

Recomendaciones relativas al

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Manual de Pruebas y Criterios

Cuarta edición revisada

Enmienda 2



NACIONES UNIDAS

Recomendaciones relativas al

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Manual de Pruebas y Criterios

Cuarta edición revisada

Enmienda 2



NACIONES UNIDAS
Nueva York y Ginebra, 2007

NOTA

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

ST/SG/AC.10/11/Rev.4/Amend.2

Copyright © Naciones Unidas, 2007

Quedan reservados todos los derechos

Prohibidos la reproducción, el almacenamiento en un sistema de recuperación de información o la transmisión de cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, electrostático, mecánico, de grabación magnética, de fotocopia o por otros métodos, de esta publicación o de alguna de sus partes, para la venta, sin el permiso previo y por escrito de las Naciones Unidas.

PUBLICACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS

Número de venta: S.07.VIII.2

ISBN 978-92-1-339040-5

PRÓLOGO

El Manual de Pruebas y Criterios contiene los criterios, métodos y procedimientos de prueba que se deben utilizar para la clasificación de mercancías peligrosas de acuerdo con las disposiciones de las partes 2 y 3 de las *Recomendaciones de las Naciones Unidas para el Transporte de Mercancías Peligrosas, Reglamentación Modelo*¹ y para la clasificación de los productos químicos que presentan peligros físicos conforme a lo dispuesto en el *Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos (SGA)*².

Por tanto, el Manual complementa los reglamentos nacionales e internacionales desarrollados a partir de la Reglamentación Modelo o del SGA.

Desde su primera versión, elaborada y posteriormente adoptada por el Comité de Expertos en Transporte de Mercaderías Peligrosas del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC) en 1984, el Manual se ha ido modificando y actualizando cada dos años. Dicha actualización se lleva a cabo bajo los auspicios del Comité de Expertos en Transporte de Mercaderías Peligrosas y del Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos, que reemplaza al comité original desde el año 2001.

La cuarta edición revisada que se publicó en 2003, tiene en cuenta las recomendaciones del nuevo comité de expertos en su primer período de sesiones (11 y 12 de diciembre de 2002). En 2005 se publicó una primera serie de enmiendas a la cuarta edición revisada, que incluye las recomendaciones efectuadas por el Comité en su segundo periodo de sesiones (10 de diciembre de 2004).

Las enmiendas que figuran en la presente publicación fueron adoptadas por el Comité durante su tercer periodo de sesiones (14 diciembre 2006)³ y comprenden:

- Modificaciones al procedimiento de asignación aplicable a las emulsiones, suspensiones o geles de nitrato de amonio, explosivos intermediarios para voladuras;
- Modificaciones a las especificaciones y al control de calidad aplicables a los tubos de acero utilizados para la prueba de Koenen;
- Una nueva prueba: la prueba modificada del tubo con escape;
- Diversas enmiendas derivadas de la adopción de epígrafes distintos para las baterías de metal litio y las de ión litio.

¹ *ST/SG/AC.10/1/Rev.15; Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: 07.VIII.1.*

² *ST/SG/AC.10/30/Rev.2; Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: 07.II.E.5.*

³ *ST/SG/AC.10/34/Add.2.*

ÍNDICE

ENMIENDAS A LA CUARTA EDICIÓN REVISADA DEL MANUAL DE PRUEBAS Y CRITERIOS

| | Página |
|-----------------------------------|---------------|
| PARTE I DEL MANUAL | 1 |
| Sección 10 | 1 |
| Sección 11 | 2 |
| Sección 12 | 2 |
| Sección 17 | 3 |
| Sección 18 | 3 |
| | |
| PARTE II DEL MANUAL | 7 |
| Sección 23 | 7 |
| Sección 25 | 7 |
| | |
| PARTE III DEL MANUAL | 8 |
| Sección 32 | 8 |
| Sección 38 | 8 |

