{50}(\text{mezcla}) \leq 1.000 \text{ ml/m}^3$ ;
- ii) *Grupo de embalaje/envasado II:*  $R \geq 1$  y  $CL_{50}(\text{mezcla}) \leq 3.000 \text{ ml/m}^3$ , y no se cumplen los criterios correspondientes al grupo de embalaje/envasado I;
- iii) *Grupo de embalaje/envasado III:*  $R \geq 1/5$  y  $CL_{50}(\text{mezcla}) \leq 5.000 \text{ ml/m}^3$ , y no se cumplen los criterios correspondientes a los grupos de embalaje/envasado I o II.

**Figura 2.6.1: TOXICIDAD POR INHALACIÓN: LÍMITES ENTRE LOS GRUPOS DE EMBALAJE/ENVASADO**



2.6.2.2.4.8 Si no se dispone de los datos sobre la  $CL_{50}$  de las sustancias componentes venenosas (tóxicas), podrá adscribirse la mezcla a un grupo de embalaje/ensado en función del umbral de toxicidad que se observe en los ensayos simplificados que se describen a continuación. Cuando se recurra a este tipo de ensayos, se determinará el grupo de embalaje/ensado más restrictivo, que se adoptará para el transporte de la mezcla.

- a) Se adscribirá al grupo de embalaje/ensado I toda mezcla que satisfaga los dos criterios siguientes:
  - i) se vaporiza y diluye en aire una muestra de la mezcla líquida para crear una atmósfera de ensayo de 1000 ml de mezcla vaporizada por  $m^3$  de aire. Se exponen a esa atmósfera diez ratas albinas (5 machos y 5 hembras) por espacio de una hora, y se mantienen en observación durante catorce días. Si mueren 5 o más de los animales durante el período de observación de catorce días, se supone que la mezcla tiene una  $CL_{50}$  igual o inferior a 1000  $ml/m^3$ ;

- ii) se diluye una muestra del vapor en equilibrio con la mezcla líquida, a 20 °C, en 9 volúmenes iguales de aire, para formar una atmósfera de ensayo. Se exponen a esta atmósfera diez ratas albinas (5 machos y 5 hembras) por espacio de una hora, y se mantienen en observación durante catorce días. Si mueren 5 o más de los animales durante el período de observación de catorce días, se supone que la mezcla tiene una volatilidad igual o superior a 10 veces su propia CL<sub>50</sub>;
- b) Se adscribirá al grupo de embalaje/envasado II toda mezcla que satisfaga los dos criterios siguientes y no satisfaga los correspondientes al grupo de embalaje/envasado I:
  - i) se vaporiza y diluye en aire una muestra de la mezcla líquida para crear una atmósfera de ensayo de 3000 ml de mezcla vaporizada por m<sup>3</sup> de aire. Se exponen a esa atmósfera diez ratas albinas (5 machos y 5 hembras) por espacio de una hora y se mantienen en observación durante catorce días. Si mueren 5 o más de los animales durante el período de observación de catorce días, se supone que la mezcla tiene una CL<sub>50</sub> igual o inferior a 3000 ml/m<sup>3</sup>;
  - ii) se diluye una muestra en equilibrio con la mezcla líquida, a 20 °C, para formar una atmósfera de ensayo. Se exponen a esa atmósfera diez ratas albinas (5 machos y 5 hembras) por espacio de una hora y se mantienen en observación durante catorce días. Si mueren 5 o más de los animales durante el período de observación de catorce días, se supone que la mezcla tiene una volatilidad igual o superior a su propia CL<sub>50</sub>;
- c) Se adscribirá al grupo de embalaje/envasado III toda mezcla que satisfaga los dos criterios siguientes y no satisfaga los correspondientes a los grupos de embalaje/envasado I ni II:
  - i) se vaporiza y diluye en aire una muestra de la mezcla líquida para crear una atmósfera de ensayo de 5000 ml de mezcla vaporizada por m<sup>3</sup> de aire. Se exponen a esa atmósfera diez ratas albinas (5 machos y 5 hembras) por espacio de una hora y se mantienen en observación durante catorce días. Si mueren 5 ó más de los animales durante el período de observación de catorce días, se supone que la mezcla tiene una CL<sub>50</sub> igual o inferior a 5000 ml/m<sup>3</sup>;
  - ii) se mide la presión de vapor de la mezcla líquida, y si la concentración de vapor resulta igual o superior a 1000 ml/m<sup>3</sup>, se supone que la mezcla tiene una volatilidad igual o superior a 1/5 de su propia CL<sub>50</sub>.

### **2.6.2.3 Métodos para determinar la toxicidad de las mezclas por ingestión y por absorción cutánea**

2.6.2.3.1 Para clasificar las mezclas de la división 6.1. y asignarlas al grupo de embalaje/envasado adecuado con arreglo a los criterios de toxicidad por ingestión y absorción cutánea del 2.6.2.2, es necesario calcular la DL<sub>50</sub> aguda de la mezcla.

2.6.2.3.2 Si la mezcla sólo contiene una sustancia activa cuya DL<sub>50</sub> es conocida y no se dispone de datos fiables sobre la toxicidad aguda por ingestión y absorción cutánea de la mezcla que debe transportarse, puede obtenerse la DL<sub>50</sub> por ingestión o absorción cutánea aplicando el método siguiente:

$$DL_{50} \text{ del preparado} = \frac{DL_{50} \text{ de la sustancia activa} \times 100}{\text{porcentaje de la sustancia activa, en masa}}$$

2.6.2.3.3 Si una mezcla contiene más de una sustancia activa puede recurrirse a tres métodos para calcular su DL<sub>50</sub> por ingestión o por absorción cutánea. El método recomendado consiste en obtener datos fiables sobre la toxicidad aguda por ingestión y por absorción cutánea de la mezcla que deba efectivamente transportarse. Si no se dispone de datos precisos fiables, se recurrirá a uno de los métodos siguientes:

- a) Clasificar el preparado en función del constituyente más peligroso de la mezcla pertinente como si estuviera presente en la misma concentración que la concentración total de todos los constituyentes activos;
- b) Aplicar la fórmula:

$$\frac{C_A}{T_A} + \frac{C_B}{T_B} + \frac{C_Z}{T_Z} = \frac{100}{T_M}$$

siendo: C = concentración porcentual del constituyente A, B, ... Z de la mezcla;  
T = DL<sub>50</sub> por ingestión del constituyente A, B, ... Z;  
T<sub>M</sub> = DL<sub>50</sub> por ingestión de la mezcla.

**NOTA:** Esta fórmula puede servir también para averiguar la toxicidad por absorción cutánea, si existe la correspondiente información sobre todos los constituyentes. La utilización de esta fórmula no tiene en cuenta posibles fenómenos de potencialización o protección.

#### 2.6.2.4 Clasificación de los plaguicidas

2.6.2.4.1 Todas los principios activos de los plaguicidas y sus preparados cuya CL<sub>50</sub> y/o DL<sub>50</sub> se conozcan y que pertenezcan a la división 6.1 se adscribirán a los grupos de embalaje/envasado que les correspondan de conformidad con los criterios del 2.6.2.2. Las sustancias y preparados que presenten riesgos secundarios se clasificarán de conformidad con el cuadro del orden de preponderancia de las características de riesgo que figura en el capítulo 2.0 y se les asignarán los grupos de embalaje/envasado correspondientes.

2.6.2.4.2 Si no se conoce la DL<sub>50</sub> por ingestión o por absorción cutánea de un preparado de plaguicidas, pero se conoce la DL<sub>50</sub> de su principio o principios activos, puede obtenerse la DL<sub>50</sub> del preparado aplicando el método del 2.6.2.3.

**NOTA:** Los datos de toxicidad para la DL<sub>50</sub> de varios plaguicidas comunes pueden obtenerse de la última edición del documento "The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification", disponible en el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, Organización Mundial de la Salud (OMS), 1211 Ginebra 27, Suiza. Si bien ese documento puede utilizarse como fuente de datos sobre la DL<sub>50</sub> de los plaguicidas, su sistema de clasificación no se utilizará a los efectos de la clasificación de los plaguicidas para el transporte o de su asignación a grupos de embalaje/envasado que se harán de conformidad con la presente Reglamentación Modelo.

2.6.2.4.3 La designación oficial utilizada para el transporte del plaguicida se elegirá en función del principio activo, del estado físico del plaguicida y de los riesgos secundarios que éste pueda presentar.

### 2.6.3 División 6.2 Sustancias infecciosas

#### 2.6.3.1 Definiciones

A los efectos de la presente Reglamentación:

2.6.3.1.1 *Sustancias infecciosas* son sustancias respecto de las cuales se sabe o se cree fundadamente que contienen agentes patógenos. Los agentes patógenos son microorganismos (tales como bacterias, virus,

rickettsias, parásitos y hongos) o microorganismos recombinados (híbridos o mutantes), respecto de los cuales se sabe o se cree fundadamente que causan enfermedades infecciosas en los animales o en los seres humanos.

**NOTA 1:** *Las sustancias infecciosas no estarán sujetas a las prescripciones de esta división si no es probable que causen enfermedad en el ser humano o en el animal.*

**NOTA 2:** *Las sustancias infecciosas estarán sujetas a las prescripciones de esta división si pueden propagar una enfermedad cuando existe exposición a ellas.*

2.6.3.1.2 *Productos biológicos* son los productos derivados de organismos vivos, fabricados y distribuidos de conformidad con lo dispuesto por las autoridades gubernamentales nacionales, las cuales pueden imponer condiciones especiales de licencia destinadas a la prevención, el tratamiento o el diagnóstico de enfermedades del ser humano o de los animales o con fines de elaboración, experimentación o investigación relacionados con ellos. Pueden incluir, sin estar necesariamente limitados a ellos, productos acabados o no acabados, como vacunas y productos de diagnóstico.

A los efectos de la presente Reglamentación, los productos biológicos se dividen en los tres grupos siguientes:

- a) Los que contienen agentes patógenos del grupo de riesgo 1; aquellos que contienen agentes patógenos en condiciones tales que su capacidad para causar enfermedades es muy baja o inexistente, y aquellos de los que se sabe que no contienen agentes patógenos. Las sustancias de este grupo no se consideran sustancias infecciosas a los efectos de la presente Reglamentación;
- b) Los manufacturados y embalados/envasados de conformidad con los requisitos de las autoridades sanitarias nacionales y transportados para su embalaje/envasado o distribución finales y su utilización por profesionales de la medicina o particulares para asistencia sanitaria personal. Las sustancias de este grupo no están sujetas a la reglamentación aplicable a la división 6.2;
- c) Aquellos de los que se sabe o se estima probable que contengan agentes patógenos de los grupos de riesgo 2, 3 o 4 (véase 2.6.3.2) y que no cumplan los criterios del 2.6.3.1.2 b) . Las sustancias de este grupo se clasificarán en la división 6.2 con los N° ONU 2814 u ONU 2900, según el caso.

