

Enero 2003

TÍTULO

Botellas para el transporte de gas

Inspecciones y ensayos periódicos de las botellas para gas de acero sin soldadura

Transportable gas cylinders. Periodic inspection and testing of seamless steel gas cylinders.

Bouteilles à gaz transportables. Contrôles et essais périodiques des bouteilles à gaz sans soudure en acier.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 1968 de febrero de 2002.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 62 *Bienes de Equipo Industriales y Equipos a Presión* cuya Secretaría desempeña BEQUINOR.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 2050:2003

© AENOR 2003
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

49 Páginas

Grupo 30

ICS 23.020.30

Versión en español

Botellas para el transporte de gas
Inspecciones y ensayos periódicos de las botellas para gas de acero sin soldadura

Transportable gas cylinders. Periodic inspection and testing of seamless steel gas cylinders.

Bouteilles à gaz transportables. Contrôles et essais périodiques des bouteilles à gaz sans soudure en acier.

Ortsbewegliche Gasflaschen. Wiederkehrende Prüfung von nahtlosen Gasflaschen aus Stahl.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2001-11-09. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

© 2002 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CEN.

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	6
INTRODUCCIÓN	7
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA	7
3 PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES Y ENSAYOS	8
4 LISTA DE LOS PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS PERIÓDICOS	8
5 IDENTIFICACIÓN DE LA BOTELLA Y PREPARACIÓN PARA LA INSPECCIÓN Y ENSAYOS	9
6 INSPECCIÓN VISUAL EXTERIOR	9
7 INSPECCIÓN VISUAL INTERIOR	10
8 ENSAYOS COMPLEMENTARIOS	10
9 INSPECCIÓN DEL CUELLO DE LA BOTELLA	10
10 ENSAYO DE PRESIÓN O ENSAYO ULTRASÓNICO	11
11 INSPECCIÓN DE LA VÁLVULA	12
12 OPERACIONES FINALES	12
13 RECHAZO Y RETIRADA DEL USO DE LAS BOTELLAS RECHAZADAS	14
ANEXO A (Informativo) BOTELLAS PARA GASES FABRICADAS DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES NACIONALES	15
ANEXO B (Normativo) PERÍODOS DE INSPECCIÓN	17
ANEXO C (Normativo) DESCRIPCIÓN, EVALUACIÓN DE LOS DEFECTOS Y CONDICIONES PARA EL RECHAZO DE BOTELLAS PARA GASES DE ACERO SIN SOLDADURA EN EL MOMENTO DE LA INSPECCIÓN VISUAL	18
ANEXO D (Normativo) PROCEDIMIENTO QUE DEBE ADOPTARSE EN EL CASO DE QUE SE SOSPECHE QUE LA VÁLVULA DE UNA BOTELLA ESTÉ OBSTRUIDA	22
ANEXO E (Normativo) ENSAYO DE PRUEBA DE PRESIÓN PARA LAS BOTELLAS PARA GAS	25

ANEXO F (Normativo)	ENSAYO DE EXPANSIÓN VOLUMÉTRICA DE LAS BOTELLAS PARA GASES.....	26
ANEXO G (Normativo)	ENSAYO ULTRASÓNICO	34
ANEXO H (Informativo)	INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS VÁLVULAS Y SUS CONEXIONES: PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS.....	46
ANEXO I (Informativo)	LISTA DE LOS GASES DE USO COMÚN CORROSIVOS PARA LOS MATERIALES DE LAS BOTELLAS.....	47
BIBLIOGRAFÍA	48

ANTECEDENTES

Esta Norma Europea EN 1968:2002 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 23 *Botellas para el transporte de gas*, cuya Secretaría desempeña BSI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de agosto de 2002, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de agosto de 2002.

En esta norma europea los anexos B, C, D, E, F y G son normativos y los anexos A, H, e I son informativos.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los objetivos de las Directivas marco para el transporte de mercancías peligrosas.

Esta norma europea se ha presentado para su referencia en el RID y/o en los anexos técnicos del ADR. Por consiguiente, en este contexto, las normas que aparecen en la lista de las normas para consulta y que cumplen los requisitos básicos del RID/ADR no tratados en esta norma, son normativas sólo cuando a las mismas normas se hace referencia en el RID y/o en los anexos técnicos del ADR.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de los procedimientos de inspección y ensayo periódicos es que a la finalización de los ensayos, las botellas puedan volver a ponerse en servicio durante un período de tiempo suplementario.

La experiencia adquirida en la inspección y ensayos en las botellas según se especifica en esta norma europea, es un factor importante en el momento de determinar si una botella debería devolverse al servicio.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea especifica los requisitos para la inspección y ensayos periódicos de botellas para el transporte de gas, de acero sin soldadura y destinadas a gases comprimidos y licuados bajo presión, con una capacidad de agua desde 0,5 l hasta 150 l.

NOTA – Siempre y cuando la práctica lo permita, esta norma puede aplicarse a botellas con una capacidad de agua inferior a 0,5 l.

Esta norma europea especifica los requisitos para la inspección y ensayos periódicos con el fin de comprobar la integridad de botellas para gas que se van a devolver al servicio por un período de tiempo suplementario. También define un procedimiento que permite a las botellas existentes la libre circulación entre los estados de la Unión Europea (véase el anexo A).

Esta norma no se aplica a la inspección y ensayos periódicos de las botellas para acetileno o de las botellas de acero y materiales compuestos (total o parcialmente recubiertas).

2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones).

EN 473 – *Ensayos no destructivos. Cualificación y certificación del personal que realiza ensayos no destructivos. Principios generales.*

EN 629-2 – *Botellas para el transporte de gas. Roscas cónicas 25E para la conexión de las válvulas a las botellas de gas. Parte 2: Calibres de verificación.*

EN 837-1 – *Manómetros. Parte 1: Manómetros de tubo Bourdon. Dimensiones, metrología, requisitos y ensayos.*

EN 837-3 – *Manómetros. Parte 3: Manómetros de membrana y manómetros de cápsula. Dimensiones, metrología, requisitos y ensayos.*

EN 1089-1 – *Botellas para el transporte de gas. Identificación de las botellas de gas (excepto de GLP). Parte 1: Marcado.*

EN 1964-1 – *Botellas para el transporte de gas. Especificación para el diseño y construcción de botellas rellenables de acero para gas, sin soldadura, de una capacidad desde 0,5 l hasta 150 l. Parte 1: Botellas de acero sin soldadura con un valor máximo de R_m de 1 100 MPa.*

EN 1964-2 – *Botellas para el transporte de gas. Especificación para el diseño y construcción de botellas rellenables de acero para gas, sin soldadura, de una capacidad desde 0,5 l hasta 150 l. Parte 2: Botellas de acero sin soldadura con un valor de R_m de 1 100 MPa y superior.*

EN 1964-3 – *Especificación para el diseño y construcción de botellas rellenables de acero para gas, sin soldadura, de una capacidad desde 0,5 l hasta 150 l. Parte 3: Botellas de acero inoxidable sin soldadura con un valor de R_m inferior a 1 100 MPa.*

EN 1795 – *Botellas para el transporte de gas (excluido GLP). Procedimientos para el cambio de gas de servicio.*

EN ISO 11114-1 – *Botellas para el transporte de gas. Compatibilidad de los materiales de la válvula y la botella con el gas contenido. Parte 1: Materiales metálicos. (ISO 11114-1:1997)*

EN ISO 11114-2 – *Botellas para el transporte de gas. Compatibilidad de los materiales de la válvula y la botella con el gas contenido. Parte 1: Materiales no metálicos. (ISO 11114-2:2000)*

EN ISO 13341 – *Botellas para el transporte de gas. Acoplamiento de válvulas a botellas de gas. (ISO 13341:1997)*

3 PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES Y ENSAYOS

Con el fin de garantizar un funcionamiento continuo de forma segura, las botellas deben someterse periódicamente a inspecciones y ensayos de acuerdo con el anexo B. Una botella debe someterse periódicamente a inspecciones y ensayos a partir de la primera llegada al puesto de recarga una vez haya expirado la fecha especificada en el anexo B.

NOTA – En la tabla B.1 aparece una lista de los intervalos entre inspecciones periódicas para algunos gases que satisfacen los reglamentos actuales del RID/ADR y también aporta recomendaciones que posteriormente podrían ser adoptadas por los reglamentos RID/ADR.

Siempre y cuando la botella se utilice en condiciones normales y no se haya tratada de una forma incorrecta o abusiva que la hiciera peligrosa, no existen requisitos generales para que el usuario tenga que devolver una botella de gas antes de que se haya gastado su contenido, aunque se haya sobrepasado la fecha de los ensayos. Sin embargo, se recomienda que las botellas se sometan a nuevos ensayos dentro de un período que no exceda el doble del intervalo de tiempo.

En el caso de las botellas que se utilizan en situaciones de emergencia (por ejemplo, extintores o aparatos de respiración), es responsabilidad del propietario o usuario presentarlas para la inspección periódica dentro del intervalo especificado en el anexo B o tal como se especifica en las normativas o reglamentaciones de diseño de la botella en cuestión, si este intervalo es más corto.

4 LISTA DE LOS PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS PERIÓDICOS

Únicamente debe llevar a cabo la inspección y ensayo una persona competente que garantice que las botellas están en condiciones de uso continuo de forma segura.

NOTA – Una persona competente es aquella que posee el conocimiento técnico, la experiencia y la autoridad suficientes para evaluar y aprobar los materiales que se utilizan con los gases y para definir cualquier condición especial de uso que sea necesaria. Dicha persona normalmente estará cualificada oficialmente en una especialidad técnica adecuada.

Cada una de las botellas debe someterse a inspecciones y ensayos periódicos. Los siguientes procedimientos constituyen los requisitos de estas inspecciones y ensayos, y se explican en detalle en capítulos posteriores:

- identificación de la botella y preparación para la inspección y los ensayos (capítulo 5);
- inspección visual exterior (capítulo 6);
- inspección visual interior (capítulo 7);
- ensayos complementarios (capítulo 8);
- inspección del cuello de la botella (capítulo 9);
- ensayo de presión o ensayo ultrasónico (capítulo 10);
- inspección de la válvula (capítulo 11);
- operaciones finales (capítulo 12);
- rechazo y retirada del servicio de las botellas rechazadas (capítulo 13).

En el caso de las botellas fabricadas de acuerdo a las reglamentaciones nacionales con el fin de ser aprobadas por la Directiva de Equipos de Presión Transportables (TPED) para la libre circulación y uso entre los estados de la Comunidad Europea, en el anexo A se especifican requisitos adicionales.

Se recomienda que los ensayos que aparecen en la lista anterior se lleven a cabo en el orden en que aparecen. En especial la inspección visual del interior (capítulo 7) debe efectuarse antes del ensayo de presión o del ensayo ultrasónico (capítulo 10).

Las botellas que no superen la inspección o los ensayos deben rechazarse (véase el capítulo 13). Cuando, una vez realizados los ensayos anteriores, sigan existiendo dudas acerca de la magnitud de un defecto o la condición de una botella, pueden llevarse a cabo ensayos suplementarios de acuerdo al capítulo 8, hasta que dichas dudas queden resueltas de forma satisfactoria o se deba rechazar la botella.

Algunas de las botellas rechazadas durante la inspección y ensayos periódicos pueden recuperarse de acuerdo a las especificaciones del anexo C.

5 IDENTIFICACIÓN DE LA BOTELLA Y PREPARACIÓN PARA LA INSPECCIÓN Y ENSAYOS

Antes de efectuar cualquier tipo de trabajo se debe identificar los datos pertinentes de la botella (véase por ejemplo la Norma EN 1089-1), su contenido y su propietario.

En el caso de que el contenido se identifique como hidrógeno u otro gas fragilizante, sólo las botellas fabricadas o cualificadas para el hidrógeno deben utilizarse para ese servicio. Debe comprobarse la compatibilidad de las botellas con el servicio con hidrógeno, es decir, en lo que respecta a la máxima resistencia a la tracción y al estado de la superficie interior (por ejemplo las botellas marcadas según la Norma EN 1089-1, llevan la marca "H"). Todas las demás botellas deben retirarse del servicio con hidrógeno y debe comprobarse su idoneidad para el nuevo servicio al que se destinen.

Todas las botellas deben despresurizarse y vaciarse de forma segura y controlada antes de continuar con el proceso. Se debe tener un cuidado especial con las botellas que contienen gases inflamables, oxidantes o tóxicos con el fin de evitar riesgos durante la etapa de inspección interior.

Las botellas marcadas de forma incorrecta, aquellas cuyo contenido de gas se desconoce o las que no se pueden vaciar de forma segura, deben colocarse aparte para manejarlas de forma especial.

Las botellas cuyas válvulas no funcionan o están bloqueadas pueden tratarse de la forma descrita en el anexo D. Siempre y cuando se hayan satisfecho los requisitos anteriores y la botella se haya despresurizado de forma segura, se puede proceder a la retirada la válvula. De forma similar en el caso de los paquetes de botellas, no equipados con válvulas para botellas, también es necesario examinar la conexión en T para determinar si el gas pasa libremente de la botella a la atmósfera.

6 INSPECCIÓN VISUAL EXTERIOR

6.1 Preparación para la inspección visual exterior

Todas las botellas deben estar limpias, sus revestimientos sueltos, partes afectadas por la corrosión, alquitrán, aceite o cualquier otro cuerpo extraño que se encuentre en la superficie exterior deben eliminarse utilizando un método adecuado como el cepillado, granallado (bajo condiciones estrictas de control), chorro de agua a presión, limpieza química o cualquier otro sistema adecuado. En todo momento hay que tener especial cuidado para no estropear la botella y para que no se elimine una cantidad excesiva de la pared de la botella.

En el caso de que la botella lleve un recubrimiento de nylon fundido, polietileno o similar y que éste parezca estropeado o impida efectuar una inspección adecuada, debe eliminarse. Si el recubrimiento se elimina mediante la aplicación de calor, la temperatura de la botella no debe exceder 300 °C.

6.2 Procedimiento de inspección

Debe inspeccionarse en la superficie exterior de cada una de las botellas:

- a) las muescas, cortes, ranuras, salientes, grietas, delaminaciones o el excesivo desgaste de la base;
- b) las marcas de fuego y quemaduras de arco o soplete (de acuerdo a las definiciones de la tabla C.1);
- c) la corrosión (de acuerdo a las definiciones de la tabla C.2);
- d) otros defectos como la existencia de marcados ilegibles o no autorizados y las adiciones o modificaciones no autorizadas;
- e) la integridad de todos los accesorios permanentes;
- f) la estabilidad vertical (si es el caso) (de acuerdo a la definición de la tabla C.1).

Véanse en el anexo C los criterios de rechazo. Las botellas descartadas para nuevos servicios deben considerarse rechazadas (de acuerdo a la definición del capítulo 13).

7 INSPECCIÓN VISUAL INTERIOR

Debe inspeccionarse el interior de cada una de las botellas utilizando iluminación adecuada para identificar cualquiera de los defectos que aparecen en los puntos 6.2 a) y 6.2 c). Se deben tomar precauciones para que la iluminación no represente peligro para el inspector a la hora de efectuar el trabajo. Debe retirarse cualquier camisa o recubrimiento interior que pueda obstruir una inspección visual óptima. Cualquier botella que contenga un cuerpo extraño o que presente muestras de corrosión severa en su interior debe limpiarse utilizando condiciones estrictas de control mediante granallado, golpeado, chorro de agua a presión, chorro de vapor, chorro de agua caliente, vibración, limpieza química o cualquier otro sistema adecuado. Se debe tener especial cuidado para no estropear la botella. En caso de que se necesite limpieza, la botella debe volver a inspeccionarse una vez finalizada la operación.

