

R. 6959
MI - 6194

I. T. 8126

Pedro Soria García-Ramos

***ANALISIS E INVESTIGACION
DE LAS CARACTERISTICAS TECNICAS DE
LOS COMPONENTES EN LAS INSTALACIONES
FIJAS DE HALON***

Avila, octubre de 1988

**MAPFRE
CENTRO
DE
DOCUMENTACION**



fundación
MAPFRE

ITSEMAP FUEGO, S.A.
Instituto Tecnológico de Seguridad MAPFRE

Beca Fundación MAPFRE

INFORME FINAL

Resumen

El presente informe resultado de un trabajo de investigación patrocinado por la FUNDACION MAPFRE, bajo los auspicios de ITSEMAP FUEGO, desarrolla soluciones posibles para las características técnicas de los componentes en las instalaciones fijas de halón que utilizan, en la mayoría de los casos, el halón 1301.

En un primer término se describen, a modo de introducción a este agente extintor, las situaciones en las que resulta un agente necesario o eficaz, los tipos de sistemas atendiendo a diversos criterios y nociones generales a tener en cuenta el diseño y cálculo de una instalación.

En el capítulo 4 se describen especificaciones generales de los componentes de este tipo de instalaciones, de la detección y actuación del sistema y de los componentes de la instalación propiamente dicha, tales como recipientes, válvulas con sus accesorios y mecanismo de disparo, tubería y difusores, recomendando una serie de ensayos para aquellos componentes exclusivos de este tipo de instalaciones, como son válvulas y difusores.

Consecuencia del efecto nocivo de los derivados cloro fluoro carbonados sobre la capa de ozono de la estratósfera, se impone una racionalización en la aplicación, diseño y pruebas de las instalaciones, proponiéndose soluciones y líneas de investigación para reducir aquél.

Posteriormente se describe el local de ensayo, el equipo a ensayar y el programa de cálculo empleado, procediendo a continuación a mostrar los resultados obtenidos en el cálculo empírico de la longitud equivalente de la válvula y el coeficiente de descarga del difusor. Se incluyen los cálculos realizados por el programa de cálculo y registros obtenidos en el ensayo.

Como anexos se adjuntan detalles del equipo ensayado, tablas y gráficos necesarios para el cálculo y una descripción detallada de los procedimientos de ensayo, incluyendo tareas, materiales y equipos necesarios, para la determinación de la longitud equivalente del conjunto tubo sonda-válvula-manguera flexible y del coeficiente de descarga de los difusores.

I N D I C E

	<u>Página</u>
<u>INTRODUCCION</u>	4
1. <u>SISTEMAS DE HALON. UTILIZACION</u>	5
2. <u>TIPOS DE SISTEMAS</u>	6
2.1. <u>SEGUN EL HALON UTILIZADO</u>	6
2.1.1. Halón 1301	6
2.1.2. Halón 1211	6
2.2. <u>SEGUN EL MODO DE APLICACION</u>	6
2.2.1. Sistemas de inundación total	6
2.2.2. Sistemas de aplicación local	7
2.2.3. Sistemas especializados	7
2.3. <u>SEGUN EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO</u>	7
2.3.1. Sistema de almacenamiento centralizado	8
2.3.2. Instalación modular	8
3. <u>DISEÑO Y CALCULO. GENERALIDADES</u>	8
4. <u>COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FIJOS DE EXTINCION POR HALON 1301: Especificaciones</u>	9
4.1. <u>DETECCION Y ACTUACION</u>	9
4.1.1. Detección automática	9
4.1.2. Actuación	9
4.1.3. Supervisión	11
4.1.4. Alarmas e indicadores de operación	11
4.2. <u>ALMACENAMIENTO</u>	11
4.2.1. Disposición	11
4.2.2. Botellones de almacenamiento	12

	<u>Página</u>
4.3. VALVULAS	13
4.3.1. General	13
4.3.2. Exigencias	16
4.3.3. Ensayos	19
4.4. TUBERIA Y UNIONES	23
4.4.1. Disposición e instalación	23
4.4.2. Tubería	23
4.4.3. Uniones y accesorios	24
4.5. DESCARGA: DIFUSORES	26
4.5.1. General	26
4.5.2. Exigencias	26
4.5.3. Ensayos	28
5. <u>CONTROL DE LAS EMISIONES DE HALON</u>	30
5.1. ELECCION DEL SISTEMA	31
5.2. DISEÑO Y MONTAJE	31
5.3. INSPECCION Y PRUEBA	31
5.4. AGENTES DE ENSAYO. SUSTITUTIVOS	33
5.5. TECNICAS DE PRESURIZACION POR VENTILADOR	34
6. <u>LOCAL DE ENSAYO E INSTRUMENTACION</u>	35
7. <u>INSTALACION</u>	35
8. <u>EL PROGRAMA HALCALC</u>	35
8.1. INSTRODUCCION DE DATOS	36
8.2. CALCULO	36
8.3. RESULTADO DE LOS CALCULOS	36

Página

9.	<u>RESULTADO DE LOS ENSAYOS</u>	37
9.1.	LONGITUD EQUIVALENTE DE LA VALVULA	37
9.2.	COEFICIENTE DE DESCARGA	37
10.	<u>CONCLUSIONES</u>	45
	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	46
	<u>ANEXOS: I. DETALLES DE LA INSTALACION</u>	47
	II. TABLAS Y GRAFICOS	53
	III. PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO	64

INTRODUCCION

Profesionales de la protección contra incendios coinciden en señalar que las instalaciones fijas de halón existentes en España presentan, en gran número, deficiencias que son, o podrían ser, causantes de fallos en la extinción, o de descargas accidentales.

Por ello, se hacía necesario un estudio que determinase las características fundamentales que deben cumplir las instalaciones, para lograr cumplir su función, atendiendo a la calidad y a la fiabilidad.

Quiero agradecer sinceramente a FUNDACION MAPFRE su labor como promotor y patrocinador de este trabajo; a ITSEMAP FUEGO y a todo su personal, la posibilidad de desarrollarlo en dicho centro y el apoyo, tanto técnico como personal, que de ellos he recibido; al CENTRO DE DOCUMENTACION DE ITSEMAP, su inestimable colaboración en la búsqueda y actualización bibliográfica; a ITSEMAP IBERICA y a su personal las recomendaciones y comentarios recibidos; a GINGE-KERR, la aportación, tanto del equipo de ensayo y del programa de cálculo, como importantes consejos a tener en cuenta en el ensayo de componentes, y a LPG HALON SYSTEMS y a ATOCHEM sus sugerencias en las líneas de investigación y documentación.

1. SISTEMAS DE HALON. UTILIZACION

Instalaciones de halón son aquellas que utilizan para la extinción o control del incendio hidrocarburos halogenados.

Su acción extintora se debe a la interferencia en el proceso de combustión de los radicales formados en la descomposición de halón.

Los sistemas de halón se utilizan en los siguientes tipos de riesgo:

- a) Cuando se requiere un agente limpio.
- b) Cuando existen circuitos eléctricos o electrónicos con corriente.
- c) Para gases o líquidos inflamables.
- d) Para sólidos inflamables de combustión superficial, tales como los termoplásticos.
- e) Cuando el riesgo se presenta en objetos o instalaciones para procesos industriales de gran valor.
- f) Cuando el espacio protegido está normal o frecuentemente ocupado por personas.
- g) Cuando existe una limitación del agua disponible o del espacio para la instalación de sistemas de otros agentes.

Sin embargo, es ineficaz ante algunos tipos de materiales combustibles:

- a) Combustibles que contienen su propio agente oxidante, tales como la pólvora, nitrocelulosa, propulsantes para cohete, etc.
- b) Materiales reactivos tales como sodio, potasio, aleación eutéctica de NaK, etc.
- c) Hidruros metálicos tales como hidruro de litio.

Es de tener en cuenta también el elevado precio del agente extintor a la hora de su elección, y la necesidad de que el local a inundar pueda dejarse en condiciones de mínima ventilación.

2. TIPOS DE SISTEMAS

Atendiendo a diversos factores pueden establecerse las siguientes clasificaciones de los sistemas:

2.1. SEGUN EL HALON UTILIZADO

2.1.1. Halón 1301 (Br C F₃)

Este hidrocarburo halogenado presenta, entre otras, las siguientes características:

- * Baja toxicidad, debido a la alta presencia de flúor que atenúa el efecto tóxico del bromo. Debido a esta propiedad lo hace apropiado para su uso en espacios ocupados.
- * Gran volatilidad y difusibilidad, debido a su relativamente bajo peso molecular.

Debido a estas propiedades es utilizado en sistemas, como más tarde veremos, de inundación total.

2.1.2. Halón 1211 (Br C Cl F₂)

Frente al halón 1301 presenta las siguientes propiedades:

- * Mayor toxicidad, aunque no letal a las concentraciones usuales, debido a la sustitución de flúor por cloro.
- * Menor volatilidad y difusibilidad al tener mayor peso molecular.

Por ello, es fundamentalmente empleado en equipos portátiles y de aplicación local donde interesa que el halón no se difunda, sino cubra la superficie incendiada a extinguir y, por tanto, tiene menor efecto para aquellas personas que se encontraran en la zona.

2.2. SEGUN EL MODO DE APLICACION

2.2.1. Sistemas de inundación total

Estos sistemas se utilizan para proteger recintos total o parcialmente cerrados, descargando el halón al mismo, lo que proporciona una concentración uniforme del agente en todo el espacio.

Son los más utilizados, estando limitados en su diseño por los siguientes factores:

- a) Máximo número de cilindros por colector.
- b) Diámetro y longitud máxima y mínima de las tuberías.
- c) Dimensiones máximas y mínimas y número de codos, conexiones en T y tuberías de descarga.
- d) Volumen de contenedores, densidad de llenado y nivel de sobrepresurización con nitrógeno.

Como antes se mencionó, estos sistemas usan mayoritariamente halón 1301 por su baja toxicidad, baja densidad y alta volatilidad.

2.2.2. Sistemas de aplicación local

Efectúan la extinción rodeando al objeto incendiado con una concentración elevada de halón.

Es usado en aplicaciones en las que o bien no es necesario o bien no es eficaz o posible la inundación total.

El halón 1211 es muy apto para este tipo de sistemas, debido a su menor volatilidad, junto con la elevada densidad de líquido, que permite pulverizarlo como líquido y lanzarlo sobre la zona incendiada en mayor extensión de lo que es posible con otros agentes gaseosos.

2.2.3. Sistemas especializados

Estos sistemas emplean indistintamente halón 1301 y 1211.

Se incluyen aquí los sistemas para barquillas de los motores de aviación, automóviles de carreras, vehículos militares, etc.

Se llaman especializados porque sólo pueden aplicarse contra el riesgo específico para el que han sido proyectados.

2.3. SEGUN EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Es una subdivisión del sistema de inundación total.

2.3.1. Sistema de almacenamiento centralizado

Los contenedores se reúnen en un solo punto, y se distribuyen las boquillas de descarga por medio de una red de tuberías.

El estudio posterior se centrará en este tipo de sistemas.

2.3.2. Instalación modular

Constan de contenedores simples conectados a una tobera de descarga, generalmente sin tuberías.

Los conjuntos contenedor-tobera se distribuyen por todo el espacio y se interconectan eléctricamente.

Una instalación de este tipo es más sencilla en el diseño y menos costosa pero los gastos de mantenimiento son mayores, siendo de destacar la no conveniencia de su elección cuando se requiera más de un recipiente al multiplicarse la posibilidad de fallo en algún mecanismo de disparo.

3. DISEÑO Y CALCULO. GENERALIDADES

Los principales puntos a tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de inundación total de halón son los siguientes:

- a) Definición del riesgo, incluyendo dimensiones, configuración, volúmenes, temperaturas, nivel de ocupación, ventilación, etc.
- b) Establecimiento de una concentración de cálculo mínima basada en los materiales combustibles presentes.
- c) Cálculo de la cantidad mínima de agente necesario para alcanzar los niveles de concentración en función del volumen neto máximo, temperatura mínima y las pérdidas por ventilación.
- d) Cálculo de la concentración máxima para el volumen neto mínimo y temperatura máxima. No debe sobrepasar los niveles máximos establecidos para el nivel de ocupación de personal.
- e) Selección del depósito de almacenamiento basada en la cantidad calculada y las dimensiones normalizadas de los depósitos.
- f) Caudal mínimo para tiempo máximo. Suele ser de 10 s pero lo puede fijar el proyectista en un tiempo menor.
- g) Determinación del número, dimensiones y emplazamiento de los difusores, así como el diámetro de las tuberías.

4. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS FIJOS DE EXTINCION POR HALON 1301: Especificaciones

Lo incluido en este capítulo es de aplicación tanto a sistemas centralizados como a sistemas modulares, en la parte que a cada uno concierna.

4.1. DETECCION Y ACTUACION

4.1.1. Detección automática

Se usará detección automática en todos los sistemas.

La detección automática se instalará con método aprobado por la autoridad competente que sea capaz de detectar rápidamente calor, llama, humo, vapores de combustible o una condición anormal que sea causa probable de fuego, tal como un problema de proceso.

Los dispositivos de detección automática deberán seleccionarse e interconectarse del tal manera que suministren una operación rápida y fiable, a la vez que minimicen la posibilidad de una descarga accidental.

Es de reseñar que un sistema de detectores instalado al máximo espaciado aprobado para un sistema de alarma de incendio puede resultar en un retraso excesivo en la descarga de halón 1301, especialmente cuando se requiere la activación de más de un detector previa a la actuación del sistema.

Se usará una fuente de energía primaria y una reserva para un mínimo de 24 horas para el funcionamiento de la detección, señalización, control y actuación del sistema.

4.1.2. Actuación

Los dispositivos de actuación incluyen los sistemas de disparo de válvulas de halón 1301, controles de descarga y equipo de desconexión, todo lo cual es necesario para una actuación con éxito del sistema.

No es conveniente la existencia de interruptores para el corte previo a la descarga. Estos, de existir, estarán diseñados de tal manera, que requieran una presión manual constante. No permitirán que el sistema quede interrumpido sin la presencia de persona alguna. En cualquier caso, los accionamientos manuales, normal y/o de emergencia invalidarán el efecto de aquéllos. El accionamiento del interruptor de corte deberá indicarse tanto de forma visual como sonora en el riesgo y en la central.

Las demoras en la descarga solo se utilizarán cuando se necesiten para la evacuación del personal en caso de tener concentraciones de diseño superiores al 7%, o para preparar el recinto a inundar para la descarga. Nunca se usarán para la verificación de un elemento de detección antes de la actuación automática.

Se usará siempre actuación automática salvo que, siendo aceptado o exigido por la autoridad competente, pueda usarse únicamente actuación manual. Algunas causas que pueden motivar esta excepción pueden ser riesgos para el personal, una reacción no deseable o un incremento en el riesgo.

Existirá siempre un dispositivo de disparo manual, preferentemente mecánico.

Los dispositivos se situarán, instalarán y protegerán adecuadamente, de tal manera, que no estén expuestos a daños mecánicos, químicos o de cualquier otro tipo.

El control manual normal para la actuación se localizará de modo que sea accesible conveniente y fácilmente en todo momento, incluido el momento del incendio. Este control causará la operación completa del sistema en su modo normal.

Los controles manuales no requerirán una fuerza mayor de 175 N ni un desplazamiento mayor de 350 mm para asegurar la operación del sistema.

Los dispositivos de operación manual se señalarán de tal manera que sea posible rápida y fácilmente identificar el riesgo al que protegen.

Cuando se use la presión del gas del sistema o botellones piloto como medio de disparo de los restantes, la relación suministro/descarga se diseñará para el accionamiento de los demás recipientes.

Todos los dispositivos para el corte de equipos complementarios se considerarán parte integrante del sistema y funcionarán con la operación del mismo.

4.1.3. Supervisión

Todos los sistemas automáticos deben estar supervisados especialmente donde las posibles pérdidas a causa de un retraso en la actuación puedan ser altas o donde los sistemas de control o detección son tan amplios y complejos que no pueden ser inspeccionados fácilmente, visualmente o de otro modo.

Cuando se dote al sistema de supervisión se dispondrá de tal manera que proporcione una indicación inmediata del fallo. La extensión y tipo de supervisión será aprobada por la autoridad competente.

4.1.4. Alarmas e indicadores de operación

Las alarmas o los indicadores, o ambos, se usan para señalar la operación del sistema, peligros para el personal o fallo del cualquier dispositivo supervisado. El tipo (audible, visual u olfativa), número y localización de los dispositivos debe ser tal que cumpla satisfactoriamente su propósito.

La actuación del sistema se indicará al menos, mediante una alarma audible dentro del recinto a proteger y por una indicación visible, fuera del local y cerca de las salidas. La indicación visible se mantendrá hasta que sea apagada manualmente.

4.2. ALMACENAMIENTO

4.2.1. Disposición

Los botellones de almacenamiento y sus accesorios se localizarán y dispondrán de tal manera que se facilite la inspección, pruebas, recarga y mantenimiento, y que la interrupción de la protección, en caso de ser necesaria, sea mínima.

Los botellones de almacenamiento se situarán lo más cerca posible del riesgo o riesgos que protejan, pero no expuestos a la acción del fuego, de manera que es deseable mantener las prestaciones del sistema.

El local debe tener ventilación o aberturas suficientes para evacuar la presión en caso de descarga accidental dentro del local de botellones.

Los botellones de almacenamiento no se expondrán a condiciones ambientales severas o a agresiones mecánicas, químicas o de otro tipo. Cuando se esperen tales circunstancias, los botellones se protegerán con cubiertas o defensas adecuadas.

Tanto el suministro primario como el de reserva, de existir, estarán permanentemente conectados para permitir un intercambio fácil, excepto donde la autoridad competente permita una reserva aislada.

Cuando haya una batería de botellones con colector se montará en un bastidor que sea capaz de permitir el servicio individual y el pesado el contenido de agente.

Se le dotará de mecanismos automáticos para prevenir la pérdida de agente desde el colector si se actúa el sistema con alguno de los botellones desmontado para su mantenimiento.

4.2.2. Botellones de almacenamiento

El suministro de halón 1301 se almacenará en botellones diseñados para contener halón 1301 en forma líquida a 55 °C o al límite máximo de temperatura controlado.

No se cargarán a una densidad mayor de 1125 kg/m².

Los botellones se sobrepresurizarán con nitrógeno seco (contenido de humedad no mayor de 0,005% vol/vol) hasta 25 bar o 42 bar medido a 20 °C.

Los botellones de almacenamiento se dotarán con un dispositivo fiable para determinar la presión. Este indicará la variación de la presión con la temperatura.

Los botellones se marcarán clara y permanentemente con el tipo y cantidad de agente contenido en su interior, junto con el grado de sobrepresurización.

Los botellones de halón 1301 usados en estos sistemas deben construirse de acuerdo a la Instrucción Técnica Complementaria MIE AP7 del Reglamento de aparatos a presión.

Los botellones se secarán exhaustivamente antes del llenado, especialmente después de la prueba hidrostática.

NOTA: Una fuente posible de contaminación sería la presencia de agua libre en el botellón antes del llenado con halón 1301.

En los sistemas de botellones múltiples, todos los que suministran a un mismo colector para la distribución de halón 1301 serán intercambiables y de un mismo tamaño y carga.

Las temperaturas de almacenamiento no serán superiores a 55 °C ni inferiores a - 30 °C, a menos que el sistema se haya proyectado para un funcionamiento satisfactorio fuera de este rango.

4.3. VALVULAS

4.3.1. General

En los sistemas de halón, y para su distribución, se utilizan dos tipos de válvulas.

- Válvula principal, cuyo accionamiento permite la salida del agente del botellón.
- Válvula direccional, que distribuye el halón a una zona u otra caso de ser varios los riesgos protegidos con una sola batería de botellones.

En ambos casos, las características fundamentales que determinan su aptitud son:

- Mecanismo de disparo.
- Geometría.
- Estanqueidad.
- Accesorios.

4.3.1.1. Mecanismo de disparo

Las características que deben cumplir son:

- Rápidez en la apertura.
- Fiabilidad.
- Invulnerabilidad de sus características con el paso del tiempo y las condiciones ambientales, o determinación de su vida para proceder a su renovación.

Actualmente se emplean dos tipos de actuadores automáticos.

- a) Actuador pirotécnico, mediante un explosor activado eléctricamente.

Tiene como ventaja el permitir un diseño más sencillo de la válvula, por lo que resulta más barata pero, por el contrario presenta graves inconvenientes.

- La vida del explosor es limitada, es decir, pierde su capacidad de operación con el tiempo, por lo que deben ser reemplazados periódicamente, con las molestias que conlleva y la dificultad de determinar la frecuencia óptima.
- La única manera de verificar su funcionamiento es mediante su explosión, por lo que se hace imposible la prueba de cada unidad, debiendo limitarse a muestreos en lotes de producción, que no aseguran la ausencia de explosores "defectuosos".

b) Actuador neumático, provocando la apertura de la válvula mediante la presión del sistema, ya sea del propio botellón, de uno piloto o de la tubería en el caso de válvulas direccionales, que actúa sobre un pistón de mayor diámetro que el plato de la válvula de cierre.

El paso del halon que acciona la válvula se realiza eléctricamente mediante una válvula solenoide, operada bien automáticamente a través de la central de detección o manualmente con un pulsador de disparo.

En algún diseño de válvula es posible la actuación manual que, mediante un mecanismo de percutor, permite el paso del halón hacia el pistón antes citado.

Este sistema tiene como ventaja, frente a los actuadores pirotécnicos la capacidad de ser probado su funcionamiento y el permanecer sus características prácticas inalterables con el paso del tiempo.

c) Actuador manual mecánico, que provoca la apertura de la válvula mediante una leva excéntrica o una rueda giratoria.

4.3.1.2. Geometría

Es conveniente que la geometría de la válvula sea tal que proporcione la mayor capacidad de descarga posible.

Esta se cuantifica con la determinación de la longitud equivalente de la tubería a la que va a ir conectada la válvula, necesario para el diseño de las instalaciones.

Para el caso de las válvulas principales la longitud equivalente debe incluir el tubo sonda y la manguera flexible.

4.3.1.3. Estanqueidad

Las válvulas de los botellones deben proporcionar la estanqueidad necesaria para evitar fugas sin bloquear los mecanismos de disparo a lo largo de la vida de aquéllas.

Se pueden usar muchos elastómeros para la fabricación de juntas adecuadas al contacto con halón 1301. Sin embargo, deben elegirse aquellos con un porcentaje de extracción positivo y una elongación tan baja como sea posible.

La siguiente tabla da los porcentajes de elongación y variación de peso para algunos elastómeros en contacto con halón 1301 líquido.

MATERIAL	% ELONGACION	VAR. EN PESO %/
Poliuretano	0	0,6
Silicona SL 100	- 1,2	- 1,7
Fluorosilicona 85 F 56	0	0
Poliamida DA 65	3	2,5
Etileno propileno	0	- 0,8
Estireno SBR	0,4	- 0,8
Nitrilo 20% acrilo	- 1,2	0,2
Nitrilo 30% acrilo	1,6	- 1,4
Nitrilo 40% acrilo	0,8	1,4
Butilo BU 652	2,5	7
Caucho natural	- 2,5	- 4,2
Cloropreno	- 2,4	- 4

Por tanto, los materiales más adecuados son las fluorosiliconas, poliuretano, nitrilos y cauchos fútilicos.

4.3.1.4. Accesorios

Las válvulas de los botellones tendrán incorporados:

- un manómetro que indique la presión interior.
- un presostato que dé señal a la central de supervisión del descenso de la presión.
- un mecanismo de disparo manual, preferentemente mecánico.
- mecanismo de disparo automático.
- disco de ruptura que, en caso de un aumento excesivo de la presión, descargue el halón.