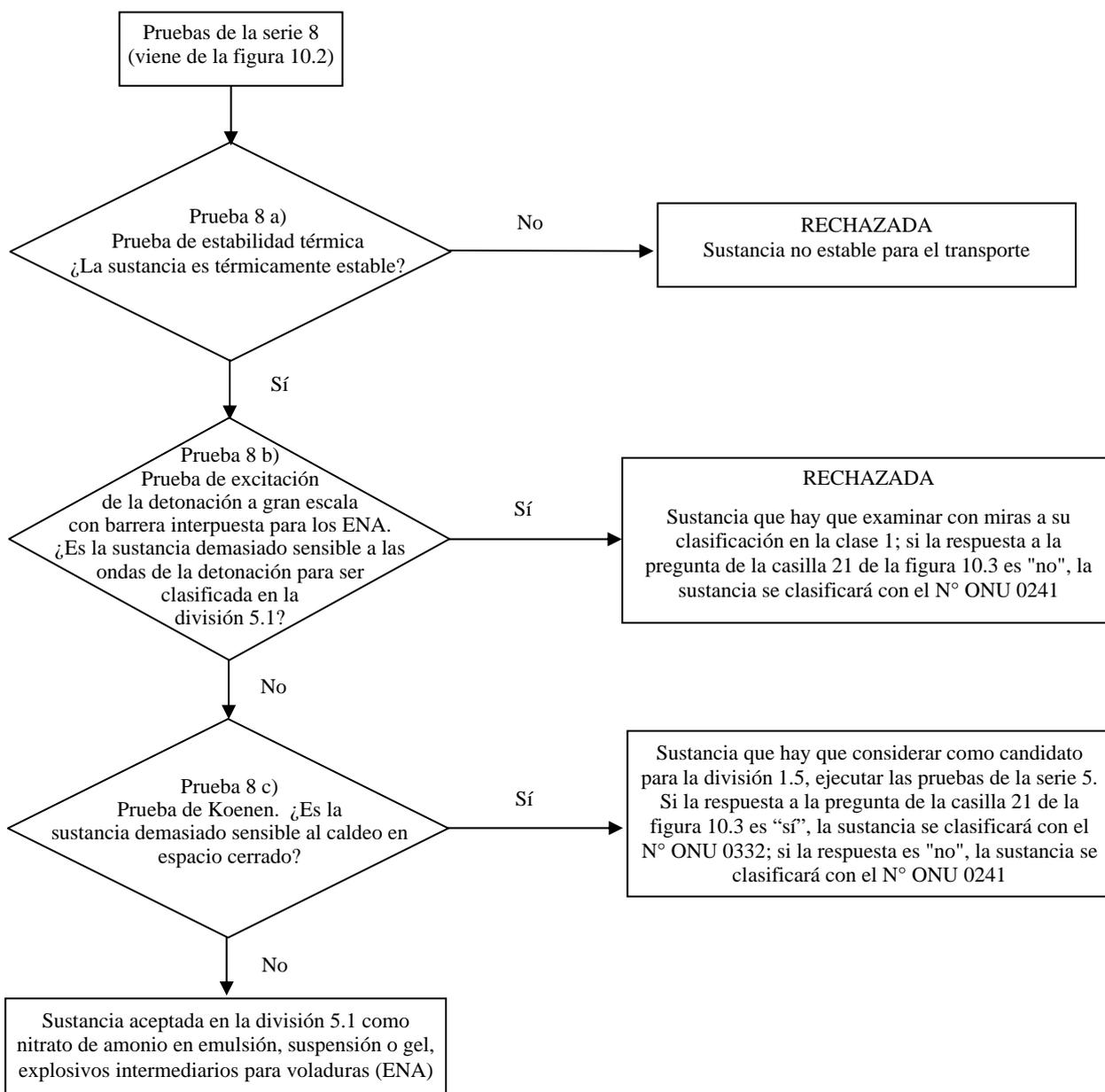
ENMIENDAS A LA CUARTA EDICIÓN REVISADA DE LAS RECOMENDACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS, MANUAL DE PRUEBAS Y CRITERIOS

PARTE I DEL MANUAL

Sección 10

10.4.3.3 a) Sustitúyase "un experto en explosivos" por "la autoridad competente".

