



Secretaría

Distr.
GENERAL

ST/SG/AC.10/29/Add.2
17 de febrero de 2003

ESPAÑOL
Original: INGLÉS y FRANCÉS

**COMITÉ DE EXPERTOS EN TRANSPORTE
DE MERCADERÍAS PELIGROSAS Y EN EL SISTEMA
MUNDIALMENTE ARMONIZADO DE CLASIFICACIÓN
Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS**

**INFORME DEL COMITÉ DE EXPERTOS EN TRANSPORTE DE MERCANCÍAS
PELIGROSAS Y EN EL SISTEMA MUNDIALMENTE ARMONIZADO
DE CLASIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE PRODUCTOS QUÍMICOS SOBRE SU
PRIMER PERÍODO DE SESIONES**

(Ginebra, 11 y 12 de diciembre de 2002)

Adición 2

Anexo 2

Enmiendas a la tercera edición revisada de las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios

El presente anexo contiene enmiendas a la tercera edición revisada de las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios (ST/SG/AC.10/11/Rev.3), aprobadas por el Comité en su primer período de sesiones.

**ENMIENDAS A LA TERCERA EDICIÓN REVISADA DE LAS RECOMENDACIONES
RELATIVAS AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS,
MANUAL DE PRUEBAS Y CRITERIOS
(Documento ST/SG/AC,10/11/Rev.3)**

Sección 1

1.2.2 En el Cuadro 1.1, sustitúyase “1 a 7” por “1 a 8” en la primera línea, debajo de “Serie de pruebas”.

1.6 En el Cuadro 1.2, añádase lo siguiente:

<i>Serie de pruebas</i>	<i>Tipo de prueba</i>	<i>Código de la prueba</i>	<i>Nombre de la prueba</i>
8	(a)	8(a)	Prueba de estabilidad térmica para los ENA
8	(b)	8(b)	Prueba de excitación de la detonación con barrera inerpuesta para los ENA
8	(c)	8(c)	Prueba de Koenen
8	(d)	8(d)	Prueba del tubo con escape *

* *Esta prueba se propone evaluar la adecuación para el transporte en cisternas.*

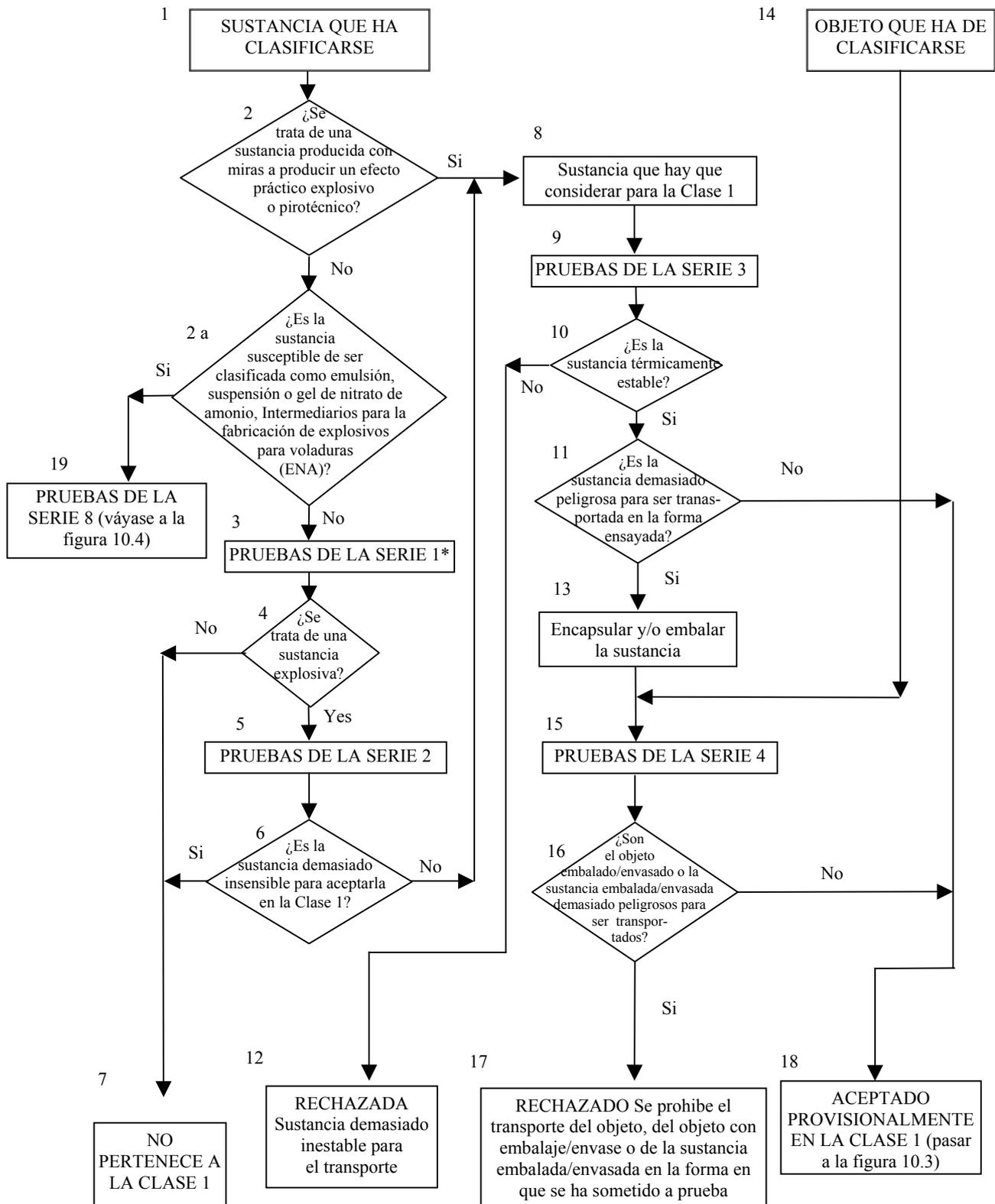
Sección 10

10.1.1 Enmiéndese la última oración para que diga lo siguiente: “...en las figuras 10.1, 10.2, 10.3 y 10.4), las condiciones generales... (sin cambios) ... en las secciones 11 a 18 del presente Manual de pruebas.”.

Figura 10.2 Enmiéndese esta figura como aparece en la página 3 del presente documento.

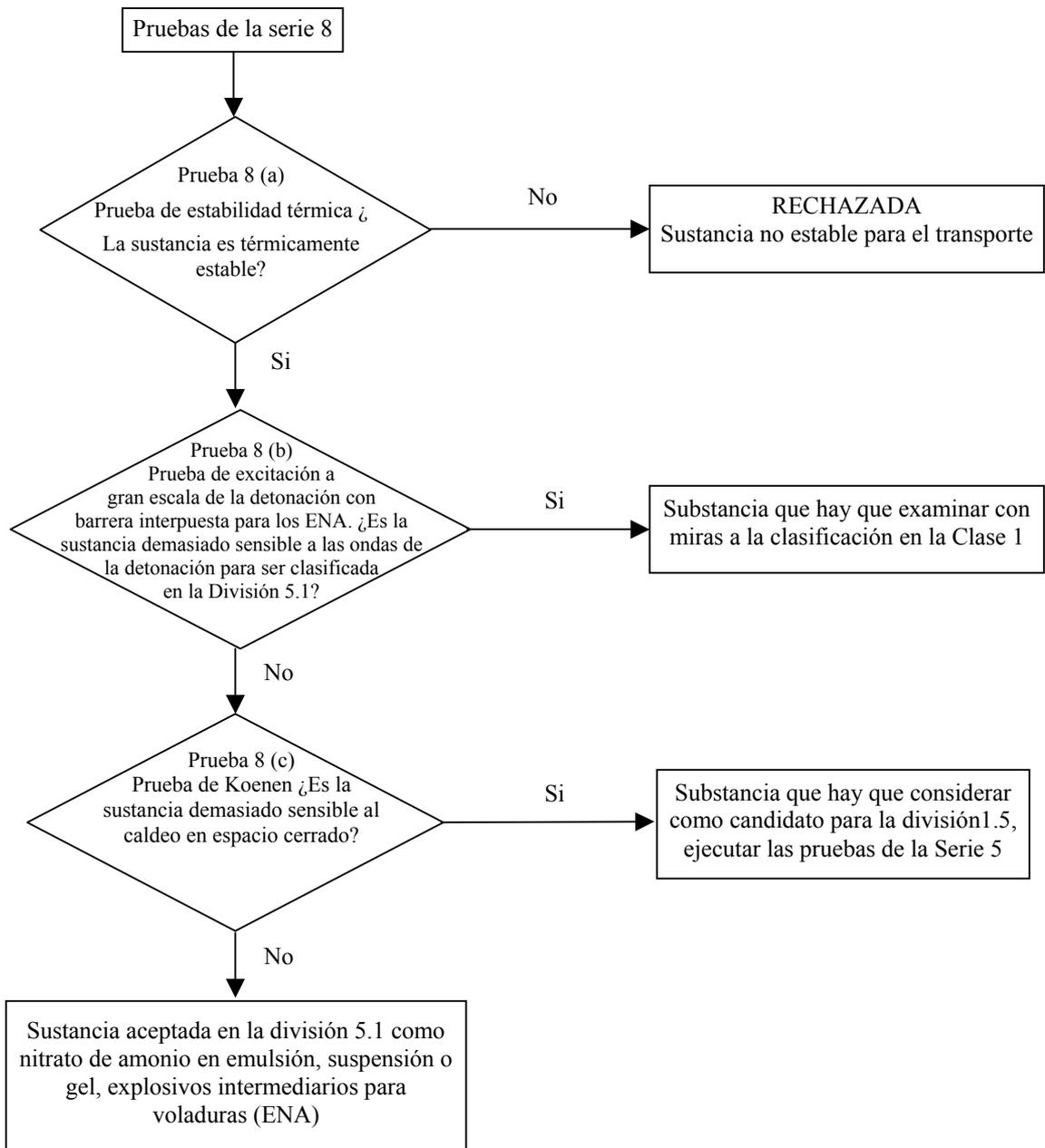
Figura 10.4 Insértese una nueva Figura 10.4, como aparece en la página 4 del presente documento, inmediatamente después de la ahora existente Figura 10.3 y renúmerense en consecuencia las Figuras 10.4 a 10.8.

FIGURA 10.2 : PROCEDIMIENTO PARA LA ACEPTACIÓN PROVISIONAL DE UNA SUSTANCIA U OBJETO EN LA CLASE 1



* A efectos de clasificación, comiencese con las pruebas de la serie 2.

FIGURA 10.4



10.4.2.5 Agregar un nuevo párrafo del tenor siguiente:

“10.4.2.5 Se responde a la pregunta “se trata de una sustancia susceptible de ser clasificada como nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel, explosivos intermediarios para voladuras (ENA)” (caso 2 a) de la figura 10.2) mediante pruebas de la serie 8, debiéndose someter cada sustancia susceptible de serlo a las tres pruebas de la serie. Los tres tipos de prueba son los siguientes:

Tipo 8 a) – prueba para determinar la estabilidad térmica;

Tipo 8 b) – prueba de excitación por onda de detonación para determinar la sensibilidad a una onda de choque violenta;

Tipo 8 c) – prueba para determinar el efecto del caldeamiento en espacio limitado

La serie de pruebas 8 d) figura en la presente sección como método dirigido a determinar si una sustancia puede ser transportada en cisterna.

10.4.3.7 Insertar un nuevo 10.4.3.7 del tenor siguiente:

“10.4.3.7 Los tipos de prueba 8 a) a 8 c) han de ser utilizados con el objeto de determinar si una emulsión, una suspensión o un gel de nitrato de amonio, explosivos intermediarios para voladuras (ENA), puede ser asignada a la división 5.1. Las sustancias que no satisfacen alguna de las pruebas pueden considerarse susceptibles de pertenecer a la clase 1 conforme a la figura 10.4.”

El actual 10.4.3.7 se convierte en el nuevo 10.4.3.8.

10.5.1 Modificar el final del párrafo de la manera siguiente “...en las figuras 10.5 a 10.8.”.

10.5.2 Reemplazar “figura 10.8” por “figura 10.9.”.

Sección 18 Insertar una nueva Sección 18 relativa a las pruebas de la serie 8, del tenor siguiente:

“SECCIÓN 18

PRUEBAS DE LA SERIE 8

18.1 Introducción

La evaluación de si una emulsión, una suspensión o un gel de nitrato de amonio, explosivos intermediarios para voladuras (ENA), es suficientemente insensible para ser clasificado en la división 5.1, se responde sometiendo la sustancia a los tres tipos de prueba que constituyen la serie 8. Los tres tipos de prueba son los siguientes :

Tipo 8 a) – prueba para determinar la estabilidad térmica;

- Tipo 8 b) – prueba de excitación por onda de detonación para determinar la sensibilidad a una onda de choque violenta;
- Tipo 8 c) – prueba para determinar el efecto del caldeamiento en espacio limitado.

La serie de pruebas 8 d) figura en la presente sección como método dirigido a determinar si una sustancia puede ser transportada en cisterna.

18.2 Métodos de prueba

Los métodos de prueba actualmente utilizados se enumeran en el cuadro 18.1.

Cuadro 18.1 : MÉTODOS DE PRUEBA DE LA SERIE 8

<i>Código</i>	<i>Nombre de la prueba</i>	<i>Sección</i>
8 a)	Prueba de estabilidad térmica para los ENA*	18.4
8 b)	Prueba de excitación de la detonación con barrera interpuesta a gran escala para los ENA*	18.5
8 c)	Prueba de Koenen*	18.6
8 d)	Prueba del tubo con escape**	18.7

* *Esta prueba está destinada a la clasificación.*

** *Esta prueba tiene por objeto determinar si la sustancia puede ser transportada en cisternas.*

18.3 Condiciones de la prueba

18.3.1 La sustancia debe ser ensayada tal como se presenta en el transporte, a la más alta temperatura (véase 1.5.4 del presente Manual).

18.4 Serie 8, Tipo a): Prescripciones de prueba

18.4.1 *Prueba 8 a) : Prueba de estabilidad térmica para el nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel*

18.4.1.1 *Introducción*

18.4.1.1.1 Esta prueba sirve para medir la estabilidad de una sustancia susceptible de ser clasificada como nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel, explosivos intermediarios para voladuras, al someterse la sustancia a temperaturas elevadas a fin de determinar si es demasiado peligrosa para ser transportada.

18.4.1.1.2 Esta prueba se emplea para determinar si la emulsión, la suspensión o el gel es estable a las temperaturas que se alcanzan en el transporte. Cuando este tipo de pruebas se ejecutan normalmente (ver 28.4.4), el vaso de Dewar de medio litro es el único representativo de los embalajes, de los GRV y de las cisternas pequeñas. Esta prueba puede ser igualmente utilizada para medir la estabilidad de las emulsiones, suspensiones y geles de nitrato de amonio durante el transporte en cisterna si se efectúa a una temperatura que supere en 20 °C la temperatura máxima que se puede

alcanzar durante el transporte, comprendida la temperatura en el momento de la carga.

18.4.1.2 *Aparatos y materiales*

18.4.1.2.1 El equipo para la prueba consiste una cámara de prueba apropiada, vasos de Dewar que respondan a los criterios enunciados con los dispositivos de cierre, sondas térmicas y un material de medida.

18.4.1.2.2 ***La prueba debe efectuarse en una cámara de ensayo capaz de resistir al fuego y al exceso de presión y que debe de preferencia estar dotada de un mecanismo de descompresión, por ejemplo, en forma de un escape de explosión.*** El sistema de registro debe estar instalado en una zona de observación distinta.