Se pueden aplicar métodos alternativos para la inspección visual interior, para botellas en servicio con gases no corrosivos, y una capacidad de agua menor que 0,5 l con un diámetro interior de cuello menor de 9 mm.

Estos métodos alternativos son:

- a) buscar cualquier humedad en el momento de despresurizar la botella mientras está en posición invertida, y antes de retirar la válvula. Si hay humedad presente, la botella debe rechazarse; y
- b) buscar contaminación, por ejemplo óxido en el agua utilizada después del ensayo hidráulico. Si se encuentra cualquier contaminación, la botella debe rechazarse.

8 ENSAYOS COMPLEMENTARIOS

Cuando se presenten dudas acerca del tipo y/o gravedad del defecto encontrado mediante la inspección visual (véanse los capítulos 6 y 7), pueden aplicarse ensayos o métodos de examen adicionales, por ejemplo técnicas ultrasónicas, comprobación del peso u otros ensayos no destructivos. Sólo cuando se hayan despejado todas las dudas podrá la botella pasar al siguiente proceso (véase el anexo C).

9 INSPECCIÓN DEL CUELLO DE LA BOTELLA

9.1 Rosca interior del cuello

Se debe examinar la rosca interior del cuello de la botella para asegurarse de que:

- esté limpia y completa;
- no presente deterioro alguno;
- no tenga rebabas;
- no presente grietas;
- no presente otras imperfecciones.

Las grietas se presentan como líneas que bajan verticalmente por la rosca y a través de las caras de la rosca. No deben confundirse con las marcas de mecanizado en la rosca. Se debería prestar especial atención a la zona del fondo de la rosca.

9.2 Otras superficies del cuello

También deben examinarse las otras superficies del cuello para asegurarse de que no contienen grietas u otros defectos (véase el anexo C).

9.3 Rosca interior del cuello estropeada

En caso de que sea necesario, y con la confirmación del fabricante o persona competente de que el diseño del cuello lo permite, la rosca puede mecanizarse de nuevo con el fin de proporcionar el número adecuado de hilos efectivos. Una vez mecanizada la rosca hay que comprobar los hilos con el calibre adecuado (por ejemplo para las roscas 25E, de acuerdo a la Norma EN 629-2).

9.4 Acoplamiento del anillo del cuello y el collarín

En caso de que la botella lleve acoplado un anillo de cuello o un collarín, debe efectuarse una inspección para comprobar que esté seguro y que su rosca no esté estropeada. Los anillos de cuello sólo podrán modificarse siguiendo un procedimiento aprobado. Si se ha comprobado que se ha producido cualquier daño importante en el material de la botella por cambio del anillo del cuello o del collarín, la botella debe rechazarse. Si el anillo del cuello se ha vuelto a acoplar mediante soldeo o soldeo fuerte, la botella debe rechazarse.

10 ENSAYO DE PRESIÓN O ENSAYO ULTRASÓNICO

10.1 Generalidades

Cada una de las botellas debe someterse a un ensayo de presión o a un ensayo por ultrasonidos.

10.2 Ensayo de presión

10.2.1 Requisitos generales. Un fluido adecuado, normalmente el agua, debe utilizarse como medio al llevar a cabo el ensayo de presión. Puede consistir en un ensayo de prueba de presión (véase el apartado 10.2.2) o en un ensayo de expansión volumétrica (véase el apartado 10.2.3), según sea adecuado al diseño de la botella. Una vez decidido el uso concreto de un tipo de ensayo, el resultado debe ser definitivo. No debe intentarse pasar de un ensayo a otro. La presión de ensayo debe coincidir con la del marcado de la botella.

Debe incrementarse gradualmente la presión en la botella hasta alcanzar la presión de ensayo. La presión de ensayo de la botella debe mantenerse al menos durante 30 s con la botella aislada de la fuente de presión, durante este tiempo no debe presentarse ninguna bajada de la presión registrada ni ninguna fuga. Se deben tomar precauciones de seguridad durante el ensayo.

10.2.2 Ensayo de prueba de presión. En el anexo E se describe un método para llevar a cabo el ensayo.

NOTA – El ensayo de prueba de presión puede sustituirse por un ensayo de presión neumática siempre que se obtenga la autorización de la autoridad competente. Hay que tomar las medidas adecuadas para garantizar una operación segura y para contener cualquier energía que eventualmente pudiera escaparse, puesto que ésta es considerablemente superior a la del ensayo hidráulico.

La presión registrada en el manómetro debe permanecer constante durante un periodo de mantenimiento de presión de 30 s.

No debe aparecer ninguna fuga visible ni ninguna deformación permanente en la totalidad de la superficie de la botella. Esta comprobación puede efectuarse o bien durante los 30 s de mantenimiento de la presión o después de que la presión se haya descargado.

Cualquier botella que no satisfaga este ensayo debe rechazarse.

10.2.3 Ensayo de expansión volumétrica. El anexo F describe un método para efectuar el ensayo y explica los detalles para determinar la expansión volumétrica de las botellas de acero sin soldadura para gas ya sea por el método de camisa de agua o sin camisa de agua.

La expansión volumétrica permanente de la botella, que se expresa como un porcentaje de la expansión total a la presión de ensayo, no debe exceder el porcentaje que aparece en la especificación de diseño, después de que la botella se haya mantenido a la presión de ensayo durante un período mínimo de 30 s. Si se excede este valor de expansión permanente la botella debe rechazarse.

10.3 Ensayo ultrasónico

El ensayo ultrasónico puede reemplazar al ensayo de presión en el proceso de la inspección periódica siempre y cuando lo apruebe la persona competente. En caso de llevar a cabo el ensayo ultrasónico debe hacerse de acuerdo con el método que se explica en el anexo G.

11 INSPECCIÓN DE LA VÁLVULA

En el caso de que vuelva a ponerse en servicio una válvula (o una conexión en T, para paquetes de botellas), debe inspeccionarse para comprobar que trabaja de forma satisfactoria y garantiza la estanquidad al gas. En el anexo H aparece un ejemplo de un método adecuado.

12 OPERACIONES FINALES

12.1 Secado, limpieza y pintura

12.1.1 Secado y limpieza. Inmediatamente después de cada ensayo de presión hidráulica, el interior de cada una de las botellas debe secarse completamente mediante un sistema adecuado, a una temperatura que no supere 300 °C, de forma que no quede ninguna traza de agua libre. Debe inspeccionarse el interior de la botella para comprobar que esté seco y libre de otros contaminantes.

12.1.2 Pintura. A veces las botellas se vuelven a pintar utilizando pinturas que requieren secado en horno. También es posible aplicar nuevos recubrimientos de plástico. Las pinturas y recubrimientos deben aplicarse de forma que todos los marcados en la botella permanezcan legibles.

En ningún caso la temperatura de la botella debe superar 300 °C.

12.2 Montaje de la válvula en la botella

La válvula debe montarse en la botella utilizando un material de sellado adecuado. Debe aplicarse el par óptimo que garantice tanto la estanquidad entre la válvula y la botella como la prevención de esfuerzos excesivos en el cuello, según la Norma EN ISO 13341.

El par que se aplique debe tener en cuenta el tamaño y la forma de la rosca, el material de la válvula y el tipo de material de sellado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Cuando se permita el uso de lubricantes o materiales de sellado, sólo podrán utilizarse los aprobados para el servicio del gas de la botella, teniendo especial cuidado con el servicio con oxígeno de acuerdo con la Norma EN ISO 11114-2.

12.3 Control de la tara de la botella

Este requisito se aplica únicamente a las botellas para gases licuados. La tara de las botellas se obtiene pesándolas en una balanza cuya precisión se controle regularmente. La capacidad de la balanza debe ser adecuada al peso de la botella.

La tara debe incluir la masa de la botella, las válvulas y todos los accesorios permanentes. En el caso de que la tara de la botella difiera de la tara marcada, en un valor superior al que aparece en la tabla 1, y no sea por motivos de deterioro, la tara original debe borrarse y la tara correcta debe marcarse de forma permanente y legible de acuerdo a la Norma EN 1089-1.

Tabla 1
Desviación máxima permitida en la tara de las botellas

Capacidad de agua de la botella (V) l	Máxima desviación permitida en el peso de la tara g
$0,5 \leq V < 5,0$	± 50
$5,0 \leq V \leq 20$	± 200
> 20	± 400

12.4 Marcado

Una vez finalizados satisfactoriamente la inspección y el ensayo periódicos, cada una de las botellas debe llevar un marcado permanente de acuerdo a la Norma EN 1089-1 con la fecha del ensayo actualizada seguida del símbolo del organismo de inspección o de ensayo.

12.5 Referencia a la fecha del siguiente ensayo

La fecha del siguiente ensayo debe aparecer claramente visible mediante un método adecuado como una etiqueta o un disco colocado entre la válvula y la botella que indique la fecha de la próxima inspección o inspección y ensayos periódicos.

12.6 Identificación del contenido

Antes de volver a poner en servicio la botella, debe marcarse de acuerdo al contenido previsto (por ejemplo de acuerdo con las Normas EN 1089-2 y EN 1089-3). En caso de que se requiera pintura se deben tener en cuenta las consideraciones del apartado 12.1.2. Si se va a producir un cambio de gas de servicio deben seguirse los requisitos de la Norma EN 1795.

12.7 Registros

El organismo de ensayo debe registrar los detalles del ensayo actual y la siguiente información debe estar disponible:

- nombre del propietario;
- número de serie del fabricante o propietario;
- tara de la botella, si es el caso;
- presión de ensayo;
- resultado del ensayo (aprobada o rechazada);
- fecha del ensayo actual;
- símbolo de identificación del organismo de inspección o de ensayo;
- identificación del inspector;
- detalles de las modificaciones hechas a la botella por el inspector.

Además debe ser posible obtener los siguientes datos de información de los registros, que aunque no es necesario conservarlos en un mismo archivo, permiten la trazabilidad de cualquier botella en particular. Estos datos son:

- fabricante de la botella;
- número de serie del fabricante;
- capacidad de agua/tamaño;
- fecha del ensayo de fabricación.

13 RECHAZO Y RETIRADA DEL USO DE LAS BOTELLAS RECHAZADAS

La decisión de rechazar una botella puede tomarse en cualquier etapa de la inspección o del proceso de ensayo. Si no es posible recuperar una botella rechazada, una vez notificado el propietario, el organismo de ensayo debe ponerla fuera de servicio para que no pueda mantener gas bajo presión y por consiguiente imposibilitar el aprovechamiento de cualquiera de sus partes, especialmente la ojiva.

En caso de cualquier desacuerdo, hay que asegurarse de que las implicaciones legales de las acciones contempladas se entiendan claramente.

Pueden usarse uno o varios de los siguientes métodos para poner fuera de servicio una botella rechazada, después de asegurarse de que la botella esté vacía y de que no contiene gas (véase el capítulo 5):

- se aplasta la botella, especialmente la zona de la ojiva, utilizando medios mecánicos;
- se abre con el soplete un orificio irregular en la parte superior de la ojiva cuya superficie sea del 10% del área de la misma, en caso de que la botella tenga paredes delgadas, se perfora al menos en tres puntos;
- se corta el cuello de forma irregular;
- se corta la botella, incluida la ojiva, en dos o más piezas irregulares;
- se revienta la botella de forma segura.

ANEXO A (Informativo)

**BOTELLAS PARA GASES FABRICADAS DE ACUERDO
CON LAS REGLAMENTACIONES NACIONALES**

A.1 Objeto y campo de aplicación

Este anexo describe los controles, inspecciones y ensayos que deben llevarse a cabo con el fin de confirmar que las botellas existentes para gases, fabricadas de acuerdo con las reglamentaciones nacionales, cumplen con los requisitos de la Directiva de equipos a presión transportables (TPED) para la libre circulación y uso entre los estados de la Comunidad Europea.

Este anexo no se aplica, y por consiguiente no es necesario, a las botellas para gas fabricadas de acuerdo con las Normas EN 1964-1, prEN 1964-2 o EN 1964-3 (véase también la Directiva Europea 84/525/EEC).

A.2 Definiciones y símbolos

Π

marca oficial que exige la TPED con el fin de certificar que las botellas para gases en uso cumplen los requisitos del RID/ADR para circular en la Comunidad Europea.

A.3 Requisitos generales

A.3.1 El propietario de las botellas para gas debe comunicar al organismo de inspección los tipos y el número de botellas que va a presentar para su cualificación.

Para cada una de las botellas, para su documentación y cálculos posteriores, deben ponerse a disposición los siguientes datos:

- fabricante;
- número de serie;
- fecha de fabricación;
- reglamentación o especificación bajo la cual se fabricó la botella;
- presión de trabajo;
- presión de ensayo;
- diámetro exterior;
- espesor mínimo de la pared;
- límite elástico mínimo;
- capacidad de agua.

El organismo de inspección debe comprobar que esta lista aporta la información necesaria para definir claramente las características de la botella (véase el ejemplo del certificado del ensayo de producción en el anexo correspondiente de la Norma EN 1964, únicamente para los parámetros de la lista anterior).

A.3.2 El organismo de inspección debe comprobar que estas botellas no se encuentren en una lista nacional relacionada con la seguridad. Además, en el caso de que se aplique cualquier restricción, las botellas deben mantenerse para un uso posterior.

A.3.3 El propietario debe suministrar la información que permita al organismo de inspección comprobar que estas botellas no se usan, ni se han utilizado, en servicio con monóxido de carbono o mezclas de monóxido de carbono.

A.3.4 El organismo de inspección debe comprobar que el espesor de pared de las botellas es igual o mayor que el espesor mínimo de pared calculado de acuerdo a la parte correspondiente de la Norma EN 1964 para el límite elástico de la botella en cuestión.

A.3.5 El organismo de inspección debe verificar que las botellas previstas para uso con hidrógeno (u otro gas fragilizante) cumplen la Norma EN ISO 11114-1.

A.3.6 El organismo de inspección debe comprobar que los certificados de fabricación o los registros equivalentes estén disponibles. Si los certificados de fabricación no están disponibles, el organismo de inspección debe comprobar que se han realizado todas los ensayos pertinentes de tipo y de lote de fabricación.

A.3.7 El organismo de inspección debe llevar a cabo la inspección periódica de acuerdo con esta norma.

A.4 Requisitos específicos

Aunque no se cumplan totalmente los requisitos de los capítulos A.3.1 a A.3.6, las botellas pueden ser aprobadas siempre y cuando el organismo de inspección pueda comprobar, si es el caso, lo siguiente:

a) El organismo de inspección debe comprobar el cálculo del espesor mínimo de la pared y la base.

Todas las botellas deben someterse al ensayo ultrasónico siguiendo el método que aparece en el anexo G con el fin de verificar que el espesor mínimo de la pared y la base de cada una de las botellas es igual o mayor al espesor mínimo de la pared y la base descritos en la parte correspondiente de la Norma EN 1964 y que las botellas no presentan defectos nocivos como los descritos en el anexo C.

b) Se debe efectuar un ensayo de dureza en cada una de las botellas tal como se describe en la Norma EN 1964-1. Los resultados deben compararse con los requisitos de la especificación original, si se encuentran disponibles. Cualquier desviación importante debe registrarse y explicarse.