4.3.2. Exigencias

4.3.2.1. Exigencias de corrosión

Las válvulas, incluidos los mecanismos de disparo, operarán satisfactoriamente después de ensayarlas con el método de ensayo de 4.3.3.2. Donde existan condiciones de corrosión severas, se dotará de protección especial.

4.3.2.2. Cierres elastoméricos

Aquellos cierres elastoméricos que estén en contacto con halón 1301 serán de neopreno WRT, neopreno GNA, butadieno/acronitrilo (Buna N), polisulfuro, polietileno clorosulfurado, butadieno/estireno (Buna S), caucho natural u otro material capaz de resistir el contacto permanente con halón 1301 líquido sin degradación.

4.3.2.3. Exigencias de presión

4.3.2.3.1. Presión estática

El cuerpo de la válvula no se romperá ni componente interno alguno fallará cuando se ensaye de acuerdo con el método de 4.3.3.3.

4.3.2.3.2. Presión de operación

La válvula operará satisfactoriamente y no se producirán pérdidas por la salida cuando se pruebe de acuerdo con el método de ensayo de 4.3.3.4.

4.3.2.4. Exigencias de fugas

4.3.2.4.1. Temperatura ambiente

Todo conjunto válvula-botella acondicionado a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ no permitirá, cuando se ensaye de acuerdo al método expuesto en 4.3.3.5., una pérdida anual mayor del 0,5% de la mayor carga para la que esté diseñado el conjunto botella-válvula, ni una pérdida de presión anual mayor de 1% entre dos mediciones consecutivas cualesquiera.

4.3.2.4.2. Temperatura elevada

Todo conjunto válvula-botella, acondicionado a $55 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ no permitirá, cuando se ensaye de acuerdo al método expuesto en 4.3.3.6. una pérdida anual mayor del 1% de la mayor carga para la que esté diseñado el conjunto botella-válvula, ni una pérdida de presión mayor de 2% anual.

4.3.2.5. Fiabilidad operacional

4.3.2.5.1. Una válvula, incluidos los componentes asociados de control, cuando, se ensaye de acuerdo con el método de 4.3.3.7. no dejará de abrir inmediata y completamente ni demostrar fallo alguno en el mecanismo de disparo mecánico. De cualquier manera, se pueden usar otros ensayos y/o medidas para asegurar la fiabilidad operacional de la válvula y sus mecanismos asociados de control si la Autoridad competente lo acepta.

4.3.2.5.2. Las válvulas operadas por dispositivo pirotécnico se diseñarán de tal manera que retengan cualquier corte o viruta en el cuerpo de la válvula.

4.3.2.6. Exigencias de ciclo de temperatura

Un conjunto válvula-botellón será capaz, cuando se ensaye de acuerdo con el método expuesto en 4.3.3.8., de resistir dos cambios de temperatura entre 55 °C y - 30 °C sin producir una pérdida excesiva ni dañar el funcionamiento de la válvula.

Una vez completado el ciclo, la pérdida neta de agente no será mayor del 0,5%. Un fallo de la válvula al ser operada en la última parte del método de ensayo constituirá un fallo en el mismo.

4.3.2.7. Exigencias de vibración

El conjunto de la válvula y el botellón más pequeño, incluidos los mecanismos asociados de control y bastidor de montaje del botellón, cuando se ensaya de acuerdo con el método de ensayo de 4.3.3.9., no mostrarán fallo estructural alguno de cualquiera de los componentes, ni presentará una pérdida en peso neto mayor del 0,5%, la válvula no fallará y abrirá inmediata y completamente.

4.3.2.8. Exigencias de flujo (Determinación de la longitud equivalente del conjunto botellón-válvula)

Las válvulas, incluidos el tubo sonda y las conexiones de manguitos flexibles, estarán taradas, para determinar las características de flujo, en términos de longitud equivalente de tubería del tamaño para el que se ha diseñado la válvula. Esto se determina por medio del ensayo descrito en 4.3.3.10.

4.3.3. Ensayos

4.3.3.1. General

Los ensayos de válvulas pueden ser realizadas usando la válvula en el botellón más pequeño en el que sea posible.

4.3.3.2. Ensayo de corrosión

Someta el conjunto válvula-botellón a ensayo de acuerdo con ISO 3.768 durante un período de 240 h. Opere la válvula usando el mecanismo de disparo.

NOTA: Este ensayo no es representativo de todos los ambientes y deberían considerarse exigencias especiales.

4.3.3.3. Ensayo de presión estática

Tape la salida de la válvula y conecte la entrada para permitir la presurización.

Con la válvula en la posición "abierto". Presurizar hasta 140 bar (para sistemas a 25 bar) o 180 bar (para sistemas a 42 bar) con agua en otro fluido no compresible durante un período mínimo de 2 min.

4.3.3.4. Ensayo de presión de operación

Equipe la válvula con lo siguiente:

- a) Una conexión en la entrada que permita presurizar la válvula con la salida abierta.
- b) Suficientes mecanismos de control que permitan operar la válvula.

Con la válvula en su posición cerrada presurice hasta 70 bar (para sistemas a 25 bar) o 90 bar (para sistemas a 42 bar) con aire comprimido o nitrógeno y mantenga esta presión durante un período mínimo de 2 min.

4.3.3.5. Ensayo de pérdida a temperatura ambiente

Someta un mínimo de cuatro conjuntos válvula-botella para el ensayo, llenos con la máxima cantidad de halón 1301 para la que el botellón esté diseñado y presurice con nitrógeno al nivel requerido de sobrepresurización a 20 °C. Pese los conjuntos con una tolerancia del $\pm 0,1\%$ y registre la presión total del sistema.

Almacene los conjuntos a una temperatura de 20 ± 5 °C durante un año, y durante este período repita las lecturas de peso y presión a intervalos de 3 meses.

Después del primer intervalo de 6 meses, desmonte dos conjuntos, descárguelos y rellénelos. Devuélvalos al almacén y haga las lecturas de presión y peso durante los restantes seis meses.

4.3.3.6. Ensayo de pérdidas por elevada temperatura

Someta un mínimo de 2 montajes botellón--válvula a ensayo como se explica en 4.3.3.5. Almacenar los montajes durante 30 días a una temperatura de 55 ± 2 °C. Entonces, pese los conjuntos y anote la presión.

4.3.3.7. Ensayo de fiabilidad operativa

Conecten una válvula, incluidos los mecanismos de disparo a una fuente de aire comprimido a la presión normal de operación de la válvula (25 bar o 42 bar). Haga funcionar la válvula 500 veces permitiendo que se asiente y que la presión se recupere plenamente entre las actuaciones.

4.3.3.8. Ensayo de ciclo de temperatura

Prepare un montaje botellón--válvula como se describe en 4.3.3.5. Acondicione el conjunto durante un mínimo de 24 h a cada una de las siguientes temperaturas:

- * $(+ 55 \pm 2)$ °C
- * $(- 30 \pm 2)$ °C
- * $(+ 55 \pm 2)$ °C
- * $(- 30 \pm 2)$ °C
- * $(+ 20 \pm 2)$ °C

Una vez completado el ciclo, vuelva a pesar el conjunto. Equipe el conjunto con un mecanismo de disparo y opere la válvula.

4.3.3.9. Ensayo de vibración

Preparen un montaje como se describe en 4.3.3.5. Montar el conjunto, incluidos los mecanismos asociados de control en una mesa vibratoria, usando el soporte habitual del contenedor.

Siga el procedimiento mostrado en el punto a), a menos que para alguna aplicación especial se esperen condiciones severas de vibración en la que se debe seguir el procedimiento del punto b).

a) Haga vibrar el conjunto durante un mínimo de 2 h con un desplazamiento de 0,8 mm a una frecuencia de 20 Hz. Después de este período, pese el conjunto y opere la válvula.

b) Haga vibrar el conjunto, con un desplazamiento de 0,8 mm a intervalos de 2 Hz desde 10 Hz hasta 60 Hz, durante 5 min en cada frecuencia. Anote la frecuencia de resonancia, si se encuentra.

Entonces, haga vibrar el conjunto durante un mínimo de dos horas a la frecuencia de resonancia o, si no se encontró ninguna, a 20 Hz. Después de este período pese el conjunto y opere la válvula.

4.3.3.10. Ensayo de flujo (Determinación de la longitud equivalente del conjunto botellón-y-válvula)

Equipe un conjunto botellón y válvula con transductor de presión de respuesta rápida para medir la presión en el espacio del vapor dentro del botellón. Llene el botellón hasta una tasa de relleno de 1.000 kg/m^3 con halón 1301, superpresurizado con nitrógeno hasta el nivel requerido y acondiciónelo a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 24 h.

Coloque un tramo corto de tubería horizontal con una conexión para acoplar un manguito flexible a un extremo y con un difusor en el otro tal que el contenido del botellón se descargue en $(10 \pm 0,5)$ s. Fije un transductor de presión de respuesta rápida en la tubería de 10 a 12 diámetros aguas abajo de la entrada del manguito flexible. Conecten el conjunto botellón-válvula por medio de su manguito flexible normal a la tubería. Abra la válvula y anote el tiempo de descarga de líquido.

De las lecturas del transductor de presión determine la presión en la tubería en el punto donde la medida de la presión en el botellón iguala a la presión del botellón a descarga mitad.

A partir de este valor calcule la longitud equivalente del conjunto usando la siguiente expresión:

$$L \text{ eq.} = \frac{2,424 \cdot 10^{-9} D^{5,25} Y}{Q^2} - 0,0432 D^{1,25} Z$$

- L eq.: Es la longitud equivalente del conjunto en m.
- D : Es el diámetro interior en mm (*).
- Q : Es el gasto en Kg/s.
- Y : Es la diferencia de los factores Y entre la presión de la tubería y de la presión del botellón en condiciones de descarga mitad.
- Z : Es la diferencia de los factores Z entre la presión de la tubería y la presión del botellón en condiciones de descarga mitad.

(*) Diámetro interior del tamaño de tubería para el que se ha diseñado la válvula; no necesariamente el diámetro interior de la tubería usada en el ensayo.

NOTA: Las características de flujo de otros componentes, tales como válvulas direccionales y difusores pueden ser hechas de modo similar, usando medidas de presión en la tubería aguas arriba y aguas abajo del componente a ensayar.

4.4. TUBERIA Y UNIONES

4.4.1. Disposición e instalación

La tubería se instalará de acuerdo con la buena práctica comercial, teniendo cuidado en evitar posibles fallos debidos a materiales extraños, defectos de fabricación o instalación indebida.

El sistema de tuberías se soportará y anclará con seguridad con la debida tolerancia para absorber las fuerzas de empuje y contracciones y expansiones térmicas. No deben estar sometidas a esfuerzos mecánicos, ataques químicos o cualquier otro daño.

Donde sea posible la existencia de explosiones, la tubería se anclará a aquellos soportes que tengan menor probabilidad de ser desplazados.

La tubería se limpiará por barrido antes de que se instalen las boquillas o dispositivos de descarga.

En los sistemas en los que, por la disposición de las válvulas, hay tramos de tubería cerrada, éstos se equiparán con dispositivos de alivio de presión, o las válvulas se diseñarán para prevenir el entrapamiento de líquido.

Cuando las válvulas de disparo estén operadas por presión, se dotará al sistema de un dispositivo para descargar desde el colector cualquier fuga de alguno de los botellones, pero prevendrá la pérdida de agente cuando funcione el sistema.

Todos los dispositivos de alivio de presión estarán diseñados y localizados de tal forma que la descarga que por ellos tuviere lugar no dañe a las personas ni, de cualquier forma, sea perjudicial.

4.4.2. Tubería

La tubería será de material no combustible con unas propiedades físicas y químicas tales, que su deterioro bajo carga pueda predecirse con fiabilidad.

En atmósferas severamente corrosivas se emplearán materiales especiales resistentes a la corrosión o revestimientos.

Donde se utilice tubería flexible, tubos o manguitos (incluidas conexiones), estos serán de materiales aprobados y tarados a presión.

La tubería férrea será de acero, bien ASTM A-53 sin soldadura o con soldadura por resistencia eléctrica, grado A o B o bien ASTM grado A, B o C. No se usará tubería de fundición ordinaria.