**NOTA:** *Es posible que algunos productos biológicos cuya comercialización está autorizada entrañen un riesgo biológico únicamente en determinadas partes del mundo. En tal caso las autoridades competentes pueden exigir que estos productos biológicos satisfagan las disposiciones aplicables a las sustancias infecciosas o pueden imponer otras restricciones.*

2.6.3.1.3 Por "*muestras para diagnóstico*" se entiende toda materia de origen humano o animal como, entre otras cosas, las excreciones, las secreciones, la sangre y sus componentes, los tejidos y los líquidos tisulares, transportados con fines de diagnóstico o de investigación. No se incluyen en esta definición los animales vivos infectados.

A las muestras para diagnóstico se les asignará el N° ONU 3373 a menos que el paciente o el animal del que se ha extraído la muestra padezca o pueda padecer alguna enfermedad humana o animal grave que sea fácilmente transmisible de un individuo a otro, directa o indirectamente, y para la cual no se disponga habitualmente de tratamiento eficaz o medidas preventivas; a esos casos se les asignará el N° ONU 2814 o el N° ONU 2900.

**NOTA 1:** *La sangre que haya sido recogida con fines de transfusión sanguínea o para la preparación de productos sanguíneos, y los productos sanguíneos y cualquier otro tejido u órgano destinado a ser utilizado en trasplantes no están sujetos a esta Reglamentación.*

**NOTA 2:** La asignación del N° ONU 2814 o del N° ONU 2900 se basará en el historial clínico conocido del paciente o el animal, las condiciones endémicas locales, los síntomas del paciente o el animal, o el criterio profesional basado en las circunstancias concretas que rodean al paciente o al animal.

2.6.3.1.4 *Microorganismos y organismos modificados genéticamente* son los microorganismos y organismos en los que mediante la ingeniería genética se ha alterado deliberadamente el material genético de un modo que no se produce naturalmente. Las categorías en las que se dividen son las siguientes:

- a) Microorganismos modificados genéticamente que responden a la definición precedente de sustancias infecciosas, que se clasificarán en la división 6.2 y se asignarán al N° ONU 2814 o al N° ONU 2900;
- b) Organismos modificados genéticamente respecto de los cuales se sabe o se sospecha que son peligrosos para el ser humano, para los animales o para el medio ambiente, que se transportarán en las condiciones especificadas por las autoridades competentes;
- c) Animales portadores de microorganismos modificados genéticamente o contaminados con ellos y organismos que responden a la definición de sustancias infecciosas, que se transportarán en las condiciones especificadas por las autoridades competentes;
- d) Microorganismos modificados genéticamente que no responden a la definición de sustancias infecciosas, pero que pueden provocar en animales, plantas o sustancias microbiológicas alteraciones que no son normalmente resultado de la natural reproducción natural; se clasificarán en la clase 9 y se asignarán al N° ONU 3245, salvo en los casos en que los gobiernos de los países de origen, de tránsito y de destino hayan autorizado incondicionalmente su utilización.

2.6.3.1.5 Los *desechos (transportados con el N° ONU 3291)* son desechos derivados del tratamiento médico de animales o de seres humanos, o bien de la investigación biológica, que presentan una probabilidad relativamente baja de que contengan sustancias infecciosas. Las sustancias infecciosas de desecho que se puedan identificar se asignarán al N° ONU 2814 o al N° ONU 2900. Los desechos descontaminados que hayan contenido sustancias infecciosas se consideran como no peligrosos, salvo que satisfagan los criterios establecidos para alguna otra clase.

### **2.6.3.2 Clasificación de las sustancias infecciosas y asignación a grupos de riesgo**

2.6.3.2.1 Las *sustancias infecciosas* se clasificarán en la división 6.2 y se asignarán al N° ONU 2814 ó 2900, según corresponda, en función de su adscripción a uno de los tres grupos de riesgo, sobre la base de los criterios definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y publicados en el "*Manual de Bioseguridad en el Laboratorio*" (Segunda edición, 1993) de la OMS. Un grupo de riesgo se distingue por el carácter patógeno del organismo, el modo y la facilidad relativa de transmisión, la importancia del riesgo que entraña tanto para el individuo como para la colectividad y la posibilidad de curar la enfermedad mediante agentes preventivos y tratamientos eficaces disponibles.

2.6.3.2.2 Los criterios aplicables a cada grupo de riesgo en función de la importancia del mismo son los siguientes:

- a) Grupo de riesgo 4: Agente patógeno que causa generalmente una enfermedad grave para el hombre o para los animales y que se transmite fácilmente de un individuo a otro, de modo directo o indirecto, y contra el cual no se dispone ni de tratamiento ni de profilaxia eficaces (es decir que presenta un riesgo elevado para el individuo y la colectividad);

- b) Grupo de riesgo 3: Agente patógeno que causa generalmente una enfermedad grave en el ser humano o en los animales, pero que, en principio, no se transmite de un individuo contaminado a otro, y contra el cual se dispone de un tratamiento o de una profilaxia eficaces (es decir que el riesgo es grande para el individuo y reducido para la colectividad);
- c) Grupo de riesgo 2: Agente patógeno que puede causar una enfermedad al ser humano o a los animales, pero que, en principio, no constituye un peligro grave y contra el cual, aunque pueda provocar una infección grave por exposición, existen medidas eficaces de tratamiento y profilaxia con lo que el riesgo de propagación de la infección es limitado (es decir, que entraña un riesgo moderado para el individuo y escaso para la colectividad).

**NOTA:** *El grupo de riesgo 1 comprende los microorganismos que no presentan probabilidades de causar enfermedades a los seres humanos o a los animales (es decir, los microorganismos que sólo entrañan un peligro muy reducido o nulo para el individuo o la colectividad). Las sustancias que sólo contienen estos microorganismos no se consideran infecciosas a los fines de la presente Reglamentación.*

### **2.6.3.3            *Productos biológicos***

2.6.3.3.1            Los productos biológicos de los que se sabe que contienen, o se cree que pueden contener, sustancias infecciosas, cumplirán las prescripciones aplicables a las sustancias infecciosas. Los productos biológicos del 2.6.3.1.2 a) y b) no están sujetos a los requisitos aplicables a la división 6.2.

## CAPÍTULO 2.7

### CLASE 7 - MATERIALES RADIATIVOS

#### 2.7.1 Definición de la clase 7

2.7.1.1 Por *material radiactivo* se entenderá todo material que contenga radionucleidos en los cuales tanto la concentración de actividad como la actividad total de la remesa excedan los valores especificados en 2.7.7.2.1 a 2.7.7.2.6.

2.7.1.2 A efectos de la presente Reglamentación, no se incluirán en la clase 7 los siguientes materiales radiactivos:

- a) Materiales radiactivos que sean parte integrante del medio de transporte;
- b) Materiales radiactivos desplazados dentro de un establecimiento que esté sujeto a reglamentos apropiados de seguridad vigentes en el establecimiento y cuyo desplazamiento no suponga utilización de vías o ferrocarriles públicos;
- c) Materiales radiactivos implantados o incorporados en seres humanos o animales vivos con fines de diagnóstico o tratamiento;
- d) Materiales radiactivos en productos de consumo que hayan recibido aprobación reglamentaria, después de su venta al usuario final;
- e) Materiales naturales y minerales con radionucleidos contenidos naturalmente en ellos que no vayan a ser tratados para utilizar dichos radionucleidos, siempre que la concentración de actividad de los materiales no sea 10 veces mayor que los valores especificados en 2.7.7.2.

#### 2.7.2 Definiciones

$A_1$  y  $A_2$

Por  $A_1$  se entenderá el valor de la actividad de los materiales radiactivos en forma especial que figuran en el cuadro 2.7.7.2.1 o que se han deducido en 2.7.7.2, y que se utilizan para determinar los límites de actividad para los requisitos de la presente Reglamentación.

Por  $A_2$  se entenderá el valor de la actividad de los materiales radiactivos que no sean materiales radiactivos en forma especial que figuran en el cuadro 2.7.7.2.1 o que se han deducido según 2.7.7.2, y que se utilizan para determinar los límites de actividad para los requisitos de la presente Reglamentación.

Por *actividad específica* de un radionucleido se entenderá la actividad por unidad de masa de ese nucleido. Por actividad específica de un material se entenderá la actividad por unidad de masa o volumen de un material en el que los radionucleidos estén distribuidos de una forma esencialmente uniforme.

*Aprobación*

Por *aprobación multilateral* se entenderá la aprobación concedida por la autoridad competente pertinente tanto del país de origen del diseño o de la expedición como de cada uno de los países a través de los cuales o al cual se haya de transportar la remesa. La expresión "a través de los cuales o al cual" excluye específicamente el sentido de "sobre" o

"por encima de", lo cual quiere decir que los requisitos relativos a aprobaciones y notificaciones no serán de aplicación en el caso de un país por encima del cual se transporte materiales radiactivos en aeronaves, siempre que no se haya previsto una parada de las mismas en ese país.

Por *aprobación unilateral* se entenderá la aprobación de un diseño que es preceptivo que conceda la autoridad competente del país de origen del diseño exclusivamente.

Por *bulto en el caso de materiales radiactivos* se entenderá el embalaje con su contenido radiactivo tal como se presenta para el transporte. Los tipos de bultos a los que se aplica la presente Reglamentación, sujetos a los límites de actividad y restricciones en cuanto a materiales que figuran en 2.7.7, y que satisfacen los requisitos correspondientes, son:

- a) Bulto exceptuado;
- b) Bulto industrial del Tipo 1 (Tipo BI-1);
- c) Bulto industrial del Tipo 2 (Tipo BI-2);
- d) Bulto industrial del Tipo 3 (Tipo BI-3);
- e) Bulto del Tipo A;
- f) Bulto del Tipo B(U);
- g) Bulto del Tipo B(M);
- h) Bulto del Tipo C.

Los bultos que contienen sustancias fisionables o hexafluoruro de uranio están sujetos a requisitos adicionales.

**NOTA:** Para "bultos" que contengan otras mercancías peligrosas, véanse las definiciones en 1.2.1.

#### *Contaminación*

Por *contaminación* se entenderá la presencia de una sustancia radiactiva sobre una superficie en cantidades superiores a 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de emisores beta y gamma o emisores alfa de baja toxicidad, o 0,04 Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de todos los demás emisores alfa.

Por *contaminación transitoria* se entenderá la contaminación que pueda ser eliminada de la superficie en condiciones de transporte rutinarias.

Por *contaminación fija* se entenderá la contaminación que no es contaminación transitoria.