Cuando no se especifica el valor de dureza, hay que derivar un valor de dureza correlado mediante el método que se describe en el proyecto de Norma prEN 1964-2.

c) En el caso de las botellas de acero previstas para servicio con hidrógeno u otro gas fragilizante, además del apartado A.3.5, deben realizarse ensayos cíclicos de presión, como se describe en la Norma EN 1964-1, para cada tipo de botella. Los criterios de aceptación deben corresponder a los descritos en la Norma EN 1964-1.

d) En el caso de que una botella no se haya sometido al ensayo hidráulico correspondiente al apartado A.3.7, debe someterse al ensayo hidráulico descrito en el apartado 10.1 ó 10.2.

A.5 Marcados especiales

Una botella de gas que haya aprobado la inspección periódica sólo puede llevar el marcado II si ha satisfecho plenamente los requisitos de los capítulos A.3 o A.4, según sea el caso.

A.6 Informe de la inspección

El organismo de inspección debe preparar un informe para cada tipo de botellas.

Deben incorporarse a este informe todas las certificaciones pertinentes y los nuevos ensayos e inspecciones realizados.

ANEXO B (Normativo)

PERÍODOS DE INSPECCIÓN

Tabla B.1
Intervalos entre inspecciones y ensayos periódicos ^a

Descripción	Tipo de gas (ejemplos) _b	Intervalos normativos ^c Periodicidad años	Recomendaciones informativas para la próxima revisión del ADR Periodicidad años
Gases comprimidos	Ar, N ₂ , He, etc.	10	10
	H ₂ ^d	10	10
	Aire, O ₂	10	10
	Aire, O ₂ para respirador autónomo	^e	5
	Gases para submarinismo	^e	2,5 (visual interior) 5 (total) ^f
	CO ^g	5	5
Gases licuados	CO ₂ , N ₂ O, etc.	10	10 ^h
Gases corrosivos	ⁱ	3	3 (visual interior) 5 (total) ^k
Gases tóxicos	CH ₃ Br	5	10
Gases muy tóxicos	AsH ₃ , PH ₃ , etc.	5	5
Mezclas de gases	a) Todas las mezclas excepto las del punto b) siguiente b) Mezclas totalmente gaseosas con componentes tóxicos y/o muy tóxicos	3, 5 ó 10 años según la clasificación; 3 años para grupos TC, TFC, TOC; 5 años para grupos T, TF, TO; 10 años para grupos A, O, F.	a) El menor período de ensayo de cada componente b) Para estas mezclas, si la toxicidad de la mezcla final es tal que CL ₅₀ ≥ 200·10 ⁻⁶ en volumen, se debe aplicar un período de 10 años, y si la toxicidad de la mezcla final es tal que CL ₅₀ ≤ 200·10 ⁻⁶ en volumen, se debe aplicar un período de 5 años

^a La compatibilidad del gas que se va a cargar con las aleaciones de aluminio debe comprobarse de acuerdo a la Norma EN ISO 11114-1.

^b Esta lista de gases no es exhaustiva. Una lista completa de gases puede encontrarse en el RID/ADR.

^c Estos intervalos están de acuerdo con la edición del RID/ADR de 1999.

^d Hay que prestar especial atención a los requisitos del capítulo 5 y a posibles ensayos adicionales de acuerdo con la Norma EN 1795 para el cambio de servicio.

^e No se encuentra en la lista actual del RID/ADR.

^f En el caso de las botellas para el submarinismo, además de los ensayos completos con una periodicidad de 5 años, debe llevarse a cabo una inspección visual interior cada 2,5 años.

^g Este producto requiere un gas muy seco (véase la Norma EN ISO 11114-1).

^h Este periodo de ensayo puede utilizarse siempre que la sequedad del producto y de la botella rellena son tales que no hay agua libre, y que esta condición está probada y documentada por el sistema de calidad del relleno. Si estas condiciones no se pueden cumplir, puede ser apropiado un ensayo alternativo o más frecuente.

ⁱ En lo que al RID/ADR se refiere, la corrosión se considera en relación con los tejidos humanos y NO con el material de la botella, tal como se contempla en el anexo I.

^k En el caso de las mezclas de gases corrosivos para el material de la botella, se aplica la periodicidad de los gases corrosivos individuales.

ANEXO C (Normativo)**DESCRIPCIÓN, EVALUACIÓN DE LOS DEFECTOS Y CONDICIONES PARA EL RECHAZO
DE BOTELLAS PARA GASES DE ACERO SIN SOLDADURA
EN EL MOMENTO DE LA INSPECCIÓN VISUAL****C.1 Generalidades**

Los defectos de las botellas para gases pueden ser físicos o del material o debidos a la corrosión como resultado de las condiciones ambientales o de servicio a las que la botella haya estado sujeta durante su vida.

El objetivo del presente anexo es proporcionar unas guías generales al usuario de las botellas para gases en lo que se refiere a establecer los criterios de rechazo.

Este anexo se aplica a todas las botellas, pero aquellas que han contenido gases con características especiales pueden necesitar controles modificados.

Cualquier defecto en forma de muesca aguda puede eliminarse mediante amolado, mecanizado u otro método aprobado.

Después de una reparación de este tipo se debe volver a examinar el espesor de las paredes, por ejemplo mediante ultrasonidos.

C.2 Defectos físicos o del material

La evaluación de los defectos físicos o del material debe llevarse a cabo de acuerdo con la tabla C.1.

C.3 Corrosión**C.3.1 Generalidades**

La botella puede estar expuesta a condiciones ambientales que podrían producir corrosión en la parte exterior del metal.

También es posible que se produzca corrosión en el interior por las condiciones de servicio.

Resulta difícil presentar límites de rechazo definidos en forma de tabla para todos los tamaños y tipos de botellas y sus condiciones de servicio. Los límites de rechazo se han establecido a través de una experiencia de campo considerable.

Se requieren una gran experiencia y capacidad de juicio para evaluar si las botellas que presentan corrosión en su interior son seguras y adecuadas para volver a entrar en servicio. Es importante que la superficie del metal esté limpia de productos de corrosión antes de que se efectúe la inspección de la botella.

C.3.2 Tipos de corrosión

Todos los tipos de corrosión posible están clasificados en la tabla C.2.

Tabla C.1
Límites de rechazo relacionados con los defectos físicos y materiales del cuerpo de la botella

Tipo de defecto	Definición	Límites de rechazo de acuerdo con el capítulo 6^a	Reparar o rechazar
Saliente	Protuberancia visible en la pared de la botella	Todas las botellas con este defecto	Rechazar
Muesca	Depresión en la pared que ni penetra ni extrae metal y que su profundidad es superior al 1% del espesor de la pared de la botella	Si la profundidad excede el 3% del diámetro exterior de la pared de la botella; o Si el diámetro de la muesca es menor que 15 veces su profundidad	Rechazar Rechazar
Corte o ranura (Figura C.1)	Una impresión aguda en la pared donde se ha quitado o redistribuido el metal y cuya profundidad es superior al 5% del espesor de la pared de la botella	Cuando la profundidad del corte o ranura sea de mayor del 15% del espesor de la pared; o Cuando su longitud supere el 25% del diámetro exterior de la botella; o Cuando el espesor de la pared sea inferior al espesor mínimo de diseño	Reparar si es posible ^b Reparar si es posible ^b Rechazar
Grieta (Figura C.2)	Una fisura o brecha en el metal	Todas las botellas con estos defectos	Rechazar
Desperfectos por quemaduras (Figura C.3)	Recalentamiento excesivo general o localizado de una botella, que se presenta generalmente como: a) derretido parcial de la botella; b) distorsión de la botella c) chamuscado o quemadura de la pintura d) quemadura de la válvula, derretido de la guarda de plástico o del disco de fecha	Todas las botellas de las categorías a) y b) Todas las botellas de las categorías c) y d) pueden ser aceptables después de la inspección y/o ensayos	Rechazar Reparar si es posible
Tapón o inserto en el cuello	Inserciones adicionales ubicadas en el cuello, base o pared de la botella	Todas las botellas, a menos que pueda demostrarse claramente que forman parte del diseño aprobado	Reparar si es posible
Marcado	Marcado hecho con grámil	Todas las botellas con marcados ilegibles, modificados o incorrectos, o incorrectamente modificados	Rechazar ^c
Quemaduras de arco o soplete (Figura C.4)	Quemaduras parciales en la botella, añadido de metal de soldadura o pérdida de metal por eliminación de grietas	Todas las botellas con estos defectos	Rechazar
Marcas sospechosas	Introducidas por razones distintas al proceso de fabricación de la botella o una reparación aprobada	Todas las botellas con estos defectos	Posibilidad de continuar con el uso después de una inspección adicional
Estabilidad vertical		Todas las botellas con estos defectos	Reparar si es posible o rechazar

^a En el momento de aplicar los criterios de rechazo que aparecen en esta tabla, se deben tener en cuenta las condiciones de uso de las botellas, la gravedad del defecto y los factores de seguridad del diseño.

^b Siempre y cuando después de la reparación mediante una técnica adecuada de retirada de metal, el espesor de pared restante quede al menos igual al espesor de pared mínimo de diseño.

^c Si se puede establecer sin lugar a dudas que la botella satisface plenamente las especificaciones pertinentes, podrán aceptarse otras marcas operativas y modificadas y las marcas incorrectas pueden corregirse siempre y cuando no se presenten a confusión.

Tabla C.2
Criterios de rechazo por corrosión en la pared de la botella

Tipo de corrosión	Definición	Límites de rechazo de acuerdo con el apartado 6^a	Reparar o rechazar
Corrosión general (Figura C.5)	Pérdida de espesor de la pared en un área superior al 20% de la superficie total de la botella	Cuando la superficie original del metal ya no es reconocible o Cuando la profundidad de penetración excede el 10% del espesor original de la pared de la botella ^b o Cuando el espesor de la pared sea inferior al espesor mínimo de diseño	Reparar si es posible Reparar si es posible (se repiten los requisitos de los capítulos 6, 7 y 8) Rechazar
Corrosión local	Pérdida de espesor de la pared en un área inferior al 20% de la superficie total de la botella, excepto para los otros tipos de corrosión local que se describen más abajo	Si la profundidad de penetración excede el 20% del espesor original de la pared de la botella ^b ; o si el espesor de la pared es inferior al espesor mínimo de diseño	Reparar si es posible (se repiten los requisitos de los capítulos 6, 7 y 8)
Corrosión en cadena o corrosión lineal (Figura C.6)	Corrosión en forma de línea estrecha circunferencial o longitudinal, o cráteres u orificios aislados casi conectados entre si (Figura C.7)	Si la longitud total de la corrosión en cualquier dirección supera el diámetro de la botella y la profundidad de penetración supera el 10% del espesor original de la pared de la botella ^b	Reparar si es posible ^c
<p>^a Cuando no pueda observarse el fondo del defecto y su extensión no se pueda determinar usando un equipo adecuado, la botella debe considerarse inservible.</p> <p>^b Si la corrosión ha alcanzado los límites de profundidad y extensión, el resto del espesor de la pared debe examinarse con un dispositivo ultrasónico. Si el organismo de inspección así lo aprueba, el espesor de la pared puede ser inferior al mínimo. Por ejemplo en orificios aislados (profundidad y extensión). En el momento de aplicar los criterios de rechazo que aparecen en esta tabla, se deben tener en cuenta las condiciones de uso de las botellas, la gravedad del defecto y los factores de seguridad del diseño.</p> <p>^c Siempre y cuando después de la reparación mediante una técnica adecuada de retirada de metal, el espesor de pared restante quede al menos igual al espesor de pared mínimo de diseño.</p>			



Fig. C.1 – Corte o ranura



Fig. C.2 – Grieta

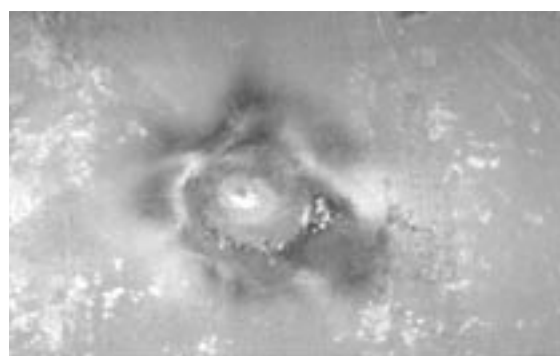


Fig. C.3 – Quemadura



Fig. C.4 – Quemadura de arco o soplete



Fig. C.5 – Corrosión general



Fig. C.6 – Corrosión lineal



Fig. C.7 – Orificios aislados

ANEXO D (Normativo)**PROCEDIMIENTO QUE DEBE ADOPTARSE EN EL CASO DE QUE SE SOSPECHE QUE LA VÁLVULA DE UNA BOTELLA ESTÉ OBSTRUIDA**

D.1 Si al abrir la válvula de una botella de gas, éste no sale y se sospecha que la botella podría aún tener gas bajo presión, hay que hacer una comprobación para asegurarse de que el paso libre a través de la válvula no esté obstruido.

El método que se elija debe ser reconocido como alguno de los que se describen a continuación o cualquier otro que ofrezca garantías de seguridad equivalentes:

- a) Para botellas de gases licuados se comprueba en primer lugar que el peso total de la botella coincide con el peso de la tara estampado en la misma. En caso de que la diferencia sea positiva, es posible que la botella contenga gas licuado bajo presión o contaminantes.
- b) Se introduce un gas inerte a una presión de hasta 5 bar y se comprueba su descarga.
- c) Se utiliza un dispositivo como el que aparece en la figura D.1 para bombear manualmente aire dentro de la botella.

D.2 Una vez comprobado que no existe obstrucción al flujo de gas en la válvula de la botella, puede retirarse la válvula.