18.4.1.2.3 Se puede utilizar una estufa con termostato (que pueda ser ventilada) lo suficientemente grande para permitir que el aire circule entorno del vaso de Dewar. La temperatura del aire dentro de la estufa debe regularse de manera que la temperatura deseada de una muestra líquida inerte contenida en el vaso de Dewar pueda mantenerse sin una variación de más de 1 °C durante un período de hasta 10 días. La temperatura del aire dentro de la estufa ha de ser medida y registrada. Se recomienda dotar al cierre de la puerta de la estufa de un cierre magnético o sustituirla por una tapadera aislante no hermética. La estufa puede protegerse con un revestimiento de acero apropiado y situar el vaso de Dewar dentro de una jaula de tela metálica.

18.4.1.2.4 Se utilizan vasos de Dewar de un volumen de 500 ml dotados de un sistema de cierre. El cierre de un vaso de Dewar debe ser inerte. En la figura 18.4.1.1, se muestra un sistema de cierre.

18.4.1.2.5 Las características de pérdida de calor del sistema utilizado, a saber el vaso de Dewar y su sistema de cierre, han de determinarse antes de la ejecución de la prueba. Dado que el dispositivo de cierre influye mucho sobre las características de la pérdida de calor, éstas pueden ser ajustadas en cierta medida modificando el sistema de cierre. Las características de la pérdida de calor pueden determinarse mediante la medida del tiempo medio de enfriamiento del vaso lleno de una sustancia inerte de similares propiedades físicas. La pérdida de calor por unidad de masa, L (W/kg.K), puede calcularse a partir del tiempo medio de enfriamiento, $t_{1/2}$ (s), y del calor específico, C_p (J/K), de la sustancia, merced a la fórmula siguiente:

$$L = \ln 2 \times C_p / t_{1/2}$$

18.4.1.2.6 Conviene utilizar vasos Dewar llenos de 400 ml de sustancia, cuya pérdida de calor varíe de 80 a 100 mW/kg.K.

18.4.1.2.7 El vaso de Dewar debe llenarse hasta aproximadamente el 80 % de su capacidad. Cuando la viscosidad de la muestra sea muy elevada, puede que sea necesario disponer de una muestra cuya forma encaje perfectamente con el vaso de Dewar. El diámetro de esa muestra preparada por adelantado será ligeramente inferior al diámetro interior del vaso de Dewar. El hueco al fondo del vaso de Dewar puede

llenarse con una sustancia sólida inerte antes de la introducción de la muestra en el vaso, a fin de facilitar la utilización de muestras de sustancia de forma cilíndrica.

18.4.1.3 *Procedimiento*

18.4.1.3.1 Poner la cámara de prueba a una temperatura que supere en 20 °C la temperatura máxima que se pueda alcanzar durante el transporte o la temperatura en el momento de la carga cuando ésta sea más elevada. Llenar el vaso de Dewar de la sustancia que hay que ensayar y anotar la masa de la muestra. Asegurarse de que la altura de la muestra sea aproximadamente igual al 80 % de la altura del vaso. Introducir la sonda térmica en el centro de la muestra. Sellar la tapadera del vaso de Dewar e introducir éste en la cámara de prueba, conectar el dispositivo de registro de la temperatura y cerrar la cámara de prueba.

18.4.1.3.2 La muestra se calienta, mientras su temperatura y la de la cámara de prueba se vigilan constantemente. Anotar la hora en la que la muestra alcanza una temperatura inferior en 2 °C a la de la cámara de prueba. Proseguir entonces la prueba durante siete días o hasta el momento en que la temperatura de la muestra supera en 6 °C o más la de la cámara de prueba, si esto no se produce al principio. Anotar el tiempo que se ha necesitado para que la muestra pase de una temperatura inferior en 2 °C a la de la cámara de prueba a su temperatura máxima.

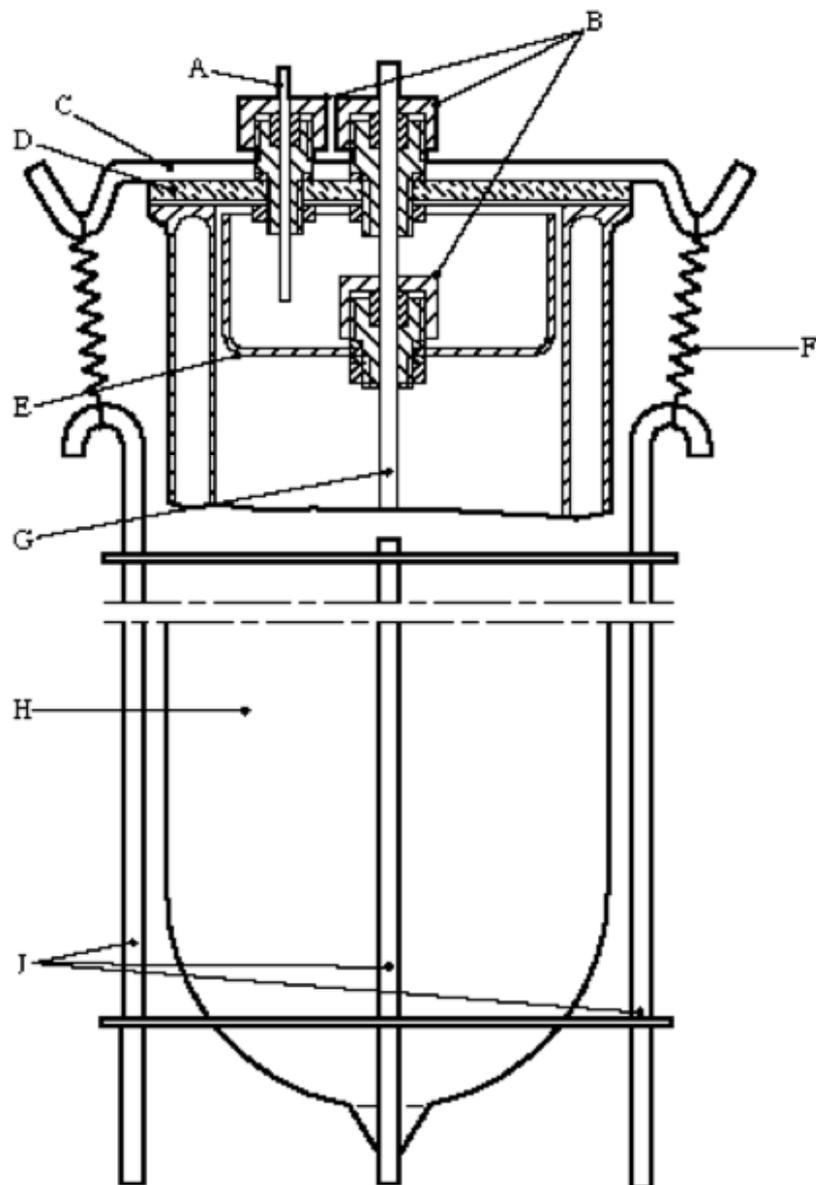
18.4.1.3.3 Si la muestra resiste la prueba, enfriarla, retirarla de la cámara de prueba y eliminarla lo antes posible. Se pueden determinar la pérdida de masa y los cambios de composición.

18.4.1.4 *Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados*

18.4.1.4.1 Si la temperatura de la muestra no supera en ninguna prueba la de la cámara en 6 °C o más, la emulsión, la suspensión o el gel de nitrato de amonio se considera térmicamente estable y puede seguir siendo ensayado como sustancia susceptible de clasificarse como nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel, explosivos intermediarios para voladuras.

18.4.1.5 *Ejemplos de resultados*

<i>Sustancias</i>	<i>Masa de la muestra (g)</i>	<i>Temperatura de la prueba (°C)</i>	<i>Resultado</i>	<i>Comentarios</i>
Nitrato de amonio	408	102	-	Ligera decoloración, Endurecimiento en grumo Pérdida de masa 0,5 %
ENA-1 Nitrato de amonio 76%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	551	102	-	Separación de aceite y de sales cristalizadas, Pérdida de masa 0,8%
ENA-2 (sensibilizado) Nitrato de amonio 75%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	501	102	-	Decoloración parcial Pérdida de masa 0,8%
ENA-Y Nitrato de amonio 77%, agua, 17 %, combustible/emulgente 7 %	500	85	-	Pérdida de masa 0,1%
NA-Z Nitrato de amonio 75%, agua 20%, combustible/emulgente 5%	510	95	-	Pérdida de masa 0,2%
ENA-G1 Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 1%, agua 16%, combustible/emulgente 9%	553	85	-	Sin aumento de temperatura
ENA-G2 Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 3%, agua 16%, combustible/emulgente 7%	540	85	-	Sin aumento de temperatura
ENA-J1 Nitrato de amonio 80%, agua 13%, combustible/emulgente 7%	613	80	-	Pérdida de masa 0,1%
ENA-J2 Nitrato de amonio 76%, agua 17%, combustible/emulgente 7 %	605	80	-	Pérdida de masa 0,3%
ENA-J4 Nitrato de amonio 71%, nitrato de sodio 11%, agua 12%, combustible/emulgente 6%	602	80	-	Pérdida de masa 0,1%



A) Tubo capilar de PTFE

C) Estribo de metal

E) Base recipiente de vidrio

G) Tubo protector de vidrio

J) Dispositivo de retención de acero

B) Encaje roscado (en PTFE o aluminio)

D) Tapadera de vidrio

F) Muelle

H) Vaso de Dewar

FIGURA 18.4.1.1 : VASO DE DEWAR CON CIERRE

18.5 Serie 8, Tipo b): Prescripciones de prueba

18.5.1 *Prueba 8 b) : Prueba de excitación de la detonación con barrera interpuesta para los ENA*

18.5.1.1 *Introducción*

Esta prueba sirve para medir la sensibilidad de una sustancia susceptible de ser clasificada como nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel, explosivos intermediarios para voladuras, con una onda de detonación de una intensidad dada, es decir, con carga excitadora y barrera especificada.

18.5.1.2 *Aparatos y materiales*

18.5.1.2.1 El dispositivo de prueba comprende una carga explosiva excitadora, una barrera, un tubo que contiene la carga que hay que ensayar y una placa testigo de acero (objetivo).

Se utiliza el siguiente material:

- a) Un detonador normalizado de Naciones Unidas o equivalente;
- b) Un comprimido de pentolita 50/50 o de hexocera 95/5, de 95 mm de diámetro y de 95 mm de largo, con una masa volúmica de $1\,600\text{ kg/m}^3 \pm 50\text{ kg/m}^3$;
- c) Un tubo de acero estirado en frío, sin soldadura, de 95 mm de diámetro exterior, de $11,1\text{ mm} \pm 10$ de espesor de tabique y de 280 mm de largo, con las siguientes características mecánicas :
 - resistencia a la tracción = 420 Mpa ($\pm 20\%$)
 - alargamiento = 22 ($\pm 20\%$)
 - dureza Brinell = 125 ($\pm 20\%$)
- d) Una muestra de la sustancia a ensayar con un diámetro ligeramente inferior al diámetro interior del tubo de acero. El intervalo de aire entre la muestra y el tabique del tubo debe ser el menor posible;
- e) Un trozo de barra de polimetacrilato de metilo (PMMA) moldeado de 95 mm de diámetro y de 70 mm de largo. Un intervalo de 70 mm corresponde a una presión de onda de choque aplicada a la emulsión que se sitúa entre 3,5 y 4 Gpa, según el tipo de carga utilizada (véase el cuadro 18.5.1.1 y la figura 18.5.1.2);
- f) Una placa de acero dulce de $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ y de las siguientes características mecánicas :
 - resistencia a la tracción = 580 Mpa ($\pm 20\%$)
 - alargamiento (%) = 21 ($\pm 20\%$)
 - dureza Brinell = 160 ($\pm 20\%$)

- g) Un tubo de cartón de 97 mm de diámetro interior y de 443 mm de largo;
- h) Un bloque de madera de 95 mm de diámetro y de 25 mm de grueso atravesado por un agujero central para mantener el detonador.

18.5.1.3 *Procedimiento*

18.5.1.3.1 Como lo muestra la figura 18.5.1.1, el detonador, la carga excitadora, la barrera y la muestra que hay que ensayar se superponen y centran sobre el eje que pasa por el centro de la placa testigo. Hay que velar por que haya un buen contacto entre el detonador y la carga excitadora, entre ésta y la barrera y entre la barrera y la muestra. La muestra y la carga excitadora deben estar a la temperatura ambiente en el momento de la prueba.

18.5.1.3.2 Para facilitar la recuperación de los fragmento de la placa testigo, el conjunto del dispositivo puede colocarse encima de un recipiente de agua con un intervalo de aire de por lo menos 10 cm entre la superficie del agua y la cara inferior de la placa testigo, la cual debe sostenerse sobre dos de sus lados.

18.5.1.3.3 Se pueden utilizar otros métodos de recuperación de los fragmentos, pero es importante reservar bajo la placa testigo un espacio suficiente de manera de no dificultar la perforación de la placa. La prueba se practica tres veces, a menos que no se observe antes un resultado positivo.

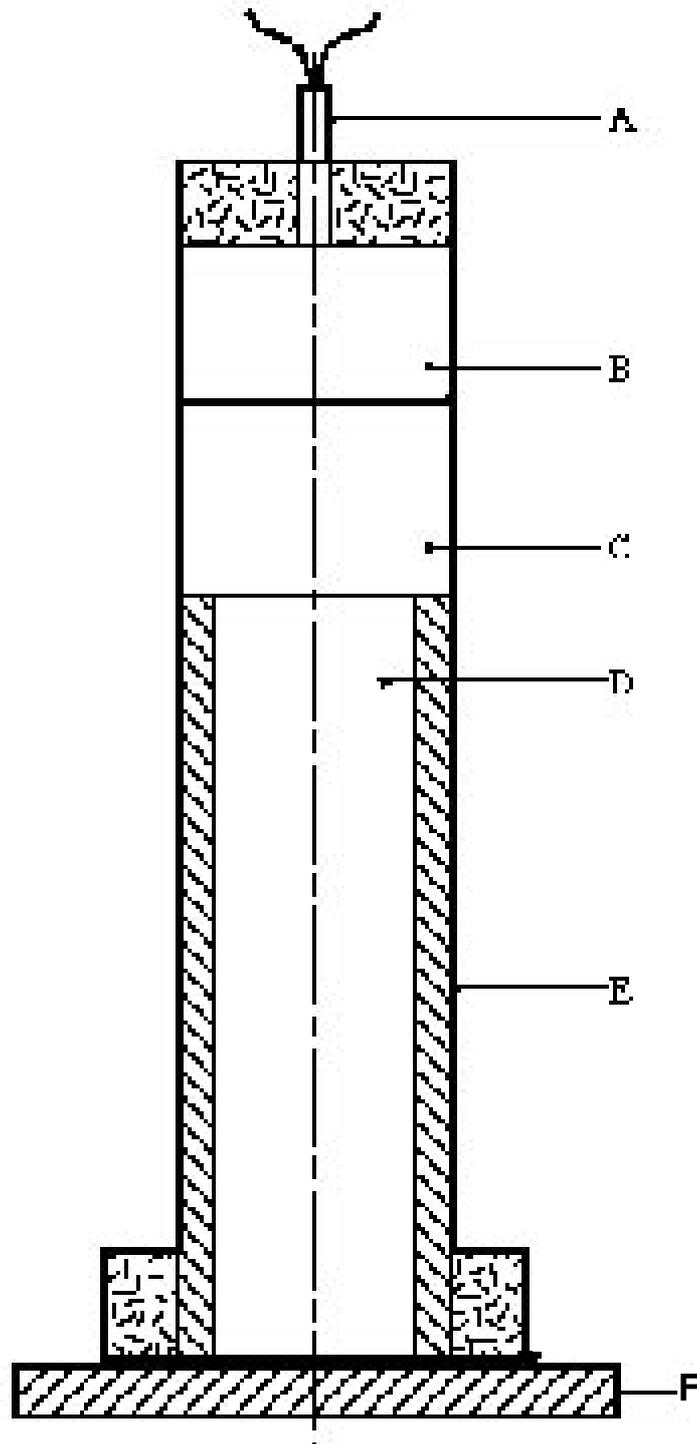
18.5.1.4 *Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados*

Un agujero limpio perforado a través de la placa indica que se ha excitado una detonación en la muestra. Una sustancia que detona durante uno de los ensayos contra una barrera de 70 mm de largo no debe ser clasificada como nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel, explosivos intermediarios para voladuras, y el resultado se considera positivo “+”.