El espesor de la tubería se calculará de acuerdo a la norma ANSI B 31.1 "Power Piping Code". La presión interna para estos cálculos será la máxima presión de almacenamiento en el caso más desfavorable, -máxima temperatura del almacenamiento y máxima tasa de relleno (1.120 kg/m^3).

En ningún caso será menor de 43 bar para sistemas a 25 bar ni de 60 bar para sistemas a 42 bar. (Tomada como temperatura máxima admisible $55 \text{ }^\circ\text{C}$).

Al realizar los cálculos se tendrán en cuenta los factores de unión y las debidas tolerancias para roscas y soldadura.

Lo mencionado anteriormente no excluye el uso de otros materiales que satisfagan las exigencias de resistencia especificadas. Nunca se usará tubería no metálica.

El cuadro número 1 es una lista de espesores aceptables para varios tipos de tubería y diámetros. Está basado en temperatura máxima de almacenamiento.

4.4.3. Uniones y accesorios

El tipo de unión de tubería será adecuado a las condiciones de diseño y se seleccionará en consideración a la estanqueidad de la unión y a su resistencia mecánica.

Los compuestos de junta, cinta o lubricantes de rosca se emplearán únicamente en la rosca macho de la unión.

Las aleaciones de soldadura tendrán un punto de fusión superior a $540 \text{ }^\circ\text{C}$ (soldadura fuerte).

No se utilizarán accesorios de fundición ordinaria.

Los accesorios para los sistemas a 42 bar tendrán una presión de trabajo mínima de 60 bar. Los accesorios de hierro maleable de clase 300 lb serían aceptables hasta diámetros de 3 pulgadas. Para diámetros superiores deben usarse accesorios de acero forjado. Las uniones embridadas deben ser de clase 600 lb.

Para los sistemas a 25 bar debe tomarse una presión de trabajo de 43 bar. En este caso podrían usarse accesorios de hierro maleable de clase Cb de hasta diámetros de 3". Para diámetros superiores es conveniente utilizar accesorios de acero forjado. Las uniones embridadas serán de clase 300 Cb.

Nivel de Presurización	Norma ASTM	Grado	Tipo	Uniones	1/8 a 1	1 1/4	1 1/2	2 a 3	4	5 y 6	8
25 bar	A-53	A	SRE	R	x	x	x	x	x	o	o
				S	x	x	x	x	x	x	x
	A o B		SS	R o S	x	x	x	x	x	x	x
	A-106	A, B o C		--	R o S	x	x	x	x	x	x
42 bar	A-53	A	SRE	R	x	o	o	o	o	o	■
				S	x	o	o	o	o	o	o
			SS	R	x	x	o	o	o	o	o
				S	x	x	x	o	o	o	o
	B		SS	R o S	x	x	x	x	o	o	o
	A-106	A	SS	R	x	x	o	o	o	o	o
				S	x	x	x	o	o	o	o
		B		--	R o S	x	x	x	x	o	o

SRE : Tubería soldada por resistencia eléctrica

x : Schedule 40

SS : Tubería sin soldadura

o : Schedule 80

R : Uniones roscadas

■ : Schedule 100

S : Uniones soldadas

4.5. DESCARGA: DIFUSORES

4.5.1. General

Los difusores tienen como misión:

- a) Controlar los caudales de descarga.
- b) Proveer la distribución de agente deseada en el espacio protegido.

Para cumplir la primera función, los difusores deben ir tarados en su coeficiente de descarga. Este se obtiene como el tanto por ciento de halón descargado por el difusor respecto del teórico que se descargaría con la tubería abierta del diámetro para la que se ha diseñado.

El coeficiente de descarga no puede ser mayor de 100% por su propia definición y no debe ser mayor del 75% por lo siguiente:

- a) Se asegura que son los difusores, y no la longitud de la tubería, los que controlan la cantidad a descargar en cada boquilla.
- b) Se dota de un control automático contra sistemas de cálculo de los que resulten caudales en los difusores que no puedan ser alcanzados bajo las condiciones de presión terminal calculadas.

Con respecto a la distribución del agente en el espacio protegido, debe determinarse el área en la cual el difusor es eficaz, expresado en términos del cuadrado, rectángulo equivalente, máxima longitud y altura máxima.

Los difusores se situarán de acuerdo con la geometría del local a proteger. El tipo de boquillas, su número y su emplazamiento debe ser tal, que se establezca la concentración de diseño en todo el local.

La descarga debe ser tal, que no se proyecte sobre líquidos inflamables ni cree nubes de polvo que puedan extender el fuego, crear una explosión o afectar de manera adversa a lo que hubiere en el local.

4.5.2. Exigencias

4.5.2.1. General

El difusor de descarga consiste en el orificio y cualquier soporte, protector o deflector asociados.

Los difusores de descarga se suministrarán con discos frangibles o tapones desprendibles cuando sea probable que se obturen por materiales extraños.

Estos dispositivos proporcionarán una abertura libre en el momento del disparo.

4.5.2.2. Materiales

Los difusores de descarga deben fabricarse con materiales resistentes a la corrosión y con una resistencia adecuada para soportar las temperaturas y presiones de trabajo a que se ven sometidos.

4.5.2.3. Exigencias de corrosión

Estas están determinadas mediante la medida del cambio de las características de descarga (Ver 4.5.2.4.).

4.5.2.4. Coeficiente de descarga

El coeficiente de descarga del difusor se determinará de acuerdo con el método de ensayo descrito en 4.5.3.1.

La reducción en el coeficiente de descarga se determina mediante el procedimiento de 4.5.3.1. d). No será mayor del 10%.

4.5.2.5. Patrón de descarga

Los difusores de descarga estarán tarados en función del máximo volumen y dimensiones lineales (espacio de difusor a pared o de difusor a difusor) en los que el difusor es capaz de producir la adecuada distribución de halón 1301. Esto se determinará de acuerdo con el método descrito en 4.5.3.2.

Una diferencia de concentración mayor del 0,5% en volumen entre dos puntos de prueba significará el fallo del ensayo.

4.5.2.6. Choque de frío

Los difusores de descarga, cuando se ensayan de acuerdo con el método 4.5.3.3. serán capaces de resistir un cambio rápido de temperatura entre + 55 °C y - 60 °C mientras se le somete a una presión mínima de 70 bar, para sistemas a 25 bar, o 90 bar para sistemas a 42 bar, sin rotura, fractura o cualquier otro fallo estructural en el difusor.

4.5.3. Ensayos

4.5.3.1. Ensayos de la variación del coeficiente de descarga del difusor por corrosión

NOTA: Este ensayo puede realizarse simultáneamente con el descrito en 4.3.3.10.

- a) Prepare un montaje botellón-válvula según se describe en 2.3.10. y conéctelo mediante una pequeña longitud de tubería al difusor objeto de ensayo. Instale un transductor de presión de respuesta rápida de 10 a 12 diámetros aguas arriba del difusor. Accione la válvula y anote el tiempo de descarga de líquido.

De las lecturas del transductor, determine la presión de media descarga en el difusor. Usando este valor, determine el caudal a tubería abierta en la figura 1. El coeficiente de descarga del difusor se determina entonces de la siguiente expresión.

$$\text{Coeficiente de descarga del difusor} = \frac{\text{Caudal del difusor real}}{\text{Caudal teórico a tubería abierta}} \quad \text{Kg/s}$$

- b) Desmonte el difusor de ensayo y sométalo a prueba de acuerdo con ISO 3768 durante 240 h.

- c) Repita el procedimiento del punto a) y calcule el nuevo coeficiente de descarga k_2

- d) Calcule el porcentaje de la reducción en el difusor del coeficiente de descarga:

$$\frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot 100$$

4.5.3.2. Ensayo de patrón de descarga

Instale un difusor de descarga o varios, según sea apropiado a la relación de dimensiones lineales que se ensaya, en un local de ensayo adecuado de las máximas dimensiones y volumen total apropiado al orden de volumen que se ensaya. La instalación estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Cargue uno o varios botellones recomendados con una cantidad de halón 1301 suficiente para suministrar una concentración del 5% en el local de ensayo y sobrepresurice hasta el nivel requerido. Conecte el (los) botellón (es) al difusor de descarga de acuerdo con las exigencias apropiadas de estas especificaciones. El tiempo de descarga calculado será $(10 \pm 0,5)$ s.

Coloque un mínimo de cuatro sondas de prueba de gas en esquinas opuestas del local, dos altas y dos bajas, separadas de las superficies próximas $(0,5 \pm 0,05)$ m. Conecte las sondas a analizadores de gas calibrados. Los analizadores de gas serán capaces de determinar la concentración de halón con una tolerancia de $\pm 4\%$ en volumen (p.e. 5,76% a 6,24% en una concentración verdadera del 6%). Dispone el suministro de halón 1301 en el local de ensayo y registre las concentraciones resultantes de halón 1301 1 minuto después de completada la descarga.

4.5.3.3. Ensayo de choque de frío

Instale un difusor de descarga sin orificio (o con el orificio taponado) boca abajo y detrás de una protección adecuada. Conecte el difusor a una fuente de aire comprimido a la presión de ensayo exigida 70 bar (para sistemas a 25 bar) o 90 bar (para sistemas a 42 bar). Coloque un recipiente abierto por arriba con un mínimo de 25 litros de agua a 55 °C alrededor del difusor, de tal manera, que queden sumergidos bajo la superficie del líquido al difusor y no menos de 50 mm de la tubería de conexión, durante 5 min. Tan rápidamente como sea posible sustituya el recipiente de agua por uno similar que contenga Fluorocarbón II (CCl F₃) enfriado a - 60 °C. El tiempo transcurrido para el reemplazamiento no superará los 10 s. Sumerja completamente el difusor y 50 mm de la tubería de conexión en el baño de Fluorocarbón II durante 5 min. Al final de este período, alivie la presión, quite el baño e inspeccione el difusor y la tubería de conexión por si hubiera evidencia de rotura, fractura u otro fallo estructural.

5. CONTROL DE LAS EMISIONES DE HALON

Es creencia general en la comunidad científica que los productos Cloro Fluoro Carbonados (CFC,s) son los principales causantes de la destrucción progresiva de la capa de Ozono de la estratosfera, observada principalmente en la Antártida.

La desaparición de esta capa supondría graves problemas, tanto para la vida humana como para las especies animales y vegetales e incluso materia inerte, de nuestro planeta, ya que la capa de ozono filtra la mayor parte de las radiaciones ultravioletas provenientes del sol.

Conforme a esto, y haciéndose necesario un acuerdo internacional para sumar esfuerzos, se redactó el protocolo de Montreal, firmado por 25 naciones, incluyendo a los de la Comunidad Económica Europea.

Dicho protocolo establece limitaciones en la producción y uso de los CFC,s en unos plazos, así como restricciones en el comercio de dichas sustancias para con los países no-signatarios. También establece un compromiso de colaboración internacional en Investigación y Desarrollo, tanto para reducir las emisiones como para encontrar productos sustitutivos a las sustancias reglamentadas, productos que las contienen o productos fabricados con ellas.

En el caso de los halones de protección contra incendios se considera bastante improbable encontrar, a corto y medio plazo, nuevos agentes extintores sustitutivos para las aplicaciones en que se hacen necesarias.

Sin embargo, si es posible la reducción de las emisiones mediante líneas de actuación en diversas fases y aspectos en los que se trabaja hasta conseguir la puesta a punto de una instalación.

5.1. ELECCION DEL SISTEMA

En este punto se hace necesario limitar el uso de los halones a aquellos casos en que sea estrictamente necesario, comparando con soluciones alternativas, tanto con otros agentes extintores como métodos de protección más específicos de los equipos, en lugar de la inundación total.

También sería conveniente la compartimentación de los recintos con el fin de realizar emisiones menores en caso de descarga. Como contrapartida esto conllevaría un mayor coste y complejidad de la instalación, circunstancia esta última que podría ir en perjuicio de la fiabilidad del sistema, por lo que debería estudiarse cada caso.