D.3 Cuando se descubra que existe una obstrucción en el paso del gas en la válvula, la botella debe apartarse para ser sometida a la siguiente operación:

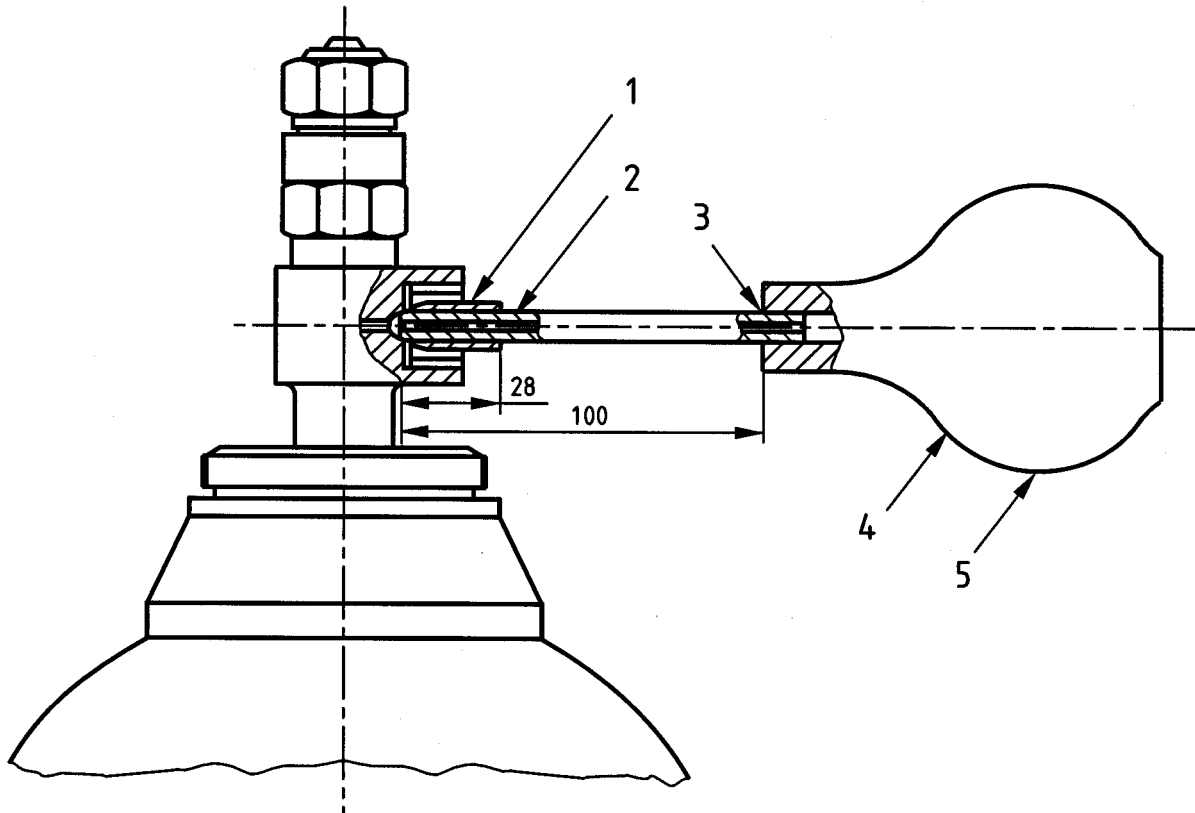
- a) Se sierra o taladra el cuerpo de la válvula hasta interceptar el paso del gas entre el vástago del cuerpo de la válvula y el asiento. Hay que suministrar refrigeración especialmente si se trata de gases tóxicos; o
- b) Se afloja o perfora el dispositivo de seguridad de forma controlada.

Estos métodos son aplicables a botellas para gases que no sean tóxicos, ni inflamables, ni oxidantes, ni CFC. Deben tomarse precauciones de seguridad adecuadas para que no se produzcan riesgos por la descarga incontrolada de cualquier gas residual.

Cuando los contenidos son tóxicos, inflamables, oxidantes o CFC, el método preferido es desenroscar la válvula dentro de una tapa estanca, segura y unida a la botella y ventilada a una descarga segura. Los principios de un dispositivo adecuado se ilustran en la figura D.2.

Estos procedimientos deben ser realizados por personal cualificado. Cuando el gas, si lo hubiera, se haya descargado y la presión dentro de la botella se haya reducido a presión atmosférica, y en el caso de gases licuados, cuando no haya escarcha o rocío en el exterior de la botella, puede retirarse la válvula.

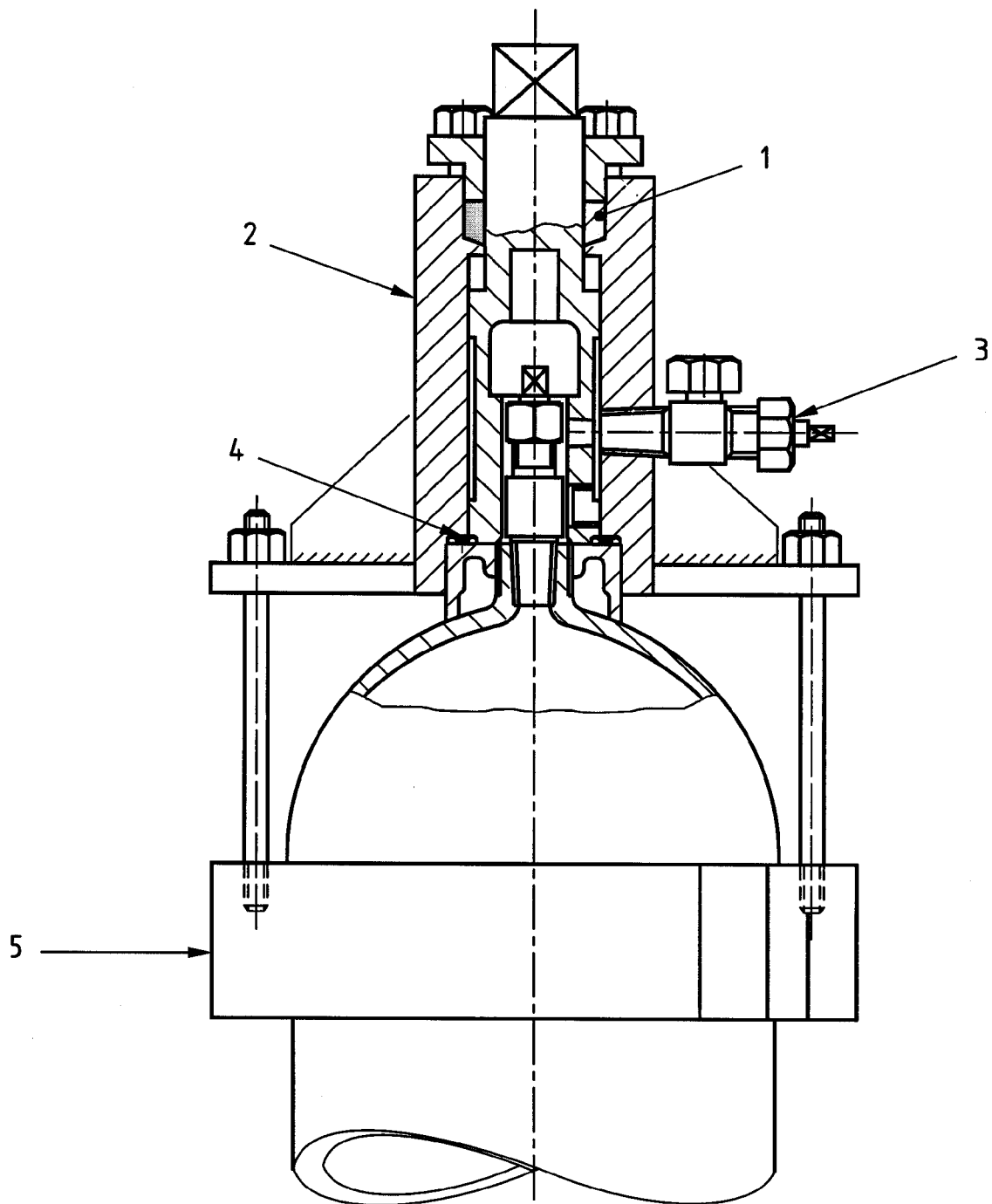
Medidas en milímetros



Leyenda

- 1 Tubo de goma (diámetro interior 8 mm x diámetro exterior 13 mm) amolado en forma de oliva y acoplado
- 2 Tubo de cobre (diámetro interior 3 mm x diámetro exterior 8 mm)
- 3 Acoplamiento
- 4 Perilla de goma
- 5 Presión manual

Fig. D.1 – Dispositivo para detectar la obstrucción de la válvula de una botella

**Leyenda**

- 1 Empaquetadura de goma
- 2 Cubierta del extractor
- 3 Válvula de control
- 4 Junta tórica
- 5 Mordaza

Fig. D.2 – Dispositivo típico para la extracción de una válvula de gas estropeada

ANEXO E (Normativo)

ENSAYO DE PRUEBA DE PRESIÓN PARA LAS BOTELLAS PARA GAS

E.1 Generalidades

Este anexo explica los detalles de un método para realizar el ensayo de prueba de presión para botellas de gas. Pueden utilizarse otros métodos aceptables.

E.2 Equipo de ensayo

E.2.1 Todas las tuberías rígidas, flexibles, las válvulas, accesorios y componentes que forman el sistema de presión del equipo de ensayo deben estar diseñados para resistir una presión de 1,5 veces la máxima presión de ensayo de cualquier botella. Las tuberías flexibles deben tener un espesor de pared suficiente para evitar una deformación visible.

E.2.2 Los manómetros deben tener al menos una precisión de clase 1, tal como se define en las Normas EN 837-1 o EN 837-3, con una escala apropiada para el ensayo de presión. Debe comprobarse su precisión con un manómetro calibrado a intervalos regulares y, en todos los casos, al menos una vez al mes. El manómetro debe elegirse de forma que la presión de ensayo esté aproximadamente entre 1/3 y 2/3 de la escala.

E.2.3 El diseño e instalación del equipo, la conexión de las botellas y los procedimientos operatorios, deben ser capaces de evitar que quede aire atrapado en el sistema cuando se utilice un medio líquido.

E.2.4 Todas las juntas del sistema deben ser estancas.

E.2.5 Hay que acoplar al equipo del ensayo un dispositivo que garantice que ninguna botella pueda recibir una presión superior a la de su correspondiente presión de ensayo por encima de las tolerancias que aparecen en el apartado E.3.3.

E.3 Método del ensayo

E.3.1 Es posible someter al ensayo a más de una botella a la vez, siempre y cuando tengan la misma presión de ensayo. En caso de fugas es necesario aislar la(s) botella(s) en la(s) que aparezcan. Las demás botellas deben someterse a un nuevo ensayo.

E.3.2 La superficie exterior de las botellas debe estar completamente seca antes de aplicarles presión.

E.3.3 La presión que se aplique no debe ser inferior a la presión de ensayo ni debe excederla en más de un 3% o 10 bar, lo que sea menor.

E.3.4 Una vez alcanzada la presión de ensayo, la botella debe aislarse de la bomba y la presión debe mantenerse durante un período mínimo de 30 s.

E.3.5 En caso de que se presente una fuga en el sistema de presión, debe corregirse y la botella debe someterse a un nuevo ensayo.

ANEXO F (Normativo)**ENSAYO DE EXPANSIÓN VOLUMÉTRICA DE LAS BOTELLAS PARA GASES****F.1 Generalidades**

Este anexo explica los dos métodos que sirven para determinar la expansión volumétrica de las botellas para gases en aleación de aluminio:

- a) el método con camisa de agua (preferido);
- b) el método sin camisa de agua.

La ensayo de expansión volumétrica siguiendo el método con camisa de agua puede llevarse a cabo con un equipo dotado con una bureta de nivelación, con una bureta fija o mediante el peso de la masa de agua desplazada.

F.2 Equipo del ensayo

Los métodos del ensayo tienen en común los siguientes requisitos:

- a) las tuberías de presión del ensayo hidráulico deben ser capaces de resistir una presión de 1,5 veces la máxima presión de ensayo para cualquier botella;
- b) las buretas de cristal deben tener la longitud suficiente para recibir la totalidad de la expansión volumétrica de la botella y diámetro interior uniforme de forma que la expansión pueda leerse con una precisión del 1% o de 0,1 ml, la que sea mayor;
- c) las balanzas deben tener una precisión del 1% o de 0,1 g, la que sea mayor;
- d) los manómetros deben tener una precisión de clase 1 con una escala adecuada a la presión del ensayo. Deben calibrarse periódicamente en todos los casos, pero al menos una vez al mes;
- e) debe utilizarse un dispositivo adecuado para asegurar que ninguna botella se someta a una presión superior a su presión de ensayo;
- f) las tuberías deberían utilizar curvas largas especialmente en los codos y los tubos bajo presión deberían ser lo más cortos posible. Las tuberías flexibles deberían ser capaces de soportar 1,5 veces la presión máxima de ensayo en el equipo y tener el suficiente espesor de pared para evitar distorsiones;
- g) todas las juntas deberían ser estancas;
- h) al instalar el equipo se debería tener especial cuidado para que no quede aire atrapado en el sistema.

F.3 Ensayo de expansión volumétrica con camisa de agua**F.3.1 Descripción general**

Este método de ensayo requiere encerrar la botella llena de agua en una camisa igualmente llena de agua. La expansión volumétrica total y cualquier expansión permanente de la botella se miden como la cantidad de agua desplazada por la expansión de la botella bajo presión y la cantidad desplazada una vez se haya retirado la presión. La expansión permanente se calcula como un porcentaje de la expansión total. La camisa de agua debería estar provista de un dispositivo de seguridad capaz de evacuar la energía que se pudiera generar en una botella que reventase a la presión de ensayo.

Se debería asegurar que la totalidad de la superficie exterior de la botella quede húmeda y sin burbujas.

Debe montarse una válvula de purga de aire en el punto más alto de la camisa.

En los apartados F.3.2 y F.3.3 se describen dos métodos para realizar el ensayo. Pueden utilizarse otros métodos siempre y cuando sean capaces de medir la expansión volumétrica total y, si la hubiera, la expansión permanente de la botella.

F.3.2 Ensayo de expansión volumétrica con camisa de agua – Método de la bureta a nivel

El equipo debe instalarse tal como aparece en la figura F.1.

Procedimiento

- a) Se llena la botella con agua y se engancha a la cubierta de la camisa de agua.
- b) Se encierra la botella en la camisa de agua de forma estanca y se llena la camisa con agua haciendo salir el aire a través de la válvula de purga.
- c) Se conecta la botella a la línea de presión. Se ajusta la bureta al nivel cero manipulando la válvula de llenado de la camisa y la válvula de drenaje. Se eleva la presión a 2/3 de la presión de ensayo, se detiene el bombeo y se cierra la válvula de alimentación de presión hidráulica. Se comprueba que la lectura de la bureta permanece constante.
- d) Se reinicia la bomba y se abre la válvula de alimentación de presión hidráulica hasta que se alcance la presión de ensayo de la botella. Se cierra la válvula de alimentación de presión hidráulica y se detiene el bombeo.
- e) Se hace descender la bureta hasta que el nivel del agua llegue a la marca 0 en el soporte de la bureta. Anote la lectura del nivel de agua en la bureta. Esta lectura representa la expansión total y debe anotarse en el certificado de ensayo.
- f) Se abre la válvula de evacuación de la línea hidráulica para liberar la presión de la botella. Se hace ascender la bureta hasta que el nivel del agua llegue a la marca 0 en el soporte. Se verifica que la presión es cero y que el nivel del agua es constante.
- g) Se anota la lectura del nivel de agua en la bureta. Esta lectura representa la expansión permanente, si existiera, y debe anotarse en el certificado de ensayo.
- h) Se comprueba que la expansión permanente, utilizando la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Expansión permanente}}{\text{Expansión total}} \times 100\% = \% \text{ Expansión permanente}$$

no sobrepasa el porcentaje dado en la especificación de diseño.

F.3.3 Ensayo de expansión volumétrica con camisa de agua – Método de la bureta fija

El equipo debería instalarse tal como aparece en la figura F.2.

Procedimiento:

El procedimiento para este método es similar al descrito en el apartado F.3.2 excepto que la bureta se mantiene fija.

