

Recomendaciones relativas al

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Manual de Pruebas y Criterios

Quinta edición revisada

Enmienda 1



NACIONES UNIDAS

Recomendaciones relativas al

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Manual de Pruebas y Criterios

Quinta edición revisada

Enmienda 1



NACIONES UNIDAS
Nueva York y Ginebra, 2011

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.5/Amend.1

Copyright © Naciones Unidas, 2011

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.11.VIII.2

ISBN 978-92-1-339046-7

e-ISBN 978-92-1-055140-3

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 Mercancías 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 Mercancías Peligrosas y del Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos, que reemplaza al comité original desde el año 2001.

La quinta edición revisada, que se publicó en 2009, tiene en cuenta las recomendaciones adoptadas por el comité de expertos en su segundo y tercer período de sesiones que se celebraron en 2004 y 2006 (publicadas con el símbolo ST/SG/AC.10/11/Rev.4/Amend.1 y ST/SG/AC.10/11/Rev.4/Amend.2) así como las adoptadas durante su cuarto período de sesiones, que se celebró en 2008 (ST/SG/AC.10/36/Add.2 y -Corr.1).

Las enmiendas contenidas en la presente publicación fueron adoptadas por el Comité durante su quinto período de sesiones (10 de Diciembre de 2010)³. En esta publicación se incluyen asimismo las correcciones adoptadas por el sub-comité de expertos en transporte de mercancías peligrosas durante su trigésimo-noveno período de sesiones (20-24 Junio 2011)⁴.

Las enmiendas que figuran en la presente publicación comprenden:

- Enmiendas al procedimiento de asignación a una división de la clase 1;
- Enmiendas a las pruebas de la serie 7 para la clasificación de objetos explosivos extremadamente insensibles;
- Un método de prueba para la clasificación de gases y mezclas de gases como químicamente inestables (nueva sección 35);
- Enmiendas a los procedimientos que han de seguirse para la clasificación de las pilas y baterías de metal litio y de ión litio
- Enmiendas a las variantes de diseño de CGEM que se permiten sin necesidad de efectuar pruebas adicionales;
- Un nuevo apéndice 8 en el que se detallan los descriptores de reacción que han de utilizarse en la evaluación de los criterios de la serie de pruebas 7.

¹ ST/SG/AC.10/1/Rev.17; *Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: 11.VIII.1.*

² ST/SG/AC.10/30/Rev.4; *Publicación de las Naciones Unidas, número de venta: 11.II.E.6.*

³ ST/SG/AC.10/38/Add.2.

⁴ ST/SG/AC.10/C.3/78, *Annex IV.*

ÍNDICE

	Página
ENMIENDAS A LA INTRODUCCIÓN GENERAL	
Sección 1	1
ENMIENDAS A LA PARTE I DEL MANUAL	
Sección 10	1
Sección 17	15
ENMIENDAS A LA PARTE II DEL MANUAL	
Sección 35	35
Sección 38	43
ENMIENDAS A LA PARTE IV DEL MANUAL	
Sección 41	53
NUEVO APÉNDICE	
Apéndice 8	54

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

INTRODUCCIÓN GENERAL

Sección 1

En el cuadro 1.2, sustitúyase “sustancias DEI” por “SEI” cada vez que aparece en el texto.

PARTE I DEL MANUAL

Sección 10

10.4 Sustitúyase la subsección 10.4 actual por el texto siguiente:

“10.4 Procedimiento de asignación a una división de la clase 1

10.4.1 *Observaciones generales*

10.4.1.1 Las mercancías de la clase 1 se asignan a una de las seis divisiones, según el tipo de riesgo que presenten (véase el párrafo 2.1.1.4 de la Reglamentación Modelo). El procedimiento de asignación (figura 10.3) se aplica a todas las sustancias u objetos susceptibles de ser incluidos en la clase 1, salvo los que se asignen de oficio a la división 1.1. Cada sustancia u objeto debe asignarse a la división que corresponda a los resultados de las pruebas a las que se ha sometido la sustancia u objeto en la forma en que se ha presentado para el transporte. También pueden tenerse en cuenta otros resultados de pruebas, así como los datos procedentes de accidentes reales. Como se indica en la casilla 36 de la figura 10.3, la autoridad competente puede excluir un objeto de la clase 1 sobre la base de los resultados de las pruebas y de la definición de la clase 1.

10.4.2 *Tipos de pruebas*

10.4.2.1 Los métodos de prueba utilizados para la asignación a una división se agrupan en tres series -que llevan los números 5 a 7- destinadas a proporcionar la información necesaria para responder a las preguntas de la figura 10.3. Una autoridad nacional no debe modificar las pruebas de las series 5, 6 y 7 si no está en condiciones de justificar esta medida en el ámbito internacional.

10.4.2.2 Los resultados de los tres tipos de pruebas de la serie 5 se utilizan para responder a la pregunta "¿Es una sustancia explosiva muy insensible que presenta un riesgo de explosión de toda la masa?" (casilla 21, figura 10.3). Esos tipos son los siguientes:

- Tipo 5 a): una prueba de excitación por una onda de choque para determinar la sensibilidad a un estímulo mecánico intenso;
- Tipo 5 b): pruebas térmicas para determinar la tendencia a la transición de deflagración a detonación; y
- Tipo 5 c): una prueba para determinar si una sustancia explosiona cuando se somete, en gran cantidad, a un fuego intenso.

Figura 10.3: PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN A UNA DIVISIÓN DE LA CLASE 1

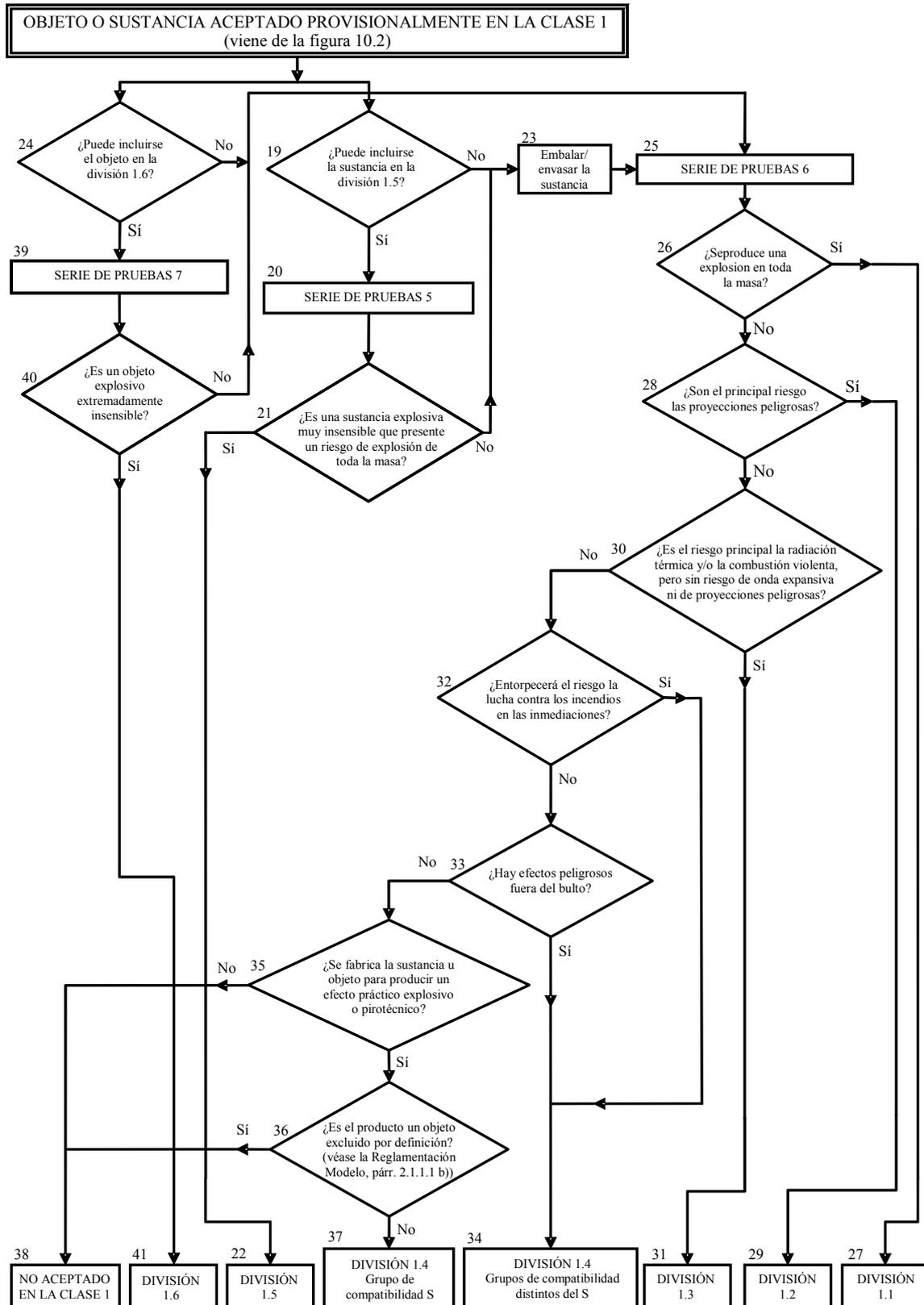


Figura 10.4: PROCEDIMIENTO PARA UNA EMULSIÓN, UNA SUSPENSIÓN O UN GEL DE NITRATO DE AMONIO, PARA LA FABRICACIÓN DE EXPLOSIVOS PARA VOLADURAS

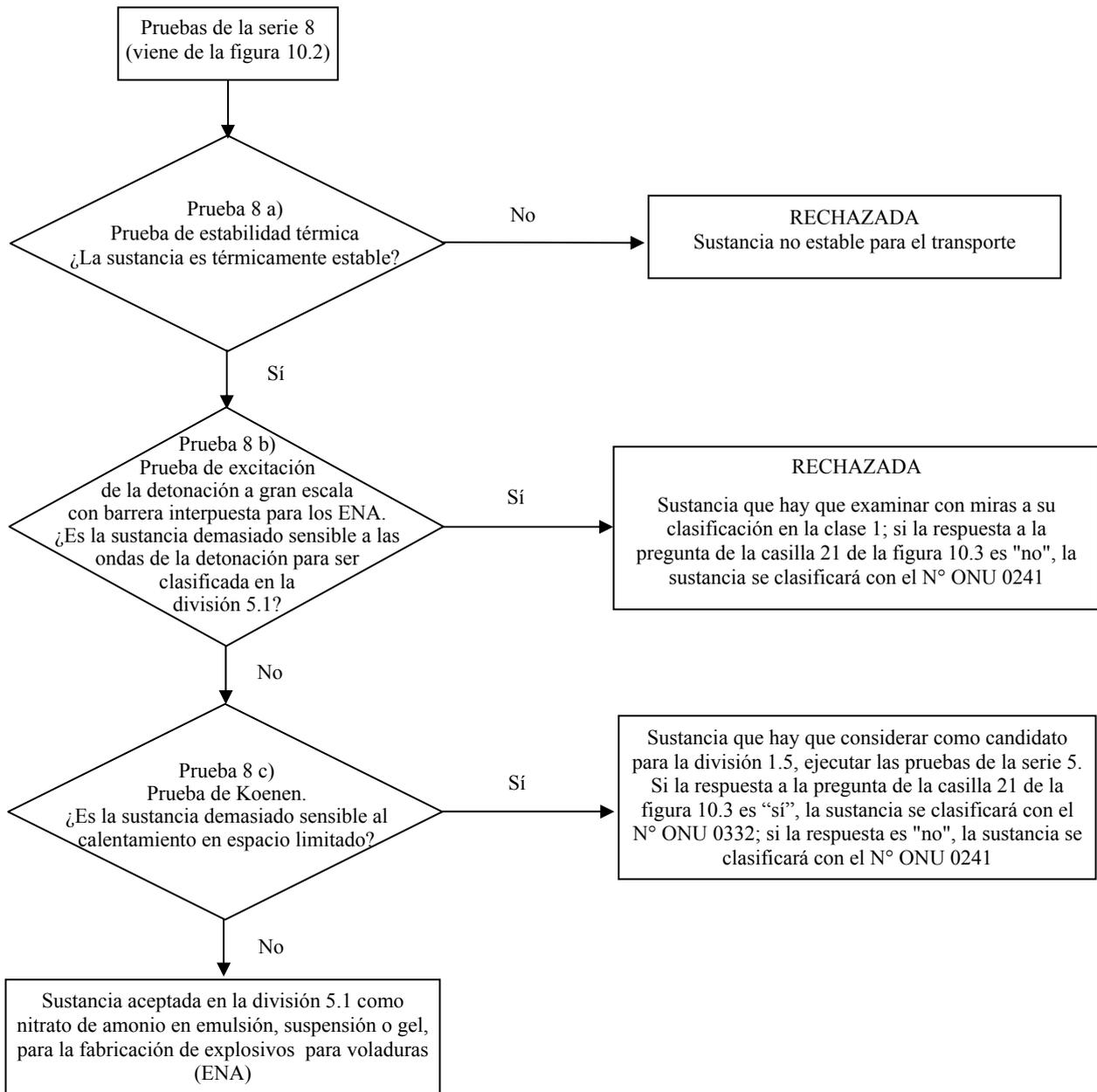
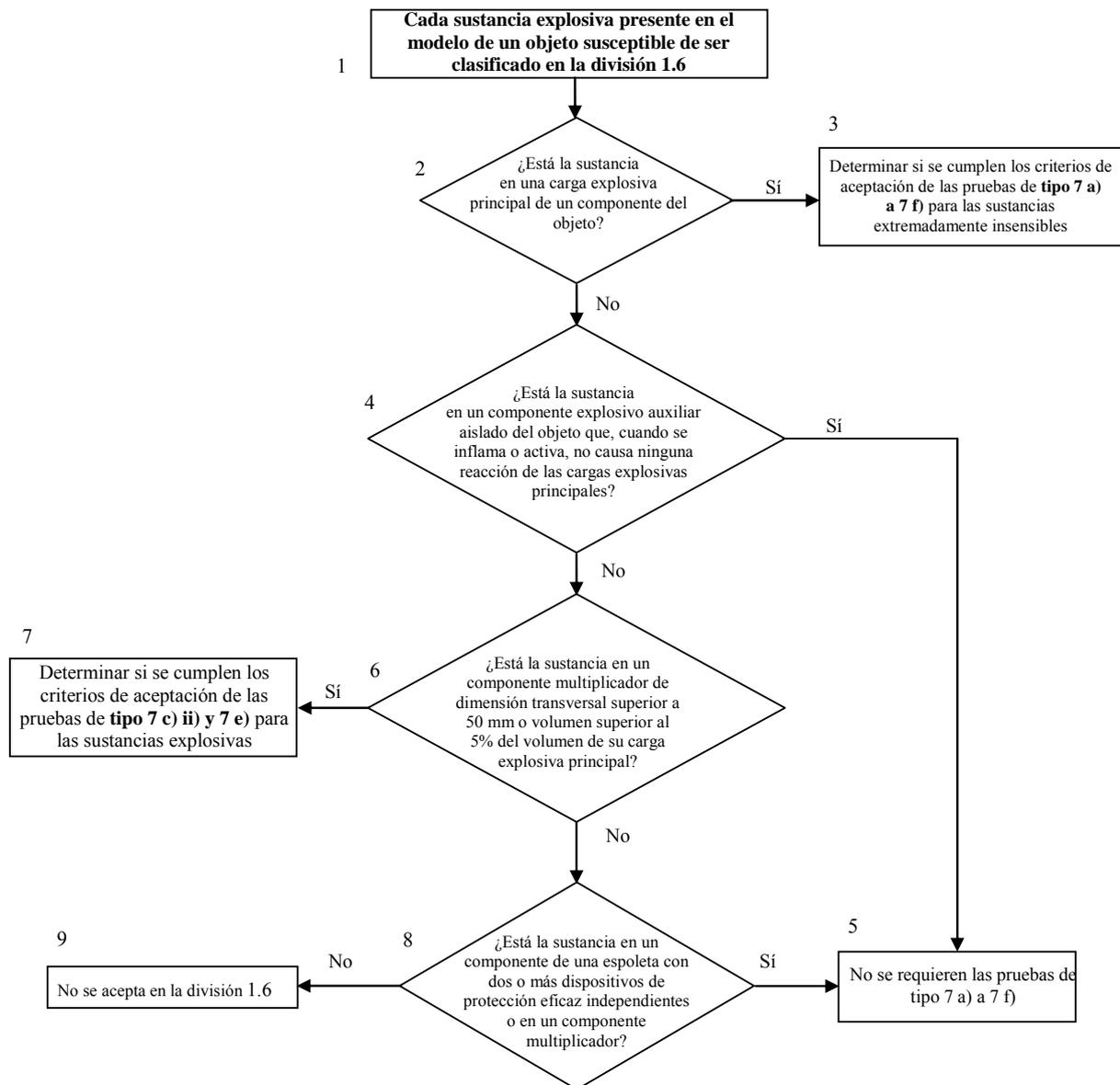


Figura 10.5: PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LAS PRUEBAS A LAS QUE DEBEN SOMETERSE LAS SUSTANCIAS SUSCEPTIBLES DE SER CLASIFICADAS EN LA DIVISIÓN 1.6



10.4.2.3 Los resultados de cuatro tipos de pruebas de la serie 6 se utilizan para determinar cuál de las divisiones 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4 corresponde mejor al comportamiento de un producto cuando una carga es afectada por un fuego de origen interno o externo o por una explosión interna (casillas 26, 28, 30, 32 y 33 de la figura 10.3). También se emplean esos resultados para determinar si un producto puede asignarse al grupo de compatibilidad S de la división 1.4 y si debe o no quedar excluido de la clase 1 (casillas 35 y 36 de la figura 10.3). Esos cuatro tipos de prueba son los siguientes:

- Tipo 6 a): una prueba con un solo bulto para determinar si se produce una explosión de toda la masa;
- Tipo 6 b): una prueba con bultos de una sustancia explosiva o de objetos explosivos, u objetos explosivos no embalados/ensados, para determinar si una explosión se propaga de un bulto a otro o de un objeto no embalado/ensado a otro;
- Tipo 6 c): una prueba con bultos de sustancia explosiva o de objetos explosivos, u objetos explosivos no embalados/ensados, para determinar si hay explosión de toda la masa o riesgo de proyecciones peligrosas, radiación térmica y/o combustión violenta o cualquier otro efecto peligroso en caso de incendio; y
- Tipo 6 d): una prueba con un bulto, en espacio no limitado, de objetos explosivos a los que se aplique la disposición especial 347 del capítulo 3.3 de la Reglamentación Modelo, para determinar si fuera del bulto hay efectos peligrosos resultantes de la inflamación o cebado accidentales del contenido.