Por *contenedor en el caso del transporte de materiales radiactivos* se entenderá un elemento de equipo de transporte destinado a facilitar el transporte de mercancías, embaladas o no, por una o más modalidades de transporte, sin necesidad de proceder a operaciones intermedias de recarga. Deberá poseer una estructura de naturaleza permanentemente cerrada, rígida y con la resistencia suficiente para ser utilizado repetidas veces; y debe estar provisto de dispositivos que faciliten su manejo, sobre todo al ser transbordado de un medio de transporte a otro y al pasar de una a otra modalidad de transporte. Por contenedores pequeños se entenderán aquellos en los que ninguna de sus dimensiones externas sea superior a 1,5 m o cuyo volumen interno no exceda de 3 m<sup>3</sup>. Todos los demás contenedores se considerarán contenedores grandes.

Por *contenido radiactivo* se entenderá los materiales radiactivos juntamente con los sólidos, líquidos y gases contaminados o activados que puedan encontrarse dentro del embalaje.

Por *diseño* se entenderá la descripción de los materiales radiactivos en forma especial, materiales radiactivos de baja dispersión, bulto o embalaje, que permita la perfecta identificación de tales elementos. Esta descripción podrá comprender especificaciones, planos técnicos, informes que acrediten el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y cualesquiera otros documentos pertinentes.

Por *embalaje en el caso de materiales radiactivos* se entenderá el conjunto de todos los componentes necesarios para alojar completamente el contenido radiactivo. En particular, puede consistir en uno o varios

recipientes, materiales absorbentes, estructuras de separación, material de blindaje contra las radiaciones y equipo para llenado, vaciado, venteo y alivio de la presión; dispositivos de refrigeración, de amortiguamiento mecánico de golpes, de manipulación y fijación, y de aislamiento térmico, así como dispositivos inherentes al bulto. El embalaje puede consistir en una caja, bidón o recipiente similar, o puede ser también un contenedor, cisterna o recipiente intermedio para graneles.

**NOTA:** Para "embalajes para otras mercancías peligrosas", véanse las definiciones en 1.2.1.

Por *emisores alfa de baja toxicidad* se entenderá: uranio natural; uranio empobrecido; torio natural; uranio 235 o uranio 238, torio 232, torio 228 y torio 230, contenidos en minerales o en concentrados físicos o químicos; o emisores alfa con un período de semidesintegración de menos de 10 días.

Por *índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC) asignado a un bulto, sobreenvase o contenedor que contenga sustancias fisionables* se entenderá un número que se utiliza para controlar la acumulación de bultos, sobreenvases o contenedores con contenido de sustancias fisionables.

Por *índice de transporte (IT)* se entenderá un número asignado a un bulto, sobreenvase o contenedor, o a un BAE-I u OCS-I sin embalar que se utiliza para controlar la exposición a las radiaciones.

Por *material radiactivo de baja dispersión* se entenderá, bien sea material radiactivo sólido, o material radiactivo sólido en una cápsula sellada, con dispersión limitada y que no esté en forma de polvo.

Para *materiales de baja actividad específica (BAE)*, véase 2.7.3.

Para *materiales radiactivos en forma especial*, véase 2.7.4.1.

Por *nivel de radiación* se entenderá la correspondiente tasa de dosis expresada en milisieverts por hora.

Para *objeto contaminado en la superficie (OCS)*, véase 2.7.5.

Por *presión normal de trabajo máxima* se entenderá la presión máxima por encima de la presión atmosférica al nivel medio del mar que se desarrollaría en el sistema de contención durante un período de un año en las condiciones de temperatura y de irradiación solar correspondientes a las condiciones ambientales en que tiene lugar el transporte en ausencia de venteo, de refrigeración externa mediante un sistema auxiliar o de controles operativos durante el transporte.

Por *sistema de confinamiento* se entenderá el conjunto de sustancias fisionables y componentes del embalaje especificados por el autor del diseño y aprobados por la autoridad competente con objeto de mantener la seguridad con respecto a la criticidad.

Por *sistema de contención* se entenderá el conjunto de componentes del embalaje especificados por el autor del diseño como destinados a contener los materiales radiactivos durante el transporte.

Por *sustancias fisionables* se entenderá el uranio 233, uranio 235, plutonio 239, plutonio 241 o cualquier combinación de esos radionucleidos. Se exceptúan de esta definición:

- a) El uranio natural o el uranio empobrecido no irradiados; y
- b) El uranio natural o el uranio empobrecido que hayan sido irradiados solamente en reactores térmicos.

Por *torio no irradiado* se entenderá torio que no contenga más de  $10^{-7}$  g de uranio 233 por gramo de torio 232.

Por *uranio - natural, empobrecido o enriquecido* se entenderá lo siguiente:

Por *uranio natural* se entenderá uranio obtenido por separación química con la composición isotópica que se da en la naturaleza (aproximadamente 99,28% de uranio 238 y 0,72% de uranio 235, en masa).

Por *uranio empobrecido* se entenderá uranio que contenga un porcentaje en masa de uranio 235 inferior al del uranio natural.

Por *uranio enriquecido* se entenderá uranio que contenga un porcentaje en masa de uranio 235 superior al 0,72 %. En todos los casos se halla presente un porcentaje en masa muy pequeño de uranio 234.

Por *uranio no irradiado* se entenderá uranio que no contenga más de  $2 \times 10^3$  Bq de plutonio por gramo de uranio 235, no más de  $9 \times 10^6$  Bq de productos de fisión por gramo de uranio 235 y no más de  $5 \times 10^{-3}$  g de uranio 236 por gramo de uranio 235.

Por *uso exclusivo* se entenderá el empleo exclusivo por un solo remitente de un medio de transporte o de un gran contenedor, respecto del cual todas las operaciones iniciales, intermedias y finales de carga y descarga sean efectuadas de conformidad con las instrucciones del remitente o del destinatario.

### 2.7.3 Materiales de baja actividad específica (BAE), determinación de grupos

2.7.3.1 Se denominan materiales de baja actividad específica o materiales BAE aquellos materiales radiactivos que por su naturaleza tienen una actividad específica limitada o los materiales radiactivos a los que son de aplicación límites de la actividad específica media estimada. Para determinar la actividad específica media estimada no deberán tenerse en cuenta los materiales externos de blindaje que circunden a los materiales BAE.

2.7.3.2 Los materiales BAE estarán comprendidos en uno de los tres grupos siguientes:

- a) BAE-I
  - i) minerales de uranio y torio y concentrados de dichos minerales, y otros minerales con radionucleidos contenidos naturalmente en ellos, que vayan a someterse a tratamiento para utilizar esos radionucleidos;
  - ii) uranio natural o uranio empobrecido o torio natural no irradiados en estado sólido o sus compuestos sólidos o líquidos o mezclas;
  - iii) materiales radiactivos para los que el valor de  $A_2$  no tenga límite, excluidas las sustancias fisionables en cantidades que no estén exceptuadas en virtud de 6.4.11.2;
  - iv) otros materiales radiactivos en los que la actividad esté distribuida en todo el material y la actividad específica media estimada no exceda 30 veces los valores de concentración de actividad que se especifican en 2.7.7.2.1 a 2.7.7.2.6, excluidas las sustancias fisionables en cantidades no exceptuadas en virtud de 6.4.11.2.
- b) BAE-II
  - i) agua con una concentración de tritio de hasta 0,8 TBq/L; u
  - ii) otros materiales en los que la actividad esté distribuida por todo el material y la actividad específica media estimada no sea superior a  $10^{-4}$   $A_2/g$  para sólidos y gases y  $10^{-5}$   $A_2/g$  para líquidos.

- c) BAE-III - Sólidos (por ejemplo, desechos consolidados, materiales activados), excluidos polvos, en los que:
- i) los materiales radiactivos se encuentren distribuidos por todo un sólido o conjunto de objetos sólidos, o estén, esencialmente, distribuidos de modo uniforme en el seno de un agente ligante compacto sólido (como hormigón, asfalto, materiales cerámicos, etc.);
  - ii) los materiales radiactivos sean relativamente insolubles, o estén contenidos intrínsecamente en una matriz relativamente insoluble, de manera que, incluso en caso de pérdida del embalaje, la pérdida de materiales radiactivos por bulto, producida por lixiviación tras siete días de inmersión en agua no excederá de  $0,1 A_2$ ; y
  - iii) la actividad específica media estimada del sólido, excluido todo material de blindaje, no sea superior a  $2 \times 10^{-3} A_2/g$ .

2.7.3.3 Los materiales BAE-III deberán presentarse en forma de sólidos de tal naturaleza que si la totalidad del contenido del embalaje se somete al ensayo especificado en 2.7.3.4, la actividad en el agua no pase de  $0,1 A_2$ .

2.7.3.4 Los materiales BAE-III se someterán al siguiente ensayo:

Durante 7 días se sumergirá en agua a la temperatura ambiente una muestra de material sólido que represente el contenido total del bulto. El volumen de agua que se utilice en el ensayo será suficiente para tener la certeza de que, al final del período de ensayo de 7 días, el volumen libre de agua restante no absorbida y que no ha reaccionado será, como mínimo, el 10% del volumen de la propia muestra sólida en ensayo. El agua tendrá un pH inicial de 6 a 8 y una conductividad máxima de 1 mS/m a 20 °C. La actividad total del volumen libre de agua deberá medirse tras la inmersión de la muestra de ensayo durante 7 días.

2.7.3.5 La demostración de que se cumplen las normas establecidas en 2.7.3.4 deberá hacerse de conformidad con 6.4.12.1 y 6.4.12.2.

## 2.7.4 Requisitos relativos a los materiales radiactivos en forma especial

2.7.4.1 Por *materiales radiactivos en forma especial* se entenderá:

- a) Un material radiactivo sólido no dispersable; o
- b) Una cápsula sellada que contenga materiales radiactivos y que se habrá fabricado de tal forma que sólo pueda abrirse destruyéndola.

Los materiales radiactivos en forma especial tendrán como mínimo una dimensión no inferior a 5 mm.

2.7.4.2 Los materiales radiactivos en forma especial serán de tal naturaleza o estarán diseñados de tal manera que si se someten a los ensayos especificados en 2.7.4.4 a 2.7.4.8, cumplan los siguientes requisitos:

- a) No se romperán ni fracturarán cuando se les someta a los ensayos de impacto, percusión o flexión especificados en 2.7.4.5 a) b) c), 2.7.4.6 a), según proceda;
- b) No se fundirán ni dispersarán cuando se les someta al ensayo térmico especificado en 2.7.4.5 d) o 2.7.4.6 b), según proceda; y

- c) La actividad en el agua proveniente de los ensayos de lixiviación especificados en 2.7.4.7 y 2.7.4.8 no excederá de 2 kBq; o alternativamente, para fuentes selladas, la tasa de fuga correspondiente al ensayo de evaluación por fugas volumétricas especificado en el documento ISO 9978:1992 "*Radiation Protection - Sealed Radioactive Sources - Leakage Test Methods*", no excederá el umbral de aceptación aplicable que sea admisible para la autoridad competente.