- a) Se siguen los procesos a) y b) del apartado F.3.2.
- b) Se conecta la botella a la línea de presión.
- c) Se ajusta el nivel del agua a un punto de referencia. Se aplica presión hasta alcanzar la presión de ensayo y se anota la lectura de la bureta. La lectura por encima del punto de referencia corresponde a la expansión total y debe anotarse en el certificado del ensayo.
- d) Se libera la presión y se anota la lectura de la bureta. La lectura por encima del punto de referencia corresponde a la expansión permanente y debe anotarse en el certificado del ensayo.

e) Se comprueba que la expansión permanente, utilizando la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Expansión permanente}}{\text{Expansión total}} \times 100\% = \% \text{ Expansión permanente}$$

no sobrepasa el porcentaje dado en la especificación de diseño.

F.4 Ensayo de expansión volumétrica sin camisa de agua

F.4.1 Descripción general

Este método consiste en medir la cantidad de agua que pasa a la botella bajo la presión de ensayo, y después de liberar esta presión, medir el agua que retorna al manómetro. Es necesario tener en cuenta la compresibilidad del agua y el volumen de la botella sometida a ensayo con el fin de obtener la expansión volumétrica real. No se permite ninguna caída de presión en este ensayo.

El agua que se utilice debe estar limpia y no contener aire disuelto. Cualquier fuga en el circuito o la presencia de aire libre o disuelto producirá lecturas falsas.

El equipo debería instalarse tal como aparece en la figura F.3. Esta figura representa de forma esquemática las diversas partes de los aparatos. El tubo de suministro de agua debería conectarse a un tanque elevado tal como se ilustra, o a cualquier otro suministro que proporcione una altura de agua suficiente.

F.4.2 Requisitos para el ensayo

Los aparatos deben organizarse de forma tal que el aire pueda eliminarse y que puedan determinarse de forma precisa las lecturas del volumen de agua necesario para someter a presión a la botella llena y las del volumen de agua expulsado de la botella al ser despresurizada. En el caso de botellas grandes puede ser necesario aumentar el tubo de cristal con tubos de metal dispuestos en el colector.

Cuando se utilice una bomba hidráulica de efecto simple, hay que tener cuidado para asegurarse de que el pistón esté en la posición “atrás” en el momento de anotar la lectura de los niveles de agua.

F.4.3 Método de ensayo

- a) Se llena completamente la botella de agua y se determina el peso de agua requerido.
- b) Se conecta la botella a la bomba del ensayo hidráulico a través de la bobina y se comprueba que todas las válvulas están cerradas.
- c) Se llena la bomba y el circuito con agua del depósito 1 abriendo las válvulas 7, 10 y 11.
- d) Para asegurar la expulsión del aire del circuito, se cierran las válvulas de purga de aire y de derivación (*bypass*) y se aumenta la presión del circuito en aproximadamente un tercio de la presión de ensayo. Se abre la válvula de purga para evacuar el aire atrapado reduciendo la presión del circuito a cero y se vuelve a cerrar la válvula. En caso de que sea necesario, se repite esta operación.
- e) Se continúa llenando el circuito hasta que el nivel en el manómetro de cristal se sitúe aproximadamente a 300 mm del punto más alto. Se cierra la válvula de realimentación y se marca el nivel del agua con un testigo, dejando abiertas las válvulas de aislamiento y de purga de aire. Se anota la lectura del nivel.
- f) Se cierra la válvula de purga de aire. Se aumenta la presión en el sistema hasta que el manómetro registre la presión de ensayo requerida. Se para la bomba y se cierra la válvula de la línea hidráulica. Después de aproximadamente 30 s no debe haber cambios ni en el nivel del agua ni en la presión. Un cambio de nivel significa que hay fugas. Una caída de presión, en caso de que no haya fugas, significa que la botella continúa expandiéndose bajo presión.

- g) Se anota la lectura de la caída del nivel del agua en el tubo de cristal (siempre y cuando no se hayan producido fugas, toda el agua evacuada del tubo de cristal habrá sido bombeada dentro de la botella para alcanzar la presión de ensayo). La diferencia observada en el nivel de agua corresponde a la expansión volumétrica total.
- h) Se abren lentamente las válvulas hidráulicas principal y de derivación (*bypass*) para liberar la presión de la botella y permitir que el agua evacuada de esta forma regrese al tubo de cristal. El nivel del agua debe volver al nivel original marcado con el testigo. Cualquier diferencia de nivel indica la cantidad de expansión volumétrica permanente en la botella, sin tener en cuenta el efecto de la compresibilidad del agua a la presión de ensayo. La verdadera expansión volumétrica permanente en la botella se obtiene corrigiendo la compresibilidad del agua, dada por la ecuación que aparece en el apartado F.4.5.
- i) Antes de desconectar la botella del banco de ensayos se cierra la válvula de aislamiento. Esto dejará la bomba y el circuito llenos de agua para el siguiente ensayo. Sin embargo la acción d) debe repetirse en cada ensayo posterior.
- j) Cuando se haya producido expansión volumétrica permanente, se registra la temperatura del agua en la botella.

F.4.4 Resultados del ensayo

- a) Los ensayos determinan el volumen de agua necesario para presurizar la botella llena hasta la presión de ensayo.
- b) La masa total y la temperatura del agua en la botella son datos conocidos, esto permite calcular el cambio de volumen de agua en la botella debido a su compresibilidad. También se conoce el volumen de agua evacuado de la botella despresurizada. De esta forma es posible determinar la expansión volumétrica total y la expansión volumétrica permanente.
- c) La expansión volumétrica permanente no debe exceder el porcentaje dado en la especificación de diseño.

F.4.5 Cálculo de la compresibilidad del agua

La fórmula que se utiliza para calcular la reducción del volumen de agua debido a su compresibilidad es la siguiente:

$$C = WP \cdot \left(K - \frac{0,68P}{10^5} \right)$$

donde

C es la reducción del volumen de agua debido a su compresibilidad, en cm³;

W es la masa del agua, en kg;

P es la presión en bar;

K es el factor de compresibilidad para cada temperatura de acuerdo a la lista de la tabla F.1

Tabla F.1
Factor de compresibilidad, *K*

Temperatura °C	<i>K</i>	Temperatura °C	<i>K</i>	Temperatura °C	<i>K</i>
6	0,049 15	13	0,047 59	20	0,046 54
7	0,048 86	14	0,047 42	21	0,046 43
8	0,048 60	15	0,047 25	22	0,046 33
9	0,048 34	16	0,047 10	23	0,046 23
10	0,048 12	17	0,046 95	24	0,046 12
11	0,047 92	18	0,046 80	25	0,046 04
12	0,047 75	19	0,046 68	26	0,045 94

F.4.6 Ejemplo de cálculo

En el siguiente ejemplo de cálculo, no se han tenido en cuenta las tolerancias por el alargamiento de la tubería.

EJEMPLO:

Presión de ensayo = 232 bar
 Masa del agua en la botella a cero de presión efectiva = 113,8 kg
 Temperatura del agua = 15 °C

Agua forzada en la botella para
 Elevar la presión a 232 bar = 1 745 cm³ (o 1,745 kg)

Masa total de la botella a 232 bar = 113,8 kg + 1,745 kg
 = 115,545 kg

Agua expulsada de la botella para depresurizarla = 1 742 cm³

Expansión permanente = 1 745 cm³ - 1 742 cm³ = 3 cm³

De la tabla F.1 factor para 15 °C = 0,04725

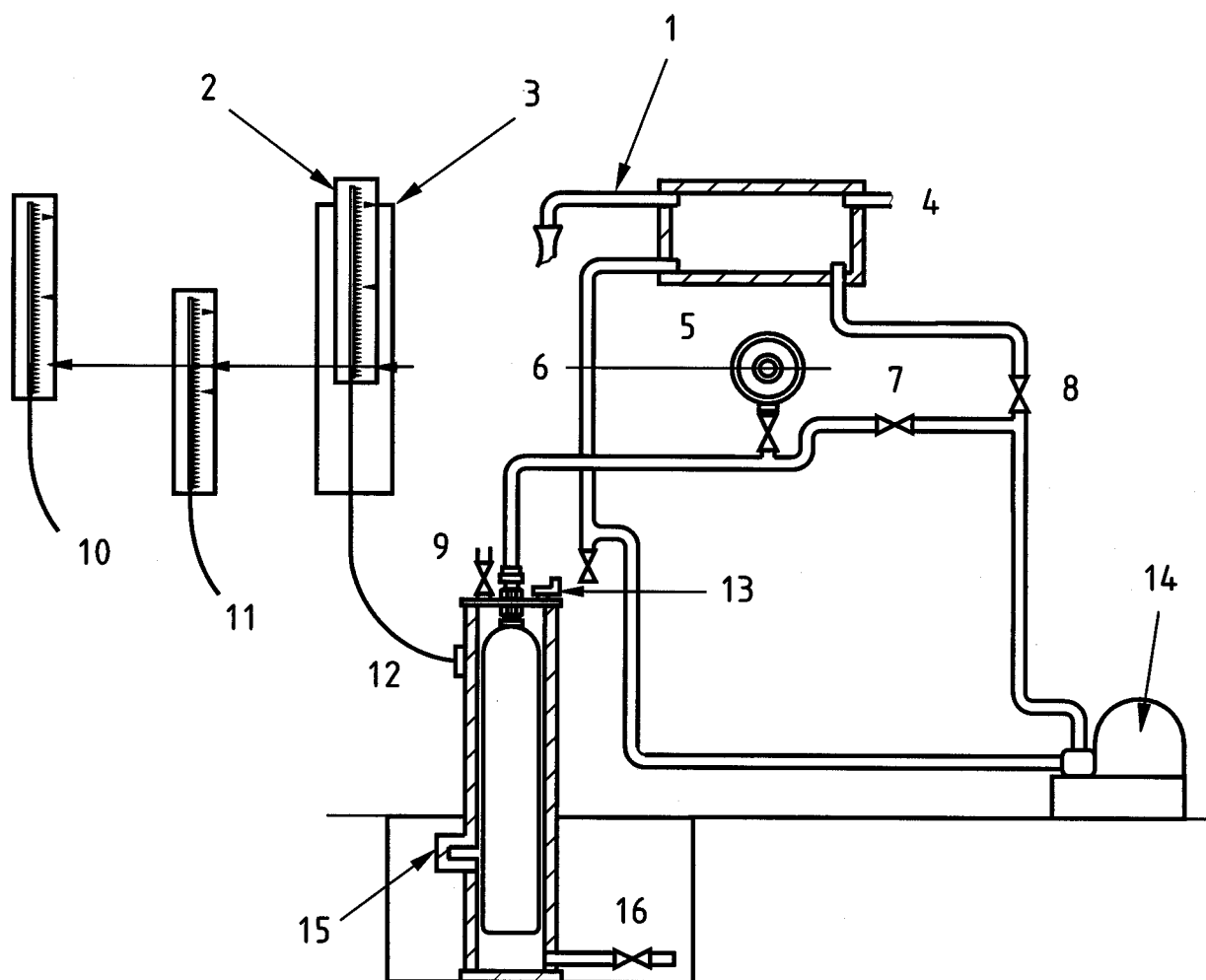
$$C = WP \cdot \left(K - \frac{0,68 P}{10^5} \right)$$

$$= 115,545 \cdot 232 \cdot \left(0,04725 - \frac{0,68 \cdot 232}{10^5} \right)$$

$$= 1 224,314 \text{ cm}^3$$

Expansión volumétrica total = 1 745 cm³ - 1 224,31 cm³ = 520,686 cm³

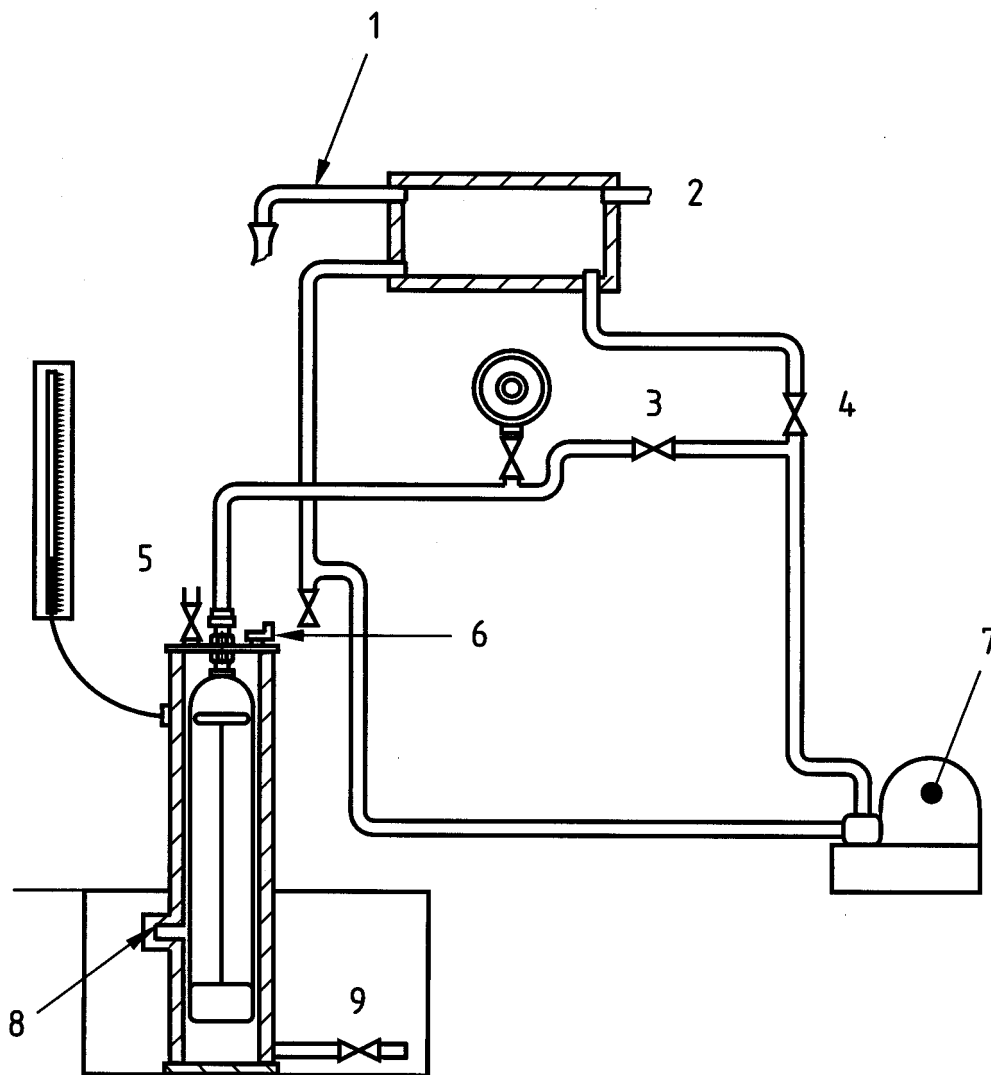
% de expansión permanente = $\frac{3 \cdot 100}{520,686} = 0,58\%$



Leyenda

- 1 Tubo de rebose
- 2 Bureta calibrada deslizando en un marco fijo
- 3 Marco fijo
- 4 Suministro de agua
- 5 Nivel de agua y nivel de mirilla
- 6 Testigo acoplado al marco fijo a nivel del agua
- 7 Válvula de la línea hidráulica
- 8 Válvula de cebado
- 9 Válvula de llenado de la camisa
- 10 Posición cuando se libera la presión: – lectura = expansión permanente
- 11 Posición a la presión de ensayo: – lectura = expansión total
- 12 Posición antes de la presurización
- 13 Válvula de purga de aire
- 14 Bomba
- 15 Dispositivo de alivio de presión
- 16 Drenaje