10.4.2.4 Las pruebas de la serie 7 permiten responder a la pregunta "¿Es un objeto explosivo extremadamente insensible?" (casilla 40, figura 10.3) y todo objeto susceptible de ser incluido en la división 1.6 debe evaluarse en función de cada uno de los 11 tipos de prueba de que consta la serie. El protocolo para determinar las pruebas requeridas se da en la figura 10.5. Los seis primeros tipos de prueba (7 a) a 7 f)) se utilizan para determinar si se trata de una sustancia extremadamente insensible (SEI). El propósito de esas pruebas es conocer la sensibilidad de la sustancia o sustancias presentes en el objeto, lo cual proporciona información y aumenta el nivel de confianza en las pruebas efectuadas. Los cinco tipos restantes (7 g), 7 h), 7 j), 7 k) y 7 l)) se emplean para determinar si un objeto que contenga predominantemente una SEI puede asignarse a la división 1.6. Los 11 tipos de prueba son los siguientes:

- Tipo 7 a): una prueba de excitación por onda de choque para determinar la sensibilidad a un estímulo mecánico intenso;
- Tipo 7 b): una prueba de excitación por onda de choque, con una carga multiplicadora determinada y en un espacio limitado, para determinar la sensibilidad a una onda de choque;
- Tipo 7 c): una prueba para determinar la sensibilidad de la sustancia explosiva al deterioro bajo el efecto de un choque;
- Tipo 7 d): una prueba para determinar el grado de reacción de la sustancia explosiva al choque o a la penetración resultantes de una fuente de energía determinada;
- Tipo 7 e): una prueba para determinar la reacción de la sustancia explosiva a un fuego exterior cuando la sustancia se encuentra en espacio limitado;
- Tipo 7 f): una prueba para determinar la reacción de la sustancia explosiva en un entorno en el que la temperatura sube progresivamente hasta 365 °C;
- Tipo 7 g): una prueba para determinar la reacción a un fuego exterior de un objeto tal como se presenta para el transporte;
- Tipo 7 h): una prueba para determinar la reacción de un objeto en un entorno en el que la temperatura sube progresivamente hasta 365 °C;

- Tipo 7 j): una prueba para determinar la reacción de un objeto al choque y a la penetración resultantes de una fuente de energía determinada;
- Tipo 7 k): una prueba para determinar si la detonación de un objeto iniciará una detonación en un objeto contiguo idéntico; y
- Tipo 7 l): una prueba para determinar la sensibilidad de un objeto a un impacto dirigido contra componentes vulnerables.

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, para la fabricación de explosivos 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 calentamiento 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 Aplicación de los métodos de prueba

10.4.3.1 En el Glosario del apéndice B de la Reglamentación Modelo se explican algunos términos utilizados en la asignación de sustancias a una división o grupo de compatibilidad (por ejemplo, explosión de la totalidad de la masa, sustancia pirotécnica, totalidad de la carga, totalidad del contenido, explosión, explosión de la totalidad del contenido, etc.).

10.4.3.2 La serie de pruebas 5 se utiliza para determinar si una sustancia puede asignarse a la división 1.5. Sólo pueden asignarse a esta división las sustancias que superen las tres pruebas.

10.4.3.3 La serie de pruebas 6 se aplica a los bultos de sustancias y objetos explosivos en el estado y la forma en que se presentan para el transporte. La disposición geométrica de los productos debe ajustarse al método de embalaje/ensado y a las condiciones reales de transporte y debe ser tal que produzca los resultados más desventajosos en las pruebas. Cuando los objetos explosivos deban transportarse sin embalaje/envase, las pruebas deben realizarse con los objetos no embalados/ensados. Todos los tipos de embalaje/envase que contengan sustancias u objetos deben someterse a las pruebas, a menos que:

- a) El producto, incluido su posible embalaje/envase, pueda ser asignado sin ambigüedad a una división por la autoridad competente sobre la base de los resultados de otras pruebas o de la información disponible; o
- b) El producto, incluido su posible embalaje/envase, se asigne a la división 1.1.

10.4.3.4 Las pruebas de los tipos 6 a), 6 b), 6 c) y 6 d) deben efectuarse por este orden. En cambio, no siempre es necesario realizar las cuatro pruebas. Puede omitirse el tipo 6 a) si los objetos explosivos se transportan sin embalaje/envase o cuando sólo hay un objeto dentro del bulto. También puede omitirse el tipo 6b) si en cada prueba de tipo 6a):

- a) El exterior del bulto no resulta dañado por la detonación y/o inflamación internas; o
- b) El contenido del bulto no explota o lo hace tan débilmente que cabe descartar la posibilidad de propagación del efecto explosivo de un bulto a otro en la prueba de tipo 6b).

Asimismo, se puede omitir la prueba 6c) si, en una prueba del tipo 6b), se produce una explosión prácticamente instantánea de la casi totalidad del contenido de la pila. En tal caso, el producto se asigna a la división 1.1.

La prueba de tipo 6 d) es una prueba que se utiliza para determinar si es procedente la clasificación en la división 1.4, grupo de compatibilidad S, y sólo se utiliza si se aplica la disposición especial 347 del capítulo 3.3 de la Reglamentación Modelo.

Los resultados de las series de pruebas 6 c) y 6 d) indican si es procedente la clasificación en la división 1.4, grupo de compatibilidad S; de lo contrario, la clasificación se hará en la división 1,4, pero en un grupo de compatibilidad distinto del S.

10.4.3.5 Si una sustancia da un resultado negativo (no se propaga la detonación) en una prueba de tipo a) de la serie 1, no es necesario efectuar la prueba 6a) con detonador. Si una sustancia da un resultado negativo (no hay deflagración o ésta es lenta) en una prueba c) de la serie 2, puede omitirse la prueba 6a).

10.4.3.6 Las pruebas de los tipos 7 a) a 7 f) deben utilizarse para determinar si se trata de una sustancia extremadamente insensible y seguidamente, se utilizarán las pruebas 7 g), 7 h), 7 j), 7 k) y 7 l) para determinar si los objetos que contienen predominantemente una o varias SEI pueden asignarse a la división 1.6.

10.4.3.7 Deben efectuarse las pruebas 7 g), 7 h), 7 j), 7 k) y 7 l) para determinar si un objeto con una o varias cargas explosivas principales constituidas por SEI y con componentes multiplicadores de la debida insensibilidad puede asignarse a la división 1.6. Estas pruebas se aplican a los objetos en el estado y forma en que se presentan para el transporte, aunque pueden omitirse o simularse los componentes no explosivos si la autoridad competente considera que ello no desvirtuará los resultados de las pruebas. El procedimiento que indica en detalle las pruebas que es preciso ejecutar aparece en la figura 10.5, y a continuación se facilitan algunas explicaciones:

- a) Los objetos complejos pueden contener varias sustancias y este procedimiento debe aplicarse a todas las sustancias contenidas en el objeto que se haya de clasificar.
- b) Para responder a la pregunta "¿Está la sustancia en una carga explosiva principal de un componente del objeto?" (casilla 2, figura 10.5), debe examinarse el modelo del objeto. Las sustancias de las cargas explosivas principales son aquellas que se cargan en componentes del objeto distintos de la espoleta, los multiplicadores o los explosivos auxiliares aislados. Respecto de todas las sustancias de las cargas explosivas principales es preciso "Determinar si se cumplen los criterios de aceptación de las pruebas de tipo 7 a) a 7 f) para las sustancias extremadamente insensibles" (casilla 3, figura 10.5). Si se obtiene un resultado positivo (+) para cualquier sustancia de una carga explosiva principal en cualquiera de las pruebas de los tipos 7 a) a 7 f), la sustancia no es una SEI y la respuesta a la pregunta de la casilla 24 de la figura 10.3 es "No". El objeto no puede incluirse en la división 1.6.
- c) Para responder a la pregunta "¿Está la sustancia en un componente explosivo auxiliar aislado del objeto que, cuando se inflama o activa, no causa ninguna reacción de las cargas explosivas principales?" (casilla 4, figura 10.5), deben conocerse el modelo del objeto y los efectos explosivos que se producen cuando esos componentes se activan o inflaman, ya sea por el mecanismo previsto en el diseño o accidentalmente. Por lo general, se trata de pequeños dispositivos explosivos o artefactos piromecánicos que cumplen una función de movimiento, corte o apertura. Si la respuesta a esta pregunta es "Sí", no se requieren las pruebas de los tipos 7 a) a 7 f) para las sustancias presentes en componentes explosivos auxiliares aislados y el objeto todavía puede ser incluido en la división 1.6.
- d) Para responder a la pregunta "¿Está la sustancia en un componente multiplicador de dimensión transversal superior a 50 mm o volumen superior al 5% del volumen de su carga explosiva principal?" (casilla 6, figura 10.5), se debe examinar el modelo del

objeto. Para todas las sustancias presentes en esos componentes multiplicadores más grandes, incluidas las que están en los componentes explosivos de las espoletas con doble sistema de protección de un objeto, es preciso "Determinar si se cumplen los criterios de aceptación de las pruebas para las sustancias explosivas de tipo 7 c) ii) y 7 e)" (casilla 7 de la figura 10.5). Si se obtiene un resultado positivo (+) para cualquier sustancia de uno de esos componentes multiplicadores más grandes en la prueba de tipo 7 c) ii) o en la de tipo 7 e), la respuesta a la pregunta de la casilla 24 de la figura 10.3 es "No". El objeto no puede incluirse en la división 1.6.

- e) Para responder a la pregunta "¿Está la sustancia en un componente de una espoleta con dos o más dispositivos de protección eficaz independientes o en un componente multiplicador?" (casilla 8, figura 10.5), se deben conocer el modelo y la fabricación del objeto. Si la respuesta es "No", se considera que el objeto carece de las características de seguridad intrínseca necesarias y la respuesta a la pregunta de la casilla 24 de la figura 10.3 es "No". El objeto no puede incluirse en la división 1.6.

***NOTA:** Para conocer el diseño y los efectos explosivos puede recurrirse a la modelización o a la realización de pruebas indicativas, entre otros medios.*

10.4.3.8 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, para la fabricación de explosivos 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.

10.4.3.9 Si los objetos contienen elementos inertes de control que resulten costosos, éstos pueden sustituirse por otros elementos inertes que tengan masas y volúmenes similares.

10.5 Ejemplos de informes de prueba

10.5.1 En las figuras 10.6 a 10.9 se dan ejemplos de informes de prueba y de utilización de los diagramas-cuestionarios en la aplicación de los procedimientos de aceptación y asignación a la clase 1 al almizcle xileno (ONU 2956).

10.5.2 En la figura 10.10 se presenta un modelo de informe de prueba relativo a los objetos.

Figura 10.6: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ACEPTACIÓN EN LA CLASE 1

1.	Nombre de la sustancia:	5-terc-BUTIL-2,4,6-TRINITRO-m-XILENO (ALMIZCLE XILENO)
2.	Datos generales	
2.1	Composición:	terc-butil-2,4,6-trinitro-m-xileno al 99%
2.2	Fórmula molecular	$C_{12}H_{15}N_3O_6$
2.3	Forma física:	Polvo cristalino fino
2.4	Color:	Amarillo claro
2.5	Densidad aparente	840 kg/m ³
2.6	Granulometría:	< 1,7 mm
3.	Casilla 2:	¿Se fabrica la sustancia para producir un efecto práctico explosivo o pirotécnico?
3.1	Respuesta:	No
3.2	Casilla Terminal	Pasar a la casilla 3
4.	Casilla 3:	Serie de pruebas 1
4.1	Propagación de la detonación:	Prueba de excitación con barrera interpuesta (Naciones Unidas) (prueba 1 a))
4.2	Condiciones de la muestra:	Temperatura ambiente
4.3	Observaciones:	Longitud de fragmentación 40 cm
4.4	Resultado:	Positivo ("+"), propagación de la detonación
4.5	Efecto del calentamiento en espacio limitado:	Prueba Koenen (prueba 1b))
4.6	Condiciones de la muestra:	Masa 22,6 g
4.7	Observaciones:	Diámetro límite 5,0 mm Tipo de fragmentación "F" (tiempo hasta la reacción, 52 s; duración de la reacción, 27 s)
4.8	Resultado	Positivo, hay algunos efectos explosivos durante el calentamiento en espacio limitado
4.9	Efecto de inflamación en espacio limitado:	Prueba de tiempo/presión (prueba 1 c) i))
4.10	Condiciones de la muestra:	Temperatura ambiente
4.11	Observaciones:	No hay inflamación
4.12	Resultado:	Negativo ("-"), no hay inflamación en espacio limitado
4.13	Casilla terminal:	Pasar a la casilla 4
5.	Casilla 4:	¿Es una sustancia explosiva?
5.1	Respuesta en la serie de pruebas 1 :	Sí
5.2	Casilla terminal:	Pasar a la casilla 5
6.	Casilla 5:	Serie de pruebas 2
6.1	Sensibilidad a la onda de choque	Prueba de excitación con barrera interpuesta Naciones Unidas) (prueba 2 a))
6.2	Condiciones de la muestra:	Temperatura ambiente
6.3	Observaciones:	No hay propagación
6.4	Resultado:	Negativo ("-"), no es sensible a la onda de choque
6.5	Efecto del calentamiento en espacio limitado:	Prueba Koenen (prueba 2 b))
6.6	Condiciones de la muestra:	Masa 22,6 g
6.7	Observaciones:	Diámetro límite 5,0 mm Tipo de fragmentación "F" (tiempo hasta la reacción, 52 s; duración de la reacción, 27 s)

Figura 10.6: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ACEPTACIÓN EN LA CLASE 1 (cont.)

6.8	Resultado:	Positivo ("+"), efecto violento del calentamiento en espacio limitado
6.9	Efecto de la inflamación en espacio limitado	Prueba de tiempo/presión (prueba 2 c) i))
6.10	Condiciones de la muestra:	Temperatura ambiente
6.11	Observaciones:	No hay inflamación
6.12	Resultado:	Negativo ("-"), no hay reacción al producirse la inflamación en espacio limitado
6.13	Casilla terminal:	Pasar a la casilla 6
7.	Casilla 6:	¿Es la sustancia demasiado insensible para aceptarla en la clase 1?
7.1	Respuesta en la serie de pruebas 2:	No
7.2	Conclusión	Seguir el examen de la sustancia para su inclusión en la clase 1 (casilla 8)
7.3	Casilla terminal:	Pasar a la casilla 9
8.	Casilla 9:	Serie de pruebas 3
8.1	Estabilidad térmica:	Prueba de 48 horas a 75°C (prueba 3c))
8.2	Condiciones de la muestra:	100 g de sustancia a 75°C
8.3	Observaciones:	No hay inflamación, explosión, calentamiento espontáneo o descomposición visible
8.4	Resultado:	Negativo ("-"), térmicamente estable
8.5	Sensibilidad a la onda de choque:	Prueba del martinete BAM (prueba 3 a) ii))
8.6	Condiciones de la muestra	Tal como se recibió
8.7	Observaciones:	Energía límite de impacto, 25 J
8.8	Resultado	Negativo, no es demasiado peligrosa para el transporte en la forma en que se ha sometido a prueba
8.9	Sensibilidad a la fricción:	Prueba de la máquina de fricción BAM (prueba 3 b) i))
8.10	Condiciones de la muestra	Tal como se recibió
8.11	Observaciones:	Carga límite > 360 N
8.12	Resultado:	Negativo ("-"), no es demasiado peligrosa para el transporte en la forma en que se ha sometido a prueba
8.13	Facilidad de transición de deflagración a detonación:	Prueba de combustión en pequeña escala (prueba 3 d))
8.14	Condiciones de la muestra:	Temperatura ambiente
8.15	Observaciones:	Se inflama y quema lentamente
8.16	Resultado	Negativo ("-"), no es demasiado peligrosa para el transporte en la forma en que se ha sometido a prueba
8.17	Casilla terminal:	Pasar a la casilla 10
9.	Casilla 10	¿Es la sustancia térmicamente estable?
9.1	Respuesta en la prueba 3c):	Sí
9.2	Casilla terminal:	Pasar a la casilla 11
10.	Casilla 11:	¿Es la sustancia demasiado peligrosa para el transporte en la forma en que se ha sometido a prueba?
10.1	Respuesta en la serie de pruebas 3:	No
10.2	Casilla terminal:	Pasar a la casilla 18
11.	Conclusión:	ACEPTADA PROVISIONALMENTE EN LA CLASE 1
11.1	Casilla terminal:	Aplicar el procedimiento de asignación a la clase 1

Figura 10.7: PROCEDIMIENTO DE ACEPTACIÓN PROVISIONAL DEL ALMIZCLE XILENO EN LA CLASE 1

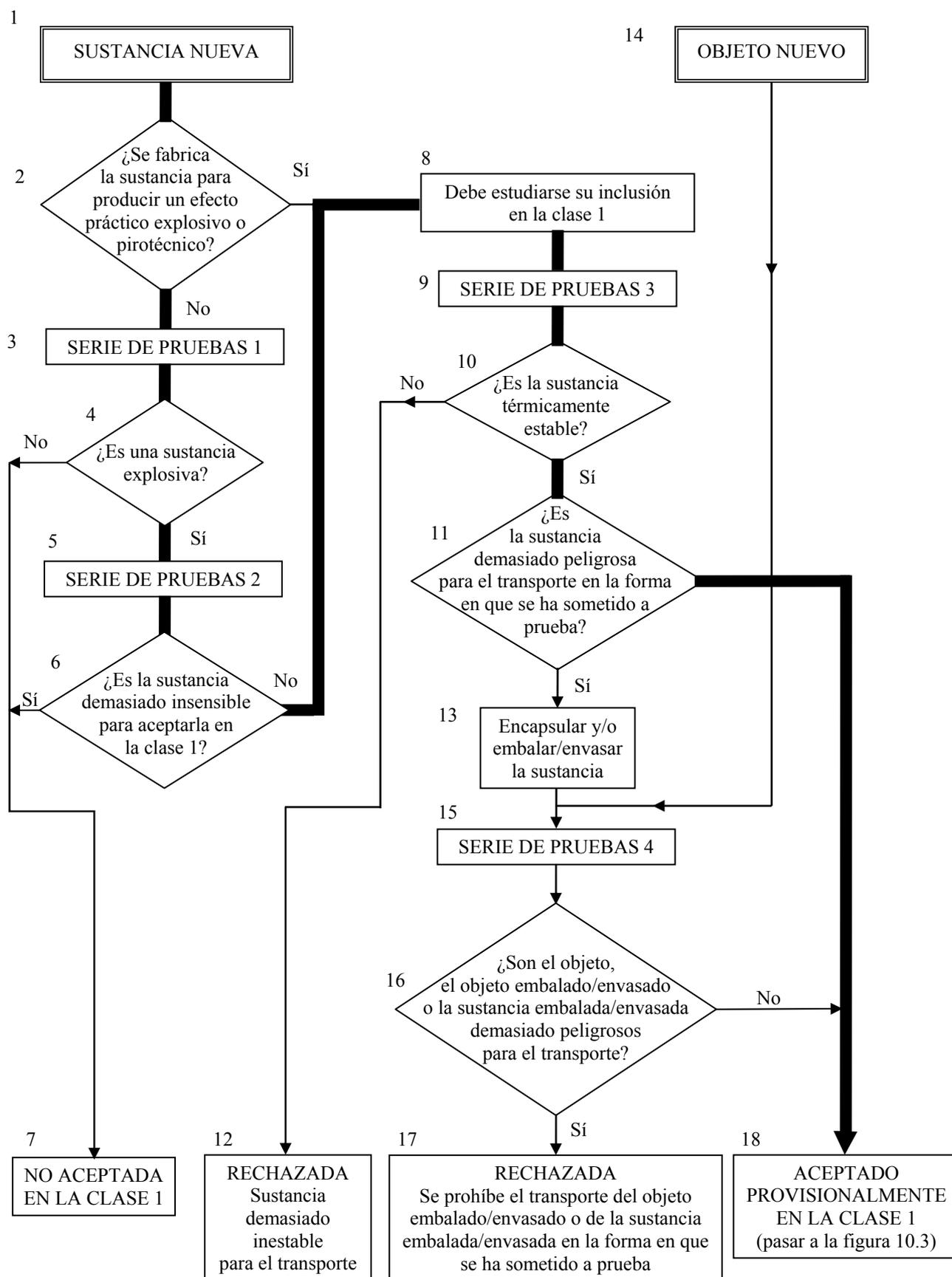


Figura 10.8: RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN A LA CLASE 1