2.7.4.3 La demostración de que se cumplen las normas establecidas en 2.7.4.2 se hará de conformidad con lo dispuesto en 6.4.12.1 y 6.4.12.2.

2.7.4.4 Los especímenes que comprendan o simulen materiales radiactivos en forma especial se someterán al ensayo de impacto, el ensayo de percusión, el ensayo de flexión y el ensayo térmico especificados en 2.7.4.5 o a los ensayos alternativos autorizados en 2.7.4.6. Se podrá emplear un espécimen diferente en cada uno de los ensayos. Después de cada ensayo, se efectuará sobre el espécimen un ensayo de evaluación por lixiviación o un ensayo de fugas volumétricas, por un método que no sea menos sensible que los descritos en 2.7.4.7 para materiales sólidos no dispersables o en 2.7.4.8 para materiales encapsulados.

2.7.4.5 Los métodos de ensayo correspondientes son :

- a) Ensayo de impacto: Se dejará caer el espécimen sobre el blanco desde una altura de 9 m. El blanco será el definido en 6.4.14;
- b) Ensayo de percusión: El espécimen se colocará sobre una plancha de plomo soportada por una superficie dura y lisa y se golpeará con la cara plana de una barra de acero dulce de manera que se produzca un impacto equivalente al que produciría la caída libre de 1,4 kg desde una altura de 1 m. La parte inferior de la barra tendrá 25 mm de diámetro y sus bordes serán redondeados con un radio de  $(3,0 \pm 0,3)$  mm. El plomo, cuya dureza estará comprendida entre 3,4 y 4,5 de la escala de Vickers y que tendrá un espesor de 25 mm como máximo, cubrirá una superficie mayor que la del espécimen. Si el ensayo se repite, se colocará cada vez el espécimen sobre una parte intacta de plomo. La barra golpeará el espécimen de manera que produzca el máximo daño.
- c) Ensayo de flexión: Este ensayo es aplicable solamente a aquellas fuentes largas y delgadas que tengan una longitud mínima de 10 cm y una razón longitud/anchura mínima no inferior a 10. El espécimen se fijará rígidamente en posición horizontal por medio de una mordaza, de manera que la mitad de su longitud sobresalga de la cara de la mordaza. La orientación del espécimen será tal que éste experimente un daño máximo si se golpea su extremo libre con la cara plana de una barra de acero. La barra golpeará el espécimen de manera que se produzca un impacto equivalente al que produciría la caída libre de un peso de 1,4 kg desde una altura de 1 m. La parte inferior de la barra tendrá 25 mm de diámetro y sus bordes serán redondeados con un radio de  $(3,0 \pm 0,3)$  mm.
- d) Ensayo térmico: El espécimen se calentará al aire hasta una temperatura de 800 °C, se mantendrá a esa temperatura durante 10 minutos y a continuación se dejará enfriar.

2.7.4.6 Los especímenes que comprendan o simulen materiales radiactivos encerrados en una cápsula sellada pueden exceptuarse de:

- a) Los ensayos prescritos en 2.7.4.5 a) y 2.7.4.5 b), siempre que la masa de los materiales radiactivos en forma especial sea inferior a 200 g y que en vez de los mismos se sometan al ensayo de impacto Clase 4 prescrito en la norma ISO 2919:1990 "*Sealed Radioactive Sources - Classification*"; y
- b) El ensayo prescrito en 2.7.4.5 d), siempre que en vez del mismo se sometan al ensayo térmico Clase 6 especificado en la norma ISO 2919:1990 "*Sealed Radioactive Sources - Classification*".

2.7.4.7 Cuando se trate de especímenes que comprendan o simulen materiales sólidos no dispersables, se llevará a cabo una evaluación por lixiviación según se indica a continuación:

- a) El espécimen se sumergirá durante 7 días en agua a la temperatura ambiente. El volumen de agua que se utilizará en el ensayo será suficiente para tener la certeza de que al final del período de ensayo de 7 días, el volumen libre de agua restante no absorbida y que no ha reaccionado, será, como mínimo, el 10% del volumen de la propia muestra sólida que se somete a ensayo. El agua tendrá un pH inicial de 6 a 8 y una conductividad máxima de 1 mS/m a 20 °C.
- b) A continuación se calentará el agua con el espécimen hasta una temperatura de  $(50 \pm 5)$  °C y se mantendrá a esta temperatura durante 4 horas.
- c) Se determinará entonces la actividad del agua.
- d) El espécimen se mantendrá después durante 7 días, como mínimo, en aire en reposo a una temperatura que no sea inferior a 30 °C y una humedad relativa que no sea inferior a 90 %.
- e) Seguidamente, se sumergirá el espécimen en agua que reúna las mismas condiciones que se especifican en el anterior apartado a), se calentará el agua con el espécimen hasta  $(50 \pm 5)$  °C y se mantendrá a esta temperatura durante 4 horas.
- f) Se determinará entonces la actividad del agua.

2.7.4.8 En el caso de especímenes que comprenden o simulan materiales radiactivos encerrados en una cápsula sellada, se llevará a cabo una evaluación por lixiviación o por fugas volumétricas según se indica a continuación:

- a) La evaluación por lixiviación constará de las siguientes etapas:
  - i) el espécimen se sumergirá en agua a la temperatura ambiente. El agua tendrá un pH inicial de 6 a 8 y una conductividad máxima de 1 mS/m a 20 °C;
  - ii) el agua con el espécimen se calentará hasta una temperatura de  $(50 \pm 5)$  °C y se mantendrá a esta temperatura durante 4 horas;
  - iii) se determinará entonces la actividad del agua;
  - iv) el espécimen se mantendrá después durante 7 días, como mínimo, en aire en reposo a una temperatura que no sea inferior a 30 °C y una humedad relativa que no sea inferior a 90%;
  - v) se repetirán los procesos de los incisos i), ii) y iii);
- b) La evaluación alternativa por fugas volumétricas comprenderá cualesquiera de los ensayos prescritos en la norma ISO 9978:1992 "*Radiation Protection - Sealed Radioactive Sources- Leakage Test Methods*", que sean aceptables para la autoridad competente.

## 2.7.5 Objeto contaminado en la superficie (OCS), determinación de grupos

Por *objeto contaminado en la superficie (OCS)* se entenderá un objeto sólido que no es en sí radiactivo pero que tiene materiales radiactivos distribuidos en sus superficies. Un OCS pertenecerá a uno de los dos grupos siguientes:

- a) OCS-I: Un objeto sólido en el que:
- i) la contaminación transitoria en la superficie accesible, promediada sobre 300 cm<sup>2</sup> (o sobre el área de la superficie si ésta fuera inferior a 300 cm<sup>2</sup>) no sea superior a 4 Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de emisores beta y gamma y emisores alfa de baja toxicidad, o a 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de todos los demás emisores alfa; y
  - ii) la contaminación fija en la superficie accesible, promediada sobre 300 cm<sup>2</sup> (o sobre el área de la superficie si ésta fuera inferior a 300 cm<sup>2</sup>) no sea superior a 4 × 10<sup>4</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de emisores beta y gamma y de emisores alfa de baja toxicidad, o a 4 × 10<sup>3</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de todos los demás emisores alfa; y
  - iii) la contaminación transitoria más la contaminación fija en la superficie inaccesible, promediada sobre 300 cm<sup>2</sup> (o sobre el área de la superficie si ésta fuera inferior a 300 cm<sup>2</sup>) no sea superior a 4 × 10<sup>4</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de emisores beta y gamma y de emisores alfa de baja toxicidad, o a 4 × 10<sup>3</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de todos los demás emisores alfa;
- b) OCS-II: Un objeto sólido en el que la contaminación fija o la contaminación transitoria en la superficie sea superior a los límites aplicables estipulados para el OCS-I en el apartado a) anterior y en el que:
- i) la contaminación transitoria en la superficie accesible, promediada sobre 300 cm<sup>2</sup> (o sobre el área de la superficie si ésta fuera inferior a 300 cm<sup>2</sup>) no sea superior a 400 Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de emisores beta y gamma y de emisores alfa de baja toxicidad, o a 40 Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de todos los otros emisores alfa; y
  - ii) la contaminación fija en la superficie accesible, promediada sobre 300 cm<sup>2</sup> (o sobre el área de la superficie si ésta fuera inferior a 300 cm<sup>2</sup>) no sea superior a 8 × 10<sup>5</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de emisores beta y gamma y de emisores alfa de baja toxicidad, o a 8 × 10<sup>4</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de todos los demás emisores alfa; y
  - iii) la contaminación transitoria más la contaminación fija en la superficie inaccesible, promediada sobre 300 cm<sup>2</sup> (o sobre el área de la superficie si ésta fuera inferior a 300 cm<sup>2</sup>) no sea superior a 8 × 10<sup>5</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de emisores beta y gamma y de emisores alfa de baja toxicidad, o a 8 × 10<sup>4</sup> Bq/cm<sup>2</sup> en el caso de todos los demás emisores alfa.

## 2.7.6 **Determinación del índice de transporte y del índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC)**

### 2.7.6.1 ***Determinación del índice de transporte***

2.7.6.1.1 El índice de transporte (IT) de un bulto, sobreenvase, contenedor o BAE-I u OCS-I sin embalar será la cifra deducida de conformidad con el siguiente procedimiento:

- a) Se determinará el nivel de radiación máximo en unidades milisievert por hora (mSv/h) a una distancia de 1 m de las superficies externas del bulto, sobreenvase, contenedor o BAE-I y OCS-I sin embalar. El valor determinado se multiplicará por 100 y la cifra obtenida es el índice de transporte. Para minerales y concentrados de uranio y de torio, el nivel de radiación máximo en cualquier punto situado a una distancia de 1 m de la superficie externa de la carga puede tomarse como:

0,4 mSv/h	para minerales y concentrados físicos de uranio y torio
0,3 mSv/h	para concentrados químicos de torio

0,02 mSv/h para concentrados químicos de uranio que no sean hexafluoruro de uranio;

- b) Para cisternas, contenedores y BAE-I y OCS-I sin embalar, el valor determinado en el apartado a) anterior se multiplicará por el factor apropiado del cuadro 2.7.6.1.1;
- c) La cifra obtenida según los apartados a) y b) anteriores se redondeará a la primera cifra decimal superior (por ejemplo, 1,13 será 1,2), excepto valores de 0,05 o menos, los cuales se podrán considerar como cero.

Cuadro 2.7.6.1.1: Factores de multiplicación para cargas de grandes dimensiones

<b>Dimensiones de la carga <sup>a</sup></b>	<b>Factor de multiplicación</b>
dimensión de la carga $\leq 1 \text{ m}^2$	1
$1 \text{ m}^2 < \text{dimensión de la carga} \leq 5 \text{ m}^2$	2
$5 \text{ m}^2 < \text{dimensión de la carga} \leq 20 \text{ m}^2$	3
$20 \text{ m}^2 < \text{dimensión de la carga}$	10

<sup>a</sup> Se mide el área de la mayor sección transversal de la carga.