18.5.1.5 *Ejemplos de resultados*

<i>Sustancias</i>	<i>Masa volúmica (g/cm³)</i>	<i>Prueba de excitación de la detonación (mm)</i>	<i>Resultado</i>	<i>Comentarios</i>
Nitrato de amonio(baja densidad)	0,85	35	-	Tubo fragmentado en grandes trozos Placa bombeada Velocidad de detonación (VVD) 2,3-2,8 km/s
Nitrato de amonio (baja densidad)	0,85	35	-	Tubo fragmentado en grandes trozos Placa fracturada
ENA-FA Nitrato de amonio 69%, nitrato de sodio 12 %, agua 10 %, combustible/emulgente 8%	1,4	50	-	Tubo fragmentado en grandes trozos Placa no perforada
ENA-FA	1,44	70	-	Tubo fragmentado en grandes trozos Placa no perforada
ENA-FB Nitrato de amonio 70%, nitrato de sodio 11 %, agua 12 %, combustible/emulgente 7 %	ca 1,40	70	-	Tubo fragmentado en grandes trozos Placa no perforada
ENA-FC (sensibilizado) Nitrato de amonio 75 %, agua 13 %, combustible/emulgente 10%	1,17	70	+	Tubo fragmentado en pequeños trozos Placa fracturada
ENA-FD Nitrato de amonio 76%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	ca 1,22	70	+	Tubo fragmentado en pequeños trozos Placa perforada
ENA-1 Nitrato de amonio 76%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	1,4	35		Tubo fragmentado en grandes trozos Placa abollada VDD 3,1km/s
ENA-2 (sensibilizado) Nitrato de amonio 76 %, agua 17%, combustible/emulgente7%	1,4	35	-	Tube fragmented into large pieces Plate dented VOD 3.1 km/s
ENA-2 (sensibilizado) Nitrato de amonio 76 %, agua 17%, combustible/emulgente7%	1,3	35	+	Tubo fragmentado en pequeños trozos Placa perforada VDD 6,7km/s
ENA-G1 Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 1%, agua 16 %, combustible/emulgente 9%	1,29	70	-	Tubo fragmentado Placa dentada VOD 1968m/s
ENA-G2 Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 3%, agua 16%, combustible/emulgente 7%	1,32	70	-	Tubo fragmentado Placa dentada

<i>Sustancias</i>	<i>Masa volumica (g/cm3)</i>	<i>Prueba de excitación de la detonación (mm)</i>	<i>Resultado</i>	<i>Comentarios</i>
ENA-G3 (sensibilidad a la gasificación) Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 1%, agua 16%, combustible/emulgente 9%	1,17	70	+	Tubo fragmentado Placa perforada
ENA- G4 (sensibilidad a lasmicrosférulas) Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 3%, agua 16%, combustible/emulgente 7%	1,23	70	+	Tubo fragmentado Placa perforada
ENA-G5 Nitrato de amonio 70%, nitrato de calcio 8%, agua 16%, combustible/emulgente 7%	1,41	70	-	Tubo fragmentado Placa dentada VVD: 2061 m/s
ENA-J1 Nitrato de amonio 80%, agua 13%, combustible/emulgente 7%	1,39	70	-	Tubo fragmentado Placa dentada
ENA-J2 Nitrato de amonio 76%, agua 17%, combustible/emulgente 6%	1,42	70	-	Tubo fragmentado Placa dentada
ENA-J4 Nitrato de amonio 71%, nitrato de sodio 11%, agua 12%, combustible/emulgente 6%	1,40	70	-	Tubo fragmentado Placa dentada
ENA-J5 (sensibilidad a las microférulas), nitrato de amonio 71%, nitrato de sodio 5%, agua 18%, combustible/emulgente 6%	1,20	70	+	Tubo fragmentado Placa perforada VVD 5.7 km/s
ENA-J6 (sensibilidad a las microférulas) Nitrato de amonio 80%, agua 13%, combustible/emulgente 7%	1,26	70	+	Tubo fragmentado Placa perforada VVD: 6,3 km/s



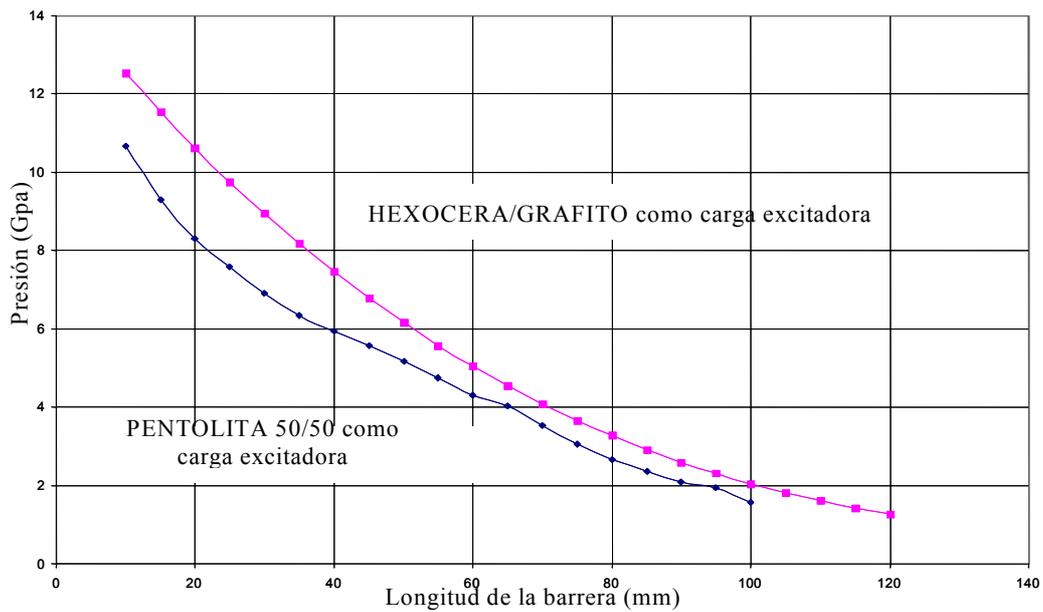
-
- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| A) Detonador | B) Carga excitadora |
| C) Barrera de PMMA | D) Sustancia sometida a prueba |
| E) Tubo de acero | F) Placa testigo |
-

FIGURA 18.5.1.1 : PRUEBA DE EXCITACIÓN CON BARRERA INTERPUESTA PARA LOS ENA

CUADRO 18.5.1.1 : DATOS DE CALIBRACIÓN RELATIVOS A LA PRUEBA DE EXCITACIÓN DE LA DETONACIÓN CON BARRERA INTERPUESTA PARA LOS ENA

<i>PENTOLITA 50/50 como carga excitadora</i>		<i>HEXOCERA/GRAFITO como carga excitadora</i>	
<i>Longitud de la barrera (mm)</i>	<i>Presión al nivel de la barrera (Gpa)</i>	<i>Longitud de la barrera (mm)</i>	<i>Presión al nivel de la barrera (Gpa)</i>
10	10,67	10	12,53
15	9,31	15	11,55
20	8,31	20	10,63
25	7,58	25	9,76
30	6,91	30	8,94
35	6,34	35	8,18
40	5,94	40	7,46
45	5,56	45	6,79
50	5,18	50	6,16
55	4,76	55	5,58
60	4,31	60	5,04
65	4,02	65	4,54
70	3,53	70	4,08
75	3,05	75	3,66
80	2,66	80	3,27
85	2,36	85	2,91
90	2,10	90	2,59
95	1,94	95	2,31
100	1,57	100	2,04
		105	1,81
		110	1,61
		115	1,42
		120	1,27

FIGURA 18.5.1.2 : DATOS DE CALIBRACIÓN PARA LA PRUEBA DE EXCITACIÓN DE LA DETONACIÓN CON BARRERA INTERPUESTA PARA LOS ENA



18.6 Serie 8 , Tipo c): Disposiciones de prueba

18.6.1 Prueba 8 c) : Prueba de Koenen

18.6.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la sensibilidad de una sustancia susceptible de ser clasificada como nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel, explosivos intermediarios para voladuras, como efecto de un calor intenso en espacio muy limitado.

18.6.1.2 Aparatos y materiales

18.6.1.2.1 El dispositivo de ensayo se compone de un tubo de acero no reutilizable con dispositivo de cierre reutilizable, instalado en un recinto de caldeoamiento y de protección. El tubo se obtiene por embutido de una plancha de acero de la calidad apropiada. Tiene una masa de $25,5 \pm 1,0$ g. Sus dimensiones se indican en la figura 18.6.1.1. En su extremo abierto, el tubo tiene un reborde. El disco con orificio, por el cual se escapan los gases de descomposición de la muestra, es de acero al cromo resistente al calor. Los diámetros de los de los orificios de los discos disponibles son los siguientes : 1,0 – 1,5 – 2,0 – 2,5 – 3,0 – 5,0 – 8,0 – 12,0 y 20,0 mm. Las dimensiones del aro roscado y de la tuerca (que forman el dispositivo de cierre) se indican en la figura 18.6.1.1.

18.6.1.2.2 Para el caldeoamiento se utilizan cuatro quemadores alimentados con propano a partir de una botella de gas industrial provista de un regulador de presión, de un contador y de tubos de repartimiento. Pueden utilizarse otros gases combustibles, a condición de que se respete la velocidad de calentamiento prescrita. Se regula la presión del gas para mantener una velocidad de calentamiento de $3,3 \pm 0,3$ K/s, valor medido por un procedimiento de calibración Esta consiste en calentar un tubo (con un disco con orificio de 1,5 mm) que contiene 27 cm³ de ftalato de dibutilo. Se registra el tiempo necesario para elevar la temperatura del líquido (medida con un termopar de 1 mm de diámetro colocado en posición central a 43 mm por debajo del borde del tubo) de 50 °C a 250 °C y se calcula la velocidad de calentamiento.

18.6.1.2.3 Dado el riesgo de destrucción del tubo en el ensayo, el calentamiento se efectúa en un caja de protección de metal soldado, con la configuración y las dimensiones indicadas en la figura 18.6.1.2. El tubo está colgado entre dos barras que pasan por agujeros situados en paredes opuestas de la caja. La posición de los quemadores se indica en la figura 18.6.1.2. Los quemadores se encienden simultáneamente mediante una llama piloto o un dispositivo de ignición eléctrico. El dispositivo de ensayo está instalado en un local protegido. Durante el ensayo, hay tomar medidas para evitar que las llamas de los quemadores se desvíen a causa de las corrientes de aire. El local del ensayo debe estar provisto de un sistema de extracción de los gases y humos procedentes de las pruebas.

18.6.1.3 *Procedimiento*

18.6.1.3.1 Se introduce la sustancia en el tubo hasta una altura de 60 mm poniendo especial cuidado de evitar que se formen cavidades. Se desliza el aro roscado en el tubo desde abajo, se inserta el disco con orificio apropiado y se aprieta a mano la tuerca después de aplicarle algún lubricante con bisulfuro de molibdeno. Es importante asegurarse de que no se deslice ninguna sustancia entre el borde y el disco o en las roscas.

18.6.1.3.2 Para los discos con orificio de un diámetro comprendido entre 1,0 y 8,0 mm, se utilizan tuercas cuya abertura tenga un diámetro de 20 mm. Sólo se utiliza un tubo para cada ensayo. Por el contrario, los discos con orificio, los aros roscados y las tuercas pueden volverse a utilizar si no están estropeados.

18.6.1.3.3 El tubo se coloca luego con un tornillo sólidamente anclado y la tuerca se aprieta con una llave inglesa. Se cuelga después entre las dos barras de la caja de protección. Se evacua la zona de prueba, se abre la llegada de gas y se encienden los quemadores. El tiempo de reacción y la duración de la reacción pueden ser informaciones suplementarias útiles para la interpretación de los resultados. Si no se produce un estallido, hay prolongar el calentamiento por lo menos cinco minutos antes de interrumpir el ensayo. Después de cada ensayo, si ha habido fragmentación, se recogen y pesan los fragmentos del tubo.

18.6.1.3.4 Desde el punto de vista de la fragmentación, cabe distinguir los siguientes efectos :

- “O” : Tubo intacto;
- “A” : Fondo del tubo hinchado;
- “B” : Fondo y pared del tubo hinchados;
- “C” : Fondo del tubo resquebrajado;
- “D” : Tabique del tubo resquebrajado;
- “E” : Tubo quebrado en dos¹ fragmentos;
- “F” : Tubo fragmentado en tres¹ o más trozos, la mayor parte bastante grandes, eventualmente adheridos entre sí;
- “G” : Tubo fragmentado en su mayor parte en muchos trozos pequeños; dispositivo de cierre intacto;
- “H” : Tubo fragmentado en muchos trozos :muy pequeños; dispositivo de cierre deformado o roto.

En la figura 18.6.1.3 figuran algunos ejemplos de los tipos de fragmentación “D”, “E” y “F”. Si un ensayo llega a un tipo de fragmentación del tipo “O” a “E”, se considera que el resultado es “sin explosión”. Si se obtiene el tipo de fragmentación “F” a “H”, se considera que el resultado es “explosión”.

¹ La parte superior del tubo que queda en el dispositivo de cierre se cuenta como un fragmento.