5.2. DISEÑO Y MONTAJE DE LA INSTALACION

Dada la complejidad y responsabilidad de las instalaciones de halón, se hace necesaria la exigencia de usar diseñadores, programas de cálculo, equipos e instaladores homologados, con el fin de lograr la mayor calidad y fiabilidad posible.

5.3. INSPECCION Y PRUEBA DE LA INSTALACION

La realización de una serie exhaustiva de pruebas y comprobaciones, después del montaje y antes de la puesta en servicio de la instalación puede cumplir alguno de los objetivos de la prueba de descarga real.

En líneas generales, el proceso a seguir sería el siguiente:

- * Verificar que el recinto, en lo referente a volumen, dimensiones y forma, así como aberturas, se corresponde con los datos utilizados para el cálculo de la cantidad de halón.
- * Comprobar que la distribución, tanto de tuberías como difusores y botellones, se identifique con lo dispuesto en los planos y cálculos aprobados, tamaño, cantidad de halón y presión de los botellones, diámetros, disposición de las "tes", localización y diámetro de los orificios de los difusores, etc.

- * Comprobación del sistema eléctrico, como puede ser:
 - El suministro eléctrico, verificación de la duración de la reserva para la detección, señalización, control y actuación del sistema.
 - Disposición del cableado.
 - Funcionamiento de los circuitos de supervisión.
 - Dispositivos auxiliares tales como alarmas, corte de equipos, etc.
 - Disposición y operación de los detectores.
 - Identificación, situación y acción de los controles manuales.
 - Accesibilidad e instalación de la unidad de control y debida instalación e identificación del interruptor de bloqueo.
- * Comprobación del sistema de cara a la prueba de operación, con tareas tales como:
 - Aislamiento de una posible central de alarma o aviso a la misma.
 - Desconexión de los mecanismos de disparo de manera que no se produzca la descarga del halon.
 - Polaridad correcta de los cables.
 - Dispositivos de final de línea.
 - Sistemas neumáticos de control.
- * Pruebas de operación del sistema de acuerdo con los procedimientos suministrados por los fabricantes, verificando tanto el funcionamiento como la señalización.
 - Detección, operando el circuito iniciador de detección y comprobando que se realizan todas las señalizaciones especificadas.
 - Funcionamiento del disparo manual-eléctrico.
 - Operación manual.
 - Aislamiento del disparo automático e interruptor de bloqueo.
 - Válvulas automáticas, a menos que supongan el disparo de halón.
 - Alarmas.
 - Suministro de energía primario y de reserva.

5.4. AGENTES DE ENSAYO SUSTITUTIVOS

El uso de agentes que no dañen el medio ambiente es importante para reducir las emisiones en las pruebas de aceptación de sistemas de inundación total.

Estas son beneficiosas ya que permiten:

- Mejorar la calidad de la instalación.
- Verificar la mezcla homogénea del agente.
- Probar los cálculos hidráulicos.
- Probar la integridad de la tubería.
- Verificar la integridad del recinto.

La mejora de la calidad de la instalación es el mayor beneficio de la prueba de descarga real ya que generalmente se hace el trabajo mejor si se sabe que la instalación va a ser probada en su totalidad. Esto conllevaría mayor fiabilidad en la protección y una reducción en las emisiones por falsa descarga.

Verificar la mezcla homogénea del agente, probar los cálculos hidráulicos, y la integridad de la tubería y verificar la integridad del recinto son otras ventajas importantes del uso de agentes sustitutivos para pruebas de descarga total. Sin embargo se necesitan investigaciones para conseguir que estas ventajas sean plenamente útiles y aplicables a un mayor número de usuarios. Por ejemplo, es difícil probar la mezcla homogénea del agente y la integridad de la tubería con otro método que no sea mediante la prueba de descarga total.

La verificación de la integridad del recinto es importante ya que es la principal causa de fallo en la extinción de los sistemas de inundación total. En el ensayo de descarga real se comprueba que la concentración del agente se mantiene durante el tiempo requerido pero como contrapartida tiene como defectos no ser fácilmente repetible, ser caro para el usuario y que confirma las pérdidas pero no ayuda a su eliminación o prevención.

Habitualmente se venía usando halón 122 (Freon 12) como agente sustitutivo para este tipo de pruebas, pero ha quedado reglamentado como sustancia nociva para la capa de ozono en el Protocolo de Montreal, por lo que plantea semejantes problemas.

Ultimamente se ha experimentado con otro agente: el halón 121 (Freon 22), cuyas características destructoras de la capa de ozono son mínimas y es plenamente asequible en la actualidad.

Una serie de ensayos realizados en una instalación mostraron que el halón 121 se corresponde bien con el halón 1301 en mezcla, concentración de agente y flujo hidráulico.

Posteriores ensayos y publicación de estos mostrando los factores de correlación necesarios permitirán el uso de halón 121 como agente de ensayo.

5.5 TECNICAS DE PRESURIZACION POR VENTILADOR

Las técnicas de presurización por ventilador aportan un método relativamente nuevo de ayuda al control de las emisiones de halón.

Este procedimiento es usado principalmente en el campo de la conservación de la energía, consistiendo en la presurización o despresurización mecánica y midiendo los caudales a unas determinadas diferencias de presión entre el recinto a estudiar y el exterior. De la relación entre caudales y diferencias de presiones se pueden evaluar las características de pérdida de aire de un recinto, es decir, el área equivalente de pérdidas o aberturas.

Esta técnica tiene tres aplicaciones en la industria del halón.

- Indicación del camino de las pérdidas.
- Pruebas periódicas.
- Calificación de la estanqueidad del recinto.

Para indicar el camino de las pérdidas se presuriza o despresuriza el local y mediante lápices de humo o sensores acústicos determinan la vía por la que se producen las pérdidas.

Otra aplicación beneficiosa es el ensayo periódico de la estanqueidad, ya que el aparato determina el área equivalente de pérdidas y periódicamente puede determinarse y comprobar si permanece o si, por el contrario, ha variado, aventajando a la prueba de descarga real que sólo lo verifica en el momento de la instalación.

El tercer uso de las técnicas de presurización con ventilador es la calificación de la estanqueidad del local a partir del área de pérdidas equivalente, determinando cuánto tiempo mantendrá el halón el recinto. Para que este método resulte efectivo se hace necesario localizar las pérdidas respecto al volumen a proteger ya que, si bien es indiferente para las pérdidas de aire el que éstas se produzcan por el techo o el suelo, el halón 1301 se comporta de diferente manera según la altura y posición en que se encuentran las aberturas. Esta aplicación es más complicada que las dos mencionadas anteriormente.

El uso de las técnicas de presurización con ventilador en el campo de la protección contra incendios con halon es relativamente nuevo y aunque han sido ampliamente desarrolladas en la conservación de la energía -existe una norma ASTM y una Norma General Canadiense- deben adaptarse antes de que puedan ser plenamente útiles.

6. LOCAL DE ENSAYO E INSTRUMENTACION

Se encuentra ocupando una parte de la sala de rociadores de ITSEMAP FUEGO, de base rectangular de dimensiones 4,88 m x 3,66 m y altura libre de 2,08 m.

Los cerramientos consisten en planchas de madera aglomerada soportadas por una estructura de perfiles metálicos.

En local contiguo, y separado por un tabique provisto de ventana de observación, se encuentra situado el equipo de medición, que consta de lo siguiente:

- * Báscula electrónica equipada con un procesador y una impresora, con el fin de obtener una respuesta peso-tiempo.
- * Registrador de las presiones captadas por los transductores situados en la botella, colector y antes del difusor.

7. INSTALACION

Ha sido cedida por la empresa danesa GINGE-KERR y está dimensionada para proporcionar una concentración de halón 1301 del 5% en volumen.

La botella está situada en la báscula y sujeta mediante tirantes articulados a las paredes próximas, de manera que queda sujeta ante la reacción a la descarga de halón y evita la influencia del soporte sobre las pesadas.

Con el fin también de no afectar al registro de peso, la salida del halón es horizontal y a través de un tubo flexible (Fig. 2).

La tubería atraviesa el tabique y discurre bajo el techo hasta el centro del local, donde se encuentra situado el difusor.

8. EL PROGRAMA HALCALC

Al igual que la instalación, este programa ha sido cedido por GINGE-KERR.

HALCALC es un programa diseñado para el cálculo de instalaciones de halón 1301, mediante un ordenador dotado del sistema operativo MS DOS.

El programa se ejecuta mediante un menú principal, cuyas opciones más representativas son:

8.1. INTRODUCCION DE DATOS

Puede ser a través de archivos para trabajos ya realizados o a través del teclado para trabajos nuevos.

Se divide en tres apartados:

* Datos generales

* Datos de la instalación: presión de almacenamiento, concentración de diseño, temperatura del local, tiempo de descarga, tamaño de los cilindros, etc.

* Datos de tubería: longitud, diámetro, norma, accesorios, válvulas, etc. Da avisos de error en introducción de datos o incongruencias contra el sentido común o la práctica comercial.

8.2. CALCULO

Utiliza el método expuesto en NFPA 12 A.

Comprueba que las conexiones están bien hechas, que los caudales en cada tramo son superiores a los mínimos, etc.

Calcula la presión a descarga mitad por iteración hasta que la diferencia entre la cantidad de halón en las tuberías y la supuesta es menor que un valor prefijado.

Los diámetros de los difusores los calcula según la experiencia obtenida en las investigaciones realizados por GINGE-KERR.

Dispone de una opción para ajustar los cálculos a los diámetros estándar de los difusores.

8.3. RESULTADO DE LOS CALCULOS

Presenta, para cada tramo, los datos introducidos, longitud equivalente, presión, presión dinámica, corrección de presión por elevación, etc.

Además da el porcentaje de halón en las tuberías y la presión en el botellón a mitad de la descarga.

9. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

9.1. LONGITUD EQUIVALENTE DE LA VALVULA

En condiciones de descarga mitad,

% en tuberías = 9.6 %,

por lo que la cantidad de halón que ha salido del botellón es

$$\frac{(50 + 9.6)}{100} \times 12 = 7.15 \text{ kg}$$

que corresponde a un instante

$$t = 4.8 \text{ s}$$

en el que se tienen los siguientes parámetros:

$$\begin{aligned} P_0 &= 31.2 \text{ bar} & Y_0 &= 1 \ 998 & Z_0 &= 0.039 \text{ (Botellón)} \\ P_1 &= 25.3 \text{ bar} & Y_1 &= 10 \ 998 & Z_1 &= 0.247 \text{ (Salida válvula)} \\ Q &= 1.4 \text{ Kg s}^{-1} \end{aligned}$$

Por lo que se obtiene una longitud equivalente

$$\begin{aligned} L_{\text{eq.}} &= \frac{2.424 \text{ E-9} \times 14.8^{5.25} \times (10 \ 003 - 1 \ 998)}{1.4^2} \\ &- 0.0432 \times 14.8^{1.25} \times (0.247 - 0.039) = 13.53 \text{ m} \end{aligned}$$

9.2. COEFICIENTE DE DESCARGA DEL DIFUSOR

Para $t = 4.8 \text{ s}$ $P_2 = 21.5 \text{ bar}$

De la figura 1 se obtiene que

$$Q_s = 26.5 \text{ E3 kg / s m}^2$$

La sección de la tubería es

$$S = \frac{3.1416 \times (15.8 \text{ E-3})^2}{4} = 196 \text{ E-6 m}^2$$

$$Q_r = Q_s \times S = 5.196 \text{ kg / s}$$

Luego el coeficiente de descarga es

$$K = \frac{1.4}{5.196} = .26 \quad 26\%$$

Ginge - Kerr
 Halon 1301 Hydraulic Flow Calculation.
 Based on NFPA 12A 1980 Edition.