2.7.6.1.2 El índice de transporte de un sobreenvase, contenedor o medio de transporte se obtendrá ya sea sumando los IT de todos los bultos contenidos, o midiendo directamente el nivel de radiación, salvo en el caso de sobreenvases no rígidos, para los cuales el índice de transporte se obtendrá únicamente sumando los IT de todos los bultos.

### **2.7.6.2 Determinación del índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC)**

2.7.6.2.1 El índice de seguridad con respecto a la criticidad (ISC) de bultos que contengan sustancias fisionables se obtendrá dividiendo el número 50 entre el menor de los dos valores de N deducidos de conformidad con los procedimientos especificados en 6.4.11.11 y 6.4.11.12 (es decir,  $ISC = 50/N$ ). El valor del índice de seguridad con respecto a la criticidad puede ser cero, siempre que un número ilimitado de bultos sea subcrítico (es decir, N es en realidad igual a infinito en ambos casos).

2.7.6.2.2 El índice de seguridad con respecto a la criticidad para una remesa se obtendrá sumando los ISC de todos los bultos contenidos en esa remesa.

### **2.7.7 Límites de actividad y restricciones en cuanto a los materiales**

#### **2.7.7.1 Límites del contenido de los bultos**

##### **2.7.7.1.1 Generalidades**

La cantidad de materiales radiactivos en un bulto no será superior a los límites correspondientes a cada tipo de bulto, según se especifica a continuación.

##### **2.7.7.1.2 Bultos exceptuados**

2.7.7.1.2.1 En el caso de materiales radiactivos que no sean artículos manufacturados con uranio natural, uranio empobrecido, o torio natural, un bulto exceptuado no deberá contener actividades superiores a las siguientes:

- a) Cuando los materiales radiactivos estén contenidos en un instrumento o en otro artículo manufacturado, tal como un reloj o aparato electrónico, o formen parte

integrante de él, los límites especificados en las columnas 2 y 3 del cuadro 2.7.7.1.2.1 para cada elemento individual y cada bulto, respectivamente; y

- b) Cuando los materiales radiactivos no estén así contenidos ni formen parte integrante de un instrumento u otro artículo manufacturado, los límites especificados para bultos en la columna 4 del cuadro 2.7.7.1.2.1.

Cuadro 2.7.7.1.2.1: Límites de actividad para bultos exceptuados

Estado físico del contenido (1)	Instrumentos o artículos		Materiales Límites para los bultos <sup>a/</sup> (4)
	Límites para los instrumentos y artículos <sup>a/</sup> (2)	Límites para los bultos <sup>a/</sup> (3)	
<b>Sólidos</b>			
en forma especial	$10^{-2} A_1$	$A_1$	$10^{-3} A_1$
otras formas	$10^{-2} A_2$	$A_2$	$10^{-3} A_2$
<b>Líquidos</b>	$10^{-3} A_2$	$10^{-1} A_2$	$10^{-4} A_2$
<b>Gases</b>			
tritio	$2 \times 10^{-2} A_2$	$2 \times 10^{-1} A_2$	$2 \times 10^{-2} A_2$
en forma especial	$10^{-3} A_1$	$10^{-2} A_1$	$10^{-3} A_1$
otras formas	$10^{-3} A_2$	$10^{-2} A_2$	$10^{-3} A_2$

<sup>a/</sup> En cuanto a las mezclas de radionucleidos, véanse 2.7.7.2.4 a 2.7.7.2.6.

2.7.7.1.2.2 En el caso de artículos manufacturados con uranio natural, uranio empobrecido, o torio natural, un bulto exceptuado puede contener cualquier cantidad de dicho material con tal que la superficie externa del uranio o del torio quede encerrada en una funda o envoltura inactiva de metal o de algún otro material resistente.

#### 2.7.7.1.3 Bultos industriales

El contenido radiactivo en un solo bulto de materiales BAE o en un solo bulto de OCS se limitará de modo que no se exceda el nivel de radiación especificado en 4.1.9.2.1, y la actividad en un solo bulto deberá también restringirse de modo que no se excedan los límites de actividad correspondientes a un medio de transporte especificados en 7.1.7.2. Un solo bulto de materiales BAE-II o BAE-III sólidos no combustibles, si se transporta por vía aérea, no deberá contener una actividad superior a  $3.000 A_2$ .

#### 2.7.7.1.4 Bultos del Tipo A

2.7.7.1.4.1 Los bultos del Tipo A no contendrán actividades superiores a las siguientes:

- Cuando se trate de materiales radiactivos en forma especial -  $A_1$ ; o
- Para todos los restantes materiales radiactivos -  $A_2$ .

2.7.7.1.4.2 Cuando se trate de mezclas de radionucleidos cuyas identidades y actividades respectivas se conozcan, se aplicará la siguiente condición al contenido radiactivo de un bulto del Tipo A:

$$\sum_i \frac{B(i)}{A_1(i)} + \sum_j \frac{C(j)}{A_2(j)} \leq 1$$

siendo

B(i) la actividad del radionucleido  $i$  como material radiactivo en forma especial y  $A_1(i)$  el valor de  $A_1$  para el radionucleido  $i$ ; y

C(j) la actividad del radionucleido  $j$  que no se encuentre en forma de material radiactivo en forma especial y  $A_2(j)$  el valor de  $A_2$  del radionucleido  $j$ .

#### 2.7.7.1.5 Bultos del Tipo B(U) y Tipo B(M)

2.7.7.1.5.1 Los bultos del Tipo B(U) y Tipo B(M) no contendrán:

- a) Actividades superiores a las autorizadas para el diseño del bulto;
- b) Radionucleidos diferentes de los autorizados para el diseño del bulto; o
- c) Sustancias en una forma o en un estado físico o químico diferentes de los autorizados para el diseño del bulto;

según se especifique en sus respectivos certificados de aprobación.

2.7.7.1.5.2 Los bultos del Tipo B(U) y Tipo B(M), si se transportan por vía aérea, no contendrán actividades superiores a las siguientes:

- a) Para materiales radiactivos de baja dispersión: según lo autorizado para el diseño del bulto de acuerdo con las especificaciones del certificado de aprobación;
- b) Para materiales radiactivos en forma especial:  $3.000 A_1$  o  $100.000 A_2$ , según la que sea menor; o
- c) Para todos los demás materiales radiactivos:  $3.000 A_2$ .

#### 2.7.7.1.6 Bultos del Tipo C

Los bultos del Tipo C no contendrán:

- a) Actividades superiores a las autorizadas para el diseño del bulto;
- b) Radionucleidos diferentes de los autorizados para el diseño del bulto; o
- c) Sustancias en una forma o en un estado físico o químico diferentes de los autorizados para el diseño del bulto;

según se especifique en sus respectivos certificados de aprobación.

#### 2.7.7.1.7 Bultos que contengan sustancias fisiónables

Los bultos que contengan sustancias fisiónables no contendrán:

- a) Una masa de sustancias fisiónables diferente a la autorizada para el diseño del bulto;
- b) Ningún radionucleido o sustancia fisiónable diferente a los autorizados para el diseño del bulto; o
- c) Sustancias en una forma o en un estado físico o químico, o en una disposición espacial, diferentes a los autorizados para el diseño del bulto;

según se especifique en sus respectivos certificados de aprobación, cuando proceda.

#### 2.7.7.1.8 Bultos que contengan hexafluoruro de uranio

La masa de hexafluoruro de uranio en un bulto no será superior a un valor que pudiera conducir a un volumen vacío menor del 5 % a la temperatura máxima del bulto según se especifique para los sistemas de las plantas en los que se utilizará el bulto. El hexafluoruro de uranio deberá estar en forma sólida y la presión interna del bulto deberá ser inferior a la presión atmosférica cuando se presente para el transporte.

#### 2.7.7.2 Niveles de actividad

2.7.7.2.1 En el cuadro 2.7.7.2.1 figuran los siguientes valores básicos correspondientes a los distintos radionucleidos:

- $A_1$  y  $A_2$  en TBq;
- Concentración de actividad para material exento en Bq/g; y
- Límites de actividad para remesas exentas en Bq.

Cuadro 2.7.7.2.1: Valores básicos de los distintos radionucleidos

Radionucleido (número atómico)	$A_1$ (TBq)	$A_2$ (TBq)	Concentración de actividad para material exento (Bq/g)	Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)
Actinio (89)				
Ac-225 a)	$8 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Ac-227 a)	$9 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$
Ac-228	$6 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Plata (47)				
Ag-105	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ag-108m a)	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^6$ (b)
Ag-110m a)	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ag-111	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Aluminio (13)				
Al-26	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Americio (95)				
Am-241	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Am-242m a)	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
Am-243 a)	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^3$ (b)
Argón (18)				
Ar-37	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^8$
Ar-39	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^4$
Ar-41	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$