1. Casilla 19 :	¿Puede incluirse la sustancia en la división 1.5?
1.1 Respuesta:	No
1.2 Resultado:	Embalar/envasar la sustancia (casilla 23)
1.3 Casilla terminal:	Pasar a la casilla 25
2. Casilla 25:	Serie de pruebas 6
2.1 Efecto de la iniciación en el interior del bulto:	Prueba 6 a) con detonador
2.2 Condiciones de la muestra:	Temperatura ambiente, bidón de cartón de 50 kg
2.3 Observaciones:	Sólo hay una descomposición localizada alrededor del detonador
2.4 Resultado:	No hay reacción significativa
2.5 Efecto de la inflamación en el interior del bulto:	Prueba 6 a) con inflamador
2.6 Condiciones de la muestra:	Temperatura ambiente, bidón de cartón de 50 kg
2.7 Observaciones:	Sólo hay una descomposición localizada alrededor del inflamador
2.8 Resultado:	No hay reacción significativa
2.9 Efecto de propagación entre bultos:	No se requiere la prueba 6b), ya que no se producen efectos fuera del bulto en la prueba 6 a)
2.10 Efecto de un fuego intenso:	Prueba 6 c)
2.11 Condiciones de la prueba:	3 bidones de cartón de 50 kg montados en un bastidor de acero sobre fuego de láminas de madera entrecruzadas
2.12 Observaciones:	Sólo hay una combustión lenta con emisión de humo negro
2.13 Resultado:	No hay efectos que puedan entorpecer la lucha contra incendio
2.14 Casilla terminal:	Pasar a la casilla 26
3. Casilla 26:	¿Se produce una explosión de toda la masa?
3.1 Respuesta en la serie de pruebas 6:	No
3.2 Casilla terminal:	Pasar a la casilla 28
4. Casilla 28:	¿Son el riesgo principal las proyecciones peligrosas?
4.1 Respuesta en la serie de pruebas 6:	No
4.2 Casilla terminal:	Pasar a la casilla 30
5. Casilla 30:	¿Es el riesgo principal la radiación térmica y/o la combustión violenta, pero sin riesgo de onda expansiva ni de proyecciones peligrosas?
5.1 Respuesta en la serie de pruebas 6:	No
5.2 Casilla terminal:	Pasar a la casilla 32
6. Casilla 32:	¿Existe, no obstante, un pequeño riesgo en caso de inflamación o de iniciación?
6.1 Respuesta en la serie de pruebas 6 :	No
6.2 Casilla terminal:	Pasar a la casilla 35
7. Casilla 35:	¿Se fabrica la sustancia u objeto para producir un efecto práctico explosivo o pirotécnico?
7.1 Respuesta:	No
7.2 Casilla terminal:	Pasar a la casilla 38
8. Conclusión:	NO ACEPTADA EN LA CLASE 1
8.1 Casilla terminal:	Estudiar su clasificación en otra clase o división

Figura 10.9: PROCEDIMIENTO DE EXCLUSIÓN DEL ALMIZCLE XILENO DE LA CLASE 1

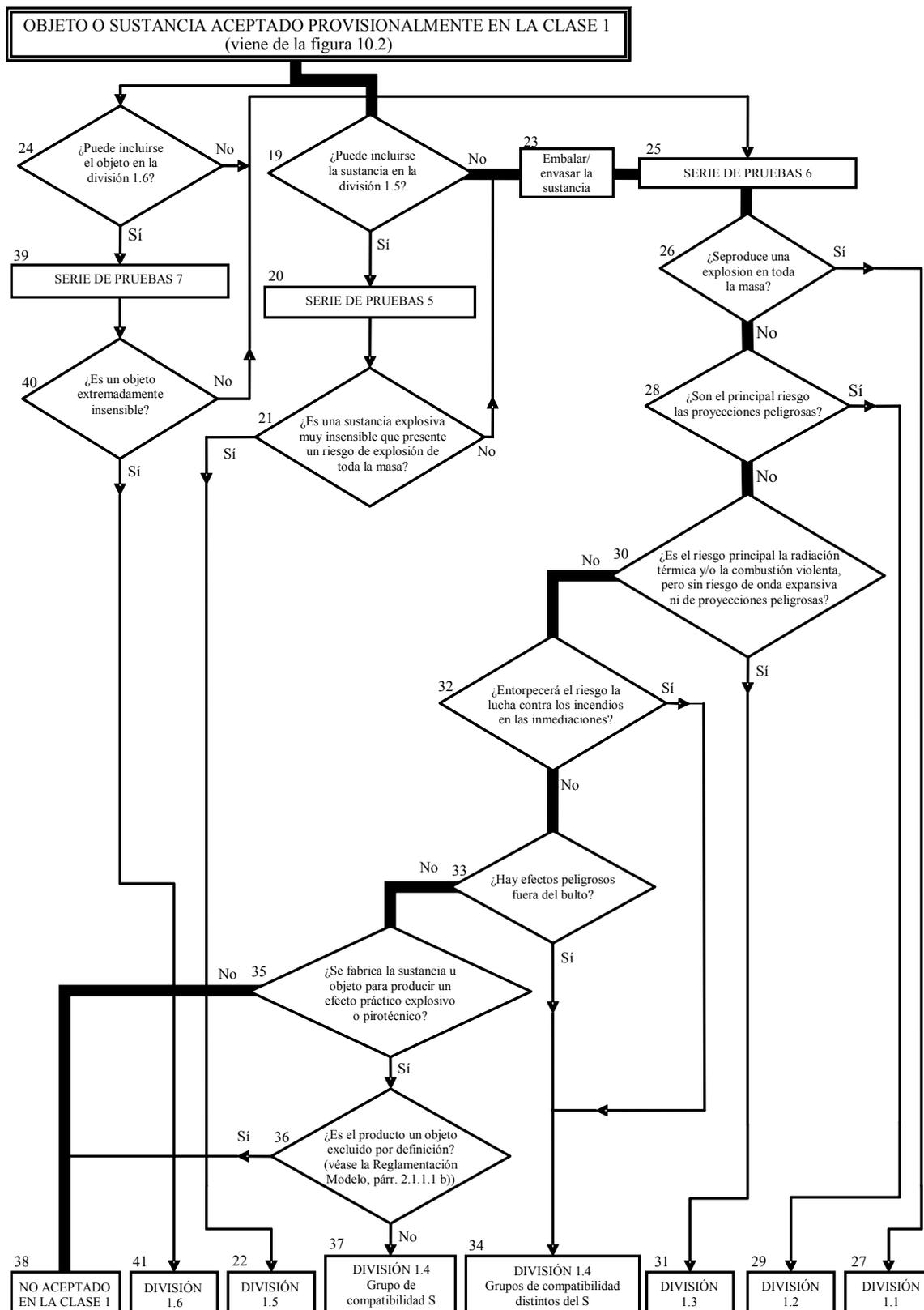


Figura 10.10: MODELO DE FORMULARIO PARA EL INFORME DE PRUEBA RELATIVO A LOS OBJETOS

Método de prueba		Fecha del informe		Número de referencia	
Nombre del producto		Número de lote		Fecha de fabricación	

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN Y CONTENIDO (adjuntar esquemas, etc.)

EMBALAJE/ENVASE (cuando proceda)

PRETRATAMIENTO O ACONDICIONAMIENTO (cuando proceda)

CONFIGURACIÓN DE LA PRUEBA (incluida cualquier variación o desviación con respecto a los procedimientos descritos en el Manual)

CONDICIONES DE LA PRUEBA

Temperatura ambiente: °C Humedad relativa: %

OBSERVACIONES

RESULTADO DE LA PRUEBA

CONCLUSIÓN

Sección 17

Sustitúyase la sección 17 actual por la siguiente:

“SECCIÓN 17

SERIE DE PRUEBAS 7

17.1 Introducción

Las pruebas de la serie 7 permiten responder a la pregunta "¿Es un objeto explosivo extremadamente insensible?" (casilla 40 de la figura 10.3) y todo objeto susceptible de ser incluido en la división 1.6 debe evaluarse en función de cada uno de los 11 tipos de pruebas de que consta la serie. Los seis primeros tipos de prueba (7 a) a 7 f)) se utilizan para determinar si se trata de una sustancia extremadamente insensible (SEI) y los cinco tipos restantes (7 g), 7 h), 7 j), 7 k) y 7 l)) se utilizan para determinar si un objeto que contenga predominantemente una o varias SEI puede asignarse a la división 1.6. Los 11 tipos de prueba son los siguientes:

- Tipo 7 a): una prueba de excitación por onda de choque, para determinar la sensibilidad a un estímulo mecánico intenso;
- Tipo 7 b): una prueba de excitación por onda de choque, con una carga multiplicadora determinada y en un espacio limitado, para determinar la sensibilidad a dicha onda;
- Tipo 7 c): una prueba para determinar la tendencia de la sustancia explosiva a alterarse por efecto de un impacto;
- Tipo 7 d): una prueba para determinar el grado de reacción de la sustancia explosiva a un impacto o penetración ocasionados por una determinada fuente de energía;
- Tipo 7 e): una prueba para determinar la reacción de la sustancia explosiva, en un espacio limitado, a un fuego exterior;
- Tipo 7 f): una prueba para determinar la reacción de la sustancia explosiva en un entorno en el que se eleva paulatinamente la temperatura hasta 365°C;
- Tipo 7 g): una prueba para determinar la reacción que, por efecto de un fuego exterior, experimente un objeto en el estado en que se presente para el transporte;
- Tipo 7 h): una prueba para determinar la reacción de un objeto en un entorno en el que se eleva paulatinamente la temperatura a 365°C;
- Tipo 7 j): una prueba para determinar la reacción de un objeto a un impacto o penetración ocasionados por una determinada fuente de energía;
- Tipo 7 k): una prueba para determinar si la detonación de un objeto puede iniciar la detonación de un objeto contiguo idéntico; y
- Tipo 7 l): una prueba para determinar la sensibilidad de un objeto a un impacto dirigido contra componentes vulnerables.

La respuesta a la pregunta de la casilla 40 es "No" si se obtiene un resultado positivo en cualquier prueba de la serie 7.

17.2 Métodos de prueba

En el cuadro 17.1 se enumeran los métodos de prueba que se utilizan en la actualidad.

Cuadro 17.1: MÉTODOS DE PRUEBA PARA LA SERIE 7

Código	Nombre de la prueba	Sección
<i>Pruebas para sustancias</i>		
7 a)	Prueba de sensibilidad al cebo, para SEI ^a	17.4.1
7 b)	Prueba de excitación con barrera interpuesta, para SEI ^a	17.5.1
7 c) i)	Prueba de impacto con el proyectil "Susan"	17.6.1
7 c) ii)	Prueba de friabilidad ^a	17.6.2
7 d) i)	Prueba de impacto con bala, para SEI ^a	17.7.1
7 d) ii)	Prueba de friabilidad	17.7.2
7 e)	Prueba de reacción al fuego exterior, para SEI ^a	17.8.1
7 f)	Prueba de calentamiento lento, para SEI [*]	17.9.1
<i>Pruebas para objetos</i>		
7 g)	Prueba de reacción al fuego exterior, para objetos de la división 1.6 ^a	17.10.1
7 h)	Prueba de calentamiento lento, para objetos de la división 1.6 ^a	17.11.1
7 j)	Prueba de impacto con bala, para objetos de la división 1.6 ^a	17.12.1
7 k)	Prueba con una pila de bultos, para objetos de la división 1.6 ^a	17.13.1
7 l)	Prueba de impacto de fragmento para objetos de la división 1.6	17.14.1

^a Prueba recomendada.

17.3 Condiciones de las pruebas

17.3.1 Todos los componentes explosivos deben estar siempre presentes en los objetos durante las pruebas de los tipos 7 g) a 7 l). Los componentes explosivos más pequeños que contengan sustancias no sujetas a las pruebas de los tipos 7 a) a 7 f) se someterán específicamente a las pruebas 7 j) y 7 l) cuando se considere que producirán la reacción más violenta en el objeto de ensayo, a fin de asegurarse de que la probabilidad de activación accidental o propagación de un objeto de la división 1.6 sea insignificante.

17.3.2 Toda sustancia destinada a emplearse como carga explosiva principal en un objeto de la división 1.6 debe someterse a las pruebas de las series 3 y 7. Toda sustancia que vaya a emplearse como componente multiplicador más grande (en dimensión) en un objeto de la división 1.6 y con la cual se alcance el límite de tamaño volumétrico en función de la carga explosiva principal cuyo efecto multiplica, deberá someterse a las pruebas de la serie 3 y a las pruebas de los tipos 7 c) ii) y 7 e). En el caso de la serie 7, la sustancia debe ensayarse en la forma (es decir, composición, tipo de granulación, densidad, etc.) en que se vaya a utilizar en el objeto.

17.3.3 Cuando se estudie la inclusión de un objeto en la división 1.6, dicho objeto no deberá someterse a las pruebas de la serie 7 hasta que las sustancias de su carga explosiva principal y de determinados componentes multiplicadores hayan sido objeto de las pruebas 7 a) a 7 f) pertinentes para determinar si se cumplen las condiciones para ser incluidas en la división 1.6. En 10.4.3.6 se ofrece orientación sobre el proceso.

17.3.4 Deben efectuarse las pruebas 7 g), 7 h), 7 j), 7 k) y 7 l) para determinar si un objeto con una o varias cargas principales constituidas por SEI y con componentes multiplicadores de la debida insensibilidad puede adscribirse a la división 1.6. Estas pruebas se aplican a los objetos en el estado y forma en que se presentan para el transporte, aunque pueden omitirse o simularse los componentes no explosivos si la autoridad competente queda convencida de que no se desvirtúan los resultados de las pruebas.

17.3.5 Los grados de reacción a los que se hace referencia en las siguientes disposiciones relativas a las distintas pruebas de la serie 7 se dan en el apéndice 8 (Descriptores de reacción), con el fin de facilitar la evaluación de los resultados de las pruebas de los tipos 7 g), 7 h), 7 j), 7 k) y 7 l), y deben notificarse a la autoridad competente para apoyar la adscripción a la división 1.6.

17.4 Serie 7, tipo a): Disposiciones relativas a las pruebas

17.4.1 Prueba 7 a): Prueba de sensibilidad al cebo, para SEI

17.4.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la sensibilidad de una supuesta SEI a un estímulo mecánico intenso.

17.4.1.2 Aparatos y materiales

El material experimental para esta prueba es igual al de la prueba 5 a) (véase 15.4.1).

17.4.1.3 Procedimiento

El procedimiento experimental es igual al de la prueba 5 a) (véase 15.4.1).

17.4.1.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Se considera que el resultado es positivo (+) y que la sustancia no debe clasificarse como SEI, si, en cualquiera de los ensayos:

- a) La placa testigo ha sufrido alguna desgarradura o perforación (es decir, cuando la luz es visible a través de la placa) - las abolladuras, grietas o dobladuras de la placa testigo no constituyen indicio de sensibilidad al cebo; o
- b) Se ha comprimido el centro del cilindro de plomo, respecto de su longitud inicial, en 3,2 mm o más.

En los demás casos, el resultado se considera negativo (-).

17.4.1.5 Ejemplos de resultados

Sustancia	Resultado
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	-
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
Octógeno/aluminio/aglutinante energético (51/19/14), moldeado	-
TATB/Kel-F (95/5), prensado	

17.5 Serie 7, tipo b): Disposiciones relativas a las pruebas

17.5.1 Prueba 7 b): Prueba de excitación con barrera interpuesta, para SEI

17.5.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para medir la sensibilidad de una supuesta SEI a una onda de choque de determinada intensidad, es decir, con una carga excitadora y una barrera determinadas.

17.5.1.2 Aparatos y materiales

El equipo para esta prueba consta de una carga explosiva (excitadora), una barrera (interpuesta entre la carga y la sustancia), un receptáculo en el que se aloja la carga receptora y una placa testigo, de acero (objetivo).

Se emplean los materiales siguientes:

- a) Detonador normalizado de las Naciones Unidas, o equivalente;
- b) Galleta prensada de pentolita (50/50) o de ciclonita/cera (95/5), de 95 mm de diámetro y 95 mm de longitud, de densidad equivalente a $1.600 \text{ kg/m}^3 \pm 50 \text{ kg/m}^3$;
- c) Tubo de acero estirado sin costura, de 95 mm de diámetro exterior, 11 mm de espesor de pared ($\pm 10\%$ de variación), y de 280 mm de longitud, con las siguientes propiedades mecánicas:
 - resistencia a la tracción = 420 MPa ($\pm 20\%$ de variación)
 - alargamiento (en %) = 22 ($\pm 20\%$ de variación)
 - dureza Brinell = 125 ($\pm 20\%$ de variación)
- d) Muestra de sustancias objeto de la prueba, maquinadas de manera que su diámetro sea apenas inferior al del tubo de acero. Entre la muestra y la pared de éste debe dejarse un mínimo de separación;
- e) Pieza cilíndrica de metacrilato de polimetilo fundido, de 95 mm de diámetro y 70 mm de longitud;
- f) Placa de acero dulce, de 200 mm \times 200 mm \times 20 mm, con las siguientes propiedades mecánicas:
 - resistencia a la tracción = 580 MPa ($\pm 20\%$ de variación)
 - alargamiento (en %) = 21 ($\pm 20\%$ de variación)
 - dureza Brinell = 160 ($\pm 20\%$ de variación)
- g) Tubo de cartón, de 97 mm de diámetro interior y 443 mm de longitud;
- h) Pieza circular de madera, perforada en el centro, de 95 mm de diámetro y 25 mm de espesor, en cuyo orificio se coloca el detonador.

17.5.1.3 *Procedimiento*

17.5.1.3.1 Tal como refleja la figura 17.5.1.1, el detonador, la carga excitadora, la barrera y la muestra de la sustancia objeto de la prueba se colocan en posición coaxial sobre el centro de la placa testigo. Entre el extremo descubierto (inferior) de la muestra y la placa testigo se deja un espacio vacío de 1,6 mm de ancho, utilizándose para ello elementos de separación adecuados que no se interpongan entre la muestra y la placa. Debe cuidarse de que haya pleno contacto entre el detonador y la carga excitadora, entre ésta y la barrera, y entre esta última y la muestra. En el momento de iniciar la prueba, la muestra de ensayo y la carga multiplicadora han de estar a la temperatura ambiente.

17.5.1.3.2 Para facilitar la recogida de lo que quede de la placa testigo, puede montarse el conjunto de ensayo sobre un recipiente con agua, de tal manera que haya una separación de al menos 10 cm entre la superficie del agua y la cara inferior de la placa testigo, que sólo debe apoyarse en dos de sus aristas.