Ver. 3.1-D
 (c) 1988

Date : 88- 9-20
 Our ref. : PSG

Customer : GINGE-KERR
 Reference : 003
 Hazard Area : ROOM
 Jobnumber : INSTALACION SALA DE ROCIADORES
 Drawing Number : 001.
 System Type : Total Flooding

Design Concentration : 5.00 %	Storage Pressure : 42 Bar
Design quantity of Halon : 11.9 Kg.	Discharge Time : 9.6 Sec.
Design Temperature : 20 C.	Hazard Volume : 36 Cu. m.
Actual quantity of Halon : 12.0 Kg.	Cylinder Size : 15.9 L.
Actual concentration : 5.04 %	No. of Cylinders : 1
Filling Density : 0.75 Kg/l.	Manifold volume : 0 l.
Procent in pipe : 9.6 %	Mean pressure : 31.2 Bar

Pipe used in the system : Pipecode 1 : Din 2441
 Pipecode 4 : Schedule T 40

Sect. Nr.	Start Nr.	Term. Nr.	Pipe Dia. mm.	Pipe Code	Pipe Length m.	Eqv Length m.	Flow Rate kg/s.	Term. Press bar	Total quan. kg.	Orific 4*diam mm.
1	1	2	15	1	0.0	8.2	1.2	28.4	--	--
2	2	3	10	4	1.2	2.1	1.3	26.5	--	--
3	3	4	15	4	3.7	4.2	1.3	25.6	--	--
4	4	901	15	4	0.0	1.1	1.3	25.5	12.0	4.2

Calculated by:

Checked by:

 Sign.

 Date

 Sign.

 Date

Ginge - Kerr
Halon 1301 Hydraulic Flow Calculation.

3.1-D
(c) 1988

Scheme of inputdata.

Date : 88- 9-2
Our ref. : PSG

Customer : GINGE-KERR
Reference : 003
Hazard Area : ROOM
Jobnumber : INSTALACION SALA DE ROCIADORES
Drawing Number : 001
System Type : Total Flooding

Design Concentration : 5.00 %	Storage Pressure : 42 Bar
Design quantity of Halon : 11.9 Kg.	Discharge Time : 9.6 Sec.
Design Temperature : 20 C.	Hazard Volume : 36 Cu. m.
Actual quantity of Halon : 12.0 Kg.	Cylinder Size : 15.9 L.
Actual concentration : 5.04 %	No. of Cylinders : 1
Filling Density : 0.75 Kg/l.	Manifold volume : 0 l.

Sect Nr	Start Nr	Term. Nr	Pipe lgth. m.	Elev. Corr. m.	Pipe Code	Pipe Dia. mm.	90 Dg Elbow	45 Dg Elbow	Tee- Thru	Tee- Side	Ball Valve	Spec. Valve	No. Fl. K
1	1	2	0.0	0.0	1	15	0	0	0	0	0	8.2	12
2	2	3	1.2	0.0	4	10	1	0	0	0	0	0.5	--
3	3	4	3.7	1.0	4	15	1	0	0	0	0	0.0	--
4	4	901	0.0	0.0	4	15	0	0	0	0	0	1.1	12

Ginge - Kerr
Halon 1301 Hydraulic Flow Calculation.

3.1-D
(c) 1988

Result of calculating

Date : 88- 9-
Our ref: PSG

Jobnumber : INSTALACION SALA DE ROCIADORES

Procent in pipe : 9.6 % Mean pressure : 31.2 Bar

Nr	Start Nr	Term. Nr	Pipe Dia. mm.	Eqv. Length m.	Flow Rate Kg/s.	Term. Press. bar	Elev. Corr. bar	Dyna. Press. bar	Orif. 4*bore mm.
1	1	2	15	8.2	1.2	28.4	0.0	0.2	--
2	2	3	10	2.1	1.3	26.5	0.0	0.4	--
3	3	4	15	4.2	1.3	25.6	0.1	0.2	--
4	4	901	15	1.1	1.3	25.5	0.0	0.2	4.2

The calculation was completed without errors.