Radionucleido (número atómico)	A <sub>1</sub> (TBq)	A <sub>2</sub> (TBq)	Concentración de actividad para material exento (Bq/g)	Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)
Arsénico (33)				
As-72	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
As-73	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
As-74	$1 \times 10^0$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
As-76	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
As-77	$2 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Astató (85)				
At-211 a)	$2 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Oro (79)				
Au-193	$7 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Au-194	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Au-195	$1 \times 10^1$	$6 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Au-198	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Au-199	$1 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Bario (56)				
Ba-131 a)	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-133	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-133m	$2 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ba-140 a)	$5 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
Berilio (4)				
Be-7	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Be-10	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
Bismuto (83)				
Bi-205	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Bi-206	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Bi-207	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Bi-210	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Bi-210m a)	$6 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Bi-212 a)	$7 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
Berquerelio (97)				
Bk-247	$8 \times 10^0$	$8 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Bk-249 a)	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Bromo (35)				
Br-76	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Br-77	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Br-82	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Carbono (6)</b>				
C-11	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
C-14	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
<b>Calcio (20)</b>				
Ca-41	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^7$
Ca-45	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Ca-47 a)	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Cadmio (48)</b>				
Cd-109	$3 \times 10^1$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
Cd-113m	$4 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Cd-115 a)	$3 \times 10^0$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Cd-115m	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
<b>Cerio (58)</b>				
Ce-139	$7 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ce-141	$2 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ce-143	$9 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ce-144 a)	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
<b>Californio (98)</b>				
Cf-248	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Cf-249	$3 \times 10^0$	$8 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
Cf-250	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Cf-251	$7 \times 10^0$	$7 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
Cf-252	$5 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Cf-253 a)	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Cf-254	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
<b>Cloro (17)</b>				
Cl-36	$1 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
Cl-38	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Curio (96)</b>				
Cm-240	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Cm-241	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Cm-242	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Cm-243	$9 \times 10^0$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Cm-244	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Cm-245	$9 \times 10^0$	$9 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
Cm-246	$9 \times 10^0$	$9 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Cm-247 a)	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Cm-248	$2 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
<b>Cobalto (27)</b>				
Co-55	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Co-56	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Co-57	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Co-58	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Co-58m	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Co-60	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Cromio (24)</b>				
Cr-51	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
<b>Cesio (55)</b>				
Cs-129	$4 \times 10^0$	$4 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Cs-131	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Cs-132	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Cs-134	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Cs-134m	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Cs-135	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Cs-136	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Cs-137 a)	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
<b>Cobre (29)</b>				
Cu-64	$6 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Cu-67	$1 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Disprosio (66)</b>				
Dy-159	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Dy-165	$9 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Dy-166 a)	$9 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
<b>Erbio (68)</b>				
Er-169	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Er-171	$8 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Europio (63)</b>				
Eu-147	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Eu-148	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-149	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Eu-150 (período corto)	$2 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Eu-150 (período largo)	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-152	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-152m	$8 \times 10^{-1}$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Eu-154	$9 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Eu-155	$2 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Eu-156	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Flúor (9)</b>				
F-18	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Hierro (26)</b>				
Fe-52 a)	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Fe-55	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
Fe-59	$9 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Fe-60 a)	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
<b>Galio (31)</b>				
Ga-67	$7 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ga-68	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Ga-72	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Gadolinio (64)</b>				
Gd-146 a)	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Gd-148	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Gd-153	$1 \times 10^1$	$9 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Gd-159	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
<b>Germanio (32)</b>				
Ge-68 a)	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Ge-71	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
Ge-77	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Hafnio (72)</b>				
Hf-172 a)	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Hf-175	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Hf-181	$2 \times 10^0$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Hf-182	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Mercurio (80)</b>				
Hg-194 a)	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Hg-195m a)	$3 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Hg-197	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Hg-197m	$1 \times 10^1$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Hg-203	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
<b>Holmio (67)</b>				
Ho-166	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Ho-166m	$6 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Iodo (53)</b>				
I-123	$6 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
I-124	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
I-125	$2 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
I-126	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
I-129	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
I-131	$3 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
I-132	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
I-133	$7 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
I-134	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
I-135 a)	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Indio (49)</b>				
In-111	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
In-113m	$4 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
In-114m a)	$1 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
In-115m	$7 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Iridio (77)</b>				
Ir-189 a)	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ir-190	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ir-192	$1 \times 10^0$ (c)	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Ir-194	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
<b>Potasio (19)</b>				
K-40	$9 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
K-42	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
K-43	$7 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Criptón (36)</b>				
Kr-81	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Kr-85	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^4$
Kr-85m	$8 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^{10}$
Kr-87	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
<b>Lantano (57)</b>				
La-137	$3 \times 10^1$	$6 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
La-140	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
<b>Lutecio (71)</b>				
Lu-172	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Lu-173	$8 \times 10^0$	$8 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Lu-174	$9 \times 10^0$	$9 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Lu-174m	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Lu-177	$3 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
<b>Magnesio (12)</b>				
Mg-28 a)	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Manganeso (25)</b>				
Mn-52	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Mn-53	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^9$
Mn-54	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Mn-56	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Molibdeno (42)</b>				
Mo-93	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^8$
Mo-99 a)	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Nitrógeno (7)</b>				
N-13	$9 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
<b>Sodio (11)</b>				
Na-22	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Na-24	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Niobio (41)</b>				
Nb-93m	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Nb-94	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Nb-95	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Nb-97	$9 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Neodimio (60)</b>				
Nd-147	$6 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Nd-149	$6 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Níquel (28)</b>				
Ni-59	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
Ni-63	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$
Ni-65	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Neptunio (93)</b>				
Np-235	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Np-236 (período corto)	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Np-236 (período largo)	$9 \times 10^0$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Np-237	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^3$ (b)
Np-239	$7 \times 10^0$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
<b>Osmio (76)</b>				
Os-185	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Os-191	$1 \times 10^1$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Os-191m	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Os-193	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Os-194 a)	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
<b>Fósforo (15)</b>				
P-32	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
P-33	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$
<b>Protactinio (91)</b>				
Pa-230 a)	$2 \times 10^0$	$7 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pa-231	$4 \times 10^0$	$4 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
Pa-233	$5 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
<b>Plomo (82)</b>				
Pb-201	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pb-202	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Pb-203	$4 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pb-205	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Pb-210 a)	$1 \times 10^0$	$5 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
Pb-212 a)	$7 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
<b>Paladio (46)</b>				
Pd-103 a)	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^8$
Pd-107	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$
Pd-109	$2 \times 10^0$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
<b>Prometio (61)</b>				
Pm-143	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pm-144	$7 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pm-145	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Pm-147	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Pm-148m a)	$8 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pm-149	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Pm-151	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
<b>Polonio (84)</b>				
Po-210	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
<b>Praseodimio (59)</b>				
Pr-142	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Pr-143	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
<b>Platino (78)</b>				
Pt-188 a)	$1 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Pt-191	$4 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pt-193	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Pt-193m	$4 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Pt-195m	$1 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Pt-197	$2 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Pt-197m	$1 \times 10^1$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Plutonio (94)</b>				
Pu-236	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Pu-237	$2 \times 10^1$	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Pu-238	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Pu-239	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Pu-240	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
Pu-241 a)	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Pu-242	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Pu-244 a)	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
<b>Radio (88)</b>				
Ra-223 a)	$4 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^2$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
Ra-224 a)	$4 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
Ra-225 a)	$2 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Ra-226 a)	$2 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
Ra-228 a)	$6 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
<b>Rubidio (37)</b>				
Rb-81	$2 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rb-83 a)	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Rb-84	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rb-86	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Rb-87	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Rb(Nat)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
<b>Renio (75)</b>				
Re-184	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Re-184m	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Re-186	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Re-187	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^9$
Re-188	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Re-189 a)	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Re(nat)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^9$
<b>Rodio (45)</b>				
Rh-99	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rh-101	$4 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Rh-102	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Rh-102m	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Rh-103m	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
Rh-105	$1 \times 10^1$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
<b>Radón (86)</b>				
Rn-222 a)	$3 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^8$ (b)
<b>Rutenio (44)</b>				
Ru-97	$5 \times 10^0$	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Ru-103 a)	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Ru-105	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ru-106 a)	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
<b>Azufre (16)</b>				
S-35	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^8$
<b>Antimonio (51)</b>				
Sb-122	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^4$
Sb-124	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sb-125	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sb-126	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Escandio (21)</b>				
Sc-44	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sc-46	$5 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Sc-47	$1 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sc-48	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Selenio (34)</b>				
Se-75	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Se-79	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
<b>Silicio (14)</b>				
Si-31	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Si-32	$4 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
<b>Samario (62)</b>				
Sm-145	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sm-147	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Sm-151	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$
Sm-153	$9 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
<b>Estaño (50)</b>				
Sn-113 a)	$4 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-117m	$7 \times 10^0$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sn-119m	$4 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-121m a)	$4 \times 10^1$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Sn-123	$8 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Sn-125	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Sn-126 a)	$6 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Estroncio (38)</b>				
Sr-82 a)	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sr-85	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sr-85m	$5 \times 10^0$	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Sr-87m	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Sr-89	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Sr-90 a)	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
Sr-91 a)	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
Sr-92 a)	$1 \times 10^0$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Tritio (1)</b>				
T(H-3)	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^9$
<b>Tantalio (73)</b>				
Ta-178 (período largo)	$1 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Ta-179	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Ta-182	$9 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
<b>Terbio (65)</b>				
Tb-157	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Tb-158	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tb-160	$1 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
<b>Tecnecio (43)</b>				
Tc-95m a)	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tc-96	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Tc-96m a)	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Tc-97	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^8$
Tc-97m	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Tc-98	$8 \times 10^{-1}$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tc-99	$4 \times 10^1$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Tc-99m	$1 \times 10^1$	$4 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
<b>Telurio (52)</b>				
Te-121	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Te-121m	$5 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Te-123m	$8 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Te-125m	$2 \times 10^1$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Te-127	$2 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Te-127m a)	$2 \times 10^1$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Te-129	$7 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Te-129m a)	$8 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Te-131m a)	$7 \times 10^{-1}$	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Te-132 a)	$5 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
<b>Torio (90)</b>				
Th-227	$1 \times 10^1$	$5 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Th-228 a)	$5 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
Th-229	$5 \times 10^0$	$5 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^3$ (b)
Th-230	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^4$
Th-231	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Th-232	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Th-234 a)	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
Th(nat)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^3$ (b)
<b>Titanio (22)</b>				
Ti-44 a)	$5 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
<b>Talio (81)</b>				
Tl-200	$9 \times 10^{-1}$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Tl-201	$1 \times 10^1$	$4 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Tl-202	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Tl-204	$1 \times 10^1$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
<b>Tulio (69)</b>				
Tm-167	$7 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Tm-170	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Tm-171	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^8$

<b>Radionucleido (número atómico)</b>	<b>A<sub>1</sub> (TBq)</b>	<b>A<sub>2</sub> (TBq)</b>	<b>Concentración de actividad para material exento (Bq/g)</b>	<b>Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)</b>
Uranio (92)				
U-230 (absorción pulmonar rápida) a) y d)	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)
U-230 (absorción pulmonar media) a) y e)	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-230 (absorción pulmonar lenta) a) y f)	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-232 (absorción pulmonar rápida) d)	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^3$ (b)
U-232 (absorción pulmonar media) e)	$4 \times 10^1$	$7 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-232 (absorción pulmonar lenta) f)	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-233 (absorción pulmonar rápida) d)	$4 \times 10^1$	$9 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-233 (absorción pulmonar media) e)	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
U-233 (absorción pulmonar lenta) f)	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
U-234 (absorción pulmonar rápida) d)	$4 \times 10^1$	$9 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-234 (absorción pulmonar media) e)	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
U-234 (absorción pulmonar lenta) f)	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
U-235 (todos los tipos de absorción pulmonar) a), d), e) y f)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
U-236 (absorción pulmonar rápida) d)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-236 (absorción pulmonar media) e)	$4 \times 10^1$	$2 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
U-236 (absorción pulmonar lenta) f)	$4 \times 10^1$	$6 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
U-238 (todos los tipos de absorción pulmonar) d), e) y f)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^4$ (b)
U (nat)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^0$ (b)	$1 \times 10^3$ (b)
U (enriquecido al 20% o menos) g)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$
U (empobrecido)	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^3$