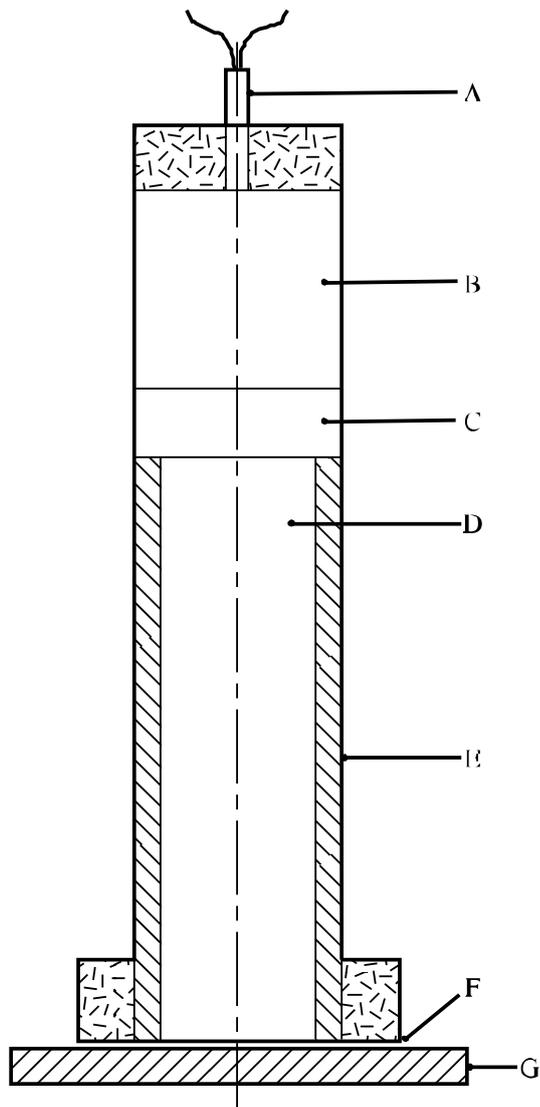
17.5.1.3.3 Pueden utilizarse otros procedimientos de recogida, siempre que, a fin de no impedir la perforación de la placa testigo, se deje espacio libre suficiente por debajo de ésta. Se efectúan tres ensayos con cada muestra, a no ser que se observe un resultado positivo en el primer o segundo ensayos.

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

La perforación de la placa significa que la muestra ha producido una detonación. Si la sustancia detona en alguno de los ensayos, se considera que no es una SEI y el resultado se considera positivo (+).

17.5.1.5 *Ejemplos de resultados*

Sustancia	Resultado
Ciclonita/aglutinante inerte (85/15), moldeado	+
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	+
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
Octógeno/aluminio/aglutinante energético (51/19/14), moldeado	+
TATB/Kel-F (95/5), prensado	-
TNT, moldeado	+



-
- | | |
|--|-----------------------------------|
| (A) Detonador | (B) Carga multiplicadora |
| (C) Barrera de metacrilato de polimetilo | (D) Sustancia objeto de la prueba |
| (E) Tubo de acero | (F) Separación |
| (G) Placa testigo | |
-

**Figura 17.5.1.1:
PRUEBA DE EXCITACIÓN CON BARRERA INTERPUESTA, PARA SEI**

17.6 Serie 7, tipo c): Disposiciones relativas a las pruebas

17.6.1 Prueba 7 c) i): Prueba de impacto con el proyectil "Susan"

17.6.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la intensidad de la reacción explosiva bajo el efecto de un impacto a gran velocidad. Para realizar la prueba, se alojan los explosivos en proyectiles normalizados que se disparan a una velocidad predeterminada contra un blanco.

17.6.1.2 Aparatos y materiales

17.6.1.2.1 Se utilizan pastillas de explosivo de 51 mm de diámetro y 102 mm de longitud fabricadas según procedimientos normales.

17.6.1.2.2 Como vehículo de la prueba se utiliza el proyectil "Susan", que se reproduce en la figura 17.6.1.1. Pesa, una vez montado, 5,4 kg, y contiene algo menos de 0,45 kg de explosivo. Sus dimensiones externas son: 81,3 mm de diámetro y 220 mm de longitud.

17.6.1.2.3 El proyectil se dispara con un cañón de ánima lisa de 81,3 mm, cuya boca debe situarse a 4,65 m de distancia del blanco, constituido por una placa lisa de acero de blindaje, de 64 mm de espesor. La velocidad de impacto del proyectil se obtiene mediante adaptaciones sucesivas de las cargas propulsantes del cañón.

17.6.1.2.4 En la figura 17.6.1.2 se representa esquemáticamente el campo de tiro, con la colocación del arma y el blanco y las posiciones relativas de los instrumentos indicadores. La trayectoria se sitúa aproximadamente a 1,2 m sobre el nivel del suelo.

17.6.1.2.5 En el lugar de la prueba debe disponerse de indicadores contrastados para medir la onda de choque y de un dispositivo registrador. Este último debe tener una respuesta de frecuencia de al menos 20 kHz. Se mide la velocidad de impacto y la sobrepresión resultante de la onda de choque, esta última a una distancia de 3,05 m del punto de impacto (indicadores C) en la figura 17.6.1.2).

17.6.1.3 Procedimiento

17.6.1.3.1 Debe ajustarse la carga propulsante que debe alojarse en el cañón para que el proyectil alcance una velocidad de 333 m/s. Se dispara el proyectil y se registran la velocidad y la onda de choque producida por la reacción de aquél al hacer impacto en el blanco. Si no se ha conseguido una velocidad de 333 m/s (+10%, -0%), se corrige la cantidad de propulsante y se procede a repetir el ensayo.

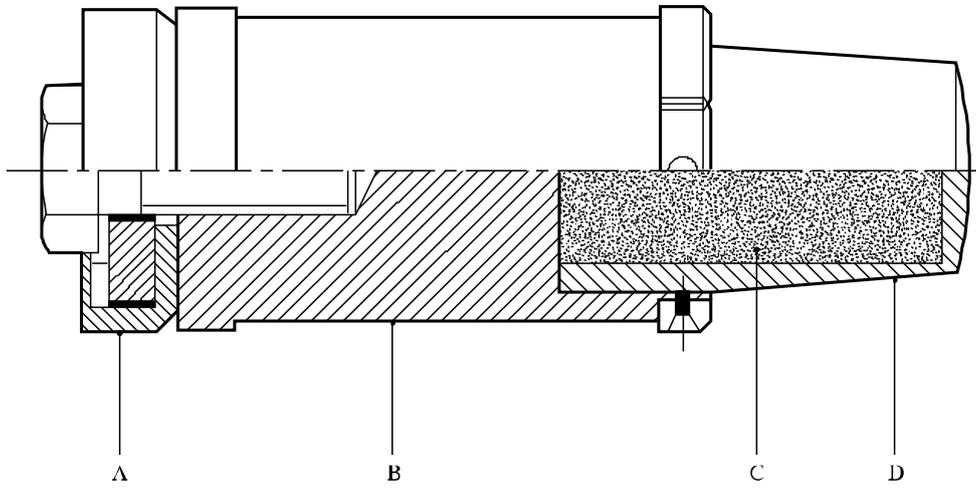
17.6.1.3.2 Una vez conseguida la velocidad de 333 m/s, se repite la prueba hasta obtener datos de tiempo-presión válidos en al menos cinco disparos distintos. En cada uno de esos disparos válidos, el impacto ha de producirse a una velocidad de 333 m/s (+10%, -0%).

17.6.1.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Se anota la sobrepresión máxima producida por cada onda de choque. El promedio de las presiones máximas se determina sobre la base de cinco disparos válidos. Si la presión media así obtenida es igual o superior a 27 kPa, se considera que la sustancia no es un explosivo SEI y que el resultado es positivo.

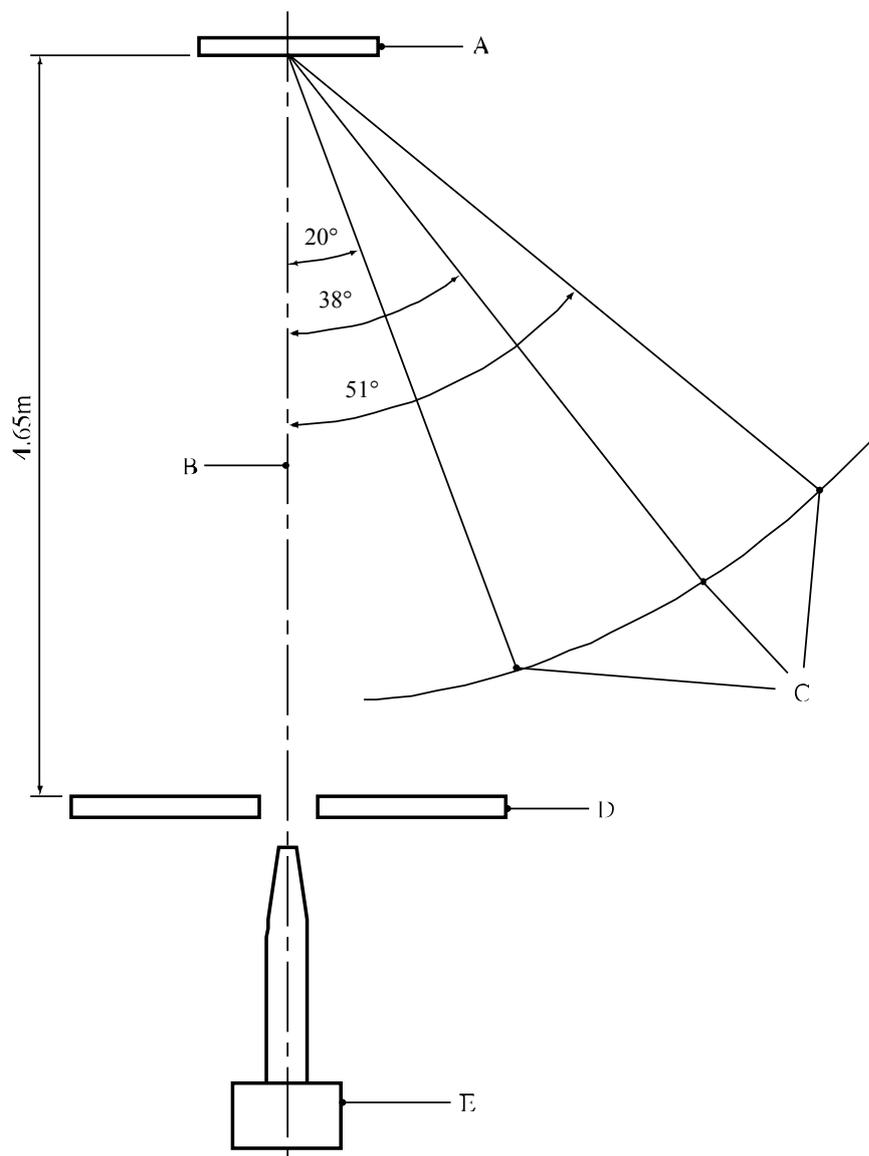
17.6.1.5 Ejemplos de resultados

Sustancia	Resultado
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	-
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
Octógeno/aluminio/aglutinante energético (51/19/14), moldeado	+
TATB/Kel-F (95/5), prensado	-



-
- | | |
|-----|--------------------------------------|
| (A) | Junta de cuero |
| (B) | Cuerpo de acero |
| (C) | Explosivo que es objeto de la prueba |
| (D) | Cápsula de aluminio |
-

Figura 17.6.1.1: PROYECTIL "SUSAN"



-
- | | |
|-----|--|
| (A) | Blanco (placa de 6,4 cm de espesor) |
| (B) | Trayectoria |
| (C) | Transductores de la onda de choque (a 3,05 m del blanco) |
| (D) | Pantalla antihumos |
| (E) | Cañón de 81,3 mm |
-

Figura 17.6.1.2:
PRUEBA DE IMPACTO CON EL PROYECTIL "SUSAN"
ESQUEMA DEL CAMPO DE TIRO (vista superior)

17.6.2 Prueba 7 c) ii): Prueba de friabilidad

17.6.2.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la tendencia de una supuesta SEI, en forma de muestra compacta, a degradarse peligrosamente por efecto de un impacto.

17.6.2.2 Aparatos y materiales

Se necesitan los siguientes aparatos:

- a) Un arma diseñada para disparar a una velocidad de 150 m/s muestras cilíndricas de 18 mm de diámetro;
- b) Una placa de acero inoxidable Z30C 13, de 20 mm de espesor, cuya cara anterior tenga una rugosidad de 3,2 micrones (normas AFNOR NF E 05-015 y NF E 05-016);
- c) Una bomba manométrica de $108 \pm 0,5 \text{ cm}^3$, a 20°C;
- d) Una cápsula de encendido, con hilo térmico, que contenga 0,5 g de pólvora negra con un tamaño medio de partículas de 0,75 mm. La pólvora negra contiene el 74% de nitrato potásico, el 10,5% de azufre y el 15,5% de carbono. El contenido de humedad debe ser inferior al 1%;
- e) Una muestra cilíndrica de sustancia compacta, de $18 \pm 0,1 \text{ mm}$ de diámetro, cuya longitud ha de corregirse de manera que la muestra tenga una masa de $9,0 \pm 0,1 \text{ g}$. La muestra se mantiene a una temperatura de 20°C;
- f) Una caja para recoger los fragmentos.

17.6.2.3 Procedimiento

17.6.2.3.1 La muestra se dispara contra la placa de acero a una velocidad inicial suficiente para alcanzar una velocidad de impacto lo más próxima posible a 150 m/s. Los fragmentos recogidos tras el impacto han de tener una masa de al menos 8,8 g. Estos fragmentos se introducen en una bomba manométrica para someterlos a combustión. Se efectúan tres ensayos.

17.6.2.3.2 Se anota la curva de la presión en función del tiempo ($p = f(t)$), lo que permite determinar la curva ($dp/dt = f'(t)$). De esta última se extrae el valor $(dp/dt)_{\max}$. Así se puede estimar el valor $(dp/dt)_{\max}$ correspondiente a la velocidad de impacto de 150 m/s.

17.6.2.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Si la media de los valores máximos $(dp/dt)_{\max}$ obtenida a la velocidad de 150 m/s es superior a 15 MPa/ms, la sustancia sometida a prueba no es una SEI y se considera que el resultado es positivo (+).

17.6.2.5 Ejemplos de resultados

Sustancia	Resultado
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	-
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
Octógeno/aluminio/aglutinante energético (51/19/14), moldeado	-
TATB/Kel-F (95/5), prensado	-

17.7 Serie 7, tipo d): Disposiciones relativas a las pruebas

17.7.1 Prueba 7 d) i): Prueba de impacto con bala, para SEI

17.7.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para evaluar la intensidad de la reacción de una supuesta SEI al recibir la energía cinética transmitida, mediante impacto y perforación, por una determinada fuente de energía (proyectil de 12,7 mm, lanzado a una velocidad predeterminada).

17.7.1.2 Aparatos y materiales

17.7.1.2.1 Se utilizan muestras del explosivo fabricadas por procedimientos normales. Las muestras deben tener 20 cm de longitud y su diámetro será tal que quepan sin huelgo en un tubo de acero sin costura que tenga 45 mm de diámetro interior ($\pm 10\%$), 4 mm de espesor de pared ($\pm 10\%$) y 200 mm de longitud. Los tubos se cierran con tapones de acero o fundición, apretados a un par de 204 Nm.

17.7.1.2.2 El proyectil es una bala perforante normalizada de 12,7 mm y 0,046 kg de masa, y se dispara a una velocidad reglamentaria de aproximadamente 840 ± 40 m/s con un arma de 12,7 mm.

17.7.1.3 Procedimiento

17.7.1.3.1 Para realizar la prueba deben fabricarse al menos seis artefactos de ensayo (constituido cada uno de ellos por una muestra explosiva alojada en un tubo de acero taponado).

17.7.1.3.2 Se coloca cada uno de los artefactos en un pedestal adecuado, situado a una distancia conveniente de la boca del arma. Se sujeta cada uno de los artefactos al pedestal mediante un soporte que impida su desplazamiento al recibir el impacto del proyectil.

17.7.1.3.3 La prueba consiste en disparar un proyectil contra cada uno de los artefactos. Deben efectuarse, por lo menos, tres ensayos con el artefacto colocado de manera que su eje longitudinal sea perpendicular a la trayectoria (es decir, el proyectil hará impacto en un lado del tubo). También deben efectuarse por lo menos tres ensayos con el artefacto colocado de manera que su eje longitudinal sea paralelo a la trayectoria (es decir, el proyectil hará impacto en el tapón).

17.7.1.3.4 Se recogen los restos del tubo. La fragmentación total de éste significa que ha habido explosión o detonación.

17.7.1.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Si la sustancia hace explosión o detona en alguno de los ensayos, no es una SEI y se considera que el resultado es positivo (+).

17.7.1.5 Ejemplos de resultados

Sustancia	Resultado
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	-
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
Octógeno/aluminio/aglutinante energético (51/19/14), moldeado	-
TATB/Kel-F (95/5), prensado	-

17.7.2 *Prueba 7 d) ii): Prueba de friabilidad*

17.7.2.1 *Introducción*

Esta prueba sirve para evaluar la intensidad de la reacción de una supuesta SEI al recibir la energía cinética transmitida, mediante impacto y perforación, por una determinada fuente de energía a una velocidad predeterminada.

17.7.2.2 *Aparatos y materiales*

Se necesitan los siguientes aparatos:

- a) Un arma diseñada para disparar muestras cilíndricas de 18 mm de diámetro a una velocidad de 150 m/s;
- b) Una placa de acero inoxidable Z30C 13, de 20 mm de espesor, cuya cara anterior tenga una rugosidad de 3,2 micrones (normas AFNOR NF E 05-015 y NF E 05-016);
- c) Una bomba manométrica de $108 \pm 0,5 \text{ cm}^3$, a 20°C ;
- d) Una cápsula de encendido, con hilo térmico, que contenga 0,5 g de pólvora negra con un tamaño medio de partículas de 0,75 mm. La pólvora negra contiene el 74% de nitrato potásico, el 10,5% de azufre y el 15,5% de carbono. El contenido de humedad debe ser inferior al 1%;
- e) Una muestra cilíndrica de sustancia compacta, de $18 \pm 0,1 \text{ mm}$ de diámetro, cuya longitud ha de corregirse de manera que la muestra tenga una masa de $9,0 \pm 0,1 \text{ g}$. La muestra se mantiene a una temperatura de 20°C ;
- f) Una caja para recoger los fragmentos.

17.7.2.3 *Procedimiento*

17.7.2.3.1 La muestra se dispara contra la placa de acero a una velocidad inicial suficiente para alcanzar una velocidad de impacto lo más próxima posible a 150 m/s. Los fragmentos recogidos tras el impacto han de tener una masa de al menos 8,8 g. Estos fragmentos se introducen en una bomba manométrica para someterlos a combustión. Se efectúan tres ensayos.

17.7.2.3.2 Se anota la curva de la presión en función del tiempo ($p = f(t)$), lo que permite determinar la curva ($dp/dt = f'(t)$). De esta última se extrae el valor $(dp/dt)_{\text{max}}$. Así se puede estimar el valor $(dp/dt)_{\text{max}}$ correspondiente a la velocidad de impacto de 150 m/s.

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

Si la media de los valores máximos $(dp/dt)_{\text{max}}$ obtenida a la velocidad de 150 m/s es superior a 15 MPa/ms, la sustancia sometida a prueba no es una SEI y se considera que el resultado es (+).

17.7.2.5 *Ejemplos de resultados*

Sustancia	Resultado
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	-
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
Octógeno/aluminio/aglutinante energético (51/19/14), moldeado	-
TATB/Kel-F (95/5), prensado	-

17.8 Serie 7, tipo e): Disposiciones relativas a las pruebas

17.8.1 Prueba 7 e): Prueba de reacción al fuego exterior, para SEI

17.8.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la reacción de una supuesta SEI a un fuego exterior, en un espacio limitado.