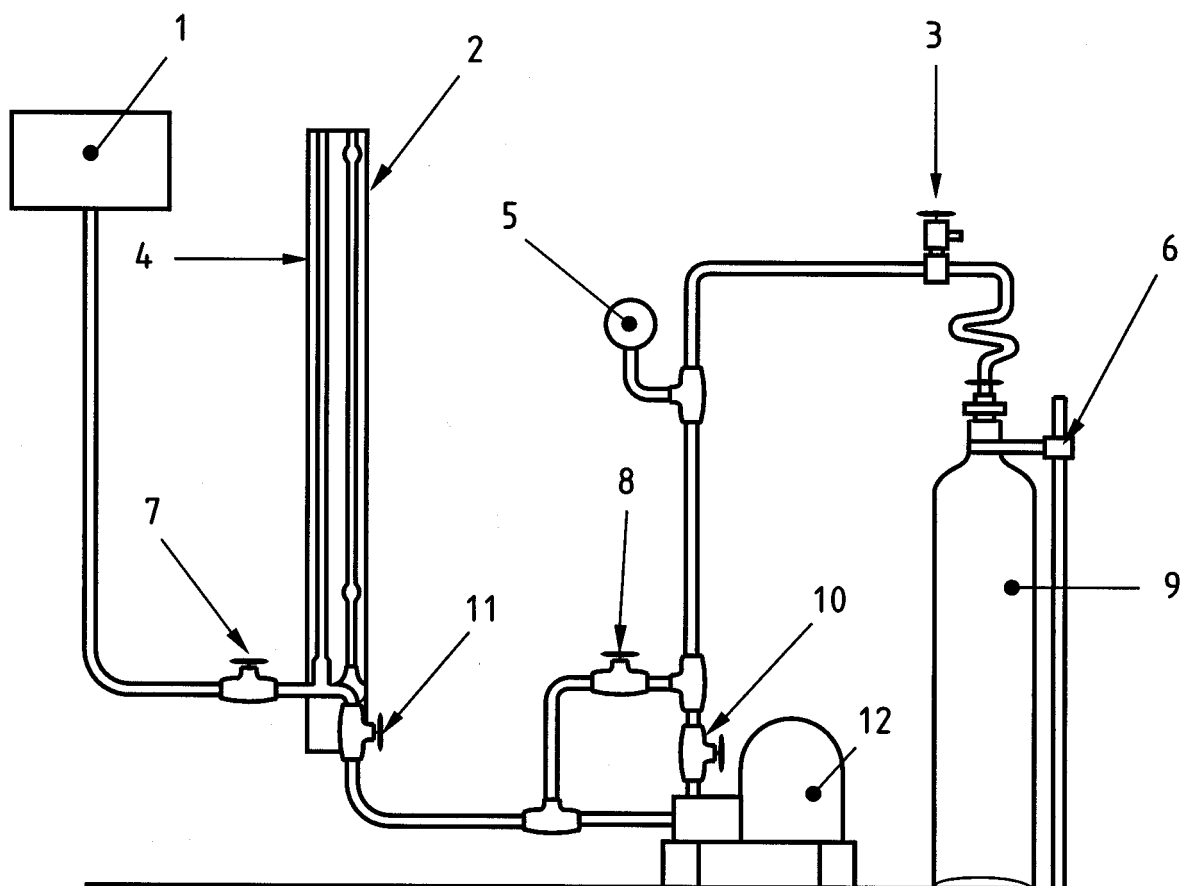
Fig. F.1 – Ensayo de expansión volumétrica con camisa de agua – Método de la bureta a nivel



Leyenda

- 1 Tubo de rebose
- 2 Suministro de agua
- 3 Válvula de la línea hidráulica
- 4 Válvula de cebado
- 5 Válvula de llenado de la camisa
- 6 Válvula de purga de aire
- 7 Bomba
- 8 Dispositivo de alivio de presión
- 9 Drenaje

Fig. F.2 – Ensayo de expansión volumétrica con camisa de agua – Método de la bureta fija



Leyenda

- 1 Tanque de alimentación
- 2 Bureta de cristal calibrada
- 3 Válvula de purga de aire
- 4 Testigo ajustable
- 5 Manómetro principal
- 6 Botella que debe sostenerse
- 7 Válvula de alimentación
- 8 Válvula de derivación (*bypass*)
- 9 Botella de ensayo
- 10 Válvula de la línea de presión hidráulica
- 11 Válvula de aislamiento de aspiración de la bomba
- 12 Bomba

Fig. F.3 – Ensayo de expansión volumétrica sin camisa de agua –
Representación esquemática de los aparatos de ensayo de la botella

ANEXO G (Normativo)**ENSAYO ULTRASÓNICO****G.1 Objetivo**

Este anexo describe el ensayo ultrasónico para botellas sin soldadura con una capacidad de agua ≥ 2 L, dentro del marco de las inspecciones periódicas. Llegando a un acuerdo con la persona competente el ensayo ultrasónico puede reemplazar al ensayo de presión descrito en el capítulo 10.

El ensayo con botellas para gas que se describe a continuación está basado en ensayos ultrasónicos en tubos de acuerdo a las Normas ISO 9305, ISO 9764 e ISO 10543. Se han tenido en cuenta las características geométricas especiales de las botellas para gases comprimidos y las condiciones límites de las inspecciones periódicas.

G.2 Requisitos**G.2.1 Generalidades**

Deben someterse al ensayo ultrasónico la parte cilíndrica de la botella, la zona de transición de la ojiva, la zona de transición de la base y las zonas críticas de la base. Para llevarla a cabo debe utilizarse un dispositivo de ensayo mecanizado (véase la figura G.1). Cuando dicho dispositivo no sea capaz de efectuar esta inspección en la parte cilíndrica exterior, debe realizarse un examen manual complementario.

Cuando se sospeche que una botella está estropeada por fuego o calor, no debe someterse al ensayo ultrasónico.

G.2.2 Equipo de ensayo

La instalación debe estar compuesta de al menos 5 sondas ultrasónicas ordenadas de forma adecuada (véase por ejemplo la figura G.2) para barrer la totalidad de la superficie de la parte cilíndrica de la botella, incluidas las partes de transición adyacentes a la ojiva y la base.

La disposición descrita anteriormente es un ejemplo. Pueden utilizarse otras configuraciones siempre y cuando las sondas estén dispuestas de forma que los defectos longitudinales o transversales detectados puedan localizarse desde dos lados opuestos.

Debe utilizarse el método de control ecográfico para detectar defectos y medir el espesor de la pared de forma ultrasónica. Las técnicas de ensayo utilizadas pueden ser del tipo de contacto o de inmersión (véase la figura G.3).

La pared de la botella debe inspeccionarse utilizando sondas ultrasónicas (ondas transversales, con un ángulo de refracción de aproximadamente 45°), un diámetro de la sonda inferior a 15 mm y una frecuencia de operación de 2 MHz a 10 MHz. El examen debe cubrir los defectos longitudinales en los dos sentidos circunferenciales (horario y antihorario), y los defectos transversales en los dos sentidos longitudinales (hacia adelante y hacia atrás).

La medición del espesor de pared debe inspeccionarse utilizando una sonda normal (con un ángulo de refracción 0°), un diámetro de la sonda inferior a 15 mm y una frecuencia de operación de 2 MHz a 10 MHz. La tolerancia de la medida de la pared debe ser del orden de $\pm 0,1$ mm.

Las botellas que se van a someter al ensayo y la unidad de búsqueda con las sondas deben desplazarse con un movimiento de rotación y de translación relativos entre sí de forma que se pueda realizar un barrido en hélice de la botella. Las velocidades de rotación y translación deben ser constantes con una tolerancia de $\pm 10\%$. (véase también el apartado G.4.1).

El sistema de control del ensayo ultrasónico debe incluir una pantalla. La instalación debe contar con una alarma automática en cada sonda que produzca una señal acústica y visual automática cuando se registre una señal de fallo (defecto o espesor de pared por debajo de lo normal). Es deseable, pero no necesario, que la alarma permita hacer una distinción entre una señal para un fallo del interior y uno del exterior (véase la figura G.5.1).

El equipo debe revisarse de forma regular, al menos siguiendo las recomendaciones de su fabricante, para garantizar que se mantiene su precisión. Se deben conservar registros de las inspecciones.

G.2.3 Unidad ultrasónica manual

Los requisitos establecidos en el apartado G.2.2 se deben aplicar para la elección de sondas y el mantenimiento de la unidad.

G.2.4 Botellas

Las superficies interior y exterior de cualquier botella que se vaya a someter al ensayo ultrasónico deben estar en condiciones adecuadas para la precisión y reproducibilidad de los ensayos. En especial la superficie exterior no debe tener óxido, pintura suelta, suciedad o aceite. Un ensayo ultrasónico es válido únicamente cuando las señales acústicas producidas por la superficie se encuentran al menos 50% por debajo de la señal de referencia correspondiente.

G.2.5 Personal

El funcionamiento del equipo y la supervisión de las operaciones sólo deben llevarse a cabo por personal cualificado y con la experiencia suficiente. El encargado del ensayo debe poseer un certificado de nivel 1 según la Norma EN 473 para ensayos ultrasónicos. El organismo de ensayo debe tener un supervisor cualificado de nivel 2, como mínimo, según la Norma EN 473 para ensayos ultrasónicos.

G.3 Calibración

G.3.1 Generalidades

Para la calibración de los controles de defectos y medición del espesor de las paredes mediante ensayos ultrasónicos, debe utilizarse una muestra de calibración con muescas. Debe prepararse una muestra lo suficientemente larga de una botella con un diámetro, espesor de pared, acabado de superficie y material (mismo rango de composición química y propiedades mecánicas) iguales a los de la botella que se va a someter al ensayo.

G.3.2 Detección de defectos

Para el control manual o mecánico de los defectos, son necesarias cuatro muescas rectangulares como muescas de referencia en la muestra de calibración (véase la figura G.4):

- una muesca interior en dirección longitudinal;
- una muesca interior en dirección transversal;
- una muesca exterior en dirección longitudinal;
- una muesca exterior en dirección transversal;

con las siguientes medidas en todos los casos:

- longitud L : 50 mm;
- profundidad D : $(5 \pm 0,75)\%$ del espesor nominal de la pared S ;
- ancho W : $\leq 2 D$.

Las muescas pueden hacerse mediante erosión eléctrica o aserrado. Las esquinas del fondo de cada muesca pueden redondearse. Las muescas deben estar ubicadas de forma que no interfieran con otro defecto de la muestra. Se deben verificar la forma y dimensiones de la muestra estándar.

Durante el primer paso del proceso de calibración debe ajustarse el equipo del ensayo ultrasónico de forma que bajo las condiciones del ensayo produzca una señal de alarma cuando los ecos ultrasónicos de las muescas de referencia excedan el nivel de alarma [véase la figura G.5 a)]. Esta sensibilidad se toma como la sensibilidad básica.

Durante el segundo paso del proceso de calibración la sensibilidad básica debe cambiarse a una sensibilidad de ensayo tal que:

- a) Para ensayar botellas de gas (salvo las del punto c siguiente) la sensibilidad ultrasónica debe disminuirse desde la básica en 2 dB [véase la figura G.5 b)].
- b) Para botellas de acero en servicio con hidrógeno la sensibilidad según el punto a anterior sólo debe utilizarse si la botella se ha inspeccionado por ultrasonidos previamente, y se ha verificado que es adecuada para el servicio con hidrógeno. Para otras botellas para hidrógeno, véase el punto c siguiente.
- c) Para ensayar botellas en las que el gas de servicio puede producir condiciones bajo las cuales pueden aparecer grietas por corrosión bajo tensión, la sensibilidad ultrasónica debe incrementarse en al menos 6 dB sobre la básica [véase la figura G.5 b)].

G.3.3 Espesor de la pared

Para calibrar la medida del espesor de la pared manual y mecánicamente, debe utilizarse una zona de la muestra cuyo espesor exacto se conozca.

El espesor mínimo de la pared de la botella definido en el ensayo de tipo se toma como nivel de alarma en la unidad de evaluación del dispositivo ultrasónico de medida de espesor de la pared.

G.3.4 Intervalo de calibración

El equipo para el ensayo ultrasónico debe calibrarse al menos al comienzo y final de cada turno. Si durante la comprobación no puede detectarse la presencia de la muesca de referencia correspondiente, todas las botellas sometidas al ensayo posteriormente a la última calibración aceptable, deben volver a someterse al ensayo y el equipo debe volver a calibrarse.

G.4 Ejecución del ensayo

G.4.1 Detección de defectos en la parte cilíndrica mediante la instalación mecánica

Deben someterse al ensayo, utilizando un dispositivo mecánico, la parte cilíndrica y las partes de transición de la ojiva y de la base de la botella, con el fin de buscar defectos longitudinales o transversales.

Debe sincronizarse la velocidad de rotación de la botella y la frecuencia de repetición de los impulsos de las sondas de forma que la distancia de desplazamiento de cada sonda, en sentido circunferencial, entre dos impulsos sucesivos de ensayo sea inferior a 1 mm.

Deben sincronizarse la velocidad de rotación y de desplazamiento axial observadas durante el ensayo de forma que el paso de la hélice sea menor que el diámetro de una sonda (debe garantizarse al menos un 10% de solape) y corresponde al haz eficaz para garantizar un 100% de cobertura.

G.4.2 Detección de defectos en los extremos mediante ensayos manuales

Deben comprobarse atentamente las áreas críticas de los extremos, especialmente las zonas de transición de las bases cóncavas. La extensión del ensayo depende del tipo de base, la posición de las zonas críticas, la forma de los posibles defectos, la accesibilidad a la superficie del ensayo (en el caso de los anillos de pie) y de la rugosidad de la superficie exterior. La figura G.6 ilustra la forma como debe efectuarse el ensayo para las condiciones anteriormente mencionadas.

G.4.3 Medición mecánica del espesor de la pared

Debe examinarse el 100% de la parte cilíndrica utilizando una sonda normal.

G.4.4 Medición manual del espesor de la pared

Deben examinarse la zona de transición de la base y la base misma utilizando una sonda ultrasónica normal, en caso de que no se haya hecho ya utilizando dispositivos mecánicos.