Radionucleido (número atómico)	A <sub>1</sub> (TBq)	A <sub>2</sub> (TBq)	Concentración de actividad para material exento (Bq/g)	Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)
Vanadio (23)				
V-48	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^5$
V-49	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
Tungsteno (74)				
W-178 a)	$9 \times 10^0$	$5 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
W-181	$3 \times 10^1$	$3 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
W-185	$4 \times 10^1$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^7$
W-187	$2 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
W-188 a)	$4 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Xenón (54)				
Xe-122 a)	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Xe-123	$2 \times 10^0$	$7 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^9$
Xe-127	$4 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Xe-131m	$4 \times 10^1$	$4 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^4$
Xe-133	$2 \times 10^1$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$
Xe-135	$3 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^{10}$
Ytrio (39)				
Y-87 a)	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Y-88	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Y-90	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^5$
Y-91	$6 \times 10^{-1}$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^6$
Y-91m	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Y-92	$2 \times 10^{-1}$	$2 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Y-93	$3 \times 10^{-1}$	$3 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^5$
Yterbio (70)				
Yb-169	$4 \times 10^0$	$1 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^7$
Yb-175	$3 \times 10^1$	$9 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^7$
Cinc (30)				
Zn-65	$2 \times 10^0$	$2 \times 10^0$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Zn-69	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^4$	$1 \times 10^6$
Zn-69m a)	$3 \times 10^0$	$6 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Circonio (40)				
Zr-88	$3 \times 10^0$	$3 \times 10^0$	$1 \times 10^2$	$1 \times 10^6$
Zr-93	Sin límite	Sin límite	$1 \times 10^3$ (b)	$1 \times 10^7$ (b)
Zr-95 a)	$2 \times 10^0$	$8 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^6$
Zr-97 a)	$4 \times 10^{-1}$	$4 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^1$ (b)	$1 \times 10^5$ (b)

- a) Los valores de  $A_1$  y/o  $A_2$  incluyen contribuciones de los nucleidos hijos con períodos de semidesintegración inferiores a 10 días.
- b) Los nucleidos predecesores y sus descendientes incluidos en equilibrio secular se enumeran a continuación:

Sr-90	Y-90
Zr-93	Nb-93m
Zr-97	Nb-97
Ru-106	Rh-106
Cs-137	Ba-137m
Ce-134	La-134
Ce-144	Pr-144
Ba-140	La-140
Bi-212	Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Pb-210	Bi-210, Po-210
Pb-212	Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Rn-220	Po-216
Rn-222	Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214
Ra-223	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207
Ra-224	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Ra-226	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
Ra-228	Ac-228
Th-226	Ra-222, Rn-218, Po-214
Th-228	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-229	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209
Th-nat	Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
Th-234	Pa-234m
U-230	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214
U-232	Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0,36), Po-212 (0,64)
U-235	Th-231
U-238	Th-234, Pa-234m
U-nat	Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210
U-240	Np-240m
Np-237	Pa-233
Am-242m	Am-242
Am-243	Np-239

- c) La cantidad puede obtenerse mediante medición de la tasa de desintegración o midiendo el nivel de radiación a una determinada distancia de la fuente.
- d) Estos valores se aplican únicamente a compuestos de uranio que toman la forma química de  $UF_6$ ,  $UO_2F_2$  y  $UO_2(NO_3)_2$  tanto en condiciones de transporte normales como de accidente.
- e) Estos valores se aplican únicamente a compuestos de uranio que toman la forma química de  $UO_3$ ,  $UF_4$  y  $UCl_4$  y a compuestos hexavalentes tanto en condiciones de transporte normales como de accidente.
- f) Estos valores se aplican a todos los compuestos de uranio que no sean los especificados en d) y e) *supra*.

g) Estos valores se aplican solamente al uranio no irradiado.

2.7.7.2.2 En el caso de los radionucleidos aislados que no figuren en el cuadro 2.7.7.2.1, la determinación de los valores básicos de los radionucleidos a que se hace referencia en 2.7.7.2.1 requerirá la aprobación de la autoridad competente o, en el caso de transporte internacional, aprobación multilateral. Cuando se conoce la forma química de cada radionucleido es posible utilizar el valor de  $A_2$  relacionado con su clase de solubilidad como recomienda la Comisión Internacional de Protección Radiológica, si se tienen en cuenta las formas químicas tanto en condiciones de transporte normales como de accidente. Como alternativa, pueden utilizarse sin obtener la aprobación de la autoridad competente los valores de los radionucleidos que figuran en el cuadro 2.7.7.2.2.

Cuadro 2.7.7.2.2: Valores básicos de radionucleidos o mezclas respecto de los cuales no se dispone de datos

Contenido radiactivo	$A_1$ (TBq)	$A_2$ (TBq)	Concentración de actividad para material exento (Bq/g)	Límite de actividad para una remesa exenta (Bq)
Sólo se conoce la presencia de nucleidos emisores beta o gamma	0,1	0,02	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^4$
Se sabe que existen nucleidos emisores alfa únicamente	0,2	$9 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$
No se dispone de ningún dato pertinente	0,001	$9 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-1}$	$1 \times 10^3$

2.7.7.2.3 En los cálculos de  $A_1$  y  $A_2$  para un radionucleido que no figure en el cuadro 2.7.7.2.1, una sola cadena de desintegración radiactiva en la que los distintos radionucleidos se encuentran en las mismas proporciones en que se dan en el proceso natural de desintegración y en la que no exista ningún nucleido descendiente que tenga un período de semidesintegración superior o bien a 10 días o bien al período del nucleido predecesor, se considerará constituida por un solo radionucleido, y la actividad que se tomará en consideración y el valor de  $A_1$  o de  $A_2$  que se aplicará será el correspondiente al nucleido predecesor de la cadena. En el caso de cadenas de desintegración radiactiva, en las que cualquiera de los nucleidos descendientes tenga un período de semidesintegración superior o bien a 10 días o bien al período del nucleido predecesor, éste y los nucleidos descendientes se considerarán como mezclas de radionucleidos diferentes.

2.7.7.2.4 En el caso de mezclas de radionucleidos, la determinación de los valores básicos de radionucleidos a que se hace referencia en 2.7.7.2.1 podrá efectuarse como sigue:

$$X_m = \frac{1}{\sum_i \frac{f(i)}{X(i)}}$$

siendo:

$f(i)$  la fracción de actividad o concentración de actividad del radionucleido  $i$  en la mezcla;

$X(i)$  el valor apropiado de  $A_1$  o  $A_2$ , o la concentración de actividad, para material exento o el límite de actividad para una remesa exenta según corresponda para el radionucleido  $i$ ; y

$X_m$  el valor derivado de  $A_1$  o  $A_2$ , o la concentración de actividad para material exento o el límite de actividad para una remesa exenta en el caso de una mezcla.

2.7.7.2.5 Cuando se conozca la identidad de todos los radionucleidos, pero se ignoren las actividades respectivas de algunos de ellos, los radionucleidos pueden agruparse y puede utilizarse el valor de radionucleido más bajo, según proceda, para los radionucleidos de cada grupo al aplicar las fórmulas que figuran en 2.7.7.2.4 y 2.7.7.1.4.2. La formación de los grupos puede basarse en la actividad alfa total y en la actividad beta/gamma total cuando éstas se conozcan, utilizando los valores más bajos de radionucleidos para los emisores alfa o los emisores beta/gamma, respectivamente.

2.7.7.2.6 Para radionucleidos aislados o para mezclas de radionucleidos de los que no se dispone de datos pertinentes se utilizarán los valores que figuran en el cuadro 2.7.7.2.2.

## **2.7.8 Límites del índice de transporte (IT), el índice de seguridad con respecto a la criticidad (ICS) y nivel de radiación correspondientes a bultos y sobreenvases**

2.7.8.1 Salvo en el caso de remesas en la modalidad de uso exclusivo, el índice de transporte de cualquier bulto o sobreenvase no deberá ser superior a 10, y el índice de seguridad con respecto a la criticidad de cualquier bulto o sobreenvase no deberá ser superior a 50.

2.7.8.2 Salvo en el caso de bultos o sobreenvases transportados por ferrocarril o por carretera según la modalidad de uso exclusivo en las condiciones especificadas en 7.2.3.1.2 a), o según la modalidad de uso exclusivo y arreglos especiales en un buque o por aire en las condiciones especificadas en 7.2.3.2.1 o 7.2.3.3.3, respectivamente, el máximo nivel de radiación en cualquier punto de cualquier superficie externa de un bulto o sobreenvase no deberá exceder de 2 mSv/h.

2.7.8.3 El máximo nivel de radiación en cualquier punto de cualquier superficie externa de un bulto en la modalidad de uso exclusivo no deberá exceder de 10 mSv/h.

2.7.8.4 Los bultos y sobreenvases se clasificarán en la categoría I-BLANCA, II-AMARILLA o III-AMARILLA de conformidad con las condiciones especificadas en el cuadro 2.7.8.4, y con los siguientes requisitos:

- a) En el caso de un bulto o sobreenvase, se tendrán en cuenta tanto el índice de transporte como el nivel de radiación en la superficie para determinar la categoría apropiada. Cuando el índice de transporte satisfaga la condición correspondiente a una categoría, pero el nivel de radiación en la superficie satisfaga la condición correspondiente a una categoría diferente, el bulto o sobreenvase se considerará que pertenece a la categoría superior de las dos. A este efecto, la categoría I-BLANCA se considerará la categoría inferior.
- b) El índice de transporte se determinará de acuerdo con los procedimientos especificados en 2.7.6.1.1 y 2.7.6.1.2.
- c) Si el nivel de radiación en la superficie es superior a 2 mSv/h, el bulto o sobreenvase se transportará según la modalidad de uso exclusivo y ajustándose a las disposiciones de 7.2.3.1.3, 7.2.3.2.1 o 7.2.3.3.3, según proceda.
- d) A un bulto que se transporte en virtud de arreglos especiales se le asignará la categoría III-AMARILLA.
- e) A un sobreenvase que contenga bultos transportados en virtud de arreglos especiales se le asignará la categoría III-AMARILLA.

Cuadro 2.7.8.4: Categorías de los bultos y sobreenvasos

Condiciones		
Índice de transporte	Nivel de radiación máximo en cualquier punto de la superficie externa	Categoría
0 <sup>a</sup>	Hasta 0,005 mSv/h	I-BLANCA
Mayor que 0 pero no mayor que 1 <sup>a</sup>	Mayor que 0,005 mSv/h pero no mayor que 0,5 mSv/h	II-AMARILLA
Mayor que 1 pero no mayor que 10	Mayor que 0,5 mSv/h pero no mayor que 2 mSv/h	III-AMARILLA
Mayor que 10	Mayor que 2 mSv/h pero no mayor que 10 mSv/h	III-AMARILLA <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Si el IT medido no es mayor de 0,05, el valor citado puede ser cero en conformidad con 2.7.6.1.1 c).

<sup>b</sup> Deberá transportarse también bajo uso exclusivo.