Figura 10.4 Modifíquese para que diga:



Sección 11

11.5.1.2.1 Modifíquese para que diga:

“11.5.1.2.1 El aparato consiste en un tubo de acero no reutilizable, con dispositivo de cierre reutilizable, instalado en un dispositivo de caldeo y de protección. El tubo se obtiene por estampado de una chapa fina de acero, conforme a las especificaciones de la norma DC04 (EN 10027-1), o de las normas equivalentes A620 (AISI/SAE/ASTM) o SPCEN (JIS G 3141). Las dimensiones se indican en la figura 11.5.1.1. El extremo abierto del tubo termina en una brida. La placa de cierre, a través de cuyo orificio salen los gases resultantes de la descomposición de la sustancia que se somete a prueba, es de acero al cromo, resistente al calor, y puede obtenerse con los siguientes diámetros de orificio: 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 5,0 - 8,0 - 12,0 y 20,0 mm. En la figura 11.5.1.1 se indican las dimensiones del collar roscado y de la tuerca (dispositivo de cierre).

Para el control de la calidad de los tubos de acero, el 1% de los tubos de cada lote de fabricación se someterá a control de calidad y se comprobarán los siguientes datos:

- a) La masa de los tubos deberá ser de $26,5 \pm 1,5$ g, y la masa de los tubos que vayan a utilizarse en una secuencia de ensayos no diferirá en más de un 1 g;
- b) La longitud de los tubos será de $75 \pm 0,5$ mm;
- c) El espesor de la pared de los tubos, medido a una distancia de 20 mm del fondo, deberá ser de $0,5 \pm 0,05$ mm; y
- d) La presión de rotura determinada por una carga cuasi estática aplicada por medio de un fluido incompresible deberá ser de 30 ± 3 MPa.”

Sección 12

12.5.1.2.1 Modifíquese para que diga:

“12.5.1.2.1 El aparato consiste en un tubo de acero no reutilizable, con dispositivo de cierre reutilizable, instalado en un dispositivo de caldeo y de protección. El tubo se obtiene por estampado de una chapa fina de acero, conforme a las especificaciones de la norma DC04 (EN 10027-1), o de las normas equivalentes A620 (AISI/SAE/ASTM) o SPCEN (JIS G 3141). Las dimensiones se indican en la figura 12.5.1.1. El extremo abierto del tubo termina en una brida. La placa de cierre, a través de cuyo orificio salen los gases resultantes de la descomposición de la sustancia que se somete a prueba, es de acero al cromo, resistente al calor, y puede obtenerse con los siguientes diámetros de orificio: 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 5,0 - 8,0 - 12,0 y 20,0 mm. En la figura 12.5.1.1 se indican las dimensiones del collar roscado y de la tuerca (dispositivo de cierre).

Para el control de la calidad de los tubos de acero, el 1% de los tubos de cada lote de fabricación se someterá a control de calidad y se comprobarán los siguientes datos:

- a) La masa de los tubos deberá ser de $26,5 \pm 1,5$ g, y la masa de los tubos que vayan a utilizarse en una secuencia de ensayos no diferirá en más de un 1 g;
- b) La longitud de los tubos será de $75 \pm 0,5$ mm;
- c) El espesor de la pared de los tubos, medido a una distancia de 20 mm del fondo, deberá ser de $0,5 \pm 0,05$ mm; y
- d) La presión de rotura determinada por una carga cuasi estática aplicada por medio de un fluido incompresible deberá ser de 30 ± 3 MPa.”

Sección 17

17.6.1.4 Sustitúyase "277 kPa" por "27 kPa". (*Corrección*)

Sección 18

Cuadro 18.1 En la fila "8 d)", *sustitúyase* "prueba" por "pruebas".