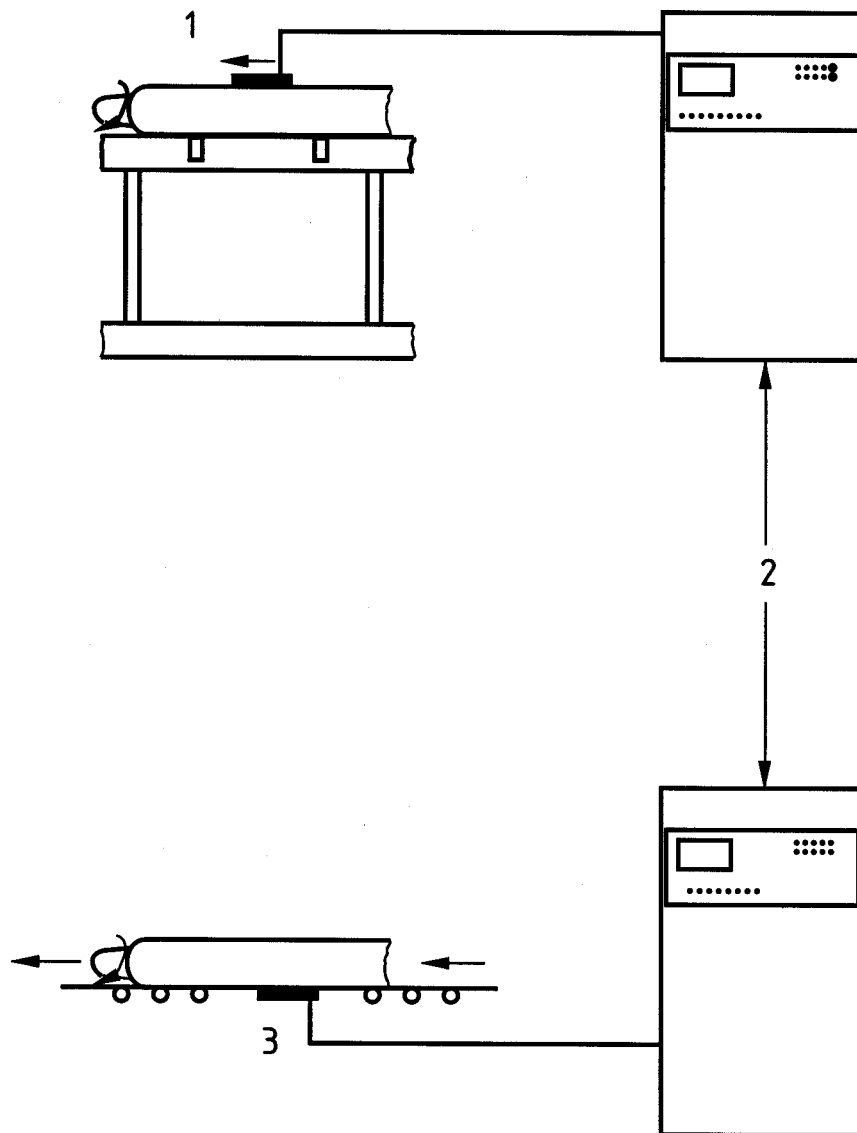
G.5 Interpretación de los resultados

Las botellas ensayadas con una sensibilidad según los apartados G.3.2 y G.3.3 que no hayan producido señales de defectos superiores al nivel de alarma, deben considerarse aprobadas. Cuando se haya detectado una señal superior al nivel de alarma de (defecto o espesor de la pared por debajo del mínimo, véase la figura G.7) la botella de evaluarse nuevamente con relación a los límites de rechazo del defecto de acuerdo con el anexo C.

G.6 Registros

Además de los registros requeridos en el apartado 12.7, se debe registrar la siguiente información:

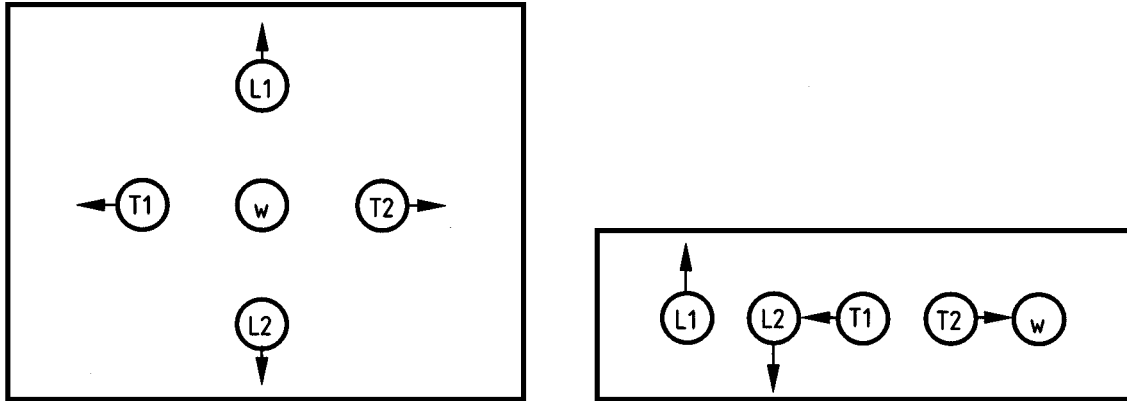
- a) identificación del equipo ultrasónico utilizado;
- b) símbolo del ensayo ultrasónico, por ejemplo UT (*ultrasonic testing*);
- c) los resultados del ensayo. En caso de que haya sido necesaria una re-evaluación después de la detección de un defecto de acuerdo al anexo C, debe registrarse la base de la misma.



Leyenda

- 1 Sondas UT en movimiento
- 2 Equipo de ensayo ultrasónico
- 3 Botella en movimiento

Fig. G.1 – Dos tipos de dispositivos para el ensayo ultrasónico de botellas de gas (diagrama)



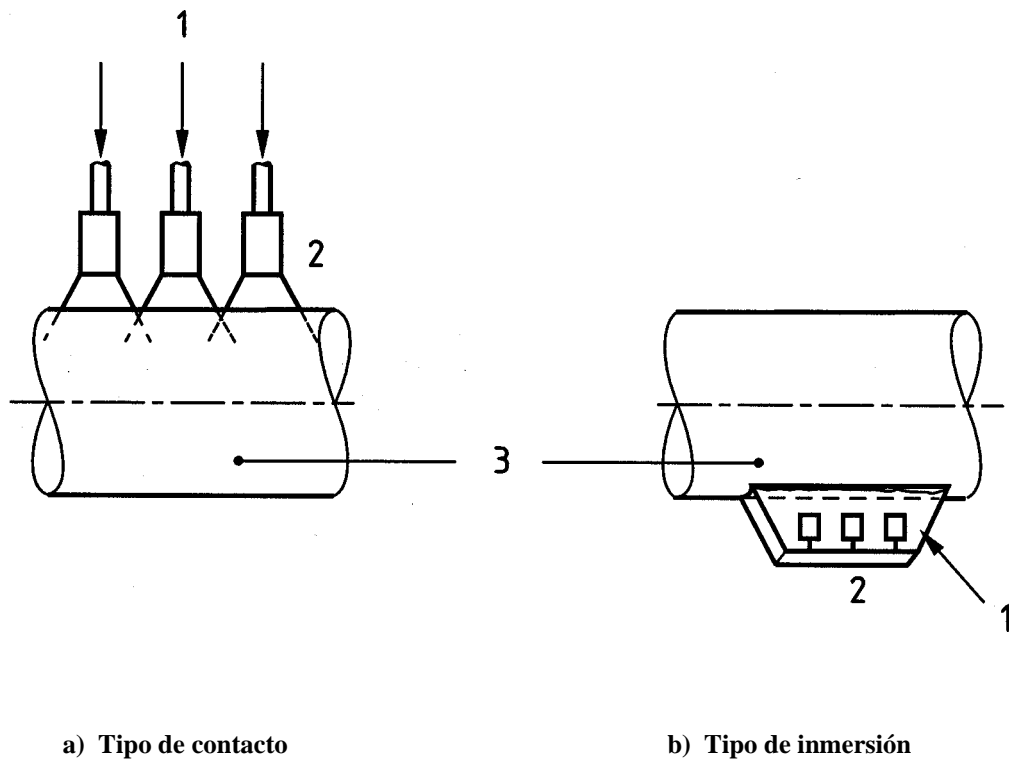
Leyenda

L1, L2 Sondas longitudinales

T1, T2 Sondas transversales

W Sonda para medir el espesor de la pared

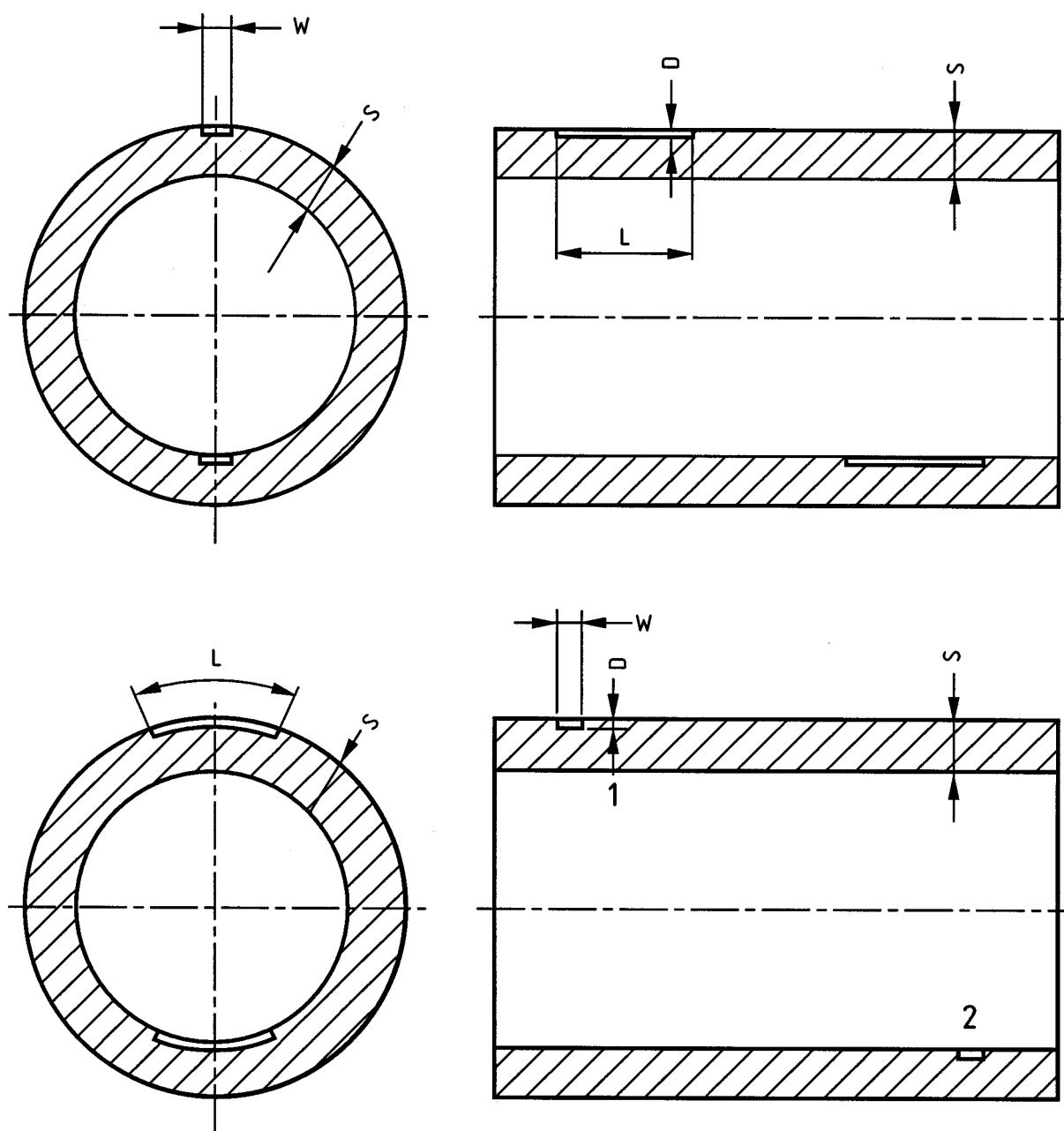
Fig. G.2 – Disposición de las sondas (ejemplos)



Leyenda

- 1 Agua
- 2 Sondas
- 3 Botella

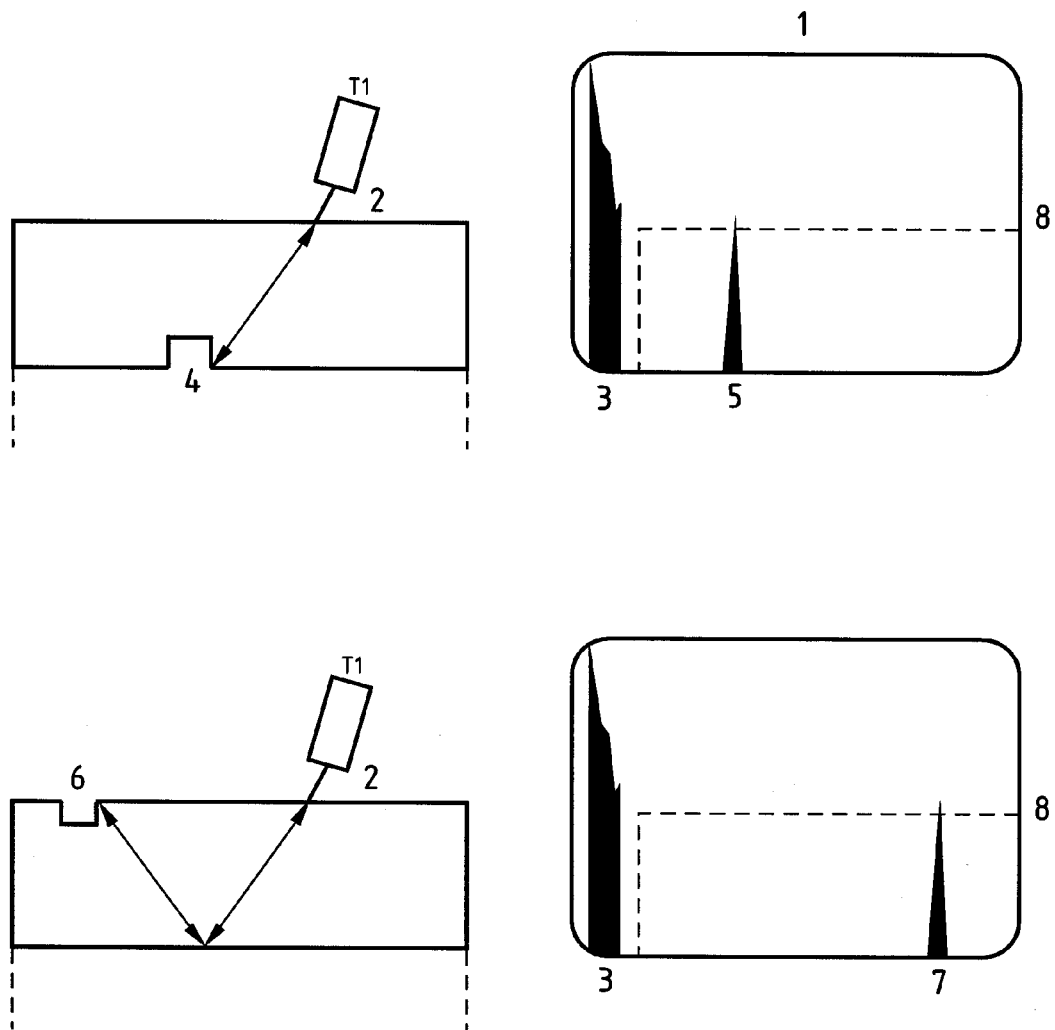
Fig. G.3 – Técnicas de acoplamiento



Leyenda

- 1 Muesca exterior
- 2 Muesca interior
- L Longitud de las muescas: 50 mm
- D Profundidad de las muescas: $(5 \pm 0,75)\% S$
- W Ancho : $\leq 2 D$
- S Espesor nominal de la pared