## 2.7.9 Requisitos y controles para el transporte de bultos exceptuados

2.7.9.1 Los bultos exceptuados que puedan contener cantidades limitadas de materiales radiactivos, instrumentos, artículos manufacturados que se especifican en 2.7.7.1.2 y los embalajes vacíos que se especifican en 2.7.9.6 se pueden transportar con tal de que se cumplan las siguientes disposiciones:

- Los requisitos aplicables que se especifican en 2.0.3.2, 2.7.9.2, 2.7.9.3 a 2.7.9.6 según proceda, 2.7.9.6 d), 4.1.9.1.2, 5.2.1.1, 5.2.1.2, 5.2.1.5.1 a 5.2.1.5.3, 5.4.1.4 a) y 7.1.7.5.2;
- Los requisitos relativos a los bultos exceptuados que se especifican en 6.4.4;
- Si el bulto exceptuado contiene sustancias fisionables, se aplicará una de las excepciones previstas en 6.4.11.2 para sustancias fisionables, así como lo estipulado en 6.4.7.2; y
- Los requisitos que figuran en 1.1.1.6, si se transportan por correo.

2.7.9.2 El nivel de radiación en cualquier punto de la superficie externa de un bulto exceptuado no excederá de 5  $\mu$ Sv/h.

2.7.9.3 Los materiales radiactivos que estén contenidos en un instrumento o en otro artículo manufacturado o que formen parte integrante de él, tales que la actividad no exceda de los límites para los instrumentos y artículos y para los bultos especificados en las columnas 2 y 3 respectivamente del cuadro 2.7.7.1.2.1, podrán ser transportados en un bulto exceptuado, siempre que:

- El nivel de radiación a 10 cm de distancia de cualquier punto de la superficie externa de cualquier instrumento o artículo sin embalar no exceda de 0,1 mSv/h; y
- Todo instrumento o artículo (a excepción de los relojes o dispositivos radioluminiscentes) lleve marcada la inscripción "RADIATIVO"; y
- El material activo esté completamente encerrado en componentes no activos (un dispositivo cuya única función sea la de contener materiales radiactivos no se considerará como instrumento o artículo manufacturado).

2.7.9.4 Los materiales radiactivos en formas diferentes de las especificadas en 2.7.9.3, cuyas actividades no excedan del límite especificado en la columna 4 del cuadro 2.7.7.1.2.1, podrán transportarse en un bulto exceptuado siempre que:

- a) El bulto retenga su contenido radiactivo en las condiciones de transporte rutinario; y
- b) El bulto lleve marcada en una superficie interior la inscripción "RADIOACTIVO" dispuesta de forma que al abrir el bulto se observe claramente la advertencia de la presencia de material radiactivo.

2.7.9.5 Los artículos manufacturados en los que los únicos materiales radiactivos sean uranio natural no irradiado, uranio empobrecido no irradiado o torio natural no irradiado, podrán transportarse como bulto exceptuado, siempre que la superficie externa del uranio o del torio esté encerrada en una funda o envoltura inactiva metálica o integrada por algún otro material resistente.

2.7.9.6 Los embalajes vacíos que hayan contenido previamente materiales radiactivos podrán transportarse como bulto exceptuado, siempre que:

- a) Se mantengan en buen estado de conservación y firmemente cerrados;
- b) De existir uranio o torio en su estructura, la superficie exterior de los mismos esté cubierta con una funda o envoltura inactiva metálica o constituida por algún otro material resistente;
- c) El nivel de contaminación transitoria interna no exceda de cien veces los valores especificados en 4.1.9.1.2; y
- d) Ya no sean visibles las etiquetas que puedan haber llevado sobre su superficie de conformidad con lo dispuesto en 5.2.2.1.11.1.

2.7.9.7 Las siguientes disposición no son aplicables a los bultos exceptuados y a los controles para el transporte de bultos exceptuados:

2.7.4.1, 2.7.4.2, 4.1.9.1.3, 4.1.9.1.4, 5.1.3.2, 5.1.5.1.1, 5.1.5.1.2, 5.2.2.1.12.1, 5.4.1.5.7.1, 5.4.1.5.7.2, 5.4.1.6, 6.4.6.1, 7.1.6.5.1, 7.1.6.5.3 a 7.1.6.5.5, 7.1.7.1.1, 7.1.7.1.3, 7.1.7.3.1, 7.1.7.6.1.

## **2.7.10 Requisitos aplicables a los materiales radiactivos de baja dispersión**

2.7.10.1 Los materiales radiactivos de baja dispersión serán de tal naturaleza que la totalidad de estos materiales radiactivos contenidos en un bulto cumpla los siguientes requisitos:

- a) El nivel de radiación a 3 m de distancia de los materiales radiactivos sin blindaje no excederá de 10 mSv/h;
- b) Cuando se les someta a los ensayos especificados en 6.4.20.3 y 6.4.20.4, la liberación en suspensión en el aire en forma gaseosa y de partículas de un diámetro aerodinámico equivalente de hasta 100  $\mu\text{m}$  no excederá de 100  $\text{A}_2$ . Podrá utilizarse un espécimen distinto para cada ensayo; y
- c) Cuando se les someta al ensayo especificado en 2.7.3.4, la actividad en el agua no excederá de 100  $\text{A}_2$ . En la aplicación de este ensayo se tendrán en cuenta los efectos nocivos de los ensayos especificados en el apartado b) precedente.

2.7.10.2 Los materiales radiactivos de baja dispersión se someterán a los siguientes ensayos:

Todo espécimen que comprenda o simule materiales radiactivos de baja dispersión deberá someterse al ensayo térmico reforzado que se especifica en 6.4.20.3 y al ensayo de impacto que se indica en 6.4.20.4. Se podrá emplear un espécimen diferente en cada uno de los ensayos. Después de cada ensayo, el espécimen se someterá al ensayo por lixiviación especificado en 2.7.3.4. Luego de cada ensayo se determinará si se han cumplido los requisitos pertinentes indicados en 2.7.10.1.

2.7.10.3 La demostración de que se cumplen las normas señaladas en 2.7.10.1 y 2.7.10.2 deberá realizarse de acuerdo con lo dispuesto en 6.4.12.1 y 6.4.12.2.



## CAPÍTULO 2.8

### CLASE 8 - SUSTANCIAS CORROSIVAS

#### 2.8.1 Definición

Las *sustancia de la clase 8 (sustancias corrosivas)* son sustancias que, por su acción química, causan lesiones graves a los tejidos vivos con que entran en contacto o que, si se produce un escape, pueden causar daños de consideración a otras mercancías o a los medios de transporte, o incluso destruirlos.

#### 2.8.2 Asignación de grupos de embalaje/envasado

2.8.2.1 A efectos de embalaje/envasado, las sustancias y preparados de la clase 8 se han dividido en los siguientes tres grupos de embalaje/envasado según el grado de peligro que presentan durante el transporte:

- a) *Grupo de embalaje/envasado I:* Sustancias y preparados muy peligrosos;
- b) *Grupo de embalaje/envasado II:* Sustancias y preparados moderadamente peligrosos;
- c) *Grupos de embalaje/envasado III:* Sustancias y preparados poco peligrosos.

2.8.2.2 La adscripción de las sustancias de la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2 a uno u otro de los grupos de embalaje/envasado de la clase 8 se ha basado en la experiencia adquirida, teniendo asimismo en cuenta otros factores, como el riesgo por inhalación (véase 2.8.2.3) y su capacidad de reacción con el agua (incluida la formación de productos de descomposición peligrosos). Las sustancias nuevas, incluidas las mezclas, pueden asignarse a los grupos de embalaje/envasado en función de la duración del contacto necesaria para causar la destrucción de la piel humana en todo su espesor según los criterios del 2.8.2.4. Las sustancias respecto de las que se estima que no causan la destrucción de la piel humana en todo su espesor se seguirán tomando en consideración por su capacidad de corrosión superficial en ciertos metales de conformidad con los criterios del 2.8.2.4 c) ii).

2.8.2.3 Las sustancias o preparados que responden a los criterios establecidos para la clase 8 y cuya toxicidad por inhalación de polvos o nieblas (CL<sub>50</sub>) requeriría su adscripción al grupo de embalaje/envasado I, pero cuya toxicidad por ingestión o por absorción cutánea está dentro de la escala de valores del grupo de embalaje/envasado III solamente o no llega a entrar en ella, se asignarán a la clase 8 (véase la nota al 2.6.2.2.4.1).

2.8.2.4 Al adscribir una sustancia al grupo de embalaje/envasado de conformidad con 2.8.2.2, se tendrá en cuenta la experiencia humana en casos de exposición accidental. Cuando no exista tal experiencia, esa adscripción se basará en los datos obtenidos mediante experimentación con arreglo a la directriz 404 de la OCDE<sup>1</sup>.

2.8.2.5 Los grupos de embalaje/envasado se asignan a las sustancias corrosivas de conformidad con los siguientes criterios:

- a) El *grupo de embalaje/envasado I* se asigna a las sustancias que causan la destrucción de un tejido cutáneo intacto en todo su espesor antes de que transcurra un período de

---

<sup>1</sup> OECD Guidelines for testing of chemicals No. 404 "Acute Dermal Irritation/Corrosion" 1992.

observación de hasta 60 minutos contados tras un período de exposición de tres minutos o menos;

- b) El *grupo de embalaje/envasado II* se asigna a las sustancias que causan la destrucción de un tejido cutáneo intacto en todo su espesor antes de que transcurra un período de observación de hasta 14 días contados tras un período de exposición de más de tres minutos pero de no más de 60 minutos;
- c) El *grupo de embalaje/envasado III* se asigna a las sustancias:
  - i) que causan la destrucción de un tejido cutáneo intacto en todo su espesor antes de que transcurra un período de observación de hasta 14 días contados tras un período de exposición de más de 60 minutos pero de no más de cuatro horas; o
  - ii) respecto de las cuales se considera que no causan la destrucción de tejido cutáneo intacto en todo su espesor, pero que al ser aplicadas sobre superficies de acero o de aluminio, a una temperatura de ensayo de 55 °C, causan una corrosión de más de 6,25 mm por año. Para los ensayos con acero, el metal utilizado deberá ser del tipo P235 (ISO 9328-2:1991) o de un tipo análogo, y para los ensayos con aluminio de los tipos no revestidos 7075-T6 o AZ5GU-T6. Se prescribe un ensayo aceptable en la norma ASTM G31-72 (prorrogada en 1990).

## CAPÍTULO 2.9

### CLASE 9 - SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIOS

#### 2.9.1 Definición

Las *sustancias y objetos de la clase 9 (sustancias y objetos peligrosos varios)* son sustancias y objetos que, durante el transporte, presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases. Comprenden, entre otras, las sustancias que se transportan o se presentan para su transporte a la temperatura de 100 °C o a temperaturas superiores en estado líquido, o a la temperatura de 240 °C o a temperaturas superiores en estado sólido.