En la nota b que aparece al pie del cuadro, *sustitúyase* "Esta prueba tiene" por "Estas pruebas tienen".

18.6.1.2.1 Modifíquese para que diga:

“18.6.1.2.1 El aparato consiste en un tubo de acero no reutilizable, con dispositivo de cierre reutilizable, instalado en un dispositivo de caldeo y de protección. El tubo se obtiene por estampado de una chapa fina de acero conforme a las especificaciones de la norma DC04 (EN 10027-1), o de la normas equivalentes A620 (AISI/SAE/ASTM) o SPCEN (JIS G 3141). Las dimensiones se indican en la figura 18.6.1.1. El extremo abierto del tubo termina en una brida. La placa de cierre, a través de cuyo orificio salen los gases resultantes de la descomposición de la sustancia que se somete a prueba, es de acero al cromo, resistente al calor, y puede obtenerse con los siguientes diámetros de orificio: 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 5,0 - 8,0 - 12,0 y 20,0 mm. En la figura 18.6.1.1 se indican las dimensiones del collar roscado y de la tuerca (dispositivo de cierre).

Para el control de la calidad de los tubos de acero, el 1% de los tubos de cada lote de fabricación se someterá a control de calidad y se comprobarán los siguientes datos:

- a) La masa de los tubos deberá ser de $26,5 \pm 1,5$ g, y la masa de los tubos que vayan a utilizarse en una secuencia de ensayos no diferirá en más de un 1 g;
- b) La longitud de los tubos será de $75 \pm 0,5$ mm;
- c) El espesor de la pared de los tubos, medido a una distancia de 20 mm del fondo, deberá ser de $0,5 \pm 0,05$ mm; y
- d) La presión de rotura determinada por una carga cuasi estática aplicada por medio de un fluido incompresible deberá ser de 30 ± 3 MPa.”

18.7.1 Sustitúyase “8 d)” por “8 d) i)”.

18.7.1.2 a) Sustitúyase “ 31 ± 1 cm” por “ 310 ± 10 mm”, “ 61 ± 1 cm” por “ 610 ± 10 mm” y “38 cm” por “380 mm”.

Figura 18.7.1.1 Sustitúyase “1,2” por “10” (dos veces) y conviértanse las medidas en milímetros.

Añádase debajo de la figura la frase siguiente: “Todas las medidas en milímetros.”.

18.7.2 Añádase un nuevo 18.7.2 que diga:

“**18.7.2 Prueba 8 d) ii): Prueba modificada del tubo con escape**

18.7.2.1 *Introducción*

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

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

18.7.2.2 *Aparatos y materiales*

Se utiliza el siguiente material:

- a) Un recipiente con escape constituido por un tubo de acero dulce con un diámetro interior de 265 ± 10 mm, una longitud de 580 ± 10 mm y una pared de un espesor de $5,0 \pm 0,5$ mm. Tanto la placa de cierre inferior como la superior están construidas con placas cuadradas de acero dulce de 300 mm de lado y $6,0 \pm 0,5$ mm de espesor. La placa superior y la placa de la base están fijadas al tubo mediante una soldadura de al menos 5 mm de espesor. La placa superior tiene un agujero de escape de $85 \text{ mm} \pm 1,0$ mm. Se taladran otros dos agujeros pequeños en la placa superior en los que se introducirán ajustadamente sendos termopares;
- b) Un bloque de hormigón de unos 400 mm de lado y 50 a 75 mm de espesor;
- c) Una peana para sujetar el recipiente a una altura de 150 mm sobre el bloque de hormigón;
- d) Un quemador de gas capaz de absorber un caudal de propano de hasta 60 g/min. El quemador se apoya mediante una base en el bloque de hormigón. Un ejemplo típico de quemador apropiado sería un quemador mongol de 32 chorros;
- e) Un escudo de chapa metálica para proteger la llama de propano del viento lateral. Ese escudo puede fabricarse de chapa metálica galvanizada de unos 0,5 mm de espesor. El diámetro del escudo contra el viento es de 600 mm y la altura de 250 mm. Se distribuyen en torno al escudo cuatro orificios ajustables de aireación de 150 mm de ancho y 100 mm de alto para conseguir que llegue aire suficiente a la llama de gas;
- f) Botellas de propano conectadas mediante un colector a un regulador de presión. Pueden utilizarse otros gases combustibles, a condición de que se respete la velocidad de calentamiento prescrita. El regulador de presión deberá reducir la presión de las botellas de propano de 600 kPa a unos 150 kPa. De ahí el gas pasa a un rotámetro con el que se pueda medir un caudal de hasta 60 g/min de propano y una válvula de aguja. Se utilizará una válvula eléctrica actuada por un solenoide para abrir o cerrar el caudal de propano a distancia. Normalmente, tres botellas de propano de 9 kg proporcionarán el caudal de gas deseado durante cinco pruebas. La presión y el caudal de gas se regularán para conseguir una velocidad de calentamiento de $3,3 \pm 0,3$ K/min medida según el procedimiento de calibración;
- g) Tres termopares con sondas de acero inoxidable de 500 mm (dos sondas) y 100 mm (una sonda) de longitud y cables de conexión recubiertos de fibra de vidrio;
- h) Un sistema de almacenamiento de datos capaz de registrar la señal de salida de los termopares;
- i) Cámaras fotográficas o de vídeo para registrar en color la prueba, de preferencia a gran velocidad y a velocidad normal;
- j) Agua pura para la calibración;
- k) El ENA objeto de la prueba;

Podrán utilizarse también aparatos de medición del efecto de onda expansiva y de radiación y un material de registro adaptado.

18.7.2.3 *Calibración*

18.7.2.3.1 El recipiente se llena con agua pura hasta el 75% de su capacidad (es decir, hasta una altura de 435 mm), y se calienta mediante el procedimiento especificado en 18.7.2.4. Se calienta el agua desde la temperatura ambiente hasta 90°C, controlando la temperatura mediante el termopar sumergido en el agua. Los datos temperatura-tiempo deben ajustarse a una línea recta cuya pendiente será "la velocidad de calentamiento de calibración" para esa combinación de recipiente y fuente de calor.

18.7.2.3.2 La presión y el caudal de gas deben regularse para conseguir una velocidad de calentamiento de $3,3 \pm 0,3$ K/min.

18.7.2.3.3 Esa calibración deberá realizarse antes de someter a prueba cualquier ENA, aunque podrá aplicarse la misma calibración para cualquier prueba realizada en el plazo de un día desde la calibración, siempre que no se introduzcan cambios en la construcción del recipiente o en el suministro de gas. Deberá procederse a una nueva calibración cada vez que se cambie el quemador.

18.7.2.4 *Procedimiento*

18.7.2.4.1 El bloque de hormigón se coloca sobre una base arenosa y se nivela mediante un nivel de burbuja. El quemador de propano se coloca en el centro del bloque de hormigón y se conecta a la tubería de suministro de gas. La peana metálica se coloca sobre el quemador.

18.7.2.4.2 El recipiente se coloca verticalmente sobre la peana y se sujeta para que no vuelque. El recipiente se llena hasta el 75% de su capacidad (hasta una altura de 435 mm) con la ENA objeto de la prueba, sin apisonar mientras se carga. Debe registrarse la temperatura inicial de la ENA. La sustancia se coloca con cuidado para evitar que se formen cavidades. Se coloca el escudo contra el viento alrededor de la base del conjunto para proteger la llama de propano de la disipación de calor debida al viento lateral.

18.7.2.4.3 Los termopares se sitúan de la forma siguiente:

- a) la primera sonda de 500 mm de longitud (T1) en la llama de gas;
- b) la segunda sonda de 500 mm de longitud (T2) extendida dentro del recipiente de forma que la punta esté situada a una distancia de entre 80 y 90 mm del fondo;
- c) la tercera sonda de 100 mm de longitud (T3) en la parte superior del recipiente de manera que penetre 20 mm en éste.