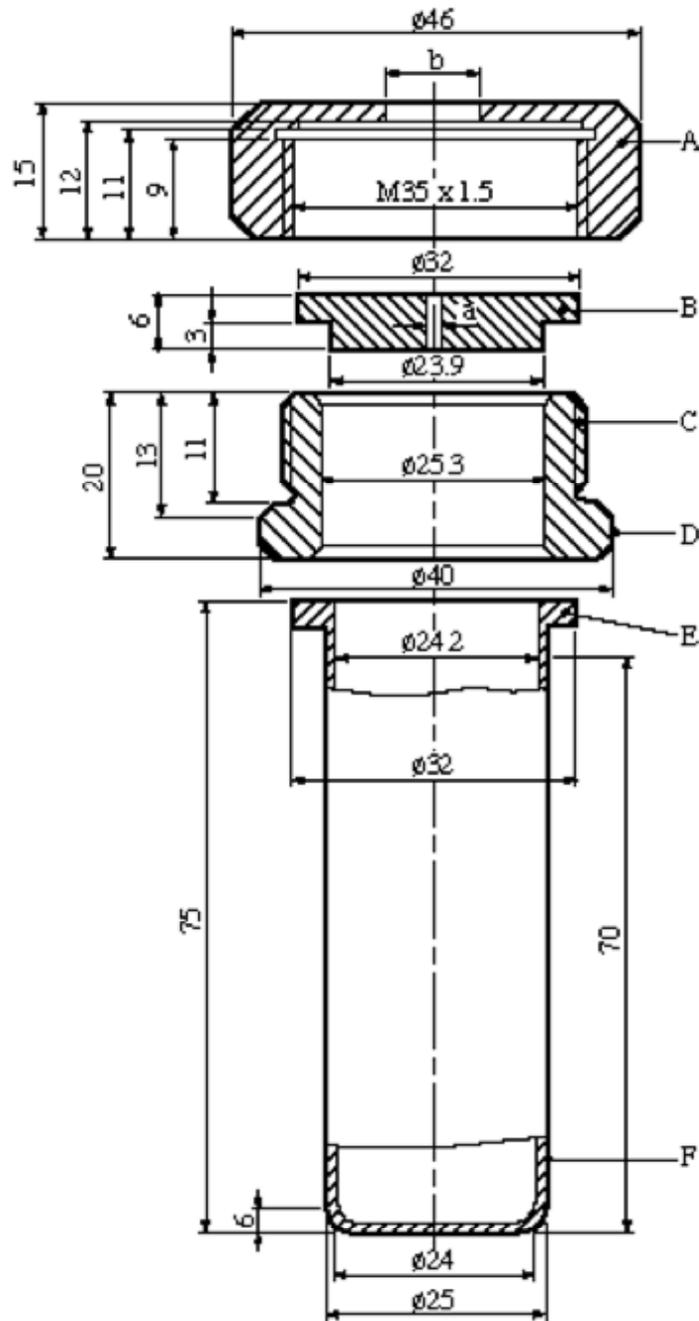
18. 6.1.3.5 La serie de ensayos empieza por un ensayo simple con un disco con un orificio de 20 mm. Si en este ensayo hay explosión, se prosigue la serie con ensayos con tubos sin disco con orificio ni tuerca, sino provistos solamente del aro roscado (cobertura 24 mm). Si, al contrario, no hay explosión, se prosigue la serie con un ensayo para cada uno de los diámetros de orificio siguientes: 12,0 – 8,0 – 5,0 – 3,0 – 2,0 – 1,5 y finalmente 1,0 mm, hasta obtener el resultado positivo (“explosión”). Se efectúan entonces ensayos con diámetros crecientes según el orden indicado en 18.6.12.1, hasta que se obtengan tres resultados negativos en tres ensayos con el mismo diámetro. El diámetro límite para una sustancia dada es el mayor diámetro para el cual se haya obtenido el resultado “explosión”. Si no hay explosiones incluso con el diámetro de 1,0 mm, se anota como resultado para el diámetro límite “menos de 1,0 mm”.

18.6.1.4 *Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados*

Se considera que el resultado es positivo “+” y que la sustancia no debe clasificarse en la división 5.1 si el diámetro límite es igual o superior 2,0 mm. Se considera que el resultado es negativo “-“ si es inferior a esta cifra.

18.6.1.5 *Ejemplos de resultados*

<i>Sustancias</i>	<i>Resultado</i>	<i>Comentarios</i>
Nitrato de amonio (baja densidad)	-	Diámetro límite : <1 mm
ENA-F1 Nitrato de amonio 71%, agua 21%, combustible/emulgente 7%	-	
ENA-F2 Nitrato de amonio 77%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	-	
ENA-F3 Nitrato de amonio 70%, nitrato de sodio 11%, agua 12%, combustible/emulgente 7%	-	
ENA-F4 Nitrato de amonio 42%, nitrato de calcio 35%, agua 16%, combustible/emulgente 7%	-	
ENA-F5 Nitrato de amonio 69%, nitrato de sodio 13%, agua 10%, combustible/emulgente 8%	-	
ENA-F6 Nitrato de amonio 72%, nitrato de sodio 11%, agua 10%, combustible/emulgente 6%	-	
ENA-F7 Nitrato de amonio 76%, agua 13%, combustible/emulgente 10%	-	
ENA-F8 Nitrato de amonio 77%, agua 16%, combustible/emulgente 6%	-	
ENA-1 Nitrato de amonio 76%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	-	Diámetro límite 1.5 mm
ENA-2 (sensibilidad a las microférulas) Nitrato de amonio 75%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	+	Diámetro límite 2 mm
ENA-4 (sensibilidad a las microférulas) Nitrato de amonio 70%, nitrato de sodio 11%, agua 9%, combustible/emulgente 5,5%	+	Diámetro límite 2 mm
ENA-G1 Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 1%, agua 16%, combustible/ emulgente 9%	-	
ENA-G2 Nitrato de amonio 74%, nitrato de sodio 3%, agua 16%, combustible/ emulgente 7%	-	
ENA-J1 Nitrato de amonio 80%, agua 13%, combustible/emulgente 7%	-	Tipo de fragmentación “O”
ENA-J2 Nitrato de amonio 76%, agua 17%, combustible/emulgente 7%	-	Tipo de fragmentación “O”
ENA-J4 Nitrato de amonio 71%, nitrato de sodio 11%, agua 12%, combustible/emulgente 6%	-	Tipo de fragmentación “A”



-
- | | |
|--|---|
| A) Tuerca ($b = 10,0$ ó $20,0$ mm)
De 41 mm entre platos | B) Disco con orificio
(diámetro $a = 1,0$ a $20,0$ mm) |
| C) Aro roscado | D) 36 mm entre platos |
| E) Borde | F) Tubo |
-

FIGURA 18.6.1.1 : TUBO Y ACCESORIOS

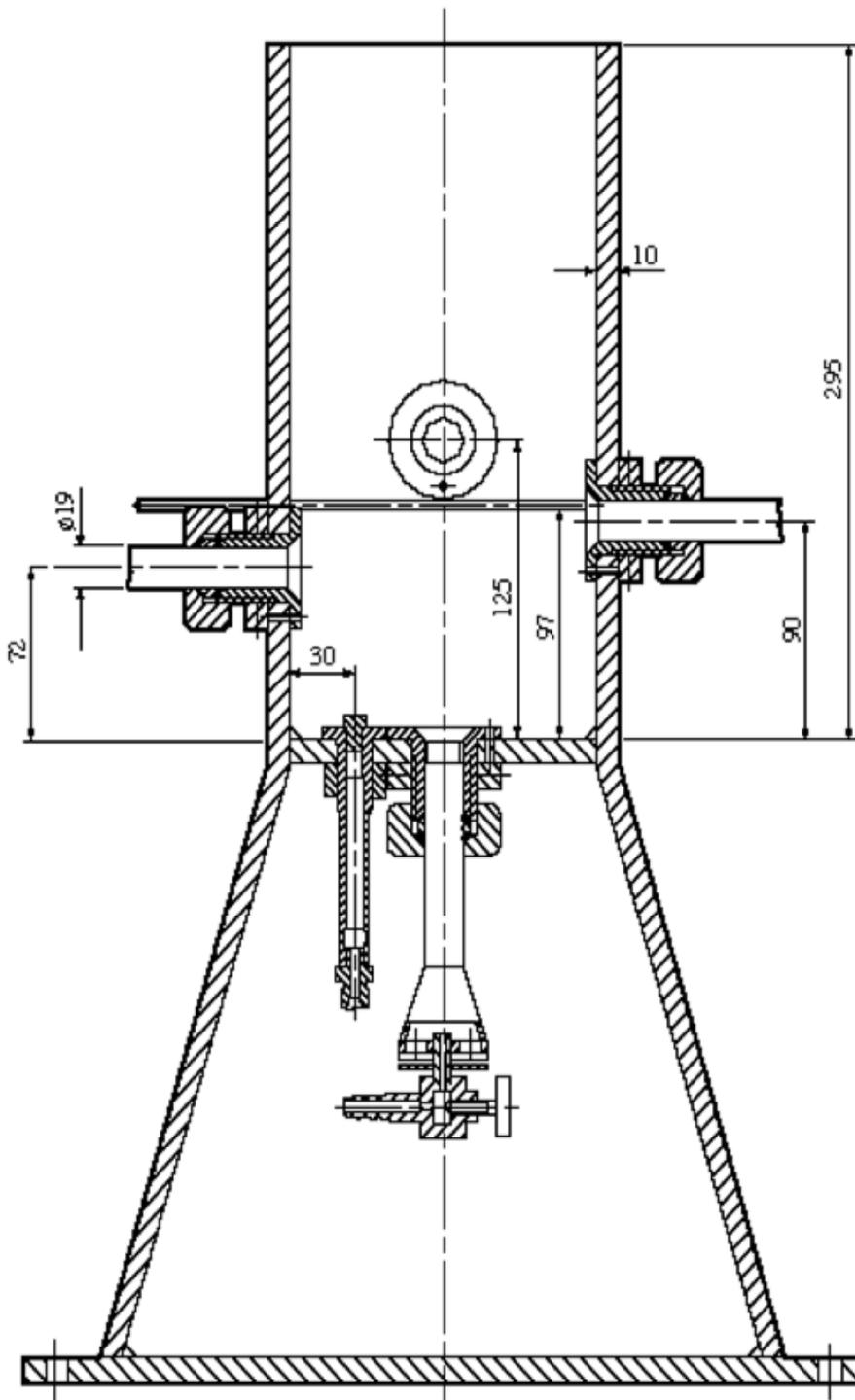


FIGURA 18.6.1.2 : CAJA DE CALENTAMIENTO Y PROTECCIÓN

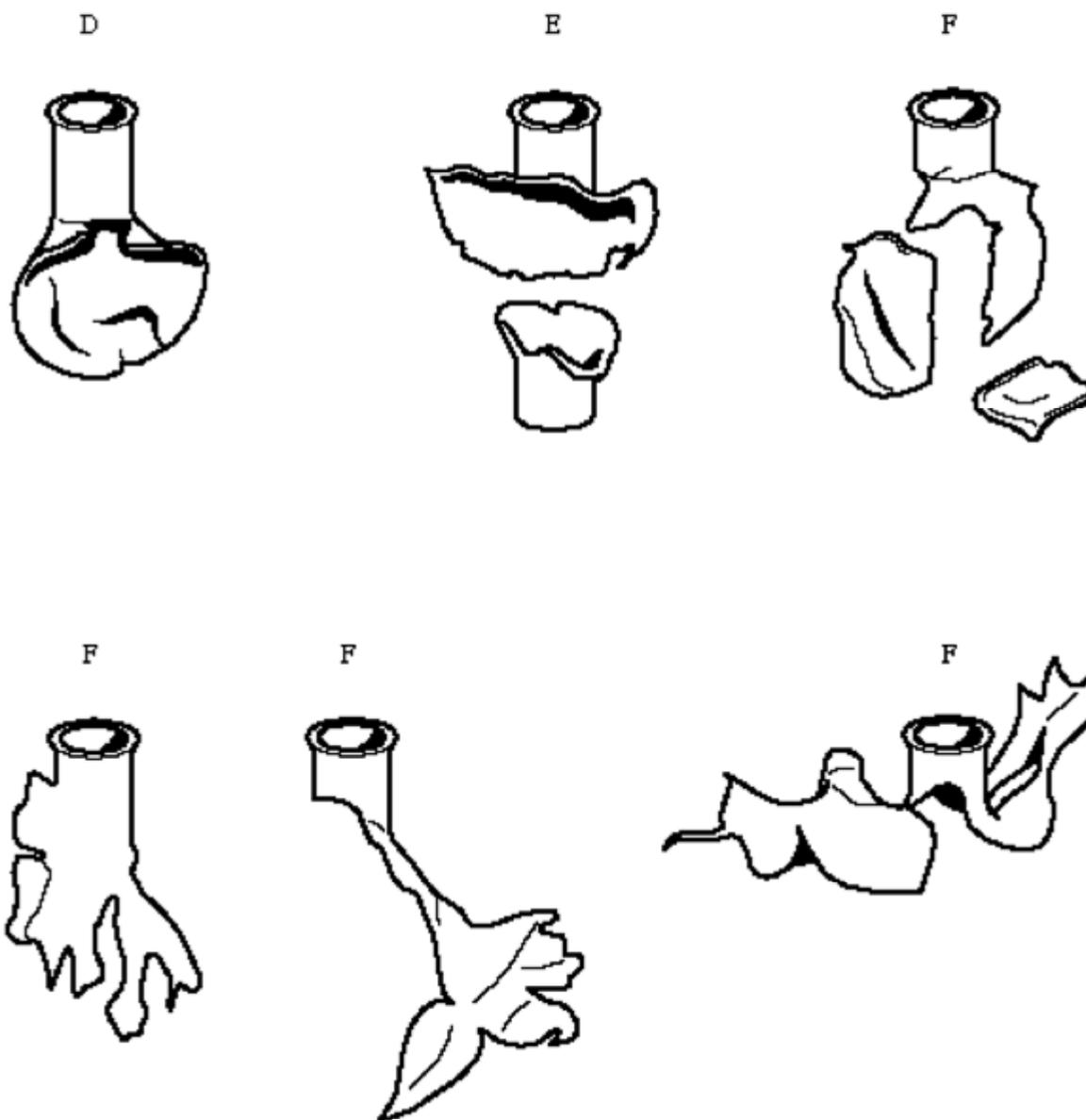


FIGURA 18.6.3 : EJEMPLOS DE TIPOS DE FRAGMENTACIÓN D, E Y F

18.7 Serie 8, Tipo d): Prescripción de prueba

18.7.1 *Prueba 8 d) : Prueba del tubo con escape*

18.7.1.1 *Introducción*

Esta prueba no está destinada a la clasificación pero figura en el presente Manual como método dirigido determinar si una sustancia puede ser transportada en cisternas.

La prueba del tubo con escape sirve para evaluar los efectos de la exposición a un fuego importante, en espacio limitado con ventilación, de una sustancia susceptible de ser clasificada como nitrato de amonio en emulsión, suspensión o gel, explosivos intermediarios para voladuras.

18.7.1.2 *Aparatos y materiales*

Se utiliza el siguiente material :

- a) Un tubo de acero de un diámetro de 31 ± 1 cm y de una longitud de 61 ± 1 cm cuyo orificio inferior está obturado mediante una placa cuadrada soldada de acero dulce 38 cm de lado y de $10 \pm 0,5$ mm de grueso. Una placa similar, provista en su centro de un orificio de 78 mm de diámetro al cual está conectado mediante soldadura un tubo de acero de una longitud de 152 mm y de un diámetro interior de 78 mm, está soldada sobre el orificio superior (véase la figura 18.7.1.1).
- b) Una parrilla metálica destinada a mantener el tubo lleno por encima del combustible en una posición que permita un calentamiento eficaz. Si se utiliza un fuego de tablillas de madera entrecruzadas, la parrilla debe estar situada a 1,0 m por encima del suelo; si se utiliza un fuego de hidrocarburo líquido, la parrilla ha de estar situada a 0,5 m del suelo;
- c) Suficiente combustible para mantener un fuego durante por lo menos 30 minutos o, si fuera necesario, durante un tiempo ampliamente suficiente para hacer reaccionar la sustancia;
- d) Los medios de ignición para encender el combustible por dos lados : para un fuego de tablillas de madera, por ejemplo, se utilizará keroseno para impregnar la madera y un encendedor pirotécnico para virutas de madera.
- e) Cámaras fotográficas o video, para registrar en color la prueba, de preferencia a gran velocidad y a velocidad normal;
- f) Pueden también emplearse aparatos de medición del efecto de soplo y de radiación y un material de registro adaptado.