HORA 13:02

XX

3 TIEMPO 2 PESO NETO 3 PESO 3

3 (SEB) 3 362 394 426 458 4903 NETO 3

XX

3 00 3 + 3 490 3

3 3 + 3 490 3

3 01 3 3 472 3

3 3 3 462 3

3 02 3 3 456 3

3 3 3 450 3

3 03 3 3 442 3

3 3 3 436 3

3 04 3 3 430 3

3 3 3 424 3

3 05 3 3 416 3

3 3 3 410 3

3 06 3 3 402 3

3 3 3 394 3

3 07 3 3 388 3

3 3 3 386 3

3 08 3 3 384 3

3 3 3 384 3

3 09 3 3 382 3

3 3 3 380 3

3 10 3 3 378 3

3 3 3 376 3

3 11 3 + 3 376 3

3 3 + 3 374 3

3 12 3 + 3 374 3

3 3 + 3 372 3

3 13 3 + 3 372 3

3 3 + 3 372 3

3 14 3 + 3 370 3

3 3 + 3 370 3

3 15 3 + 3 370 3

3 3 + 3 370 3

3 16 3 + 3 370 3

3 3 + 3 368 3

3 17 3 + 3 368 3

3 3 + 3 368 3

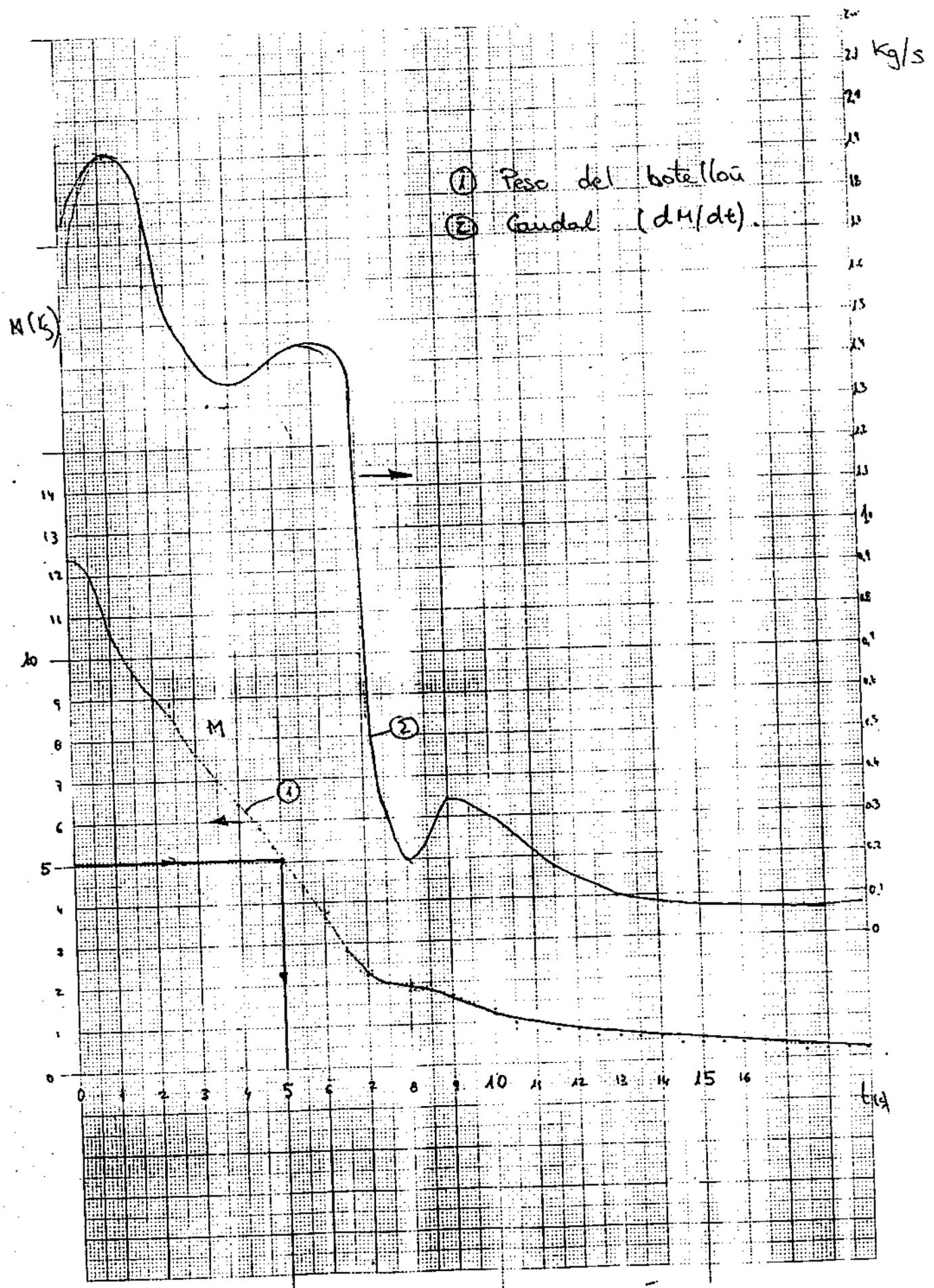
3 18 3 + 3 368 3

3 3 + 3 366 3

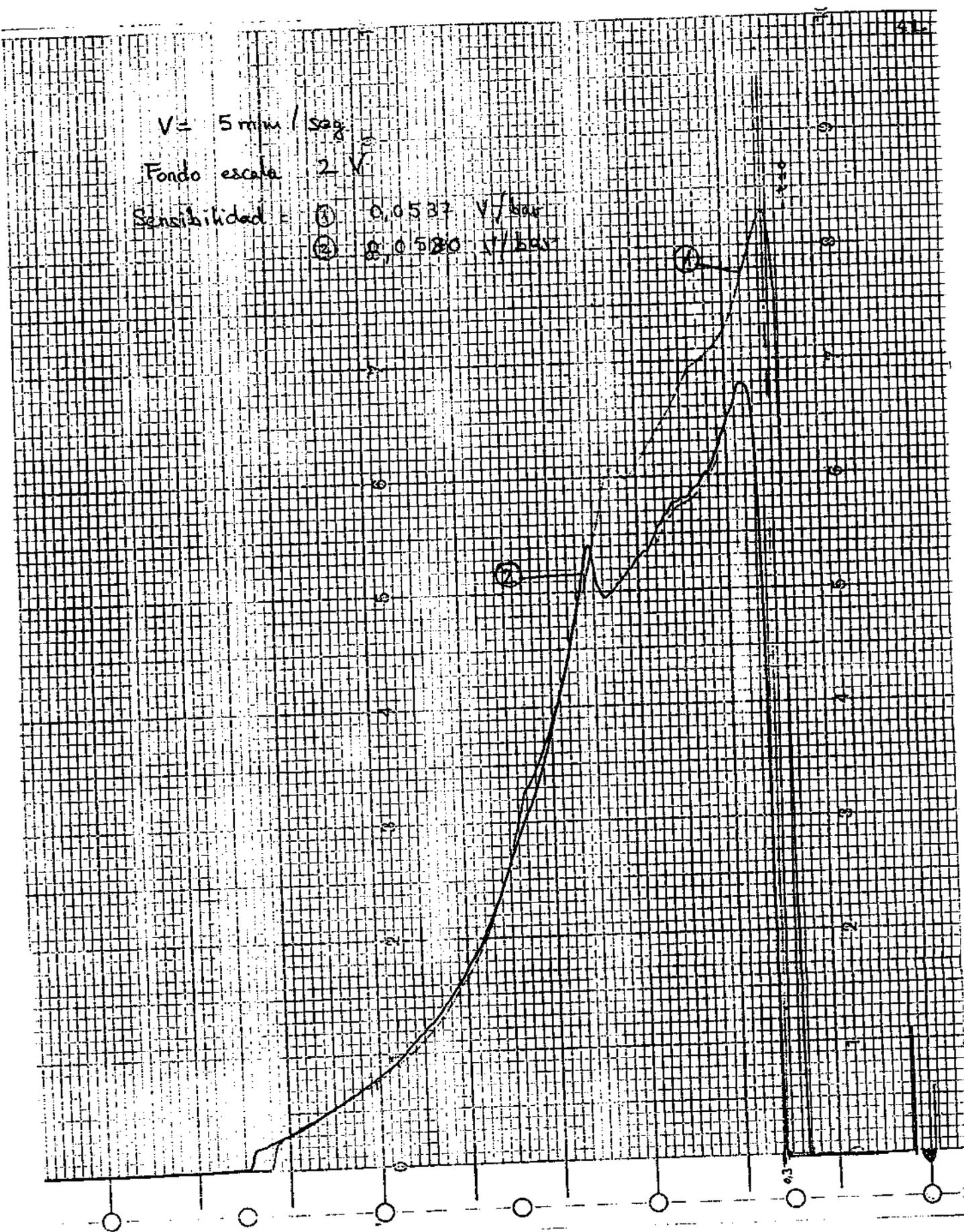
3 19 3 + 3 366 3

3 20 3 + 3 366 3

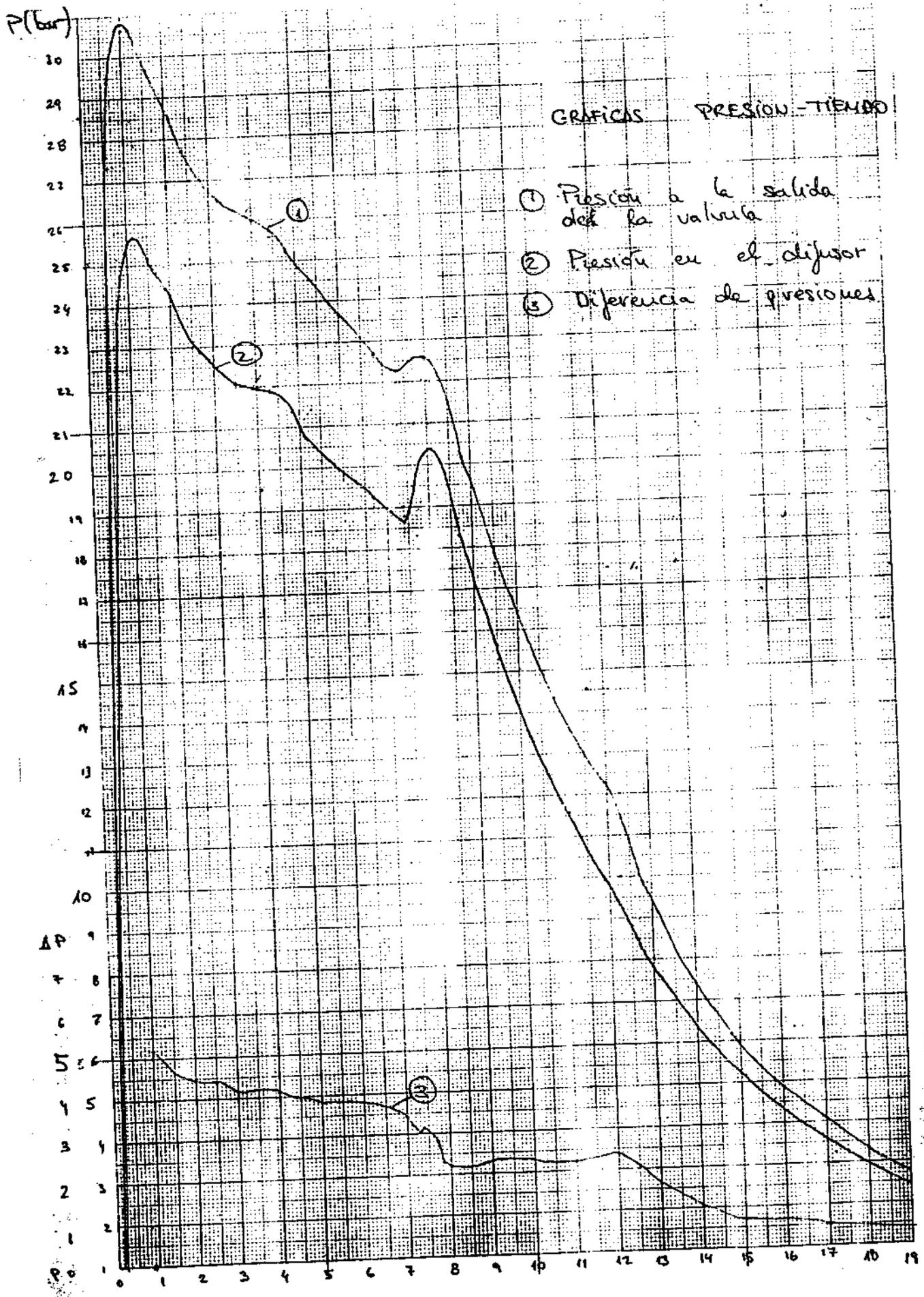
Registro digital de peso.



$V = 5 \text{ mm / seg}$
Fondo escala 2 V
Sensibilidad = ① $0,0537 \text{ V/bar}$
 ② $0,0520 \text{ V/bar}$



Registro analógico de presiones
① → salida válvula.
② → difusor



GRAFICAS PRESION-TIEMPO

- ① Presión a la salida de la válvula
- ② Presión en el cilindro
- ③ Diferencia de presiones

10. CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado se refiere principalmente a las características individuales de cada componente.

Aun cumpliéndolas, es absolutamente necesario que cualquier trabajo relativo al proyecto, instalación o prueba de instalaciones de halón, sea realizado por personal experto y competente en el tema, así como verificar la calidad del conjunto de la instalación y del recinto protegido mediante rigurosas inspecciones periódicas, circunstancia que queda fuera del alcance de este trabajo.

Los ensayos realizados dentro de este trabajo, sin ser de investigación en sí mismos, ponen a punto los medios para futuros trabajos de certificación de equipos de protección contra incendios por halón, cuantificando su comportamiento hidráulico, circunstancia de la mayor importancia para conseguir la perfecta distribución del halón en el espacio protegido.

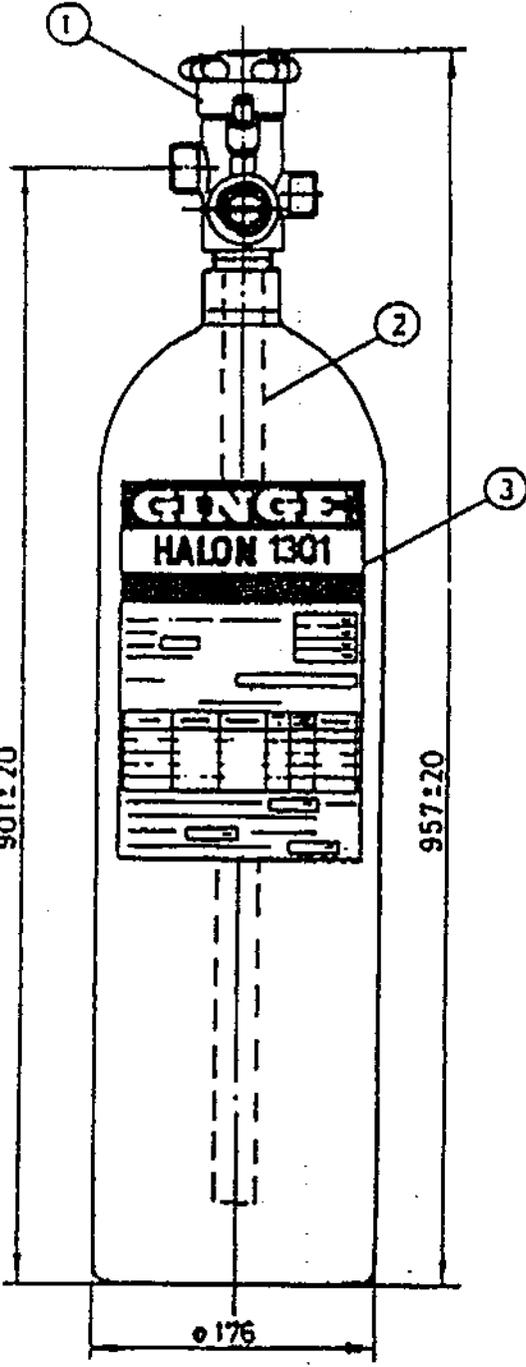
Por otro lado, y como se menciona en la memoria, el Protocolo de Montreal impone una racionalización en el uso de los halones, tanto a la hora de elección de los sistemas como en el diseño del mismo.

PSG/mjh
Octubre, 1988

BIBLIOGRAFIA

- * NATIONAL FIRE PROTECTION ASOCIATION - National Fire Codes NFPA 12-A/87 - Standard on Halon 1301 Fire Extinguishing Systems.
 - * INTERNATIONAL STANDARD ORGANISATION TC 21 - ISO/BP 7075 - Halon 1301 Fire Extinguishing Systems.
 - * CHEMETRON FIRE SYSTEMS - Design Manual for Halon 1301 Systems.
 - * FACTORY MUTUAL - Data Sheets.
 - * PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE - Acta final Protocolo de Montreal Septiembre 1987.
 - * JUAN LUIS ROMAN - Informe Congreso "Fire Protecting Halons and the enviroment" VII 1988.
 - * THE COUNCIL OF BRITISH FIRE PROTECTION EQUIPMENT MANUFACTURES - "Code of Practise for Halon Fire Protection System Test and Equipment Integrity" Draft Document, Febrero 1988.
 - * CASEY C. GRANT - Controlling Fire Protection Halon Emissions Fire Technology Jan/Feb 1988.
 - * STEPHEN O. ANDERSEN - Halons and the Stratospheric Ozone Issue Fire Journal, May/June 1987.
 - * GARY TAYLOR - Achieving the Best Use of Halons Fire Journal May/June 1987.
 - * GINGE KERR - Manual Programa HALCALC.
-

ANEXO I : DETALLES DE LA INSTALACION

	GINGE BRAND & ELEKTRONIK A/S	MÅLSKITSE HALON 1301 FLASKE 15,9L MED VENTIL	TYPE 06-9513-00
			UDGAVE M 01
		① Halon valve type no. 06-6010-00 ② Dip-Tube ③ Label	
		<u>Cylinder:</u> Material: Steel, painted red Test pressure: 250 bar Filling pressure (20°C): 42 bar Weight empty: 21,7 kg. Min. halon 1301 filling: 10 kg. Max. halon 1301 filling: 15 kg. (18 kg.).	
25 Tegholmegade, DK-2450 Copenhagen SV Phone: (01) 313131 Telex: 15331	DIMENSIONAL SKETCH HALON 1301 CYLINDER 15,9L WITH VALVE		TYPE 06-9513-00 EDITION M 01

GINGE
FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS
KERR

Made by/Date
BY 1984-11-16

Title
Pneumatic Halon Valve.

App. by/Date
KCO 1004 11 16

Date of issue
1004.11.16

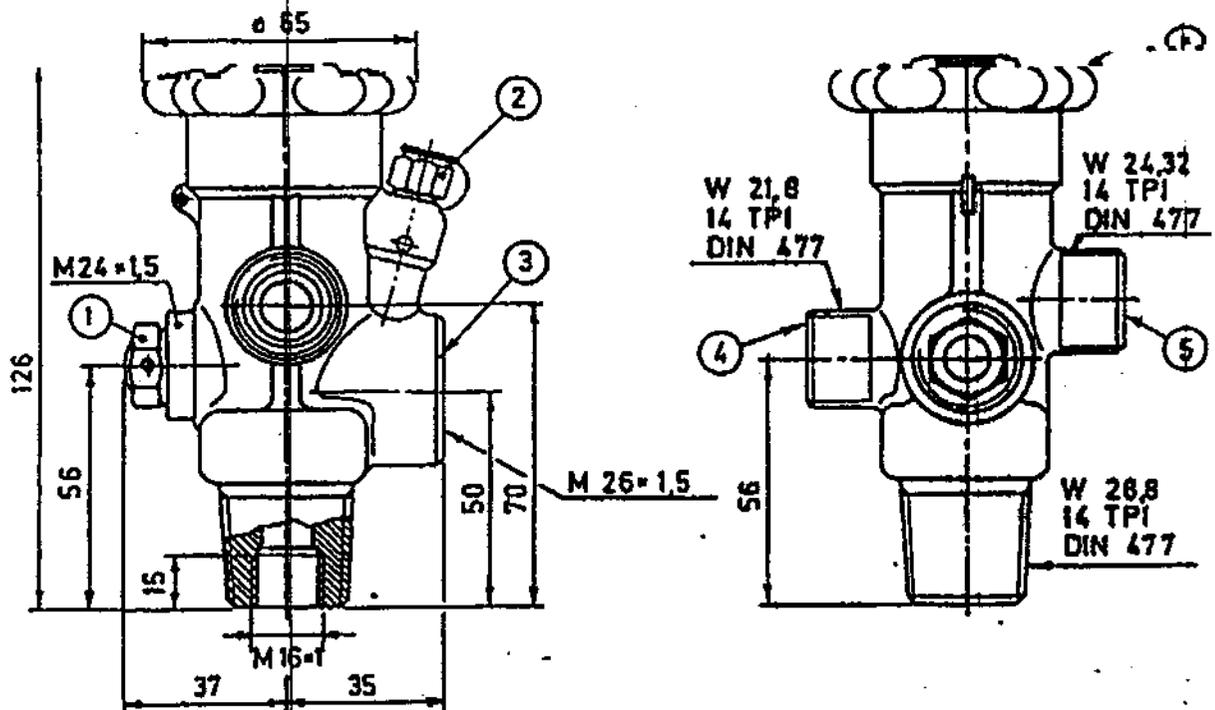
Rev.