17.8.1.2 Aparatos y materiales

Se utilizan muestras del explosivo fabricadas por procedimientos normales. Deben tener 20 cm de longitud, y su diámetro debe ser tal que quepan sin huelgo en un tubo de acero sin costura que tenga 45 mm ($\pm 10\%$) de diámetro interior, 4 mm ($\pm 10\%$) de espesor de pared y 200 mm de longitud. Los tubos se cierran con tapones de acero o fundición, apretados a un par de 204 Nm.

17.8.1.3 Procedimiento

17.8.1.3.1 Se aplica el mismo procedimiento que en la prueba 6 c) (véase 16.6.1.3), salvo por lo que se refiere a lo indicado en el párrafo 17.8.1.3.2 siguiente.

17.8.1.3.2 Para la prueba se utiliza:

- a) Un fuego que envuelve quince muestras, en un espacio limitado, apiladas en tres lotes contiguos de dos muestras colocadas encima de otras tres muestras; o
- b) Tres fuegos en los que cinco muestras se colocan en posición horizontal y sujetas entre sí.

Se toman fotografías en color para examinar el estado en que hayan quedado las muestras. Se comprueban, como indicios de la intensidad de la reacción, la formación de hoyos, el tamaño de los fragmentos del tubo y el lugar al que hayan sido proyectados.

17.8.1.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Si la sustancia explosiva detona o reacciona violentamente, proyectando fragmentos a más de 15 m de distancia, se considera que no es una SEI y que el resultado es positivo (+).

17.8.1.5 Ejemplos de resultados

Sustancia	Resultado
Ciclonita/aglutinante inerte (85/15), moldeado	+
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	-
Octógeno/aglutinante inerte (85/15), moldeado	-
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
Octógeno/aluminio/aglutinante energético (51/19/14), moldeado	-
TATB/Kel-F (95/5), prensado	-

17.9 Serie 7, tipo f): Disposiciones relativas a las pruebas

17.9.1 Prueba 7 f): Prueba de calentamiento lento, para SEI

17.9.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la reacción de una supuesta SEI en un entorno en el que se incrementa progresivamente el calor, y verificar la temperatura a que se produce tal reacción.

17.9.1.2 Aparatos y materiales

17.9.1.2.1 Se utilizan muestras del explosivo fabricadas por procedimientos normales. Deben tener 200 mm de longitud, y su diámetro debe ser tal que quepan sin huelgo en un tubo de acero sin costura que tenga 45 mm ($\pm 10\%$) de diámetro interior, 4 mm ($\pm 10\%$) de espesor de pared y 200 mm de longitud. Los tubos se cierran con tapones de acero o fundición, apretados a un par de 204 Nm.

17.9.1.2.2 Se coloca el artefacto de ensayo en un horno que pueda regularse térmicamente en una gama de temperaturas de 40 °C a 365 °C, y en cuyo interior sea posible calentar el aire a razón de 3,3 °C por hora en toda la gama de las temperaturas de ensayo, y de manera que, por circulación o por otro medio, se rodee el artefacto de un ambiente térmicamente uniforme.

17.9.1.2.3 Se emplean termógrafos para comprobar la temperatura a intervalos de 10 minutos o menos, aunque es preferible la comprobación constante. Se utilizan instrumentos de una precisión de $\pm 2\%$ en la gama de temperaturas de ensayo para medir la temperatura:

- a) Del aire en el interior del horno; y
- b) De la superficie exterior del tubo de acero.

17.9.1.3 Procedimiento

17.9.1.3.1 Colocado el artefacto en el horno, se procede a calentarlo paulatinamente, de manera que la temperatura del aire aumente a razón de 3,3°C por hora, hasta que se produzca una reacción. Antes de iniciar la prueba puede acondicionarse el artefacto hasta una temperatura que sea inferior en 55°C a la temperatura prevista de reacción. Se anota la temperatura a partir de la cual la temperatura de la muestra rebasa la del horno.

17.9.1.3.2 Después de cada ensayo, se recogen, en el lugar de la prueba, el tubo o sus fragmentos y se procede a su examen en busca de indicios de una reacción explosiva violenta. Antes y después del ensayo pueden tomarse fotografías en color para examinar el estado en que hayan quedado el artefacto y el aparato de ensayo. Se comprueban también, como indicios de la intensidad de la reacción, la formación de hoyos, el tamaño de los fragmentos y el lugar al que hayan sido proyectados.

17.9.1.3.3 Se efectúan tres ensayos con cada sustancia, a no ser que se observe un resultado positivo en los ensayos primero o segundo.

17.9.1.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Si una sustancia detona o reacciona violentamente (fragmentación de uno o ambos tapones y fragmentación del tubo en más de tres pedazos), se considera que no es una SEI y que el resultado es positivo (+).

17.9.1.5 Ejemplos de resultados

Sustancia	Resultado
Ciclonita/TNT (60/40), moldeado	+
Octógeno/aglutinante inerte (86/14), moldeado	-
Octógeno/aglutinante energético (80/20), moldeado	+
TATB/Kel-F (95/5), prensado	-

17.10 Serie 7, tipo g): Disposiciones relativas a las pruebas

17.10.1 Prueba 7 g): Prueba de reacción al fuego exterior, para objetos o componentes de la división 1.6

17.10.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la reacción a un fuego exterior que experimenta un objeto propuesto para la división 1.6, tal como se presenta para el transporte.

17.10.1.2 Aparatos y materiales

El equipo experimental para esta prueba es igual que el de la prueba 6 c) (véase el párrafo 16.6.1.2).

17.10.1.3 Procedimiento

17.10.1.3.1 Se sigue el mismo procedimiento que con la prueba 6 c) (véase el párrafo 16.6.1.3), con la salvedad de que sólo se necesita un objeto si el volumen de éste excede de 0,15 m³.

17.10.1.3.2 Antes y después del ensayo se toman fotografías en color para comprobar el estado del objeto y del aparato de ensayo. Se comprueban también, como indicios del grado de reacción, los restos de sustancias explosivas, la fragmentación, los efectos de la onda expansiva, las proyecciones, la formación de hoyos, los daños en las placas testigo y el empuje.

17.10.1.3.3 La filmación en vídeo, en color, de cada ensayo completo puede resultar fundamental para evaluar la reacción. Al instalar la(s) cámara(s), es importante asegurarse de que el campo de visión no se vea obstruido por ningún equipo o instrumento del ensayo y de que incluya toda la información necesaria.

17.10.1.3.4 Para clasificar objetos complejos que contienen varias cargas explosivas principales con SEI, deben realizarse pruebas de reacción al fuego exterior de todos los componentes de las cargas principales a fin de caracterizar completamente el grado de reacción del objeto.

17.10.1.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Si el grado de reacción es más violento que el de una combustión, según se indica en el apéndice 8, se considera que el resultado es positivo (+) y el objeto no se clasifica en la división 1.6.

17.11 Serie 7, tipo h): Disposiciones relativas a las pruebas

17.11.1 Prueba 7 h): Prueba de calentamiento lento, para objetos o componentes de la división 1.6

17.11.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para determinar la reacción de un objeto propuesto para la división 1.6 en un entorno en el que se incrementa gradualmente el calor, y averiguar la temperatura a que se produce tal reacción.

17.11.1.2 Aparatos y materiales

17.11.1.2.1 Se utiliza un horno que pueda regularse térmicamente en una gama de temperaturas de 40 °C a 365 °C y en cuyo interior sea posible calentar el aire a razón de 3,3°C por hora en toda la gama de temperaturas de ensayo y reducir al mínimo las zonas de excesiva concentración de calor, de manera que, por circulación u otro medio, se rodee la muestra de un ambiente térmicamente uniforme. Las reacciones secundarias (como las producidas por los exudados y los gases explosivos al entrar en contacto con los instrumentos calefactores) invalidan la prueba, pero pueden evitarse, por lo que se refiere a los objetos que se transportan sin envoltura alguna, colocando la muestra en un recipiente interior hermético. Debe disponerse de algún medio de reducción de la presión que se produce por calentamiento del aire en el interior del horno.

17.11.1.2.2 Se emplean termógrafos (de registro continuo) para comprobar la temperatura de manera continuada o, por lo menos, cada 10 minutos. Se utilizan instrumentos de una precisión de $\pm 2\%$ en toda la gama de temperaturas de ensayo para medir la temperatura:

- a) De la capa de aire inmediata a la muestra de ensayo; y
- b) De la superficie exterior de la muestra.

17.11.1.3 Procedimiento

17.11.1.3.1 Colocado el objeto en el horno, se procede a calentarlo paulatinamente, de manera que la temperatura del aire aumente a razón de $3,3^{\circ}\text{C}$ por hora, hasta que se produzca una reacción. Puede iniciarse la prueba acondicionando la muestra hasta una temperatura que sea inferior en 55°C a la temperatura prevista de reacción. Se miden y anotan las temperaturas y el tiempo de ensayo transcurrido.

17.11.1.3.2 Antes y después del ensayo se toman fotografías en color para comprobar el estado del objeto y del aparato de ensayo. Se comprueban también, como indicios del grado de reacción, los restos de sustancias explosivas, la fragmentación, los efectos de la onda expansiva, las proyecciones, la formación de hoyos, los daños en las placas testigo y el empuje. La filmación en vídeo, en color, de cada ensayo completo puede resultar fundamental para evaluar la reacción. Al instalar la(s) cámara(s), es importante asegurarse de que el campo de visión no se vea obstruido por ningún equipo o instrumento de ensayo y de que incluya toda la información necesaria.

17.11.1.3.3 La prueba se efectúa dos veces, a no ser que se obtenga un resultado positivo en el primer ensayo. Para clasificar objetos complejos que contienen varias cargas explosivas principales con SEI, debe realizarse la prueba de calentamiento lento de todos los componentes de las cargas principales a fin de caracterizar completamente el grado de reacción del objeto.

17.11.1.4 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

Si el grado de reacción es más violento que el de una combustión, según se indica en el apéndice 8, se considera que el resultado es positivo (+) y el objeto no se clasifica en la división 1.6.

17.12 Serie 7, tipo j): Disposiciones relativas a las pruebas

17.12.1 Prueba 7 j): Prueba de impacto con bala, para objetos o componentes de la división 1.6

17.12.1.1 Introducción

Esta prueba sirve para evaluar la intensidad de la reacción que experimenta un objeto propuesto para la división 1.6 al recibir la energía cinética transmitida, mediante impacto o penetración, por una determinada fuente de energía.

17.12.1.2 Aparatos y materiales

Se emplean tres armas de calibre 12,7 mm, con municiones perforantes reglamentarias de 12,7 mm y 0,046 kg de masa proyectable. Es posible que haya que realizar ajustes en la carga propulsora normalizada para conseguir una velocidad del proyectil que esté dentro de los límites aceptables. Las armas se disparan con mando a distancia, y para protegerlas de los fragmentos conviene dispararlas a través de un orificio practicado en una gruesa placa de acero. La boca del cañón de las armas debe estar a una distancia no inferior a 10 m del objeto, para que la bala se estabilice antes del impacto, y a una distancia máxima de 30 m del objeto, en función de la potencia de explosión de éste. El objeto se sujeta mediante algún tipo de soporte que impida su desplazamiento al recibir el impacto de los proyectiles.

17.12.1.3 Procedimiento

17.12.1.3.1 El objeto susceptible de ser clasificado en la división 1.6 se somete a una ráfaga de tres disparos a una velocidad de 840 ± 40 m/s y una cadencia equivalente a 600 tiros por minuto. La prueba se

repite desde tres orientaciones distintas, de manera que los impactos se produzcan en las zonas más vulnerables del objeto, según las haya determinado la autoridad competente. Éstas son las zonas en que la evaluación de la sensibilidad a la explosión (explosividad y sensibilidad), combinada con el conocimiento del diseño del objeto, indica el grado de reacción más violento posible.

17.12.1.3.2 Antes y después del ensayo se toman fotografías en color para comprobar el estado del objeto y del aparato de ensayo. Se comprueban también, como indicios del grado de reacción, los restos de sustancias explosivas, la fragmentación, los efectos de la onda expansiva, las proyecciones, la formación de hoyos, los daños en las placas testigo y el empuje.

17.12.1.3.3 La filmación en vídeo, en color, de cada ensayo completo puede resultar fundamental para evaluar la reacción. Al instalar la(s) cámara(s), es importante asegurarse de que el campo de visión no se vea obstruido por ningún equipo o instrumento del ensayo y de que incluya toda la información necesaria.

17.12.1.3.4 Para clasificar objetos complejos que contienen varias cargas explosivas principales con SEI, deben realizarse pruebas de impacto con bala de todos los componentes de las cargas principales a fin de caracterizar completamente el grado de reacción del objeto.

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

Si el grado de reacción es más violento que el de una combustión, según se indica en el apéndice 8, se considera que el resultado es positivo (+) y el objeto no se clasifica en la división 1.6.

17.13 Serie 7, tipo k): Disposiciones relativas a las pruebas

17.13.1 Prueba 7 k): Prueba con una pila de bultos, para objetos de la división 1.6

17.13.1.1 *Introducción*

Esta prueba sirve para determinar si la detonación de un objeto propuesto para la división 1.6, tal como se presenta para el transporte, puede provocar la detonación de otro objeto similar contiguo.

17.13.1.2 *Aparatos y materiales*

Se utiliza el mismo equipo experimental que para la prueba 6 b) (véase el párrafo 16.5.1.2), con una prueba en espacio limitado y otra en espacio no limitado. La prueba se realiza solamente con objetos detonables susceptibles de ser clasificados en la división 1.6; la prueba 7 k) para una pila de bultos no se realiza en el caso de objetos no detonables susceptibles de ser clasificados en la división 1.6 (cuando está probado que el objeto no puede sostener una detonación). Si el objeto está diseñado para detonar, se utilizarán los medios de activación del propio objeto o un estímulo de potencia similar para activar el objeto excitador. Si el objeto no está diseñado para detonar, pero puede sostener una detonación, el objeto excitador se detonará mediante un sistema de activación elegido para minimizar la influencia de su explosión en el objeto o los objetos receptores.

17.13.1.3 *Procedimiento*

Se utiliza el mismo material experimental que para la prueba 6 b) (véase el párrafo 16.5.1.3). Se efectúan dos ensayos, a no ser que se observe la detonación de un objeto receptor en el primer ensayo. Antes y después del ensayo se toman fotografías en color para comprobar el estado del objeto y del aparato de ensayo. Se comprueban también los restos de sustancias explosivas, la fragmentación, los efectos de la onda expansiva, las proyecciones, la formación de hoyos, los daños en las placas testigo y el empuje, que se utilizan para determinar si algún objeto receptor ha detonado (aunque sea de forma parcial). Los datos de la explosión pueden ayudar a fundamentar la decisión. La filmación en vídeo, en color, de cada ensayo completo puede resultar fundamental para evaluar la reacción. Al instalar la(s) cámara(s), es importante asegurarse de que el campo de visión no se vea obstruido por ningún equipo ni instrumento del ensayo y de que incluya toda la información necesaria. Para determinar el grado de reacción de los objetos receptores, puede ser útil comparar los datos de las dos pruebas de la pila de bultos con los datos de un único disparo del objeto excitador para fines de calibración, o con la presión calculada de detonación del objeto excitador.

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

Si una detonación en la pila se propaga del objeto excitador al receptor, se considera que el resultado es positivo (+) y que el objeto no puede adscribirse a la división 1.6. Si el objeto receptor no experimenta ninguna reacción, combustión o deflagración, según se indica en el apéndice 8, se considera que el resultado es negativo (-).

17.14 Serie 7, tipo I), disposiciones relativas a las pruebas

17.14.1 Prueba 7 I): Prueba de impacto de fragmento, para objetos (o componentes) de la división 1.6

17.14.1.1 *Introducción*

Esta prueba sirve para determinar la reacción de un objeto, tal como se presenta para el transporte, a un impacto localizado correspondiente al de un fragmento producido por la detonación de un objeto a corta distancia.

17.14.1.2 *Aparatos y materiales*

A fin de reducir la variabilidad debida a la inclinación, se recomienda utilizar un arma para disparar un fragmento estándar de acero de 18,6 g con forma de cilindro circular recto con punta cónica, según se detalla en la figura 17.14.1, contra el objeto susceptible de ser clasificado en la división 1.6. La distancia entre el dispositivo de disparo y el objeto de ensayo debe ser tal que el fragmento sea balísticamente estable en el momento del impacto. El dispositivo de disparo, accionado a distancia, debe protegerse con barreras contra los daños que pueda provocar la reacción del objeto de ensayo.

17.14.1.3 *Procedimiento*

17.14.1.3.1 La prueba se repite desde dos orientaciones distintas, de manera que el impacto se produzca en las zonas más vulnerables, según las haya determinado la autoridad competente. Éstas son las zonas en que la evaluación de la sensibilidad a la explosión (explosividad y sensibilidad), combinada con el conocimiento del diseño del objeto, indica el grado de reacción más violento posible. Normalmente, en uno de los ensayos el disparo se efectúa contra un componente multiplicador que no es una SEI, y en el otro se apunta al centro de la carga explosiva principal. En general, el impacto debe producirse siguiendo la normal a la superficie exterior del objeto. La velocidad del fragmento en el momento del impacto debe ser de 2.530 ± 90 m/s.

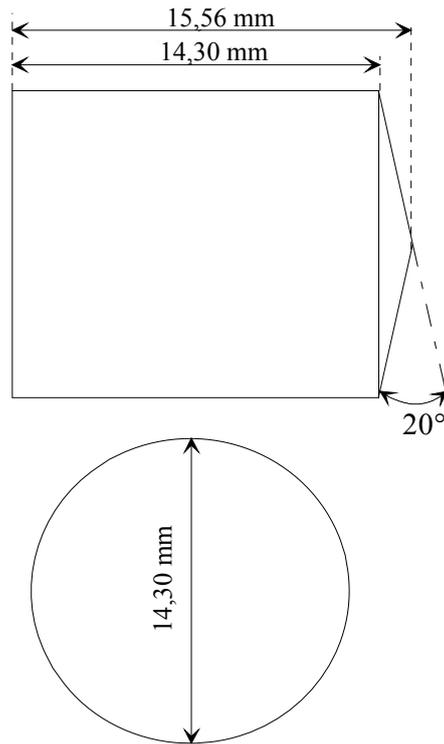
17.14.1.3.2 Antes y después del ensayo se toman fotografías en color para comprobar el estado del objeto y del aparato de ensayo. Se comprueban también, como indicios del grado de reacción, los restos de sustancias explosivas, la fragmentación, los efectos de la onda expansiva, las proyecciones, la formación de hoyos, los daños en las placas testigo y el empuje.

17.14.1.3.3 La filmación en vídeo, en color, de cada ensayo completo puede resultar fundamental para evaluar la reacción. Al instalar la(s) cámara(s), es importante asegurarse de que el campo de visión no se vea obstruido por ningún equipo o instrumento del ensayo y de que incluya toda la información necesaria.

17.14.1.3.4 Para clasificar objetos complejos que contienen varias cargas explosivas principales con SEI, deben realizarse pruebas de impacto de fragmento de todos los componentes de las cargas principales a fin de caracterizar completamente el grado de reacción del objeto.

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

Si el grado de reacción es más violento que el de una combustión, según se indica en el apéndice 8, se considera que el resultado es positivo (+) y el objeto no se clasifica en la división 1.6.



Notas:

Forma: cilindro con punta cónica de razón $\frac{L \text{ (longitud)}}{D \text{ (diámetro)}} > 1$ para la estabilidad;

Tolerancias: $\pm 0,05 \text{ mm}$ y $\pm 0^{\circ}30'$;

Masa del fragmento: 18,6 g;

Material del fragmento: acero bajo en carbono con una dureza Brinell inferior a 270.