18.7.1.3 *Procedimiento*

18.7.1.3.1 El tubo se llena de la sustancia que hay que ensayar sin apisonar mientras se carga. La sustancia se empaqueta con cuidado para evitar que se formen cavidades. El tubo de acero se pone verticalmente sobre la parrilla y se mantiene de manera de evitar que se vuelque. El combustible se pone sobre la parrilla de modo que el fuego penetre en el tubo. Puede que se necesiten protecciones contra los vientos laterales a fin de evitar la disipación del calor. Pueden utilizarse diversos métodos para el caldeamiento : pila de tablillas de madera entrecruzadas, combustible líquido o gaseoso que produzca llamas cuya temperatura alcance por lo menos 800 °C.

18.7.1.3.2 Un método recomendado es el del fuego de madera, que presenta diversas ventajas : relación aire/combustible equilibrada, que evita el desprendimiento de humos que pueden dificultar la observación y combustión de una intensidad y de una duración suficientes para que la sustancia pueda eventualmente reaccionar. El combustible puede, por ejemplo, estar constituido por tablillas de madera secadas al aire (de sección cuadrada de aproximadamente 50 mm de lado) apiladas en posición entrecruzada bajo la parrilla (a 1,0 m por encima del nivel del suelo) y que suban hasta la base de la parrilla que sostiene el tubo. El apoyo de madera debe extenderse más allá del contorno del tubo, hasta por lo menos 1,0 m en cada dirección y la separación entre las tablillas ha de ser de unos 100 mm.

18.7.1.3.3 Se puede igualmente emplear para el calentamiento un recipiente lleno de un combustible líquido o de una combinación de combustible líquido y madera, siempre que las condiciones de la prueba sean lo mismo de rigurosas. Si se utiliza un fuego de combustible líquido, el recipiente debe extenderse más allá del contorno del tubo hasta por lo menos 1,0 m en cada dirección. La distancia vertical entre la rejilla y el recipiente debe ser aproximadamente 0,5 m. Antes de recurrir a este método, hay, no obstante que asegurarse que no hay riesgo de que se produzca un efecto de extinción o reacciones indeseables entre la sustancia y el combustible líquido que puedan comprometer los resultados de la prueba.

18.7.1.3.4 Si se utiliza un gas como combustible, la zona de combustión debe extenderse más allá del contorno del tubo, a una distancia de por lo menos 1,0 m en cada dirección. La alimentación del gas debe hacerse de manera tal que la llama se distribuya uniformemente entorno al tubo. El depósito del gas ha de ser lo bastante grande para mantener las llamas durante cuando menos 30 minutos. La inflamación del gas puede lograrse sea por un dispositivo pirotécnico accionado a distancia, sea con la apertura a distancia de la alimentación de gas cerca de una fuente de inflamación ya encendida.

18.7.1.3.5 Se instala el sistema de encendido y se enciende el combustible desde dos lados, uno de los cuales debe ser el lado del viento. La prueba no ha de efectuarse con un viento de una velocidad superior a 6 m/s. ***El fuego se ha de encender desde un lugar seguro. Si el tubo no se rompe, hay dejar que el sistema se enfríe antes de desmontarlo todo con cuidado y vaciar el tubo.***

18.7.1.3.6 Las observaciones pueden referirse a los siguientes puntos:

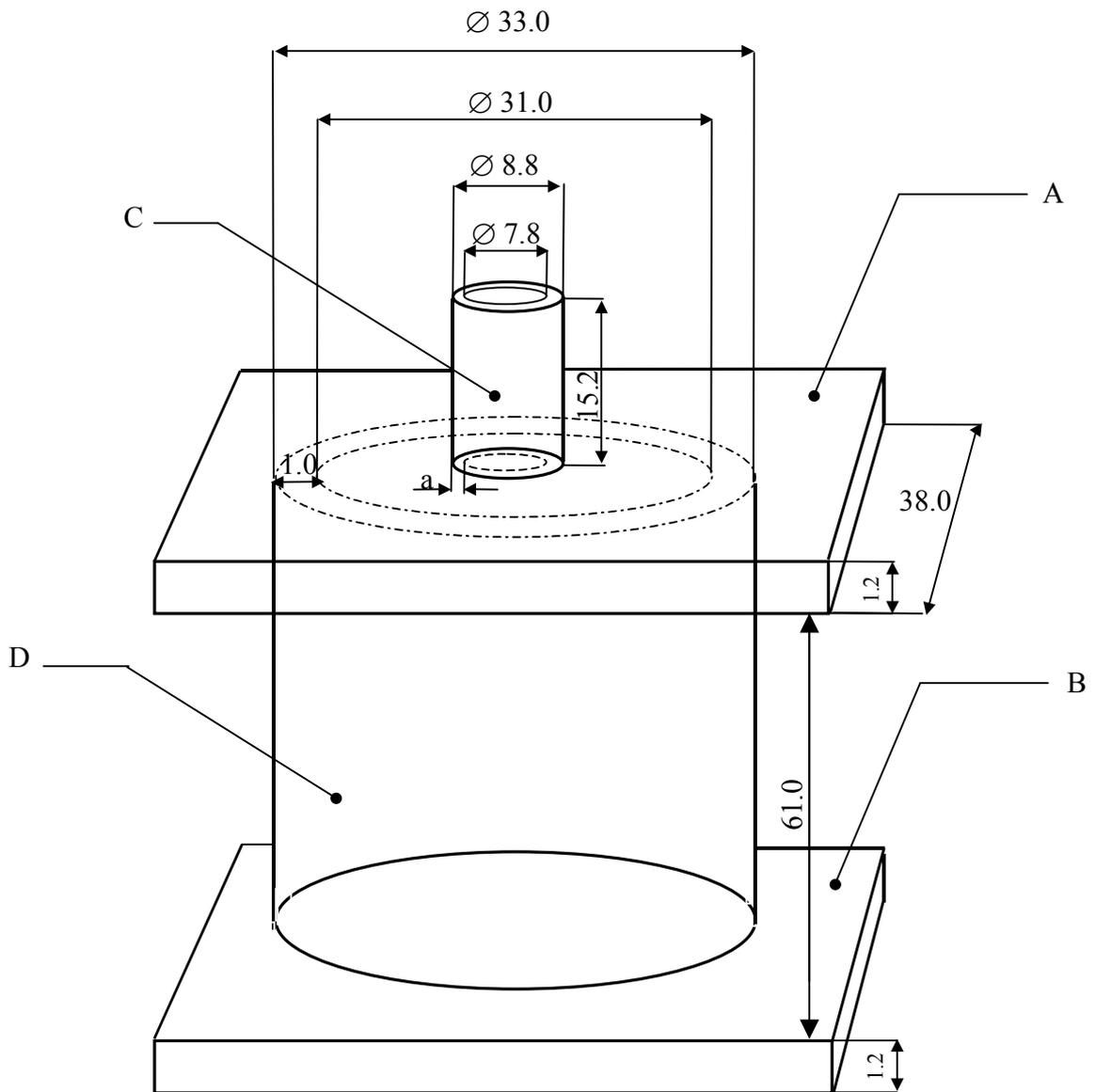
- a) prueba de la explosión;
- b) ruido intenso y
- c) proyección de fragmentos provenientes de la zona del fuego.

18.7.1.4 *Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados*

Se considera que el resultado es positivo “+” y que la sustancia no ha de transportarse en cisternas si se observa una explosión y una fragmentación del tubo. Se considera que el resultado es negativo “-“ a falta de explosión o de fragmentación del tubo.

18.7.1.5 *Ejemplos de resultados*

(Reservado)



- A) Placa superior (Schedule 40 carbon (A53 grade B))
- B) Placa inferior (Schedule 40 carbon (A53 grade B))
- C) Tubo de acero ($a = 0,5$ cm), (Schedule 40 carbon (A53 grade B))
- D) Tubo de acero (Schedule 40 carbon (A53 grade B))

FIGURA 18.7.1.1 : PRUEBA DEL TUBO CON ESCAPE

Sección 30

30.1.1 Insertar los dos nuevos siguientes apartados:

“a) Aerosoles inflamables (véase sección 31 del presente manual y disposición especial 63 del capítulo 3.3 de la Reglamentación modelo);”.

Los actuales apartados a) a e), se convierten, respectivamente, en b) a f).

“f) sustancias corrosivas de la clase 8 (véase la sección 37 del presente Manual y el capítulo 2.8 de la Reglamentación modelo);”.

Los actuales apartados f) a g), se convierten, respectivamente, en h) a i).

30.1.2 Modificar la última frase de la siguiente manera: “Las secciones 35 y 36 son reservadas, a efectos... las Clases 6 y 7, respectivamente.”.

Sección 31

Reemplazar el texto actual entre corchetes en la página 317 del texto español por lo siguiente:

“SECCIÓN 31

PROCEDIMIENTOS DE CLASIFICACIÓN, MÉTODOS Y CRITERIOS DE PRUEBA RELATIVOS A LOS AEROSOLES INFLAMABLES DE LA CLASE 2

31.1 Finalidad

31.1.1 La presente sección expone el esquema de las Naciones Unidas para la clasificación de los aerosoles inflamables. El texto debe usarse conjuntamente con los principios de clasificación dados en los capítulos 2.2 y 3.3 (disposición especial 63) de la Reglamentación modelo, las cartas de circulación que se dan aquí en las figuras 31.1, 31.2 y 31.3 y las prescripciones de prueba dadas en las subsecciones 31.4, 31.5 y 31.5 del presente Manual.

31.1.2 Los procedimientos de prueba aquí esbozadas evalúan suficientemente el riesgo relativo de los aerosoles inflamables de manera que pueda hacerse una clasificación apropiada.

31.1.3 Para los fines de la presente sección, son aplicables las siguientes definiciones:

Aerosoles o expendedores de aerosoles son receptáculos no rellenables que satisfacen los requisitos de la sección 6.2.4 de la Reglamenteo Modelo, hechos de metal, vidrio o plásticos y que contienen un gas, comprimido, líquido o disuelto bajo presión, con o sin un líquido, pasta o polvo, y provisto de un dispositivo de salida que permite expulsar el contenido en partículas sólidas o líquidas en suspensión en un gas, o en forma de espuma, de pasta o de polvo, o también en estado líquido o gaseoso;

Componentes inflamables son líquidos inflamables, sólidos inflamables o gas o mezclas de gas inflamables. Esta designación no comprende las sustancias pirofóricas, las sustancias que se calientan por sí mismas y las que reaccionan al contacto con el agua.

NOTA 1: *Por líquido inflamable se entenderá un líquido con un punto de ignición de cómo máximo 93 °C. Los métodos de prueba para determinar el punto de ignición se enuncian en la subsección 32.4 del presente Manual;*

NOTA 2: *Para la definición de los sólidos inflamables, véase el el párrafo 2.4.2.2 del Reglamento modelo. Los procedimientos de clasificación, métodos de prueba y criterios relativos a los sólidos inflamables de la división 4.1 se enuncian en la subsección 33.2 del presente Manual;*

NOTA 3: *Por gas inflamable se entiende un gas con un dominio de inflamabilidad en mezcla con el aire a 20 °C y a la presión normal (101,3 kPa).*

31.2 Ámbito de aplicación

31.2.1 Los aerosoles presentados al transporte deben ser sometidos a las pruebas de clasificación enumeradas en el capítulo 3.3 (disposición especial 63) de la Reglamentación modelo y, por lo que refiere a la inflamabilidad, deberían ometerse al procedimiento de clasificación de la presente sección. El procedimiento de clasificación tiene que aplicarse antes de presentar el nuevo producto al transporte.

NOTA: *Los generadores de aerosoles que no son sometidos a los procedimientos de clasificación de la presente sección deben clasificarse como extremadamente inflamables.*

31.3 Procedimiento de clasificación de los aerosoles inflamables

31.3.1 Los aerosoles deben clasificarse como inflamables o extremadamente inflambles sobre la base del calor químico de la combustión y de su contenido en componentes inflamables, de la siguiente manera:

- a) Un aerosol se clasifica como extremadamente inflamable si contiene por lo menos el 85% de componentes inflamables y si el calor químico de combustión es igual o superior a 30 kJ/g;
- b) Un aerosol se clasifica como no inflamable si contiene como máximo 1 % de componentes inflamables y si el calor químico de la combustión es inferior a 20 kJ/g.

31.3.2 En el caso de los aerosoles vaporizados, la clasificación ha de hacerse sobre la base del valor del calor químico de combustión y de los resultados de la prueba de inflamación a distancia, de la siguiente manera:

- a) Si el calor químico de combustión es inferior a 20 kJ/g:

- i) El aerosol se clasifica como inflamable si la inflamación se produce a una distancia igual o superior a 15 cm pero inferior a 75 cm;
 - ii) El aerosol se clasifica como extremadamente inflamable si la inflamación se produce a una distancia igual o superior a 75 cm.
 - iii) Si no se produce ninguna inflamación, hay que recurrir a la prueba de la información dentro de un espacio cerrado y, en este caso, el aerosol se clasifica como inflamable si el tiempo de inflamación es inferior o igual a 300 s/m³ o si la densidad de deflagración es inferior o igual a 300 g/m³; en caso contrario, el aerosol se clasifica como ininflamable;
- b) Si el calor efectivo de combustión es igual o superior a 20 kJ/g, el aerosol se clasifica como extremadamente inflamable si la inflamación se produce a una distancia igual o superior a 75 cm; en caso contrario, el aerosol se clasifica como inflamable.

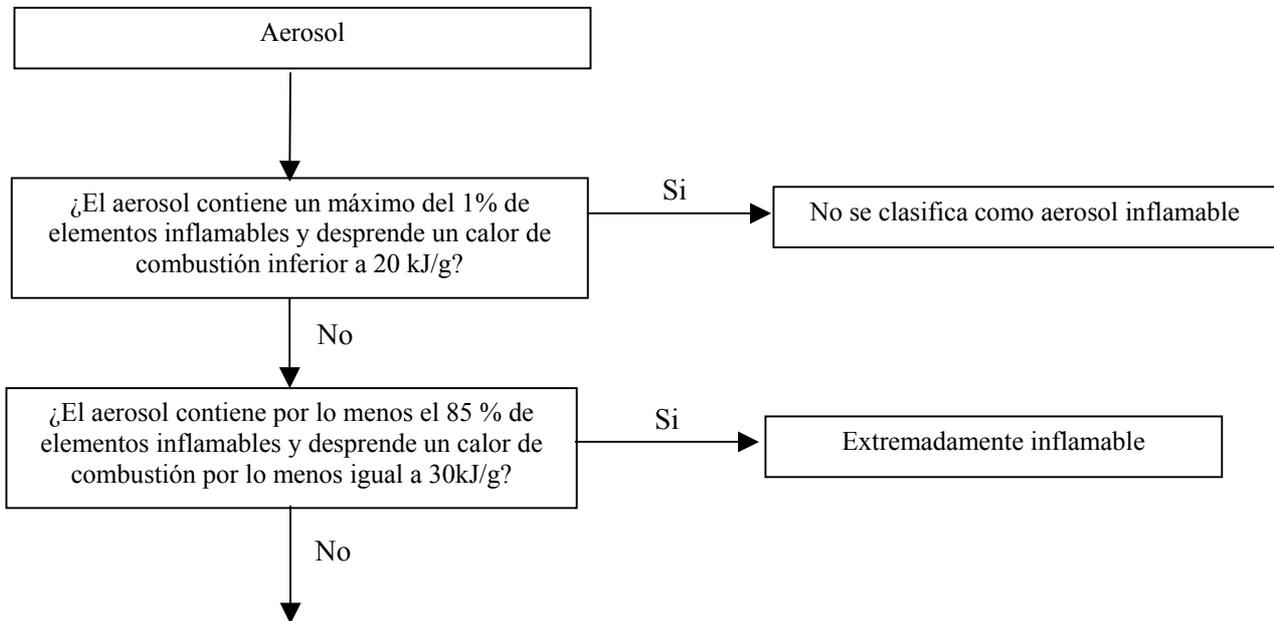
31.3.3 El calor químico de combustión debe determinarse conforme a uno de los métodos descritos en las normas siguientes: ASTM D 240, ISO/FDIS 13943:1999 (E/F) 86.1 A 86.3 y NFPA 30b.