Los termopares se conectan al sistema de almacenamiento de datos y tanto los cables de los termopares como el sistema de almacenamiento de datos se protegen adecuadamente del aparato de prueba por si se produjera una explosión.

18.7.2.4.4 Se comprueban la presión y el caudal de propano y se ajustan a los valores utilizados durante la calibración con agua que se describe en 18.7.2.3. Se comprueban y se ponen en marcha las cámaras de vídeo y cualquier otro equipo de registro. Se comprueba el funcionamiento de los termopares y se da comienzo al almacenamiento de datos, estableciéndose un intervalo entre lecturas de los termopares no superior a 10 segundos, y preferentemente menor. La prueba no ha de efectuarse si la velocidad del viento es superior a 6 m/s. Si la velocidad del viento fuera superior, será necesario adoptar precauciones adicionales contra el viento lateral a fin de evitar la disipación del calor.

18.7.2.4.5 El quemador de propano puede encenderse *in situ* o a distancia y todos los trabajadores deben retirarse inmediatamente a un lugar seguro. El desarrollo de la prueba se sigue mediante la vigilancia de las lecturas de los termopares y las imágenes de circuito cerrado de televisión. Se considera que la prueba se ha iniciado cuando el termopar T1 introducido en la llama comienza a subir.

18.7.2.4.6 El depósito de gas ha de ser lo bastante grande como para que la sustancia pueda eventualmente reaccionar y la llama pueda mantenerse hasta después de que se haya consumido totalmente la muestra objeto de ensayo. Si el recipiente no se rompe, hay que dejar que el sistema se enfríe antes de desmontarlo todo con cuidado.

18.7.2.4.7 El resultado de la prueba viene determinado por la observación o no de una rotura del recipiente después de concluida la prueba. La prueba de que el ensayo ha concluido se basará en:

- a) la observación visual y auditiva de la rotura del recipiente acompañada por la pérdida de señal de los termopares;
- b) la observación visual y auditiva de un escape importante acompañado por un pico en la señal de ambos termopares introducidos en el recipiente y la comprobación de que no queda sustancia en el recipiente; o
- c) la observación visual de una reducción del nivel de humos después de un pico en las lecturas de ambos termopares introducidos en el recipiente superior a 300°C y la comprobación de que no queda sustancia en el recipiente.

A los fines de la evaluación de los resultados, el término "rotura" incluye cualquier fallo de las soldaduras o fractura del metal del recipiente.

18.7.2.4.8 La prueba se realizará dos veces a menos que se observe en la primera un resultado positivo.

18.7.2.5 *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 como sustancia peligrosa de la división 5.1, si se observa una explosión en alguna de las pruebas. La explosión quedará determinada por la rotura del recipiente. Si resulta consumida la sustancia en ambas pruebas sin que se observe la rotura del recipiente, el resultado se considera negativo "-".

18.7.2.6 *Ejemplos de resultados*

| Sustancias | Resultado |
|---|------------------|
| 76,0 nitrato amónico/17,0 agua/5,6 aceite de parafina/1,4 emulsificante PIBSA | - |
| 84,0 nitrato amónico/9,0 agua/5,6 aceite de parafina/1,4 emulsificante PIBSA | + |
| 67,7 nitrato amónico/12,2 nitrato sódico/14,1 agua/4,8 aceite de parafina/1,2 emulsificante PIBSA | - |
| 67,4 nitrato amónico/15,0 nitrato de metilamina/12,0 agua/5,0 glicol/0,6 espesante | - |
| 71,4 nitrato amónico/14,0 nitrato de hexamina/14,0 agua/0,6 espesante | - |

”.