Figura 17.14.1: Fragmento estándar para la prueba de impacto de fragmento en objetos de la división 1.6

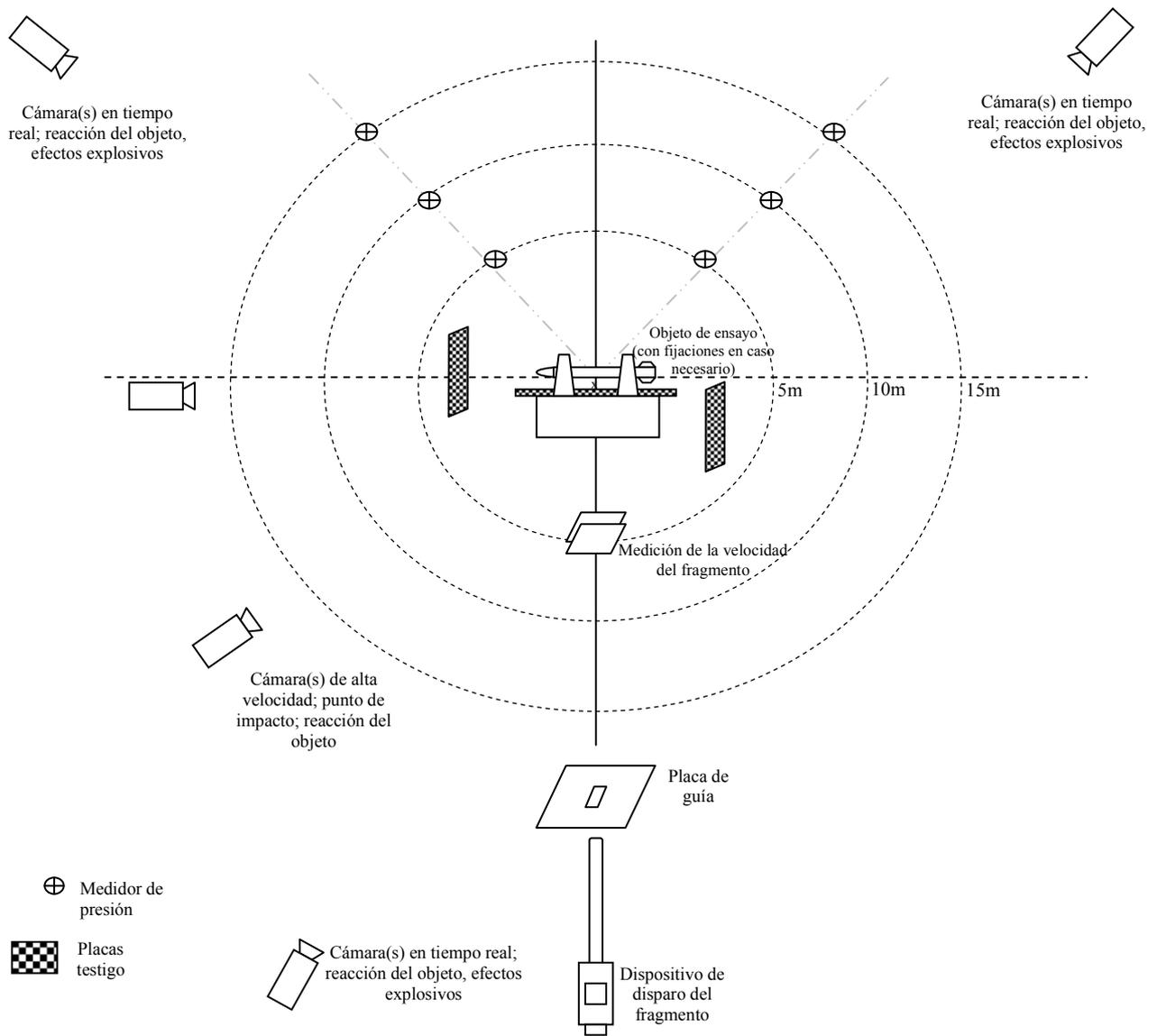


Figura 17.14.2: Configuración típica en una prueba de impacto de fragmento para objetos de la división 1.6".

Parte III

Sección 35

Introdúzcase la siguiente nueva sección 35:

"SECCIÓN 35

DETERMINACIÓN DE LA INESTABILIDAD QUÍMICA DE LOS GASES Y LAS MEZCLAS DE GASES

35.0 Introducción

En esta sección se presenta el sistema de las Naciones Unidas para la clasificación de los gases y las mezclas de gases como químicamente inestables. Este texto debe utilizarse en conjunción con los principios de clasificación señalados en el capítulo 2.2 del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) y los métodos de prueba que figuran en la presente sección.

35.1 Objetivo

35.1.1 Este método de prueba se utiliza para determinar la inestabilidad química de un gas o una mezcla de gases mediante pruebas de inflamación en un recipiente cerrado a temperatura y presión ambiente y a temperatura y presión elevadas.

35.1.2 Para los fines del presente método de prueba, se entiende por:

Inestabilidad química, la propensión de un gas o una mezcla de gases a reaccionar peligrosamente incluso en ausencia de otro reactivo (por ejemplo, aire u oxígeno), lo que genera una descomposición que provoca un aumento de la temperatura y/o la presión;

Gas de ensayo, el gas o la mezcla de gases que se han de evaluar con este método;

Presión inicial correspondiente, la presión a la que se realiza la prueba a 65°C. Para los gases de ensayo en estado totalmente gaseoso, la presión inicial correspondiente es la presión que un gas genera a 65°C en función de la presión (de llenado) máxima a temperatura ambiente. Para los gases de ensayo en estado líquido, la presión inicial correspondiente es la presión de vapor a 65°C.

35.2 Ámbito de aplicación

35.2.1 El método de prueba no abarca la descomposición del gas en las condiciones de tratamiento de las plantas químicas ni las reacciones peligrosas que pueden producirse entre los distintos gases que forman las mezclas de gases.

35.2.2 Las mezclas de gases en las que los componentes pueden reaccionar peligrosamente entre sí, por ejemplo los gases inflamables y comburentes, no se consideran químicamente inestables en el sentido del presente método de prueba.

35.2.3 Si los cálculos efectuados de conformidad con la norma ISO 10156:2010 muestran que una mezcla de gases no es inflamable, no es necesario realizar las pruebas para determinar la inestabilidad química a efectos de la clasificación.

35.2.4 Debe recurrirse a la opinión de expertos para decidir si un gas o una mezcla de gases inflamables puede clasificarse como químicamente inestable, a fin de evitar la realización de pruebas innecesarias en gases cuya estabilidad no ofrece dudas. Los grupos funcionales que indican la inestabilidad química de los gases son los triples enlaces, los dobles enlaces adyacentes o conjugados, los dobles enlaces halogenados y los enlaces de anillo tensionado.

35.3 Límites de concentración

35.3.1 Límites de concentración genéricos

35.3.1.1 Las mezclas de gases que sólo contienen un gas químicamente inestable no se consideran químicamente inestables y, por lo tanto, no deben someterse a ninguna prueba a efectos de su clasificación si la concentración del gas químicamente inestable está por debajo del más alto de los límites de concentración genéricos siguientes:

- el límite inferior de explosividad (LIE) del gas químicamente inestable; o
- un 3% molar.

35.3.2 Límites de concentración específicos

35.3.2.1 Los siguientes cuadros contienen información sobre algunos gases y su clasificación como químicamente inestables. También se indican los límites de concentración específicos para sus mezclas. Las mezclas de gases que contienen solamente un gas químicamente inestable en concentraciones inferiores al límite de concentración específico no se consideran químicamente inestables y, por lo tanto, no deben someterse a pruebas a efectos de su clasificación.

Cuadro 35.1: Información sobre la inestabilidad química de los gases y los límites de concentración de sus mezclas por debajo de los cuales éstas no se clasifican como químicamente inestables

Información sobre el gas puro					Información sobre las mezclas que contienen el gas
Nombre químico	Fórmula molecular	Nº CAS	Nº ONU	Clasificación	Límite de concentración específico (véanse las notas 1 y 2)
Acetileno	C ₂ H ₂	74-86-2	1001 3374	Quím. inest. cat. A	Véase el cuadro 35.2. Para otras mezclas: Presión parcial de 1 bar abs.
Bromotrifluoretileno	C ₂ BrF ₃	598-73-2	2419	Quím. inest. cat. B	8,4% molar (LIE)
1,2-butadieno	C ₄ H ₆	590-19-2	1010	No clasificado como químicamente inestable	
1,3-butadieno	C ₄ H ₆	106-99-0	1010	No clasificado como químicamente inestable	
1-butino, Etilacetileno	C ₄ H ₆	107-00-6	2452	Quím. inest. cat. B	Pueden aplicarse los límites de concentración específicos del acetileno, véase el cuadro 35.2. Para otras mezclas: Presión parcial de 1 bar abs.
Clorotrifluoroetileno	C ₂ ClF ₃	79-38-9	1082	Quím. inest. cat. B	4,6% molar (LIE)
Óxido de etileno	C ₂ H ₄ O	75-21-8	1040	Quím. inest. cat. A	15% molar para las mezclas que contengan gases nobles; 30% molar para otras mezclas
Metil vinil éter	C ₃ H ₆ O	107-25-5	1087	Quím. inest. cat. B	3% molar
Propadieno	C ₃ H ₄	463-49-0	2200	Quím. inest. cat. B	Pueden aplicarse los límites de concentración específicos del acetileno, véase el cuadro 35.2.

Información sobre el gas puro					Información sobre las mezclas que contienen el gas
Nombre químico	Fórmula molecular	Nº CAS	Nº ONU	Clasificación	Límite de concentración específico (véanse las notas 1 y 2)
					Para otras mezclas: Presión parcial de 1 bar abs.
Propino	C ₃ H ₄	74-99-7	3161	Quím. inest. cat. B	Pueden aplicarse los límites de concentración específicos del acetileno, véase el cuadro 35.2. Para otras mezclas: Presión parcial de 1 bar abs.
Tetrafluoroetileno	C ₂ F ₄	116-14-3	1081	Quím. inest. cat. B	10,5% molar (LIE)
Trifluoroetileno	C ₂ HF ₃	359-11-5	1954	Quím. inest. cat. B	10,5% molar (LIE)
Bromuro de vinilo	C ₂ H ₃ Br	593-60-2	1085	Quím. inest. cat. B	5,6% molar (LIE)
Cloruro de vinilo	C ₂ H ₃ Cl	75-01-4	1086	Quím. inest. cat. B	3,8% molar (LIE)
Fluoruro de vinilo	C ₂ H ₃ F	75-02-5	1860	Quím. inest. cat. B	3% molar

NOTA 1: La presión máxima debe limitarse para evitar la condensación.

NOTA 2: El método de prueba no es aplicable a las mezclas de gas licuado. Cuando la fase gaseosa que se produce sobre una mezcla de gas licuado pueda llegar a ser químicamente inestable tras la evacuación, ello deberá señalarse en la ficha de datos de seguridad.

Cuadro 35.2: Límites de concentración específicos para mezclas binarias con acetileno. Estos límites de concentración pueden aplicarse también al 1-butino (etilacetileno), al propadieno y al propino

Límite de concentración para el acetileno, en porcentaje molar	Presión (de llenado) máxima, en bar, para una mezcla que contenga:						
	N ₂	CO ₂	NH ₃	H ₂	CH ₄	C ₃ H ₈	C ₂ H ₄
3,0	200,0				200,0		
4,0	100,0						
5,0				40,0			40,0
6,0	80,0						
8,0	60,0						
10,0	50,0	38,0	5,6	20,0	100,0	6,0	20,0
15,0	30,0	30,0		10,0			10,0
20,0	25,0	20,0	6,2	5,0	50,0	6,6	7,5
25,0	20,0	15,0					5,0
30,0	10,0	10,0	6,9		25,0	7,3	
35,0			7,3				
40,0					15,0	8,2	
45,0							
50,0					5,0	9,3	
60,0						10,8	

35.4 Método de prueba

35.4.1 Introducción

35.4.1.1 La propensión de un gas a descomponerse depende en gran medida de la presión, la temperatura y, en el caso de las mezclas de gases, la concentración del componente químicamente inestable. La posibilidad de que se produzcan reacciones de descomposición debe evaluarse en condiciones similares a las de la manipulación, la utilización y el transporte. Por consiguiente, deben realizarse dos tipos de prueba:

- A temperatura y presión ambiente;
- A 65°C y la presión inicial correspondiente.

35.4.2 Aparatos y material

35.4.2.1 El aparato que se utiliza para la prueba (véase la figura 35.1) consiste en un recipiente de ensayo resistente a la presión (y el calentamiento) de acero inoxidable; un mecanismo de ignición; un sistema de medición y registro de datos que permita registrar la presión dentro del recipiente; un dispositivo de suministro de gas y un sistema extractor con disco de ruptura y conducciones adicionales dotado de válvulas y llaves controladas a distancia.

- Recipiente de ensayo resistente a la presión

El recipiente de ensayo es un cilindro de acero inoxidable con un volumen interior de aproximadamente 1 dm³ y un diámetro interno de 80 mm. En la base del recipiente se enrosca un filamento explosivo como mecanismo de ignición. El recipiente consta de una camisa calefactora conectada a una unidad de control de la temperatura que calienta la pared exterior del recipiente con una exactitud de ± 2 K. El recipiente de ensayo se aísla con material termorresistente para evitar pérdidas de calor y gradientes de temperatura. El recipiente debe resistir presiones de hasta 500 bar (50 MPa).

b) Inflamador de filamento explosivo

El mecanismo de ignición es un inflamador dotado de un filamento explosivo (iniciador) similar al que se describe en las normas ASTM E 918 y EN 1839. El inflamador se compone de dos electrodos aislados, separados por una distancia de entre 3 mm y 6 mm, en cuyos extremos se fija un filamento de niquelina de 0,12 mm de diámetro. La energía de ignición procede de un transformador aislante de 1,5 kVA/230 (115) V que se conecta durante un breve instante a este inflamador. El filamento se funde y se forma un arco eléctrico entre los electrodos por un período que dura como máximo la mitad de un período del voltaje suministrado (10 (8,3) ms). Un dispositivo electrónico de control permite activar el inflamador durante diferentes períodos de la media onda del voltaje del sector. La energía correspondiente suministrada estará dentro del intervalo de $15 \text{ J} \pm 3 \text{ J}$. La energía puede medirse registrando la corriente y el voltaje durante la ignición.

c) Equipo de registro de la presión y la temperatura

La presión dentro del recipiente de ignición debe medirse con un transductor de presión piezorresistente calibrado. El margen de medición será de 20 veces la presión inicial. La sensibilidad será de al menos el 0,1% de la escala completa y la exactitud será superior al 0,5% de la escala completa.

La temperatura del recipiente de ignición se mide y controla con un termopar del tipo "K" (NiCr/NiAl) de 3 mm colocado dentro del autoclave, 50 mm por debajo de su parte superior.

Después de la ignición, la señal digital de la presión se registra en un ordenador. La presión inicial (p_0) y la presión máxima (p_{ex}) se derivan de los datos brutos.

d) Suministro de gas

Se necesitan dos tipos distintos de suministro de gas, uno para los gases de ensayo que se encuentran completamente en la fase gaseosa y otro para los gases de ensayo licuados. Los gases de ensayo en fase gaseosa se miden mediante un contador volumétrico o de flujo, y los gases licuados se miden por gravimetría.

e) Disco de ruptura

El disco de ruptura sirve para proteger el recipiente de ensayo. Está conectado a un conducto de ventilación para evacuar el gas de escape. El diámetro libre del disco de ruptura debe ser de al menos 10 mm, y el diámetro interno del conducto de al menos 15 mm. La presión de apertura del disco de ruptura debe ser de 250 bar (25 MPa).

f) Conductos y válvulas adicionales

Los conductos y las válvulas que se conectan directamente al recipiente deben resistir una presión de hasta 500 bar (50 MPa). El aparato de ensayo funcionará mediante válvulas accionadas a distancia.

35.4.3 Procedimiento de ensayo

35.4.3.1 El gas de ensayo se introduce en un recipiente de acero inoxidable resistente a la presión, a una temperatura y presión controladas. El recipiente está dotado de un disco de ruptura. La ignición del gas de ensayo se produce mediante un inflamador de filamento explosivo. El aumento de presión resultante indicará si se ha producido una reacción de descomposición o no.

35.4.3.2 Las pruebas se realizan en el siguiente orden:

a) Prueba a temperatura y presión ambiente

Para las pruebas a 20°C y 1,01 bar (101,3 kPa), el inflamador de filamento explosivo se coloca en el medio del recipiente de ensayo y se crea un vacío en el recipiente y los conductos. A través de válvulas manipuladas a distancia, se introduce el gas de ensayo en el recipiente hasta alcanzar la presión ambiente (presión inicial). Después de cerrar las válvulas, se activa el inflamador. La energía de ignición debe ser de 15 J aproximadamente para evitar una iniciación excesiva en el recipiente a esa presión relativamente baja. El criterio para determinar si hay reacción es un aumento de la presión en más de un 20% tras la ignición ($f = p_{ex}/p_0 > 1,20$). Si no se produce ese aumento de presión, la prueba se repetirá otras dos veces en las mismas condiciones.

Si el gas de ensayo experimenta un aumento de la presión superior al 20% en alguna de las pruebas, se clasificará como "químicamente inestable a 20°C y una presión normal de 101,3 kPa". No se requerirán nuevas pruebas.

b) Prueba a temperatura y presión elevadas

Si en las pruebas ejecutadas según se indica en el párrafo 35.4.3.2 a) no se produce un aumento de la presión superior al 20%, se realizarán nuevas pruebas a 65°C y a la presión inicial correspondiente. El procedimiento es el mismo que el indicado en el párrafo 35.3.3.2 a), pero se recomienda prudencia con los gases que pueden ser inestables bajo presión. La energía de ignición será de aproximadamente 15 J. Si no se produce un aumento de la presión superior al 20%, la prueba se repetirá otras dos veces.

Si el gas de ensayo muestra un aumento de la presión superior al 20% en alguna de las pruebas, se clasificará como "químicamente inestable a una temperatura superior a 20°C y/o una presión superior a 101,3 kPa".

35.4.4 Medidas de seguridad

35.4.4.1 El aparato de ensayo debe protegerse adecuadamente para evitar daños en caso de rotura. Se instalará de modo que el operador no tenga que encontrarse en la misma sala mientras el recipiente contenga el gas de ensayo. Otra opción es separar el aparato de ensayo mediante una barrera que proteja al operador en caso de explosión. La activación del mecanismo de ignición debe poder realizarse solamente desde una posición resguardada con respecto al recipiente.

35.4.4.2 El recipiente debe contar con un disco de ruptura conectado a un conducto de ventilación que permita evacuar el gas de escape en condiciones de seguridad. Por consiguiente, debe tenerse en cuenta que el propio gas de escape también puede representar un peligro (por ejemplo, puede ser inflamable o tóxico).

35.4.4.3 La botella que contiene el gas de ensayo debe tener una válvula antirretorno, y se separará del aparato de ensayo antes de activar el inflamador para evitar cualquier efecto en ella. La válvula de la botella debe cerrarse inmediatamente después de terminar el llenado.

35.4.4.4 Algunos gases químicamente inestables pueden producir una explosión muy violenta, especialmente a presión elevada. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente comenzar los experimentos a presión atmosférica.