31.3.4 En los casos de espumas de aerosoles, la clasificación se ha de hacer sobre la base de los resultados de la prueba de inflamación de las espumas (véase subsección 31.6 del presente Manual).

- a) Un aerosol debe ser clasificado como extremadamente inflamable si:
- i) la altura de la llama es igual o superior a 20 cm y la duración de la llama es igual o superior a 2 s; o
 - ii) la altura de la llama es igual o superior a 4 cm. Y la duración de la llama es igual o superior a 7 s.
- b) El aerosol debe ser clasificado como inflamable si la altura de la llama es igual o superior a 4 cm. Y la duración de la llama es igual o superior a 2 cm.

31.3.5 Los criterios de clasificación para los aerosoles, los aerosoles vaporizados y la espuma de aerosoles se resumen en los diagramas de decisión reproducidos en las figuras 31.1, 31.2 y 31.3, respectivamente.

FIGURA 31.1 : PROCEDIMIENTO GENERAL DE CLASIFICACIÓN DE LOS AEROSOLES INFLAMABLES



Para los aerosoles vaporizados, pasar a la Figura 31.2
Para las cremas aerosoles, pasar a la Figura 31.3

FIGURA 31.2 : PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS AEROSOL VAPORIZADOS

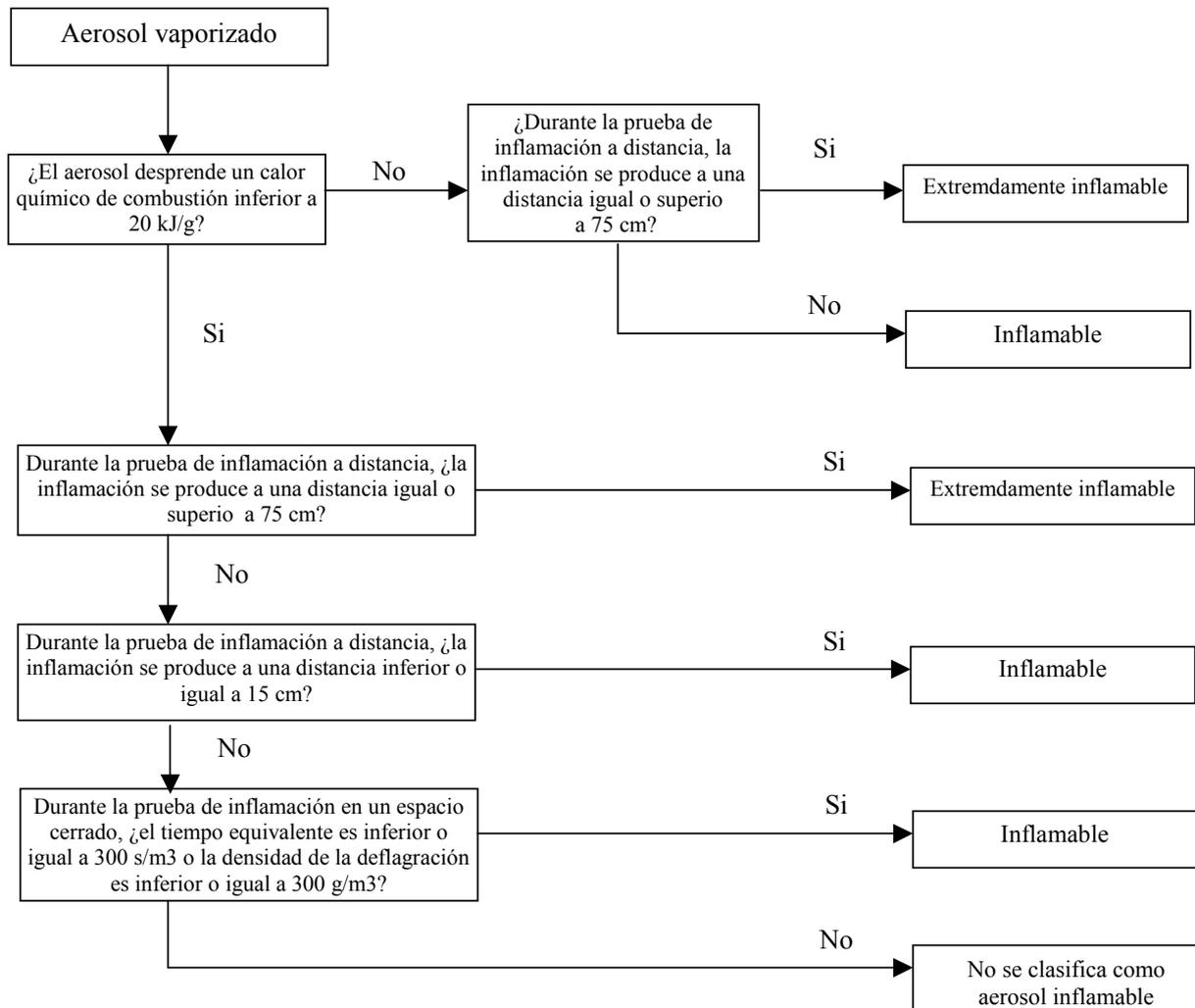
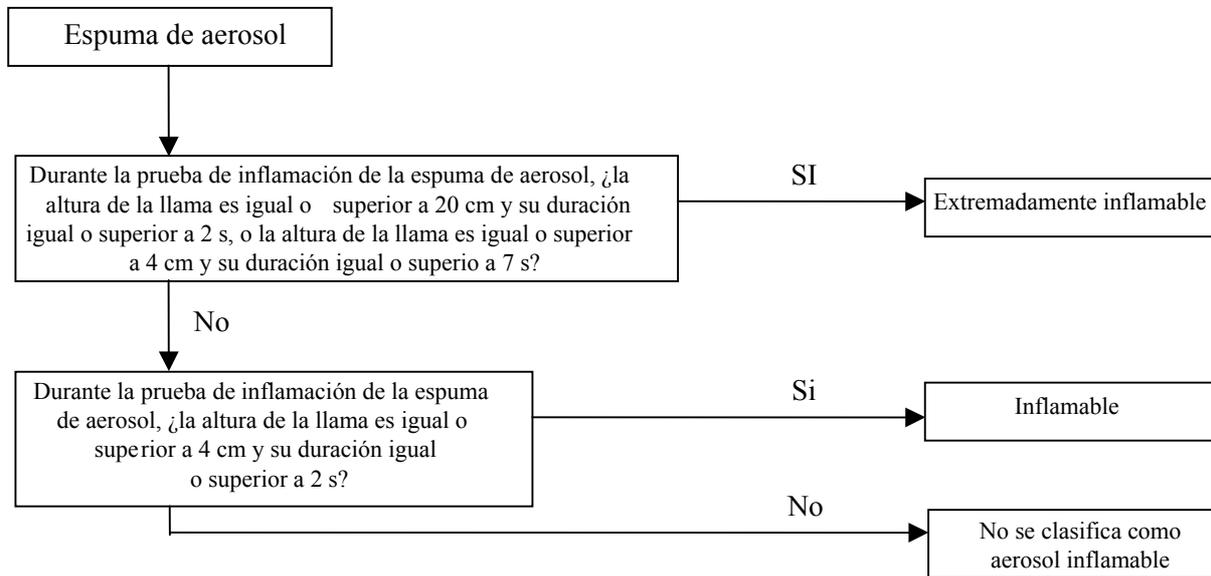


FIGURA 31.3 : PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS ESPUMAS DE AEROSOLES



31.4 Prueba de inflamación a distancia para los aerosoles vaporizados

31.4.1 Introducción

31.4.1.1 Esta prueba sirve para determinar la distancia de inflamación de un aerosol vaporizado, a fin de definir su inflamabilidad. El aerosol se vaporiza en dirección de una fuente de inflamación, de 15 cm en 15 m, para ver si es objeto de una inflamación y de una combustión continua. Por “inflamación y combustión continua”, se entiende el mantenimiento de una llama estable durante por lo menos 5 s. Por “fuente de inflamación” se entiende un mechero de Bunsen que produce una llama azul, no luminosa, de 4 a 5 cm de altura.

31.4.1.2 La presente prueba tiene por objeto los generadores de aerosol con un alcance igual o superior a 15 cm. Los generadores de aerosol con un alcance inferior a 15 cm, es decir, los que contienen una espuma, un gel o una pasta, o también los provistos de un dosificador no son objeto de la presente prueba. Los generadores de aerosol que contienen una espuma, un gel o una pasta deben someterse a la prueba de inflamación de las espumas de aerosol.

31.4.2 Aparatos y material

31.4.2.1 Se necesita el siguiente equipo:

Baño de agua mantenido a 20 °C	(precisión: ± 1 °C)
Balanza de laboratorio contrastada	(precisión: ± 0,1 g)
Cronómetro	(precisión: ± 0,2 s)

Escala graduada, con soporte y pinza	(graduada en cm)
Mechero de Bunsen, con soporte y pinza	
Termómetro	(precisión: ± 1 °C)
Higrómetro	(precisión: ± 5 %)
Barómetro	(precisión: $\pm 0,1$ bar)

31.4.3 Procedimiento

31.4.3.1 Prescripciones generales

31.4.3.1.1 Antes de la prueba, cada generador de aerosol debe ser condicionado y luego cebado por pulverización durante cerca de un segundo a fin de expulsar toda sustancia no homogénea contenida en el tubo sumergido.

31.4.3.1.2 Las consignas deben ser estrictamente aplicadas, comprendido cuando se prevé que el generador de aerosol se utilice de pie o cabeza abajo. Si el generador de aerosol ha de ser agitado, esto ha de hacerse inmediatamente antes de la prueba.

31.4.3.1.3 La prueba debe efectuarse en un local al abrigo de las corrientes de aire pero que pueda ser ventilado, a una temperatura de 20 ± 5 °C y una humedad relativa comprendida entre 30 y 80 %.

31.4.3.1.4 Cada generador de aerosol debe someterse:

- a) Cuando está lleno, la totalidad de las pruebas, con el mechero de Bunsen colocado a una distancia comprendida entre 15 y 90 cm de la válvula del generador de aerosol;
- b) Cuando contiene del 10 al 12 % de su masa nominal, una sola prueba, con el mechero de Bunsen colocado o bien a 15 cm de la válvula, si el generador de aerosol lleno no se había inflamado, o bien a la distancia de inflamación de un generador lleno, aumentada de 15 cm.

31.4.3.1.5 Durante la prueba, el generador de aerosol debe colocarse en la posición indicada en las consignas. La fuente de inflamación ha de estar colocada en consecuencia.

31.4.3.1.6 El procedimiento que figura a continuación prevé la vaporización, de 15 cm en 15 cm, entre la llama del mechero de Bunsen y la válvula de generador de aerosol, dentro de una horquilla comprendida entre 15 y 90 cm. Se aconseja comenzar a una distancia de 60 cm entre la llama y la válvula del generador de aerosol. Esta distancia debe aumentarse luego en 15 cm, cuando el aerosol tiene una distancia de inflamación de 60 cm. Por el contrario, debe disminuirse en 15 cm en caso de no inflamación a 60 cm. El procedimiento tiene por fin determinar la distancia máxima que separe la válvula del generador de aerosol de la llama del mechero de Bunsen, que produce una combustión sostenida del aerosol o determinar que la inflamación no sería posible si la llama y la válvula sólo estuviesen separadas por 15 cm.

31.4.3.2 *Procedimiento de prueba*

- a) Al menos tres generadores de aerosol llenos por producto deben condicionarse a una temperatura de $20^{\circ} \pm 1$ °C, sumergidos al 95 % en el agua, al menos durante 30 min antes de cada prueba (en caso de inmersión total, bastan 30 min);
- b) Seguir las prescripciones generales. Registrar la temperatura y la humedad relativas de la pieza;
- c) Pesar un generador de aerosol y anotar su masa;
- d) Calcular la presión interna y el caudal inicial a una temperatura de $20^{\circ} \pm 1$ °C (a fin de eliminar los generadores de aerosol mal o parcialmente llenados);
- e) Poner el mechero de Bunsen sobre una superficie horizontal y plana o fijarlo en un soporte mediante una pinza;
- f) Encender el mechero de Bunsen de modo de obtener una llama no luminosa de unos 4 a 5 cm de altura;
- g) Situar el orificio de la válvula del generador de aerosol a la distancia requerida de la llama. El generador de aerosol debe situarse en la posición se piensa utilizarlo, por ejemplo de pie o cabeza abajo;
- h) Poner al mismo nivel el orificio de la válvula y la llama del mechero de Bunsen, cerciorándose de que el orificio esté bien dirigido hacia la llama (véase la figura 31.4.1). El aerosol debe ser expulsado en la mitad superior de la llama;
- i) Respetar las prescripciones generales por lo que se refiere a la manera como hay que agitar el generador de aerosol;
- j) Accionar la válvula del generador de aerosol de manera de obtener una pulverización durante 5 s, salvo si el aerosol se inflama. Si éste es el caso, continuar pulverizando el aerosol y mantener la llama durante 5 s, a contar desde el momento de la inflamación;
- k) Anotar si la inflamación se produce a las diferentes distancias entre el mechero de Bunsen y el generador de aerosol en el cuadro previsto a este efecto;
- l) Si no se produce ninguna inflamación durante la etapa j), habrá que ensayar el aerosol en otras posiciones, por ejemplo, cabeza abajo para generadores que se hayan de utilizar de pie, para ver si se produce la inflamación;

- m) Volver a empezar las etapas g) a l) dos veces (esto es, tres veces en total) para el mismo generador de aerosol, y a la misma distancia entre el mechero de Bunsen y la válvula del generador;
- n) Volver a empezar el procedimiento de prueba para dos otros generadores de aerosol que contengan el mismo producto, a la misma distancia entre el mechero de Bunsen y la válvula del generador;
- o) Volver a empezar las etapas g) a n) del procedimiento de ensayo a una distancia comprendida entre 15 y 90 cm entre la válvula del generador de aerosol y la llama del mechero de Bunsen, en función del resultado de cada prueba (véase asimismo 31.4.3.1.4 y 31.4.3.1.5);
- p) Si el aerosol no se inflama a una distancia de 15 cm, el procedimiento queda terminado para los generadores inicialmente llenos. El procedimiento está igualmente terminado si el aerosol objeto de una inflamación y de una combustión sostenida a una distancia de 90 cm. Si el aerosol no se inflama a una distancia de 15 cm, hay que indicar en el protocolo que no ha habido inflamación. En todos los demás casos, es la distancia máxima entre el mechero de Bunsen y la válvula del generador de aerosol, a la cual el aerosol ha sido objeto de una inflamación y de una combustión sostenida, la que se considera como la distancia de inflamación;
- q) Hay también que someter a una prueba tres generadores de aerosol llenos hasta el 10 o 12 % de su contenido nominal. La distancia entre la válvula de estos generadores y la llama del mechero de Bunsen ha de ser la misma que para los generadores llenos, aumentada en 15 cm;
- r) Pulverizar el contenido de un generador de aerosol lleno hasta el 10 o 12 % de su masa nominal por pulverizaciones de una duración de un máximo de 30 s. Esperar por lo menos 300 s entre cada pulverización. Durante este lapso de tiempo, se ha de volver a poner el generador en el baño de agua a efectos de acondicionamiento;
- s) Volver a empezar las etapas g) a n) sobre generadores de aerosol llenos hasta el 10 o 12 % de su contenido nominal, saltándose las etapas l) y M). Esta etapa debe ser realizada cuando el generador de aerosol se pone en una sola posición, por ejemplo, de pie o cabeza abajo, que tiene que ser la misma que aquella en la cual se produjo la inflamación, si ésta se produjo efectivamente;
- t) Anotar todos los resultados en el cuadro 31.4, como se indica a continuación;

31.4.3.2.1 Todas las pruebas se deben ejecutar bajo una campana aspirante, en un local que se pueda ventilar. La campana y la pieza pueden ventilarse durante por lo menos 3 min después de cada prueba, Tomar todas las precauciones necesarias para evitar inhalar los productos de la combustión.