Fig. G.4 – Muecas de referencia de acuerdo a G.3.2



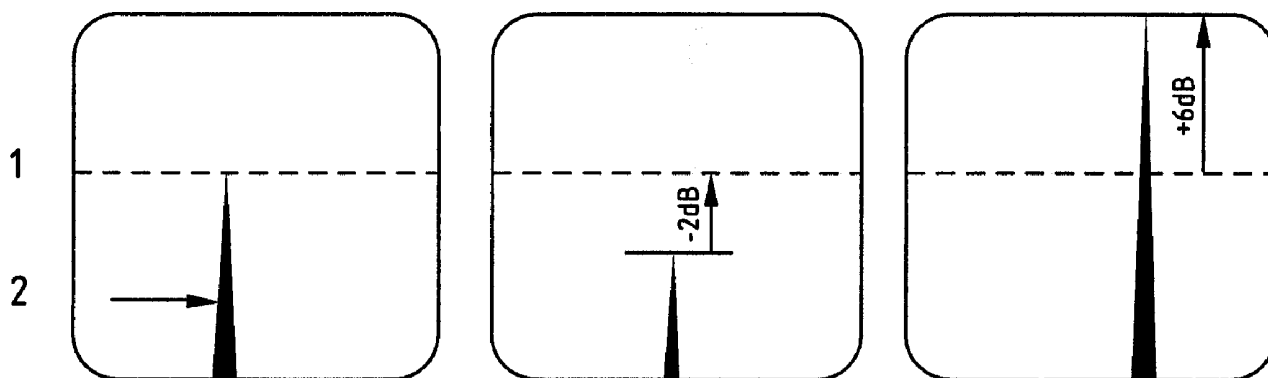
a) Muestra de calibración – Muesca interior de referencia en dirección transversal

b) Muestra de calibración – Muesca exterior de referencia en dirección transversal

Leyenda

- 1 Pantalla
- 2 Pared de la muestra de calibración
- 3 Detección de la señal UT de la pared de la muestra
- 4 Muesca interior de referencia
- 5 Detección de la señal UT de la muesca interior de referencia
- 6 Muesca exterior de referencia
- 7 Detección de la señal UT de la muesca exterior de referencia
- 8 Nivel de alarma

Fig. G.5 a) – Procedimiento de calibración, paso 1: Comprobación de la sensibilidad básica



a) Sensibilidad básica de acuerdo al apartado G.3.2

b) Sensibilidad de ensayo de acuerdo al apartado G.3.2 a) y b)

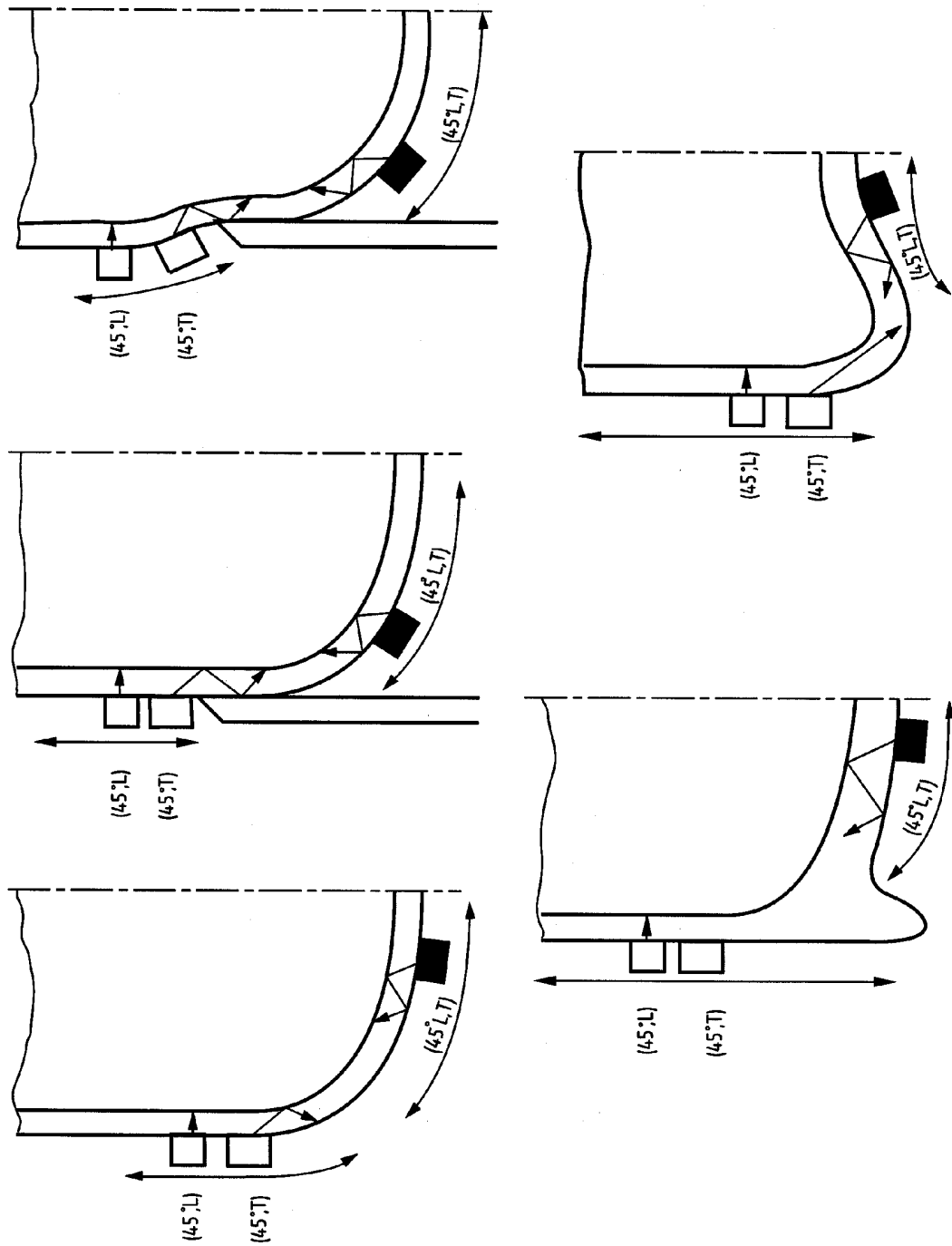
c) Sensibilidad de ensayo de acuerdo al apartado G.3.2 c)

Leyenda

1 Nivel de alarma

2 Señal de la muesca de referencia

Fig. G.5 b) – Procedimiento de calibración, paso 2: Establecimiento de la sensibilidad de control



Leyenda

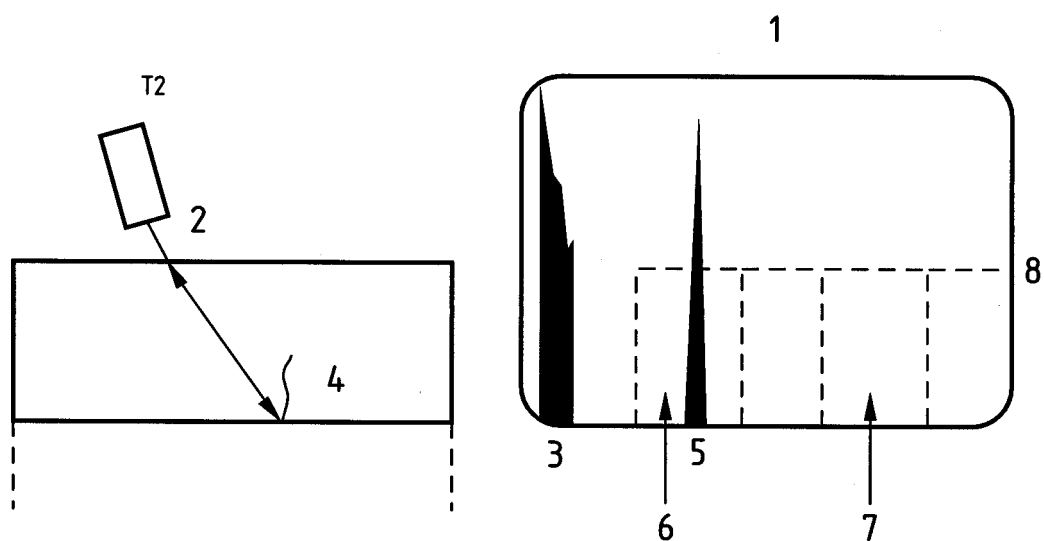
L longitudinal del fondo de la botella de acuerdo a su forma

T transversal del fondo de la botella de acuerdo a su forma

■ = manual (práctica común)

□ = mecánico (práctica común)

Fig. G.6 – Detección de defectos



Leyenda

- 1 Pantalla
- 2 Pared de la botella
- 3 Señal UT de la pared de la botella
- 4 Grieta en la superficie interior
- 5 Señal UT de la grieta
- 6 Región de señales de las grietas en la superficie interior
- 7 Región de señales de las grietas en la superficie exterior
- 8 Nivel de alarma

Fig. G.7 – Detección de grietas en dirección transversal (ejemplo)

ANEXO H (Informativo)**INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS VÁLVULAS Y SUS CONEXIONES:
PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS**

Se examinan todas las roscas para verificar que su diámetro, forma, longitud y conicidad sean correctos.

En el caso de que las roscas presenten signos de distorsión, deformación o rebabas, se rectifican estos fallos. Los desperfectos mayores de las roscas o la deformación seria del cuerpo de la válvula, el volante, el vástago u otros componentes, son motivos de reemplazo.

El mantenimiento de la válvula incluye la limpieza general acompañada del cambio de elastómeros y componentes gastados o estropeados y de las guarniciones y dispositivos de seguridad cuando sea necesario.

Cuando se permita el uso de lubricantes o elastómeros, se utilizan los aprobados para el servicio con el gas, especialmente para el servicio con gases oxidantes.

Después de volver a montar la válvula se comprueba que no presente fugas y que funcione correctamente.

Esto se puede hacer antes de volver a montar la válvula en la botella, o durante y después de la primera carga de gas posterior a la inspección y ensayos de la botella.

NOTA – Una información más detallada acerca del mantenimiento de las válvulas se incluye en la siguiente norma, actualmente en preparación:

“Botellas para el transporte de gas – Inspección y mantenimiento de válvulas en el momento de la inspección periódica de botellas para gases” (prEN 14189).

ANEXO I (Informativo)

LISTA DE LOS GASES DE USO COMÚN CORROSIVOS PARA LOS MATERIALES DE LAS BOTELLAS

Nombre del gas	Fórmula química	Clasificación ADR
Tricloruro de boro	BCl_3	2 TC
Trifluoruro de boro	BF_3	1 TC
Cloro	Cl_2	2 TC
Diclorosilano	SiH_2Cl_2	2 TFC
Flúor	F_2	1 TOC
Ácido bromhídrico	HBr	2 TC
Ácido clorhídrico	HCl	2 TC
Ácido cianhídrico	HCN	Clase 6.1
Ácido fluorhídrico	HF	Clase 8
Ácido iodhídrico	HI	2 TC
Bromuro de metilo	$\text{CH}_3\text{Br}(\text{R40B1})$	2 T
Óxido nítrico	NO	1 TOC
Dióxido de nitrógeno	N_2O_4	2 TOC
Fosgeno	COCl_2	2 TC
Tetracloruro de silicio	SiCl_4	Clase 8
Tetrafluoruro de silicio	SiF_4	1 TC
Tetrafluoruro de azufre	SF_4	2 TC
Triclorosilano	SiHCl_3	Clase 4.3
Hexafluoruro de wolframio	WF_6	2 TC
Bromuro de vinilo	$\text{CH}_2:\text{CHBr}(\text{R1140B1})$	2 F
Cloruro de vinilo	$\text{CH}_2:\text{CHCl}(\text{R1140})$	2 F
Fluoruro de vinilo	$\text{CH}_2:\text{CHF}(\text{R1141})$	2 F
<p>NOTA 1 – Estos gases en estado puro se reconocen como potencialmente corrosivos para acero de baja aleación en la Norma EN ISO11114-1 (véanse los grupos 4,6, 8, 9, 10 y 11).</p> <p>NOTA 2 – Las mezclas que contienen estos gases no se consideran corrosivas.</p>		

BIBLIOGRAFÍA

EN 583-1 – *Ensayos no destructivos. Examen por ultrasonidos. Parte 1: Principios generales.*

EN 849 – *Botellas para el transporte de gas. Válvulas de botellas. Especificaciones y ensayos de tipo.*

EN 1089-2 – *Botellas para el transporte de gas. Identificación de las botellas de gas (excepto de GLP). Parte 3: Etiquetas de precaución.*

EN 1089-3 – *Botellas para el transporte de gas. Identificación de las botellas de gas. Parte 3: Código de colores.*

ISO 6506 – *Materiales metálicos. Ensayo de dureza Brinell.*

ISO 9303 – *Tubos de acero sin soldadura y soldados (excepto al arco sumergido) para servicios bajo presión. Ensayos ultrasónicos sobre toda la circunferencia para la detección de defectos longitudinales.*

ISO 9305 – *Tubos de acero sin soldadura para servicios bajo presión. Ensayos ultrasónicos sobre toda la circunferencia para la detección de defectos transversales.*

ISO 9764 – *Tubos de acero soldados por resistencia eléctrica y por inducción para servicios bajo presión. Ensayo ultrasónico del cordón de soldadura para la detección de defectos longitudinales.*

ISO 10543 – *Tubos de acero sin soldadura y soldados laminados en caliente para servicios bajo presión. Ensayos ultrasónicos sobre toda la circunferencia para comprobar el espesor.*

Directiva del Consejo 1999/36/EC del 29 de abril de 1999 sobre equipos a presión transportables (TPED).

Directiva del Consejo 84/527/EEC del 17 de septiembre de 1984 sobre la aproximación de las leyes de los Estados Miembros con relación a las botellas para gases soldadas en acero sin aleación.

ADR Acuerdo europeo con relación al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera.

RID Reglamento internacional con relación al transporte internacional de mercancías peligrosas por tren.

ANEXO NACIONAL

Las normas que se relacionan a continuación, citadas en esta norma europea, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los siguientes códigos:

Norma Europea o Internacional	Norma UNE
EN 473:2000	UNE-EN 473:2001
EN 583-1:1998	UNE-EN 583-1:1999
EN 629-2:1996	UNE-EN 629-2:1997
EN 837-1:1996 + AC:1998	UNE-EN 837-1:1997
EN 837-3:1996	UNE-EN 837-3:1997
EN 849:1996	UNE-EN 849:1997
EN 1089-1:1996	UNE-EN 1089-1:1997
EN 1089-2:1996	UNE-EN 1089-2:1997
EN 1089-3:1997 + AC:1997	UNE-EN 1089-3:1997
EN 1795:1997	UNE-EN 1795:1999
EN 1964-1:1999 + AC:1999	UNE-EN 1964-1:1999
EN 1964-3:2000	UNE-EN 1964-3:2000
EN ISO 1114-1:1997	UNE-EN ISO 1114-1:1998
EN ISO 1114-2:2000	UNE-EN ISO 1114-2:2001
EN ISO 13341:1997 + AC:1998	UNE-EN ISO 13341:1999
ISO 6506-1:1999	UNE-EN ISO 6506-1:2000
ISO 6506-2:1999	UNE-EN ISO 6506-2:2000
ISO 6506-3:1999	UNE-EN ISO 6506-3:1999

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A CENTRO DE BUCEO PUERTO JAVEA CBCV