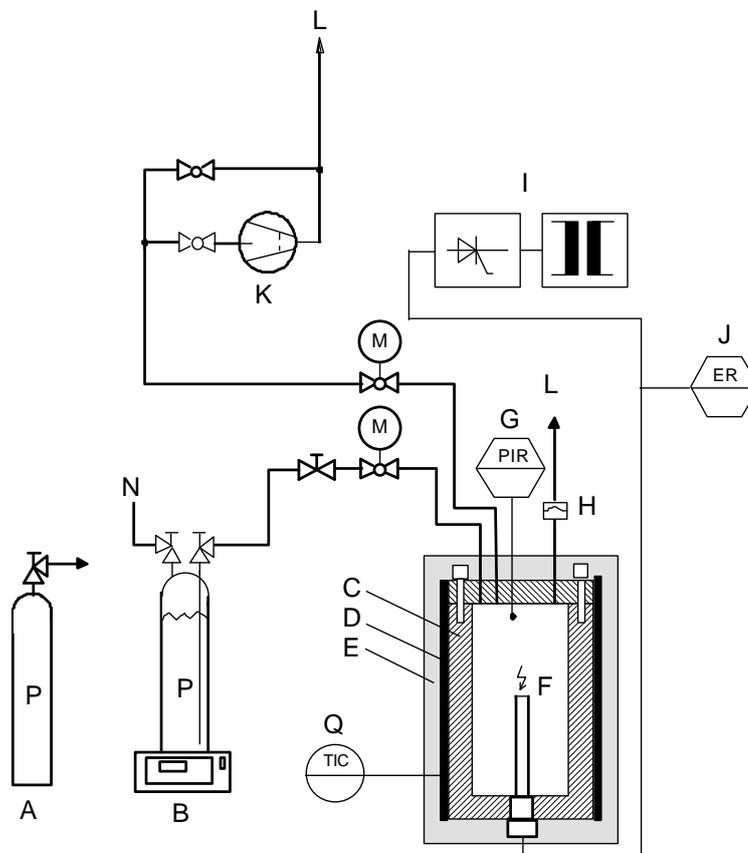
35.4.5 Criterios de prueba y método de evaluación de los resultados

35.4.5.1 Los gases o las mezclas de gases químicamente inestables se clasificarán como "químicamente inestable a 20°C y una presión normal de 101,3 kPa" o "químicamente inestable a una temperatura superior a 20°C y/o una presión superior a 101,3 kPa", en función de los siguientes resultados de la prueba:

- a) El gas se clasifica como "químicamente inestable a 20°C y una presión normal de 101,3 kPa" si la prueba a 20°C y 1,01 bares (101,3 kPa) muestra un aumento de presión superior al 20% de la presión absoluta inicial.
- b) El gas se clasifica como "químicamente inestable a una temperatura superior a 20°C y/o una presión superior a 101,3 kPa" si la prueba a 65°C y la presión inicial correspondiente muestra un aumento de presión superior al 20% de la presión absoluta inicial, pero sin que se haya observado un aumento de presión a 20°C y 1,01 bares (101,3 kPa).

35.4.5.2 El gas no se clasifica según este método de prueba (es decir, es químicamente estable) si no muestra un aumento de presión superior al 20% de la presión absoluta inicial en ninguna de las pruebas.

***NOTA:** Los gases químicamente inestables que no se someten al procedimiento de clasificación de la presente sección deben clasificarse como químicamente inestables, categoría A (véase el capítulo 2.2 del SGA).*



-
- | | |
|---|--|
| A) Suministro de gas de ensayo (gaseoso) | B) Suministro de gas de ensayo (licuado) |
| C) Recipiente de ensayo resistente a la presión | D) Calentador eléctrico regulado |
| E) Aislamiento térmico | F) Inflamador de filamento explosivo |
| G) Sensor de presión, indicación y registro de la presión (PIR) | H) Disco de ruptura |
| I) Dispositivo electrónico de ignición | J) Registro de energía (ER) |
| K) Bomba de vacío | L) Gas de escape |
| M) Válvula motorizada | N) Helio presurizado |
| P) Gas de ensayo | Q) Sensor de temperatura, indicación y control de la temperatura (TIC) |
-

Figura 35.1: Aparato de ensayo".

Sección 38

Modifíquese la sub-sección 38.3 para que diga:

“38.3 Baterías de metal litio y baterías de ión litio

38.3.1 *Objetivo*

En esta sección se presentan los procedimientos que han de seguirse para la clasificación de las pilas y baterías de metal litio y de ión litio (véanse los números ONU 3090, 3091, 3480 y 3481) y las disposiciones especiales aplicables del capítulo 3.3 de la Reglamentación Modelo).

38.3.2 *Ámbito de aplicación*

38.3.2.1 Todos los tipos de pilas se someterán a las pruebas T.1 a T.6 y T.8. Todos los tipos de batería no recargable, incluidos los compuestos por pilas que han sido probadas anteriormente, se someterán a las pruebas T.1 a T.5. Todos los tipos de baterías recargables, incluidos los compuestos por pilas que han sido probadas anteriormente, se someterán a las pruebas T.1 a T.5 y T.7. Además, las baterías de una sola pila recargables provistas de protección contra la sobrecarga se someterán a la prueba T.7. Una pila componente que no se transporte por separado de la batería de la que forma parte sólo se someterá a las pruebas T.6 y T.8. Una pila componente que se transporte por separado de la batería se someterá a las pruebas previstas para las pilas.

38.3.2.2 Antes del transporte de un tipo determinado de pila o batería de metal litio o de ión litio, éstas deberán someterse a las pruebas que imponen las disposiciones especiales 188 y 230 del capítulo 3.3 de la Reglamentación Modelo. Toda pila o batería que difiera de un tipo probado:

- a) En el caso de las pilas y baterías primarias, por una variación de más de 0,1 g ó del 20% de la masa del cátodo del ánodo o del electrolito, tomándose el valor más alto;
- b) en el caso de las pilas y baterías recargables, por una variación de la energía nominal en vatios-hora de más del 20% o un aumento del voltaje nominal de más del 20%; o
- c) por una variación que pudiera significar el fracaso de cualquiera de las pruebas.

deberá considerarse como de un nuevo tipo y se someterá a las pruebas necesarias.

NOTA: Entre los tipos de variaciones que podría considerarse que difieren de un tipo probado y pueden significar el fracaso de cualquiera de las pruebas, cabe mencionar, entre otras, las siguientes:

- a) *Una variación en el material utilizado para el ánodo, el cátodo, el separador o el electrolito;*
- b) *Una variación en los dispositivos de protección, incluidos los componentes físicos y los programas informáticos;*
- c) *Una variación en el diseño del dispositivo de seguridad de las pilas o baterías, como una válvula de ventilación;*
- d) *Una variación en el número de pilas componentes; y*
- e) *Una variación en el modo de conexión de las pilas componentes.*

En el caso de que un tipo de pila o batería no satisfaga uno o más de los requisitos de prueba se tomarán medidas para corregir la deficiencia o deficiencias que causaron el fallo antes de someter esa pila o batería a una nueva prueba.

38.3.2.3

A los efectos de clasificación, se entiende por:

Batería, dos o más pilas conectadas entre sí eléctricamente y dotadas de los dispositivos necesarios para su uso, por ejemplo la envoltura, los bornes, las marcas y los dispositivos de protección. Una batería de una sola pila se considera una "pila" y se someterá a las pruebas exigidas para las "pilas" a los efectos de la Reglamentación Modelo y del presente Manual (véase también la definición de "pila").

NOTA: *Las unidades que se denominan normalmente "paquetes de baterías", "módulos" o "conjuntos de baterías" y cuya función principal es la de constituir una fuente de corriente para otro equipo, están sometidas, a los efectos de la Reglamentación Modelo y del presente Manual, a las mismas prescripciones que las baterías.*

Batería grande, una batería de litio metal o de ión-litio con una masa bruta superior a 12 kg.

Batería pequeña, una batería de litio metal o de ión-litio con una masa bruta inferior o igual a 12 kg.

Batería de una sola pila, una unidad electroquímica individual equipada con los dispositivos necesarios para su uso, por ejemplo, una envoltura, bornes, marcas y dispositivos de protección.

Capacidad nominal, la capacidad en amperios-hora o miliamperios-hora de una pila o batería, medida en las condiciones de carga, temperatura y tensión de corte especificadas por el fabricante.

NOTA: *Las siguientes normas de la CEI proporcionan orientación y métodos para determinar la capacidad nominal:*

- 1) *CEI 61960 (Primera edición 2003-12): Acumuladores con electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. Acumuladores de litio para aplicaciones portátiles;*
- 2) *CEI 62133 (Primera edición 2002-10): Acumuladores alcalinos y otros acumuladores con electrolito no ácido. Requisitos de seguridad para acumuladores alcalinos estancos portátiles;*
- 3) *CEI 62660-1 (Primera edición 2011-01): Acumuladores para la propulsión de vehículos eléctricos de carretera. Parte 1: Ensayo de funcionamiento para los elementos de Litio-ión.*

Capacidad nominal en vatios-hora, véase *Energía nominal*

Ciclo, una secuencia de cargas y descargas completas de una pila o batería recargable.

Completamente cargada, el estado de una pila o batería que se ha cargado eléctricamente hasta su capacidad nominal.

Completamente descargada,

el estado de una pila o batería primaria que se ha descargado eléctricamente hasta la pérdida del 100% de su capacidad nominal; o

el estado de una pila o batería recargable que se ha descargado eléctricamente hasta la tensión final que especifica el fabricante.

Contenido de litio, concepto que se aplica a las pilas y baterías de metal litio y aleación de litio; en el caso de una pila de metal litio o de aleación de litio significa la masa de litio

contenida en el ánodo, que en el caso de una pila primaria se mide cuando la pila está en un estado no descargado y en una pila recargable se mide cuando la pila está completamente cargada. El contenido de litio de una batería es igual a la suma, en gramos, de la cantidad de litio que contienen las pilas que constituyen la batería.

Contenido total de litio, la suma de los gramos de litio contenidos en las pilas que constituyen una batería.

Cortocircuito, la conexión directa de los bornes positivo y negativo de una pila o batería por un camino conductor de resistencia prácticamente nula.

Dispositivos de protección, son dispositivos como los fusibles, los diodos y los limitadores de corriente que interrumpen la corriente, la detienen en un sentido o la limitan en un circuito eléctrico.

Efluente, un líquido o gas que escapa cuando una pila o batería se descarga o tiene una fuga.

Energía nominal o capacidad nominal en vatios-hora, el valor de la energía que puede suministrar la pila o la batería en condiciones específicas y declarado por el fabricante. La energía nominal se calcula multiplicando el voltaje nominal por la capacidad nominal en amperios hora.

Estallido, una abertura o rotura por la que una materia sólida de cualquier parte de una pila o batería atraviesa una pantalla de tela metálica (hecha de hilo de aluminio recocido de 0,25 mm de diámetro y de una malla de 6 a 7 hilos por cm) situada a 25 cm de distancia de la pila o batería.

Evacuación de gas, una descarga de la sobrepresión interna de una pila o batería tal y como se ha previsto en el diseño para evitar la ruptura o el estallido.

Fuga, el derrame o escape visible del electrolito u otro material de una pila o batería, o la pérdida de material (excepto la cubierta de la batería, los dispositivos de manipulación o las etiquetas) de una pila o batería de modo que la pérdida de masa supere los valores del cuadro 38.3.1.

Incendio, las llamas emitidas por la pila o batería sometida a prueba.

No descargada, el estado de una pila o batería primaria que no se ha descargado completa o parcialmente.

Pérdida de masa, una pérdida de masa que supera los valores del cuadro 38.3.1 siguiente.

Cuadro 38.3.1: Límite de pérdida de masa

Masa M de la pila o batería	Límite de pérdida de masa
$M < 1 \text{ g}$	0,5%
$1 \text{ g} \leq M \leq 75 \text{ g}$	0,2%
$M > 75 \text{ g}$	0,1%

NOTA: Para cuantificar la pérdida de masa puede utilizarse el siguiente procedimiento:

$$\text{Pérdida de masa (\%)} = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

donde M_1 es la masa antes de la prueba y M_2 es la masa después de la prueba. Cuando la pérdida de masa no supera los valores del cuadro 38.3.1, se considera que "no hay pérdida de masa".

Pila, una unidad electroquímica contenida en una caja (con un electrodo positivo y otro negativo) que presenta una diferencia de tensión entre sus dos terminales. De conformidad con la Reglamentación Modelo y el presente Manual, y en la medida en que la unidad electroquímica contenida en la caja cumpla la definición de "pila" que figura en ellos, se considera una "pila" y no una "batería", con independencia de que la unidad se denomine "batería" o "batería de una sola pila" fuera de la Reglamentación Modelo o el presente Manual.

Pila o batería de tipo botón, una pequeña pila o batería redonda cuya altura total es inferior a su diámetro.

Pila o batería de ión-litio, una pila o batería electroquímica recargable en la que los electrodos positivos y negativos están formados por compuestos de intercalación (el litio intercalado está presente en una forma iónica o casi atómica en el retículo del material del electrodo) y está construida sin litio metálico en ninguno de los electrodos. Una pila o batería de polímero de litio que utiliza las propiedades químicas del ión-litio, según se describe en el presente Manual, está reglamentada como una pila o batería de ión-litio.

Pila o batería primaria, una pila o batería que no está diseñada para ser cargada o recargada eléctricamente.

Pila o batería prismática, una pila o batería cuyos extremos están constituidos por superficies idénticas, paralelas y planas y cuyos lados son paralelogramos.

Pila o batería recargable, una pila o batería diseñada para ser recargada eléctricamente.

Pila componente, una pila contenida en una batería.

Pila grande, una pila con una masa bruta superior a 500 g.

Pila pequeña, una pila con una masa bruta no superior a 500 g.

Primer ciclo, el ciclo inicial que sigue a la finalización de todos los procesos de fabricación.

Rotura, un fallo mecánico de la caja que contiene la pila o del envase de la batería, inducido por una causa interna o externa que provoca la exposición o el derrame pero no la expulsión de materiales sólidos.

Tensión en circuito abierto, la diferencia de tensión entre los bornes de una pila o batería cuando no existe flujo de corriente exterior.

Tipo, un modelo de pila o batería con determinadas características electroquímicas y físicas.

Voltaje nominal, el valor aproximado del voltaje utilizado para designar o identificar una pila o batería.

38.3.3 Cuando se ha de someter a prueba un tipo de pila o de batería con arreglo a la presente subsección, el número y estado de pilas y baterías de cada tipo que deben someterse a prueba son los siguientes:

- a) Cuando se someten a prueba pilas y baterías primarias en la cantidad indicada con arreglo a las pruebas T.1 a T.5:
 - i) diez pilas en estado descargado;
 - ii) diez pilas en estado completamente descargado;
 - iii) cuatro baterías pequeñas en estado no descargado;

- iv) cuatro baterías pequeñas en estado completamente descargado;
 - v) cuatro baterías grandes en estado no descargado; y
 - vi) cuatro baterías grandes en estado completamente descargado.
- b) Cuando se someten a prueba pilas y baterías recargables, en la cantidad indicada, con arreglo a las pruebas T.1 a T.5:
- i) diez pilas, en el primer ciclo, en estado completamente cargado;
 - ii) cuatro baterías pequeñas, en el primer ciclo, en estado completamente cargado;
 - iii) cuatro baterías pequeñas después de 50 pequeños ciclos finalizando en estado completamente cargado;
 - iv) dos baterías grandes, en el primer ciclo, en estado completamente cargado; y
 - vi) dos baterías grandes después de 25 ciclos finalizando en estado completamente cargado.
- c) Cuando se someten a prueba pilas primarias y recargables, en la cantidad indicada, con arreglo a la prueba T.6:
- i) cuando se trate de pilas primarias, cinco pilas en estado no descargado y cinco pilas en estado completamente descargado;
 - ii) cuando se trate de pilas componentes de baterías primarias, cinco pilas en estado no descargado y cinco pilas en estado completamente descargado;
 - iii) cuando se trate de pilas recargables, cinco pilas en el primer ciclo al 50% de la capacidad nominal proyectada; y
 - iv) cuando se trate de pilas componentes de baterías recargables, cinco pilas en el primer ciclo al 50% de su capacidad nominal.
- d) Cuando se someten a prueba baterías recargables o baterías de una sola pila recargables, en la cantidad indicada, con arreglo a la prueba T.7:
- i) cuatro baterías pequeñas, en el primer ciclo, en estado completamente cargado;
 - ii) cuatro baterías pequeñas después de 50 ciclos finalizando en estado completamente cargado;
 - iii) dos baterías grandes, en el primer ciclo, en estado completamente cargado; y
 - iv) dos baterías grandes después de 25 ciclos finalizando en estado completamente cargado.

No tienen que ser sometidas a esta prueba las baterías no provistas de protección contra la sobrecarga que estén diseñadas para ser utilizadas solamente en un conjunto de baterías que tenga esa protección.

- e) Cuando se someten a prueba pilas y pilas componentes primarias y recargables, en la cantidad indicada, con arreglo a la prueba T.8:
- i) diez pilas primarias en estado completamente descargado;

- ii) diez pilas componentes primarias en estado completamente descargado;
 - iii) diez pilas recargables, en el primer ciclo, en estado completamente descargado;
 - iv) diez pilas componentes recargables, en el primer ciclo, en estado completamente descargado;
 - v) diez pilas recargables después de 50 ciclos finalizando en estado completamente descargado; y
 - vi) diez pilas componentes recargables después de 50 ciclos finalizando en estado completamente descargado;
- f) Cuando se pruebe un conjunto de baterías en el que el contenido total de litio de todos los ánodos, en estado completamente cargado, no sea superior a 500 g, o, en el caso de una batería de ión-litio, con una capacidad nominal en vatios hora no superior a 6.200 vatios-hora, que esté compuesto de baterías que hayan pasado todas las pruebas aplicables, un solo conjunto de baterías en estado completamente cargado será sometido a las pruebas T.3, T.4 y T.5, así como a la prueba T.7 en el caso de un conjunto de baterías recargables. En cuanto a los conjuntos de baterías recargables, deben haber sido sometidos al menos a 25 ciclos.

Quando las baterías que hayan pasado todas las pruebas aplicables estén conectadas eléctricamente para formar un conjunto de baterías en el que el contenido total de litio de todos los ánodos, en estado completamente cargado, sea superior a 500 g, o, en el caso de una batería de ión-litio, con una capacidad nominal en vatios hora superior a 6.200 vatios-hora, el conjunto de baterías no necesita ser sometido a prueba si está provisto de un sistema capaz de controlar el conjunto de baterías y de prevenir los cortocircuitos, o la descarga excesiva entre las baterías del conjunto y cualquier sobrecalentamiento o sobrecarga del conjunto de baterías.

38.3.4 Procedimiento

Las pruebas T.1 a T.5 deberán realizarse secuencialmente en la misma pila o batería. Las pruebas T.6 y T.8 deberán realizarse con pilas o baterías que no se hayan sometido a ninguna otra prueba. La prueba T.7 puede realizarse utilizando baterías no dañadas, utilizadas anteriormente en las pruebas T.1 a T.5 con el fin de probarlas en baterías sometidas a ciclos.

38.3.4.1 Prueba T.1: Simulación de altitud

38.3.4.1.1 Objetivo

Esta prueba simula el transporte aéreo en condiciones de baja presión.