31.4.3.2.2 Los generadores de aerosol llenos hasta el 10 o 12 % de su contenido nominal no deben ser sometidos a prueba más que una sola vez. En los cuadros, basta un único resultado por generador de aerosol.

31.4.3.2.3 En los casos en que los resultados de la prueba sean negativos cuando el generador de aerosol se ha ensayado en la posición de utilización normal,, la prueba debe repetirse en la posición del generador de aerosol en la que los resultados tengan más probabilidad de ser positivos.

31.4.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

31.4.4.1 Todos los resultados deben registrarse. El cuadro 31.4 que figura a continuación es un ejemplo de “cuadro de resultados” que puede utilizarse.

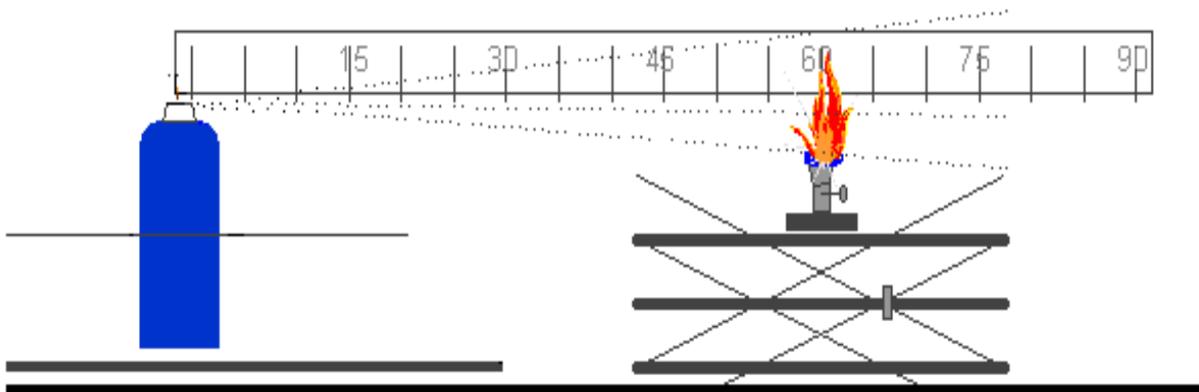
CUADRO 31.4

<i>Fecha</i>		<i>Temperatura</i>			<i>°C</i>		
		<i>Humedad relativa</i>			<i>%</i>		
Nombre del producto							
Volumen neto		Generador 1		Generador 2		Generador 3	
Nivel inicial de llenado		%		%		%	
Distancia entre el generador y la llama	Prueba	1	2	3	1	2	3
15 cm	¿Inflamación? Sí o no						
30 cm	¿Inflamación? Sí o no						
45 cm	¿Inflamación? Sí o no						
60 cm	¿Inflamación? Sí o no						
75 cm	¿Inflamación? Sí o no						
90 cm	¿Inflamación? Sí o no						
Observaciones (especialmente la posición del generador)							

31.4.4.2 Los aerosoles vaporizados deben clasificarse como inflamables, extremadamente inflamables, o ininflamables conforme a los siguientes criterios:

- a) Un aerosol con un calor químico de combustión inferior 20 kJ/g se clasifica como inflamable si la inflamación se produce a una distancia superior o igual 15 cm pero inferior a 75 cm;
- b) Un aerosol con un calor químico de combustión inferior a 20 kJ/g se clasifica como inflamable si la inflamación se produce a una distancia superior o igual a 75 cm;
- c) Si para un aerosol con un calor químico de combustión inferior a 20 kJ/g no se produce ninguna inflamación, hay que recurrir a la prueba de inflamación dentro de un espacio cerrado expuesta en la subsección 31.5 del presente Manual;
- d) Un aerosol con un calor químico de combustión superior o igual a 20 kJ/g se clasifica como extremadamente inflamable si la inflamación se produce a una distancia superior o igual a 75 cm; en caso contrario, el aerosol se clasifica como inflamable.

FIGURA 31.4.1



31.5 Prueba de la inflamación dentro de un espacio limitado

31.5.1 Introducción

31.5.1.1 La presente prueba sirve para determinar la inflamabilidad, dentro de un espacio cerrado, de los productos vaporizados por los generadores de aerosol. El contenido de un generador de aerosol se vaporiza dentro de un recipiente de ensayo cilíndrico que contiene una vela encendida. Si no se produce una inflamación visible, se anota el tiempo transcurrido y la cantidad de aerosol vaporizada.

31.5.2 *Aparatos y material*

31.5.2.1 Se necesita el siguiente equipo:

Cronómetro	(precisión: $\pm 0,2$ s)
Baño de agua mantenido a 20 °C	(precisión: ± 1 °C)
Balanza de laboratorio contrastada	(precisión: $\pm 0,1$ g)
Termómetro	(precisión: ± 1 °C)
Higrómetro	(precisión: ± 5 %)
Barómetro	(precisión: $\pm 0,1$ bar)
Recipiente de ensayo cilíndrico	(ver a continuación)

31.5.2.2 *Preparación del equipo para la prueba*

31.5.2.2.1 Un recipiente cilíndrico de una capacidad de aproximadamente 200 dm³ (55 galones) y de unos 600 mm de diámetro por 720 mm de largo, abierto por un extremo, debe ser modificado de la siguiente manera:

- a) Debe adaptarse una tapadera articulada al extremo abierto del del recipiente; o
- b) Se puede también utilizar como sistema de cierre una película de plástico de 0,01 a 0,02 mm de grueso. Si este fuera el caso, hay que utilizar la película plástica de la siguiente manera:

Estirar la película sobre el extremo abierto del tubo y fijarlo mediante una banda elástica. La elasticidad de la banda debe tal que cuando se pone alrededor del tubo puesto sobre el lado, no e estire más de 25 mm bajo una masa de 0,45 kgm colocada sobre su punto más bajo. Hacer una incisión en la película 25 mm, comenzando a 50 mm del borde del tubo. Asegurarse que la película esté tensa.
- c) En el otro extremo del tubo, hacer un agujero de 50 mm de diámetro, a 100 mm del borde, de manera que este orificio sea el punto más alto cuando el recipiente se deje tendido y listo para la prueba (Figura 31.5.1);
- d) Sobre un soporte metálico de 200 mm \times 200 mm, poner una vela de cera de parafina de entre 20 y 40 mm de diámetro y 100 mm de altura. Reemplazar la vela cuando su altura descienda por debajo de 80 cm. La llama de la vela está protegida del aerosol por un deflector de 150 mm de ancho sobre 200 mm de altura, inclinado a 45° a partir de una altura de 150 mm por encima del embase del deflector (Figura 31.5.2);
- e) La vela colocada sobre el soporte metálico debe situarse a mitad de distancia entre las extremidades del tubo (Figura 31.5.3);
- f) El tubo se pone directamente sobre el suelo o sobre un soporte, en el lugar donde la temperatura esté comprendida entre 15° y 25 °C. El aerosol sometido a la prueba se vaporiza en el interior del tubo, e una capacidad de cerca de 200 dm³, en el cual se colocará la fuente de inflamación.

FIGURA 31.5.1

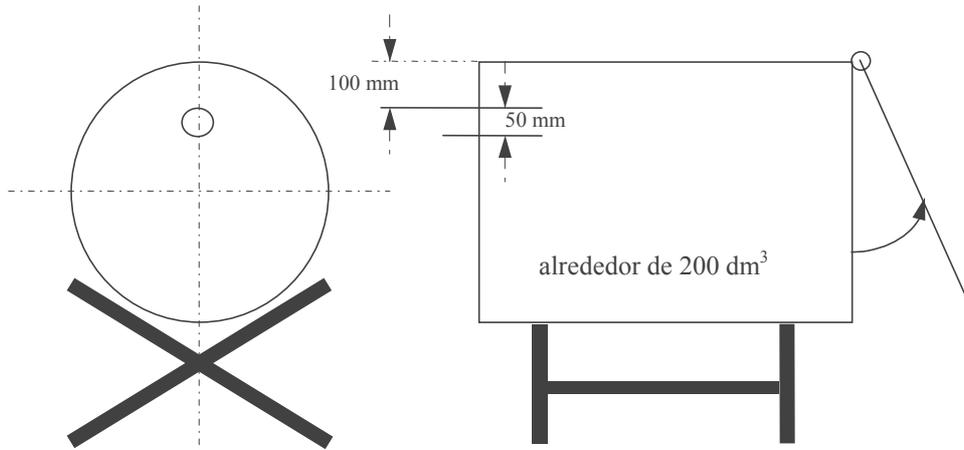


FIGURA 31.5.2

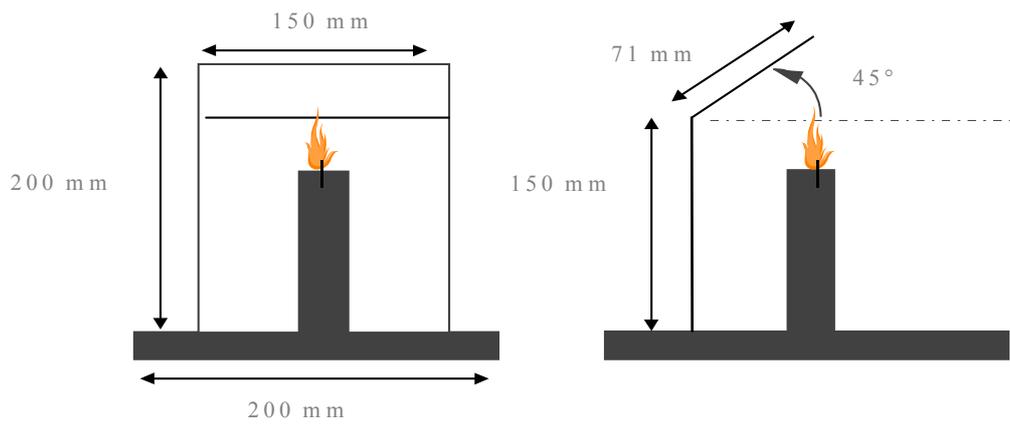
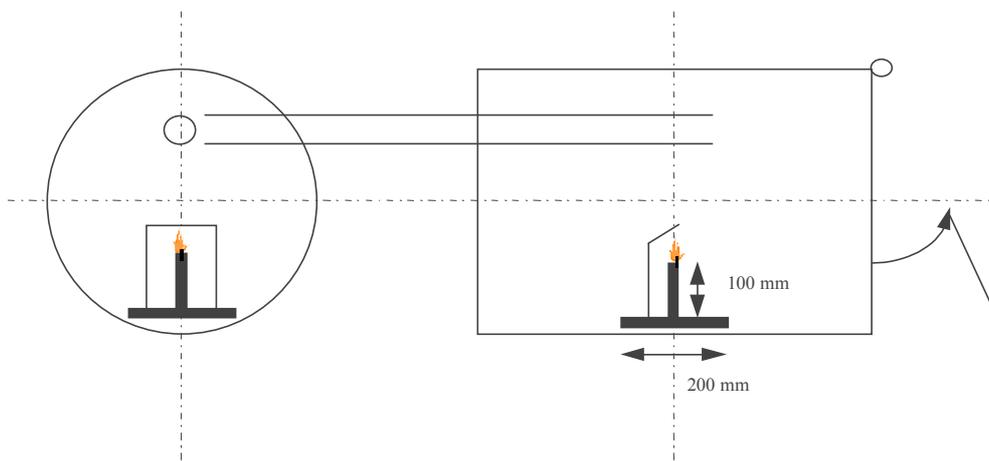


FIGURA 31.5.3



31.5.2.2.2 Normalmente, el producto abandona el generador de aerosol en un ángulo de 90° en relación con el eje vertical del generador. Los arreglos y el procedimiento aquí descritos valen para este modelo. Para los modelos de generador de aerosol inhabituales (por ejemplo con vaporización vertical), hay que anotar las modificaciones que introduce en el material y al procedimiento de conformidad con las buenas prácticas de trabajo en laboratorio, por ejemplo las de la norma ISO/CEI 17025:1999 Prescripciones generales relativas a la competencia de los laboratorios de contraste y ensayos.

31.5.3 Procedimiento

31.5.3.1 Prescripciones generales

31.5.3.1.1 Antes de la prueba, cada generador de aerosol debe ser acondicionado y luego cebado mediante pulverización durante alrededor de un segundo, a fin de expulsar toda sustancia no homogénea contenida en el tubo sumergido.

31.5.3.1.2 Las consignas se han de aplicar estrictamente, incluso cuando el generador de aerosol esté previsto para ser utilizado de pie o cabeza abajo. Si se ha de agitar el generador de aerosol, esto tiene que hacerse inmediatamente antes de la prueba.

31.5.3.1.3 La prueba ha de efectuarse en un local al abrigo de las corrientes de aire, pero que pueda ventilarse, a una temperatura de 20 ± 5 °C y a una humedad relativa comprendida entre 30 y 80 %.

31.5.3.2 Procedimiento de prueba

- a) Por lo menos deben acondicionarse tres generadores de aerosol por producto a una temperatura de $20^{\circ} \pm 5$ °C en un baño de agua, en el cual son sumergidos al menos hasta el 95 %, durante, por lo menos 30 min (en caso de inmersión total, bastan 30 min);
- b) Medir o calcular el volumen real del tubo, en dm³;
- c) Respetar las prescripciones generales. Registrar la temperatura y la humedad relativa de la pieza;
- d) Determinar la presión interior y el caudal inicial a una temperatura de 20 ± 1 °C (a fin de eliminar los generadores de aerosol mal o parcialmente llenados);
- e) Pesar uno de los generadores de aerosol y anotar su masa;
- f) Encender la vela e instalar el sistema de cierre (tapa o película de plástico);
- g) Colocar el orificio de la válvula del generador de aerosol a 35 mm –o aún más cerca si se trata de un generador de aerosol con un gran campo de

vaporización—del centro del orificio perforado en el tubo. Poner en marcha el cronómetro y, de conformidad con las consignas, dirigir el chorro hacia el centro del extremo opuesto (tapa o película de plástico). El generador de aerosol debe ponerse en la posición está previsto que se lo utilice, por ejemplo, de pie o cabeza abajo;

- h) Vaporizar hasta la inflamación del aerosol. Detener el cronómetro y anotar el tiempo transcurrido. Pesarse nuevamente el generador de aerosol y anotar su masa;
- i) Ventilar y limpiar el tubo con el fin de quitar todo residuo capaz de falsear los resultados de los ensayos siguientes. Si es necesario, enfriar el tubo;
- j) Volver a comenzar las etapas d) a i) del procedimiento con dos otros generadores de aerosol que contengan el mismo producto (es decir, tres en total. Nota: cada generador no se somete más que una vez a la prueba).