PARTE II DEL MANUAL

Sección 23

23.2.1 Después de "los resultados" sustitúyase "de los" por "de uno, o si es necesario de ambos,".

Sección 25

25.4.1.2.1 Modifíquese para que diga:

“25.4.1.2.1 El aparato consiste en un tubo de acero no reutilizable, con dispositivo de cierre reutilizable, instalado en un dispositivo de caldeo y de protección. El tubo se obtiene por estampado de una chapa fina de acero conforme a las especificaciones de la norma DC04 (EN 10027-1), o de las normas equivalentes A620 (AISI/SAE/ASTM) o SPCEN (JIS G 3141). Las dimensiones se indican en la figura 25.4.1.1. El extremo abierto del tubo termina en una brida. La placa de cierre, a través de cuyo orificio salen los gases resultantes de la descomposición de la sustancia que se somete a prueba, es de acero al cromo, resistente al calor, y puede obtenerse con los siguientes diámetros de orificio: 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 5,0 - 8,0 - 12,0 y 20,0 mm. En la figura 25.4.1.1 se indican las dimensiones del collar roscado y de la tuerca (dispositivo de cierre).

Para el control de la calidad de los tubos de acero, el 1% de los tubos de cada lote de fabricación se someterá a control de calidad y se comprobarán los siguientes datos:

- a) La masa de los tubos deberá ser de $26,5 \pm 1,5$ g, y la masa de los tubos que vayan a utilizarse en una secuencia de ensayos no diferirá en más de un 1 g;
- b) La longitud de los tubos será de $75 \pm 0,5$ mm;
- c) El espesor de la pared de los tubos, medido a una distancia de 20 mm del fondo, deberá ser de $0,5 \pm 0,05$ mm; y
- d) La presión de rotura determinada por una carga cuasi estática aplicada por medio de un fluido incompresible deberá ser de 30 ± 3 MPa.”

PARTE III DEL MANUAL

Sección 32

32.3.1.6 b) Al final, sustitúyase "ni corrosivas" por "corrosivas ni peligrosas para el medio ambiente".

32.3.1.7 c) En el cuadro, sustitúyase "- 5 o inferior" por "sin límite".

Sección 38

38.3 Modifíquese el encabezamiento para que diga: "Baterías de metal litio y baterías de ión litio".

38.3.1 Sustitúyase "baterías de litio" por "baterías de metal litio y de ión litio" y, en el paréntesis, sustitúyase "y 3091" por ", 3091, 3480 y 3481".

38.3.2.1 En la primera frase, después de "batería" *añádase* "de metal litio o de ión litio".

En la segunda frase suprimase "de litio".

En la última frase, suprimase "de litio".

38.3.2.2 En la definición de *batería grande*, después de "batería" insértese "de metal litio" y *añádase* al final la frase siguiente "o, en el caso de una batería de ión litio, una batería con una capacidad nominal en vatios hora superior a 6.200 Wh".

En la definición de *batería pequeña*, después de "batería" insértese "de metal litio" y *añádase* al final la siguiente frase "o, en el caso de una batería de ión litio, una batería con una capacidad nominal en vatios hora no superior a 6.200 Wh".

En la definición de *pila grande*, después de "pila" *añádase* "de metal litio", suprimase "o el contenido equivalente" y *añádase* al final la siguiente frase "o, en el caso de una pila de ión litio, una pila con una capacidad nominal en vatios hora superior a 150 Wh".

En la definición de *pila pequeña*, después de "pila" *añádase* "de metal litio".

En la definición de *pila pequeña*, después de "pila" *añádase* "de metal litio" y *añádase* al final la siguiente frase "o, en el caso de una pila de ión litio, una pila con una capacidad nominal en vatios hora no superior a 150 Wh".

Suprimase la definición de *contenido equivalente de litio*.

Añádase la nueva definición siguiente:

"*Capacidad nominal en vatios hora*, es la obtenida al multiplicar la capacidad nominal en amperios hora de una pila o batería, por su voltaje nominal."

38.3.3 En la última frase, sustitúyase "en el que el contenido total de litio de todos los ánodos, en estado completamente cargado, no sea superior a 500 g" por "de tamaño comparable al de una batería grande".