38.3.4.1.2 Procedimiento de prueba

Las pilas y baterías que vayan a someterse a la prueba se mantienen a una presión igual o inferior a 11,6 kPa durante al menos seis horas a temperatura ambiente ($20 \pm 5^\circ\text{C}$).

38.3.4.1.3 Requisito

Las pilas y baterías cumplen este requisito si no hay fuga, evacuación de gas, estallido, rotura o incendio y si la tensión en circuito abierto, de cada pila o batería sometida a prueba y una vez finalizada la misma no es inferior al 90% de la tensión medida inmediatamente antes de realizar la prueba. El requisito relativo a la tensión no es aplicable a pilas y baterías sometidas a prueba en estado completamente descargado.

38.3.4.2 *Prueba T.2: Prueba térmica*

38.3.4.2.1 Objetivo

Esta prueba evalúa la integridad del sellado y de las conexiones eléctricas internas de pilas y baterías. La prueba se realiza aplicando cambios de temperatura rápidos y extremos.

38.3.4.2.2 Procedimiento de prueba

Las pilas y baterías que deben someterse a la prueba se mantienen durante al menos seis horas a una temperatura de prueba igual a $72 \pm 2^\circ\text{C}$, y a continuación durante al menos seis horas a una temperatura de prueba igual a $-40 \pm 2^\circ\text{C}$. El intervalo temporal máximo entre los extremos de temperatura en la prueba es de 30 minutos. Este procedimiento se repite hasta que se completen diez ciclos, después de lo cual todas las pilas y baterías deben mantenerse durante 24 horas a la temperatura ambiente ($20 \pm 5^\circ\text{C}$). Si se trata de pilas y baterías grandes, la duración de la exposición a cada temperatura deberá ser, como mínimo, de 12 horas.

38.3.4.2.3 Requisito

Las pilas y baterías cumplen este requisito si no se produce fuga, evacuación de gas, estallido, rotura o incendio y si la tensión en circuito abierto de cada pila o batería sometida a prueba y una vez finalizada la misma no es inferior al 90% de la tensión medida inmediatamente antes de realizar la prueba. El requisito relativo a la tensión no es aplicable a pilas y baterías sometidas a prueba en estado completamente descargado.

38.3.4.3 *Prueba T.3: Vibración*

38.3.4.3.1 Objetivo

Esta prueba simula la vibración durante el transporte.

38.3.4.3.2 Procedimiento de prueba

Las pilas y baterías se sujetan firmemente a la plataforma del vibrador de manera que no sufran distorsión alguna y de modo que la vibración se transmita fielmente. Se les aplica una onda sinusoidal con un barrido logarítmico de frecuencias entre 7 Hz y 200 Hz, para volver a 7 Hz con un tiempo de recorrido de 15 minutos. Este ciclo se repetirá 12 veces durante un total de 3 horas para cada una de las tres posiciones de montaje de la pila perpendiculares entre sí. Uno de los ejes de vibración será perpendicular a la superficie que lleva los bornes.

El barrido logarítmico de frecuencias será distinto para las pilas y baterías con una masa bruta inferior a 12 kg (pilas y baterías pequeñas) y las baterías con una masa bruta igual o superior a 12 kg (baterías grandes).

Para las pilas y baterías pequeñas: a partir de 7 Hz se mantiene una aceleración máxima de $1 g_n$ hasta alcanzar los 18 Hz. La amplitud se mantiene entonces en 0,8 mm (recorrido máximo: 1,6) y se aumenta la frecuencia hasta tener una aceleración máxima de $8 g_n$ (aproximadamente a los 50 Hz). Se mantiene una aceleración máxima de $8 g_n$ hasta que la frecuencia haya aumentado a 200 Hz.

Para las baterías grandes: a partir de 7 Hz se mantiene una aceleración máxima de $1 g_n$ hasta alcanzar los 18 Hz. La amplitud se mantiene entonces en 0,8 mm (recorrido máximo 1,6) y se aumenta la frecuencia hasta tener una aceleración máxima de $2 g_n$ (aproximadamente a los 25 Hz). Se mantiene una aceleración máxima de $2 g_n$ hasta que la frecuencia haya aumentado a 200 Hz.

38.3.4.3.3 Requisito

Las pilas y baterías cumplen este requisito si no se produce fuga, evacuación de gas, estallido, rotura o incendio durante la prueba o después de ésta, y si la tensión en circuito abierto de cada pila o batería sometida a prueba una vez finalizada la misma en su tercera posición de montaje perpendicular no es inferior al 90% de la tensión medida inmediatamente antes de realizar la prueba. El requisito relativo a la tensión no es aplicable a pilas y baterías sometidas a prueba en estado completamente descargado.

38.3.4.4 *Prueba T.4: Choque*

38.3.4.4.1 Objetivo

Esta prueba simula posibles impactos que pueden producirse durante el transporte.

38.3.4.4.2 Procedimiento de prueba

Las pilas y baterías sometidas a prueba se fijarán al aparato para la prueba de choque mediante un soporte rígido que sirva de apoyo para todas las superficies de montaje de cada batería. Cada pila o batería se someterá a un choque semi-sinusoidal con una aceleración máxima de $150 g_n$ y una duración de los pulsos de 6 ms. Se someterá cada pila o batería a 3 choques en el sentido positivo seguidos de 3 choques en el sentido negativo de cada una de las 3 posiciones de montaje de la pila o batería perpendiculares entre sí, hasta un total de 18 choques.

Las pilas y baterías grandes se someterán a un choque semi-sinusoidal con una aceleración máxima de $50 g_n$ y duración de los pulsos de 11 ms. Cada pila o batería se someterá a 3 choques en el sentido positivo seguidos por 3 choques en el sentido negativo de cada una de las 3 posiciones de montaje de la pila o batería perpendiculares entre sí, hasta un total de 18 choques.

38.3.4.4.3 Requisito

Las pilas y baterías cumplen este requisito si no se produce fuga, evacuación de gas, estallido, rotura o incendio y si la tensión de circuito abierto de cada pila o batería sometida a prueba y una vez finalizada la misma no es inferior al 90% de la tensión medida inmediatamente antes de realizar la prueba. El requisito relativo a la tensión no es aplicable a pilas y baterías sometidas a prueba en estado completamente descargado.

38.3.4.5 *Prueba T.5: Cortocircuito externo*

38.3.4.5.1 Objetivo

Esta prueba simula un cortocircuito externo.

38.3.4.5.2 Procedimiento de prueba

La batería que ha de someterse a prueba se estabilizará térmicamente de modo que la temperatura de su caja exterior alcance $55 \pm 2^\circ\text{C}$; a continuación, la pila o batería se someterá a un cortocircuito con una resistencia externa total inferior a 0,1 ohm a una temperatura de $55 \pm 2^\circ\text{C}$. Se mantendrá el cortocircuito durante por lo menos 1 hora a partir del momento en que la temperatura de la caja exterior de la pila o batería haya alcanzado de nuevo los $55 \pm 2^\circ\text{C}$.

38.3.4.5.3 Requisito

Las pilas y baterías cumplen este requisito si su temperatura externa no supera los 170°C y no se produce estallido, rotura o incendio durante la prueba y las seis horas siguientes.

38.3.4.6 *Prueba T.6: Impacto*

38.3.4.6.1 Objetivo

Estas pruebas simulan la agresión mecánica de un impacto o aplastamiento que puede producir un cortocircuito interno.

38.3.4.6.2 Procedimiento de prueba – Impacto (aplicable a pilas cilíndricas de diámetro superior a 20 mm)

La pila o la pila componente de ensayo se coloca sobre una superficie lisa plana. En el centro de la muestra se sitúa una barra de acero inoxidable del tipo 316 de $15,8 \pm 0,1$ mm de diámetro y de al menos 6 cm de longitud o una longitud correspondiente a la dimensión más grande de la pila, según cuál sea mayor. Se deja caer una masa de $9,1 \pm 0,1$ kg desde una altura de $61 \pm 2,5$ cm en la intersección entre la barra y la muestra, de manera controlada, utilizando una guía o carril vertical con una fricción mínima. La guía o el carril vertical utilizado para dirigir la caída de la masa tendrá una orientación de 90° con respecto a la superficie horizontal de apoyo.

El impacto sobre la pila de muestra se lleva a cabo con el eje longitudinal de ésta paralelo a la superficie plana y perpendicular al eje longitudinal de la superficie curvada de $15,8 \pm 0,1$ mm de diámetro situada en el centro de la muestra. Cada muestra se somete a un único impacto.

38.3.4.6.3 Procedimiento de prueba – Aplastamiento (aplicable a pilas prismáticas, de polímero de ión litio en envoltura flexible, de botón y cilíndricas de diámetro inferior o igual a 20 mm)

La pila o pila componente se aplasta entre dos superficies planas. El aplastamiento es progresivo, con una velocidad de aproximadamente 1,5 cm/s en el primer punto de contacto. El aplastamiento persiste hasta que se produce una de las tres situaciones siguientes:

- a) La fuerza aplicada alcanza los $13 \text{ kN} \pm 0,78 \text{ kN}$;

Ejemplo: La fuerza se aplica mediante un cilindro hidráulico con un pistón de 32 mm de diámetro hasta alcanzar una presión de 17 MPa en dicho cilindro.

- b) El voltaje de la pila disminuye en al menos 100 mV; o

- c) La pila se deforma en un 50% o más de su espesor original.

Cuando se ha alcanzado la presión máxima, o el voltaje ha disminuido en 100 mV o más, o la pila se ha deformado en al menos el 50% de su espesor original, se interrumpe la presión.

Las pilas prismáticas o de polímero de ión litio en envoltura flexible se aplastan aplicando la fuerza en su lado más ancho. Las pilas de botón se aplastan aplicando la fuerza en la superficie plana. En las pilas cilíndricas, la fuerza de aplastamiento se aplica perpendicularmente al eje longitudinal.

Cada pila o pila componente se somete a un único aplastamiento. La muestra se observa durante otras seis horas. La prueba se realiza con pilas o pilas componentes que no se hayan sometido anteriormente a otras pruebas.

38.3.4.6.4 Requisito

Las pilas y pilas componentes satisfacen este requisito si su temperatura exterior no supera los 170°C y no se produce estallido ni incendio durante la prueba ni durante las seis horas posteriores a ésta.

38.3.4.7 *Prueba T.7: Sobrecarga*

38.3.4.7.1 Objetivo

Esta prueba evalúa la capacidad de una batería recargable de resistir un estado de sobrecarga.

38.3.4.7.2 Procedimiento de prueba

La corriente de carga será el doble de la corriente máxima de carga continua recomendada por el fabricante. La tensión mínima de la prueba será la siguiente:

- a) Si la tensión de carga recomendada por el fabricante no es superior a 18 V, la tensión mínima de prueba será el valor menor de dos veces la tensión máxima de carga de la batería o 22 V;
- b) Si la tensión de carga recomendada por el fabricante es superior a 18 V, la tensión mínima de prueba será 1,2 veces la tensión máxima de carga.

Las pruebas se realizarán a temperatura ambiente y la duración de la prueba será de 24 horas.

38.3.4.7.3 Requisito

Las baterías recargables cumplen este requisito si no se produce estallido ni incendio durante la prueba ni durante los siete días posteriores a ésta.

38.3.4.8 *Prueba T.8: Descarga forzada*

38.3.4.8.1 Objetivo

Esta prueba evalúa la capacidad de una pila primaria o recargable de resistir un estado de descarga forzada.

38.3.4.8.2 Procedimiento de prueba

Cada pila se someterá a una descarga forzada a temperatura ambiente conectándola en serie con una fuente de alimentación de 12 V cc. con una corriente inicial igual a la corriente de descarga máxima especificada por el fabricante.

La corriente de descarga especificada se obtiene conectando una carga resistiva de magnitud y capacidad adecuadas en serie con la pila de prueba. Cada pila se someterá a una descarga forzada durante un intervalo de tiempo (en horas) igual a su capacidad nominal dividida por la corriente de prueba inicial (en amperios).

38.3.4.8.3 Requisito

Las pilas primarias o recargables cumplen este requisito si no se produce estallido ni incendio durante la prueba ni durante los siete días posteriores a ésta.”

Sección 41

41.2.2 Modifíquese para que diga:

“41.2.2 CGEM

- a) Una disminución de la temperatura de cálculo máxima, sin variación del espesor;
- b) Un aumento de la temperatura de cálculo mínima, sin variación del espesor;
- c) Una disminución de la masa bruta máxima admisible;
- d) Una disminución de la masa de cada elemento individual y su carga o una disminución de la masa total de los elementos y su carga;
- e) Un aumento del diámetro de los elementos no superior al 10% o una disminución del diámetro de los elementos no superior al 40%;
- f) Un cambio de la longitud de los elementos no superior al 10%;
- g) Una disminución de la longitud de la estructura del CGEM no superior a 3,1 m (10 pies);
- h) Una disminución de la altura del CGEM no superior al 50%;
- i) Una disminución del número de elementos no superior al 50%;
- j) Un aumento del espesor de los materiales de la estructura, siempre que el espesor se mantenga dentro de los límites permitidos por las especificaciones relativas a los procedimientos de soldadura;
- k) Una variación en el equipo de servicio y el colector de modo que los cambios en la masa total del equipo de servicio y el colector no superen el 10% de la masa bruta máxima admisible (pero no den lugar a un aumento de la masa bruta máxima admisible en relación con el prototipo que ya se ha sometido a prueba);
- l) El uso de un material del mismo tipo pero de calidad diferente para la construcción de la estructura, siempre que:
 - i) los resultados de los cálculos de diseño para este material de calidad diferente, usando los valores de resistencia mecánica menos favorables para esa calidad, sean equivalentes o superiores a los resultados de los cálculos de diseño para el material existente; y
 - ii) las especificaciones relativas a los procedimientos de soldadura admitan el uso de este material de calidad diferente.

NOTA: Para las variaciones admisibles en el diseño del CGEM que no requieran pruebas de impacto adicionales, el dispositivo de montaje que une los elementos a la estructura debe ser idéntico al utilizado en el diseño del prototipo de CGEM que ya se ha sometido a prueba.”

Apéndices

Añádase un nuevo apéndice 8 que diga lo siguiente:

"Apéndice 8

Descriptorios de reacción

Estos descriptorios de reacción se utilizarán a los efectos de evaluar los criterios de la serie de pruebas 7 y se diseñarán de modo que permitan a la autoridad competente determinar el grado de reacción de los objetos. Por ejemplo, los objetos varían considerablemente en cuanto a su tamaño, tipo y embalaje/envase y a sus sustancias explosivas; esas diferencias deben tenerse en cuenta. Para considerar que una reacción pertenece a un tipo determinado, deben estar presentes los indicios primarios (representados por una P en el cuadro que figura a continuación) para ese tipo. La autoridad competente debe sopesar cuidadosamente y utilizar todo el conjunto de indicios (primarios y secundarios) para evaluar la reacción. Los indicios secundarios proporcionan otros indicadores que pueden estar presentes.

Grado de reacción	Efectos observados o medidos				
	Sustancias explosivas (SE)	Envoltura	Onda expansiva	Proyección de fragmentos o sustancias explosivas	Otros
Detonación	Destrucción rápida de todas las SE a partir del momento en que se inicia la reacción	(P) Deformación plástica rápida de la envoltura metálica en contacto con las SE, con abundante fragmentación a elevada tasa de cizallamiento	(P) Onda expansiva de magnitud y duración igual a un valor calculado o medido en una prueba de calibración	Perforación, fragmentación y/o deformación plástica de las placas testigo	Formación de hoyos en el suelo de tamaño correspondiente a la cantidad de SE en el objeto
Detonación parcial		(P) Deformación plástica rápida de parte, pero no la totalidad, de la envoltura metálica en contacto con las SE, con abundante fragmentación a elevada tasa de cizallamiento	(P) Onda de choque de magnitud y duración inferior a un valor calculado o medido en una prueba de calibración de daños en estructuras adyacentes	Perforación, deformación plástica y/o fragmentación de placas testigo adyacentes. Dispersión de SE que han ardidido o sin arder	Formación de hoyos en el suelo de tamaño correspondiente a la cantidad de SE que produjeron la detonación
Explosión	(P) Combustión rápida de una parte o la totalidad de las SE a partir del momento en que se inicia la reacción en el objeto	(P) Amplia fractura de la envoltura metálica sin indicios de fragmentación a elevada tasa de cizallamiento resultante en un menor número de fragmentos de mayor tamaño en comparación con las observaciones en pruebas de calibración de detonación deliberada	Observación o medición de una onda de presión en toda el área de la prueba con una amplitud muy pequeña y una duración significativamente superior a la obtenida en una prueba de calibración	Daños en las placas testigo. Dispersión considerable a gran distancia de SE que han ardidido o sin arder	Formación de hoyos en el suelo
Deflagración	(P) Combustión de una parte o la totalidad de las SE	(P) Rotura de la envoltura, con producción de unos pocos fragmentos grandes que podrían incluir el receptáculo o los dispositivos de sujeción*	Hay indicios de presión en el área de la prueba, que pueden variar en el tiempo o el espacio.	(P) Al menos un fragmento (envoltura, receptáculo o dispositivo de sujeción) se desplaza más de 15 m con un nivel de energía > 20 J sobre la base de la relación distancia/masa que se describe en la figura 16.6.1.1. Dispersión considerable de SE que han ardidido o sin arder, por lo general más allá de 15 m	(P) No hay indicios primarios de una reacción más fuerte y se observa un empuje capaz de propulsar el objeto más allá de 15 m. Tiempo de reacción mayor de lo que cabría esperar en una reacción explosiva.
Combustión	(P) Combustión a baja presión de una parte o la totalidad de las SE	(P) Puede haber una rotura de la envoltura, con producción de unos pocos fragmentos grandes que podrían incluir el receptáculo o los dispositivos de sujeción*.	Algunos indicios de presión insignificante en el área de la prueba	(P) Ningún artículo (envoltorio, receptáculo, dispositivo de sujeción o SE) se desplaza más allá de 15 m con un nivel de energía > 20 J sobre la base de la relación distancia/masa que se describe en la figura 16.6.1.1. (P) Posible dispersión de una pequeña cantidad de SE que han ardidido o sin arder en relación con la cantidad total presente en el objeto, por lo general a más de 15 m, pero menos de 30 m	(P) No hay indicios de un empuje capaz de propulsar el objeto a más de 15 m. Para un motor cohete, tiempo de reacción significativamente mayor que si se activa en el modo previsto

Grado de reacción	Efectos observados o medidos				
	Sustancias explosivas (SE)	Envoltura	Onda expansiva	Proyección de fragmentos o sustancias explosivas	Otros
No hay reacción	(P) No se produce una reacción de las SE sin un estímulo externo continuado. (P) Recuperación de la totalidad o la mayor parte de las SE que no han reaccionado, sin indicación alguna de una combustión sostenida	(P) No hay fragmentación de la envoltura o el embalaje/envase mayor que la que se produce en un objeto de ensayo inerte comparable*.	Ninguna	Ninguno	Ninguno

*: *Las constricciones mecánicas provocarán directamente daños que causarán una dislocación del objeto o incluso una reacción neumática que proyectará algunos fragmentos, en especial los elementos de cierre. Estos indicios pueden interpretarse erróneamente como debidos a la reacción de las sustancias explosivas contenidas en el objeto, lo que puede conducir a la asignación de un descriptor de reacción más fuerte. La comparación de los indicios observados con los de un objeto inerte correspondiente puede ayudar a determinar la reacción de un objeto."*