31.5.4 *Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados*

31.5.4.1 Debe redactarse un informe de prueba con por lo menos las siguientes indicaciones:

- a) Naturaleza del producto sometido a la prueba y referencias de este producto;
- b) Presión interior y caudal del generador de aerosol;
- c) Temperatura e higrometría relativa del aire dentro de la pieza;
- d) Para cada prueba, tiempo de vaporización (en s) necesario para la vaporización del aerosol (si el aerosol no se inflama, precisarlo);
- e) Masa del producto vaporizado en cada prueba (en g);
- f) Volumen real del tubo (en dm³);

31.5.4.2 El tiempo equivalente (t_{eq}) necesario para la inflamación de un metro cúbico puede calcularse del modo siguiente:

$$t_{eq} = \frac{1000 \times \text{tiempo de vaporización (s)}}{\text{volumen real del tubo (dm}^3\text{)}}$$

31.5.4.3 La densidad de deflagración (D_{def}) necesaria para la inflamación durante la prueba puede también calcularse del siguiente modo:

$$D_{def} = \frac{1000 \times \text{masa de producto vaporizada (g)}}{\text{volumen real del tubo (dm}^3\text{)}}$$

31.5.4.4 Un aerosol con un calor químico de combustión inferior a 20 kJ/g para el cual no se produce ninguna inflamación con la prueba de inflamación a distancia (véase la subsección 31.4 del presente Manual) se clasifica como inflamable si el tiempo equivalente es inferior o igual a 300 s/m³ o si la densidad de deflagración es inferior o igual a 300 g/m³; en caso contrario, el aerosol se clasifica como ininflamable.

31.6 Prueba de inflamación de las espumas de aerosol

31.6.1 *Introducción*

31.6.1.1 La presente prueba sirve para determinar la inflamabilidad de un aerosol en forma de espuma, de gel o de pasta. Se pulveriza un aerosol que se presente en forma de espuma, de gel o de pasta (alrededor de 5 g) sobre un vidrio de reloj bajo el cual está situada una fuente de inflamación (vela, fósforo o encendedor, por ejemplo) para vigilar la inflamación y la combustión sostenida eventual de la espuma, del gel o de la pasta. Se entiende por “inflamación” la presencia de una llama estable durante por lo menos 2 s y que mida, cuando menos, 4 cm de altura.

31.6.2 *Aparatos y material*

31.6.2.1 Se necesita el siguiente equipo:

Escala graduada (soporte y pinza)	(graduaciones en cm)
Vidrio de reloj resistente al fuego, de cerca de 150 mm de diámetro	
Cronómetro	(precisión: ± 0,2 s)
Vela, fósforo o encendedor, por ejemplo	
Balanza de laboratorio contrastada	(precisión: ± 0,1 g)
Baño de agua mantenido a 20 °C	(precisión: ± 1 °C)
Balanza de laboratorio contrastada	(precisión: ± 0,1 g)
Termómetro	(precisión: ± 1 °C)
Higrómetro	(precisión: ± 5 %)
Barómetro	(precisión: ± 0,1 bar)

31.6.2.2 El vidrio de reloj se pone sobre un soporte resistente al fuego, en un local al abrigo de las corrientes de aire pero que pueda ser ventilado después de cada prueba. La escala graduada se coloca exactamente detrás del vidrio de reloj y se mantiene vertical, mediante un soporte y una pinza.

31.6.2.3 La escala graduada se coloca de manera que su punto cero coincida con la base del vidrio de reloj sobre un plano horizontal.

31.6.3 *Procedimiento*

31.6.3.1 *Prescripciones generales*

31.6.3.1.1 Antes de la prueba, debe acondicionarse cada generador de aerosol y luego cebarlo mediante pulverización durante un s, a fin de expulsar toda sustancia no homogénea del tubo sumergido.

31.6.3.1.2 La consignas deben ser estrictamente aplicadas, incluso cuando está previsto que el generador de aerosol se utilice de pie o cabeza. Si el generador de aerosol debe ser agitado, esto ha de hacerse inmediatamente antes de la prueba.

31.6.3.1.3 Las pruebas han de efectuarse en un local al abrigo de las corrientes de aire pero que pueda ventilarse, a una temperatura de 20 ± 5 °C y a una humedad relativa comprendida entre 30 y 80 %.

31.6.3.2 *Procedimiento de prueba*

- a) Se acondicionan por lo menos cuatro generadores de aerosol por producto a una temperatura de $20^{\circ} \pm 1$ °C, y se sumergen en el agua al menos hasta el 95 %, durante, por lo menos 30 min antes de cada prueba (en caso de inmersión total, bastan 30 min);
- b) Seguir las prescripciones generales. Observar la temperatura y la humedad relativa del local;
- c) Determinar la presión interna a una temperatura de $20^{\circ} \pm 1$ °C, a fin de eliminar los generadores de aerosol mal o parcialmente llenados;
- d) Determinar el caudal del generador de aerosol de manera de evaluar mejor la cantidad de aerosol pulverizado;
- e) Pesar un generador de aerosol y anotar su masa;
- f) Habida cuenta de la cantidad de aerosol pulverizado o del caudal, y de conformidad con las consignas del fabricante, vaporizar alrededor de 5 g de aerosol en el centro de un vidrio de reloj limpio, de modo de constituir un montículo de una altura máxima de 25 mm;
- g) En los cinco segundos siguientes al fin de la vaporización, colocar la fuente de inflamación al borde de la muestra y poner simultáneamente en marcha el cronómetro. Si fuera necesario, alejar la fuente de inflamación del borde de la muestra al cabo de aproximadamente dos segundos para asegurar que la inflamación se ha producido realmente. Si la muestra no está manifiestamente inflamada, volver a poner la fuente de inflamación al borde de la muestra;
- h) En caso de inflamación, anotar los siguientes datos:

- i) Altura máxima de la llama, en cm por encima de la base del vidrio de reloj;
 - ii) Duración de la llama en segundos;
 - iii) Secar i volver a pesar el generador de aerosol y calcular la masa de aerosol vaporizada;
-
- i) Ventilar el local de la prueba inmediatamente después de cada prueba;
 - j) Si la inflamación no se produce y el aerosol vaporizado queda en forma de espuma o de pasta durante toda la prueba, volver a empezar las etapas e) e i) al cabo de 30 segundos, de un minuto, de dos minutos o de cuatro minutos, reponer la fuente de inflamación cerca de la muestra;
 - k) Volver a empezar las etapas e) a j) dos veces (es decir, en total tres) sobre el mismo generador de aerosol;
 - l) Volver a empezar las etapas e) a k) sobre dos otro generadores de aerosol (es decir, tres generadores) que contengan el mismo producto.

31.6.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

31.6.4.1 Debe redactarse un informe de prueba que contenga por lo menos las siguientes indicaciones:

- a) Inflamabilidad del producto;
- b) Altura máxima de la llama en cm;;
- c) Duración de la llama en segundos;
- d) Masa del producto sometido a la prueba;

31.6.4.2 El aerosol debe clasificarse como extremadamente inflamable si la altura de la llama es superior o igual a 20 cm y su duración es superior o igual 2 s. o si la duración de la llama es superior o igual a 7 s y la altura es superior o igual a 4 cm.”.

Sección 33

33.4.1.3.1 Sustituir la segunda oración de este párrafo por la siguiente:

“En el caso de una sustancia pirofórica, el ensayo debe efectuarse en una atmosfera de nitrógeno.”.

Sección 37

Reemplazar el texto entre corchetes en la página 365 de la versión española por el siguiente texto:

“Sección 37

PROCEDIMIENTOS DE CLASIFICACIÓN, MÉTODOS DE PRUEBA Y CRITERIOS RELATIVOS A LAS SUSTANCIAS DE LA CLASE 8

37.1 Objeto

37.1.1 Esta sección presenta el sistema de las Naciones Unidas de clasificación de sustancias corrosivas de la clase 8 desde el punto de vista de su corrosividad (véanse las secciones 2.8.1 y 2.8.2 de la Reglamentación modelo). El método de prueba para la corrosividad se describe en la subsección 37.4 del presente Manual. El método para la determinación de la corrosión dérmica figura en la directriz 404 de la OCDE y los criterios para la clasificación figuran en el capítulo 2,8 de la Reglamentación modelo. Si se demuestra que una sustancia es corrosiva para la piel, no es necesario, a los efectos de la clasificación, efectuar pruebas para determinar la corrosividad para los metales.

37.2 Ámbito de aplicación

37.2.1 Los nuevos productos presentados para el transporte deben ser sometidos a las pruebas de clasificación mencionadas en el párrafo 2.8.2.5 c) de la Reglamentación modelo, a menos que sea imposible (por ejemplo, a causa de las propiedades físicas de la sustancia) ejecutar las pruebas. Las sustancias que no puedan ser sometidas a prueba deberían ser clasificadas por analogía en las rúbricas existentes. El procedimiento de clasificación ha de ser aplicado antes de que se presente para el transporte un producto nuevo.

37.3 Procedimiento de clasificación

Los procedimientos de prueba siguientes se han concebido para evaluar el riesgo de corrosividad a efectos de una clasificación apropiada para el transporte.

37.4 Método de prueba para determinar la corrosividad para los metales

37.4.1 Introducción

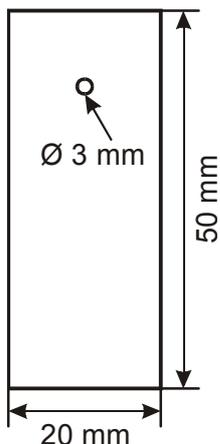
37.4.1.1 Prueba C: Prueba de determinación de las propiedades corrosivas de las sustancias líquidas y de las sustancias sólidas que se pueden licuar en el curso del transporte como mercancías peligrosas de la clase 8, grupo de embalaje III.

37.4.1.2 Aparatos y material

Para la exposición a la sustancia corrosiva por clasificar, hay que producir probetas constituidas por plaquetas de 2 mm de grueso, hechas de los siguientes materiales:

- Aluminio de los tipos no revestidos 7075-T6 o AZ5GU-T6;
- Acero de los tipos S235JR+CR (1.0037, respectivamente St 37-2), S275J2G3+CR (1.0144, respectivamente St 44-3), ISO 3574, “Unified Numbering System (UNS) G10200 ó SAE 1020. (véase Figura 37.4.1).

FIGURA 37.4.1 : PROBETA



Se deben utilizar por lo menos tres juegos de probetas para cada sustancia (aluminio, acero). Se utiliza un reactor cilíndrico (de vidrio o de PTFE) del modelo representado en la figura 37.4.2 con tres cuellos de dimensión apropiada, NS29/32 por ejemplo, así como un cuello NS14 para alojar la muestra (véase la figura 37.4.1), y un cuarto cuello de dimensión suficiente para recibir el refrigerante con reflujo. Debe garantizarse en todo momento la entrada del aire en el recipiente. Las muestras de aluminio y acero se han de someter a prueba en reactores distintos. Para evitar la pérdida de líquido, se provee el reactor de un refrigerante con reflujo (véase la figura 37.4.2).

FIGURA 37.4.2 : REACTOR PROVISTO DE REFRIGERANTE CON REFLUJO



Para la prueba de corrosión, hay que disponer de una cantidad mínima de la sustancia corrosiva por clasificar de 1,5 l para que el agente no se agote antes del fin del tiempo de exposición. Una prueba que dure mucho sin cambiar la solución puede a veces producir resultados negativos. Para obtener resultados ajustados y evitar el tener que volver a empezar las pruebas, hay que tener en cuenta las siguientes observaciones :

- a) Hay que aportar solución fresca durante toda la prueba;
- b) El volumen de la solución debe ser lo suficientemente importante para evitar toda modificación apreciable de su corrosividad durante la prueba;

NOTA : Si se prevén problemas , debe analizarse la solución de modo de determinar en qué medida ha variado su composición, como puede suceder en caso de evaporación o de agotamiento de la solución.

37.4.1.3 Procedimiento

Las muestras de palastro metálico deben ser pulidas con un abrasivo de grano 120. Después de alejar con alcohol los restos del apomazado en un baño con ultrasonidos y el desengrase con acetona., hay que pesar las muestras con una precisión de $\pm 0,0002$ g. No hay que efectuar ningún tratamiento químico de la superficie (desoxidación, ataque, etc.) para eliminar los defectos de la superficie (inhibición, pasivación) Las probetas deben ser suspendidas en el interior del reactor con hilos de PTFE no extruidos. No hay que utilizar hilo metálico. Los ensayos de los metales así preparados deben practicarse el mismo día para prevenir que se vuelva a formar la capa de óxido, salvo que se tomen medidas apropiadas para proteger las muestras con vistas a próximas pruebas. Para cada prueba, hay que sumergir en el líquido una probeta de metal , hundir ora hasta la mitad y colgar una tercera en la fase gaseosa. La distancia entre el borde superior de la probeta sumergida y la superficie del líquido debe ser de 10 mm. Deben evitarse las pérdidas de líquido.

La temperatura de la prueba, a saber, $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, se ha de mantener durante toda la prueba, comprendida la fase gaseosa.

Las probetas se exponen a estas condiciones estables durante un tiempo mínimo de una semana ($168\text{ h} \pm 1$ hora). Después de acabado el ensayo, las probetas deben ser enjuagadas y limpiadas con un cepillo de pelos sintéticos o naturales (no metálicos). En el caso de residuos no eliminables por medios mecánicos (productos de corrosión o depósitos adherentes) hay que utilizar soluciones desoxidantes estabilizadas. En esos casos, habría que tratar de la misma manera una muestra testigo (en duración, temperatura, concentración y preparación de la superficie) para poder determinar la pérdida de peso causada por la desoxidación. Este valor habría que deducirlo antes de la evaluación del efecto de corrosión. Después de una limpieza final con alcohol y acetona en un baño de ultrasonidos, seguido de un secado, hay que pesar las muestras metálicas. El peso entonces obtenido, después de tomar en cuenta el peso específico del metal, da la tasa de corrosión.

37.4.1.4 *Criterios de prueba y métodos de evaluación de los resultados*

Se distinguen dos tipos de efectos de la corrosión.

37.4.1.4.1 Evaluación de la corrosión uniforme

En el caso de la corrosión uniforme, se determina la pérdida de peso de la muestra más fuertemente atacada. Se considera que el resultado de la prueba es positivo y que la sustancia no es corrosiva si la pérdida de peso con una probeta de metal es superior al valor indicado en el cuadro que figura a continuación.

CUADRO 37.4.1.4.1: PÉRDIDA DE PESO MÍNIMA DE LAS MUESTRAS TRAS DIFERENTES TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

<i>Tiempo de exposición</i>	<i>Pérdida de peso</i>
7 días	13,5 %
14 días	26,5 %
21 días	39,2 %
28 días	51,5 %

NOTA : *Estos valores se han calculado sobre la base de una tasa de corrosión de 6,25 mm de corrosión al año.*

37.4.1.4.2 Cuando una corrosión localizada, que se produce además o en lugar de una corrosión uniforme, ataca la superficie, la profundidad del hueco más profundo, respectivamente la mayor disminución de grueso, se añadirá o se utilizará ella sola para calcular la intrusión. Si la intrusión más profunda (que hay que determinar metalográficamente) es superior a los valores indicados en el cuadro que figura a continuación, la prueba se considera como positiva.

Cuadro 4.1.4.2 : Profundidad mínima de la intrusión tras diferentes tiempos de exposición

<i>Tiempo de exposición</i>	<i>Profundidad mínima de la intrusión</i>
7 días	120 µm
14 días	240 µm
21 días	360 µm
28 días	480 µm