Page of

Data Sheet

Code No.

06-6010-0000

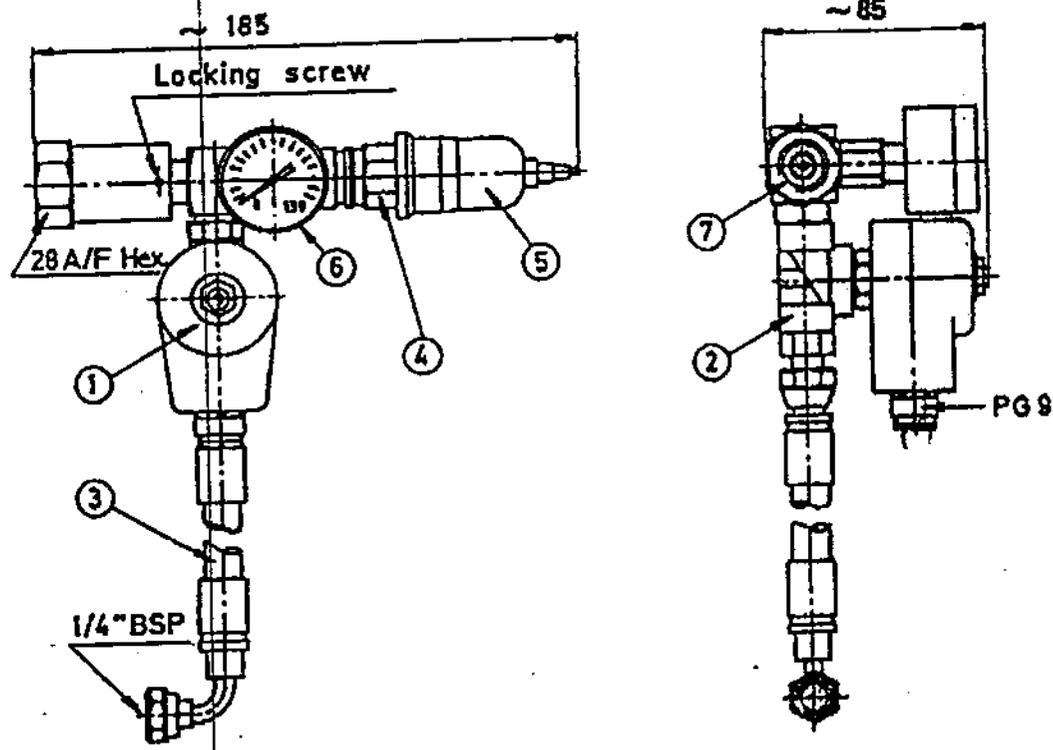


Valve for H1301 High Pressure Cylinder.
The Valve is pneumatically operated by the Actuator.
Pressure for activation: 10 bar at cylinder pressure of 100 bar.

1. Bursting Disc: 190 bar.
2. Bleeder Valve with indicator for pressure operated release.
3. Connection for Actuators.
4. Connection for Pressure Gauge and Pressure Switch.
5. Outlet.
6. Handwheel: Colour: Grey.

Material: Mainly Brass.
Max. Working Pressure: 150 bar.
Test Pressure: 250 bar.
Weight: 1.2 kg.

GINGE FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS KERR	Title SOLENOID VALVE WITH PRESSURE GAUGE AND PRESSURE SWITCH FOR 42 BARS SYSTEMS.			DATA SHEET	
	Made By/Date BV 1984-06-26	App. by/Date KGC 1984-06-26	Date of Issue 1984-06-26	Rev. C	Code No. 06-4259-3000
				Page 1 of 1	

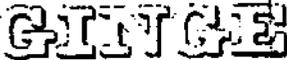
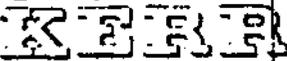


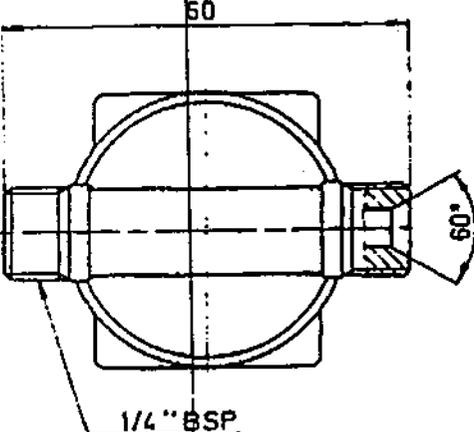
The switch shown non-pressurized.

Normally closed 30 bar.

1. Solenoid Valve 24V DC 8Watt (IP 43)
2. Valve \varnothing 1.2 - 95 bar (Work.pressure).
3. Flex. Hose 1/4" x 300 mm.
4. Pressure Switch max. 42V DC/AC - 100VA (IP 65)
5. Rubber Protection Cap.
6. Pressure Gauge: 0-130 bar.
7. Copper Gasket: \varnothing 15.0 x \varnothing 19.3 x 1.0.

Weight: 1.3 kg.

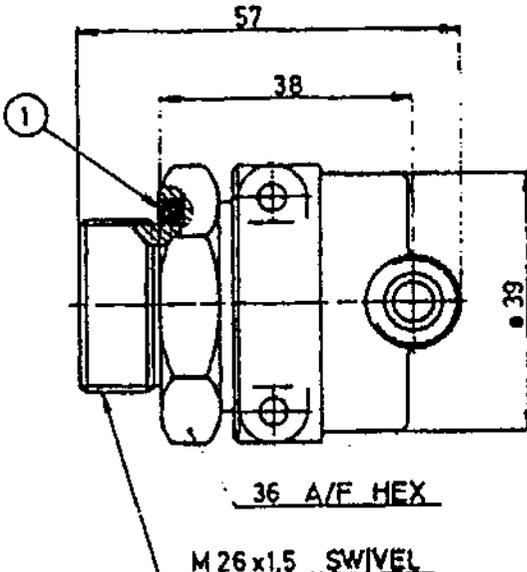
 FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS 	PNEUMATISK AKTUATOR	DATA SHEET
		TYPE 03-4161-0000
Ginge Brand & Elektronik A/S 25 Teglhøjmsgade, DK-2450 Copenhagen SV Phone: (01) 31 31 31 Telex: 16331	PNEUMATIC ACTUATOR	EDITION M04
		PAGE 1 OF 1



50

1/4" BSP

60°



57

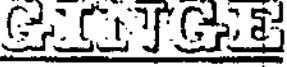
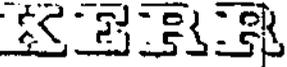
38

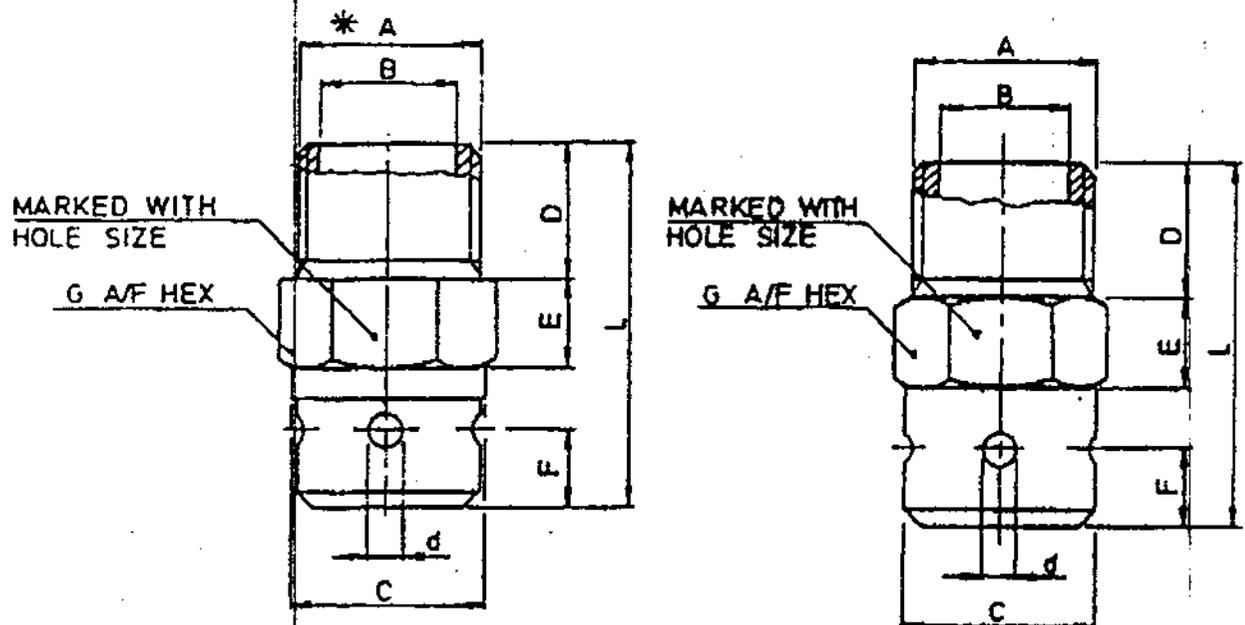
39

36 A/F HEX

M26 x 1.5 SWIVEL

(1) Gasket $\varnothing 27.6 \times \varnothing 2.4$
 Pressure for activation 10 bar at cylinder pressure of 100 bar
 Max. Working Pressure: 150 bar
 Material: Brass
 Weight: 0.410 Kg

 GINGGE FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS  KABA	DYSE FOR HALON 1301	DATA SHEET
Gingge Brand & Elektronik A/S 25 Teglhøjemgade, DK-2450 Copenhagen SV Phone: (01) 31 31 31 Telex: 15331	NOZZLE FOR HALON 1301	EDITION M04



Material: Brass

Type No.	x A	B	C	D	E	F	G	L	Weight	d
06-3601-01	1/8"	6	9	10	9	7	10	32	10 gr	upon request
06-3602-01										upon request
06-3202-31	1/4"	8	12	12	12	9	14	40	20 gr	4xØ2.5
06-3603-01										upon request
06-3603-34	3/8"	10	14	12	12	9	18	40	30 gr	4xØ4.0
06-3604-01										upon request
06-3604-19	1/2"	16	20	16	14	10	22	48	50 gr	4xØ4.0
06-3604-39										4xØ5.6
06-3605-01	*									upon request
06-3605-39										4xØ5.6
06-3605-45	3/4"	20	24	20	13	12	28	55	90 gr	4xØ6.4
06-3605-52										4xØ7.4
06-3605-54										4xØ7.7
06-3606-01										upon request
06-3606-31	1"	25	30	20	18	16	36	68	200 gr	4xØ8.6
06-3606-34										4xØ9.3
06-3607-01	1 1/4"	32	38	25	25	21	42	95	420 gr	upon request
06-3608-01	1 1/2"	40	46	30	25	28	50	100	530 gr	upon request
06-3609-01	2"	46	54	35	25	34	60	110	650 gr	upon request

x Thread: BSP, other on request

ANEXO II: TABLAS Y GRAFICOS

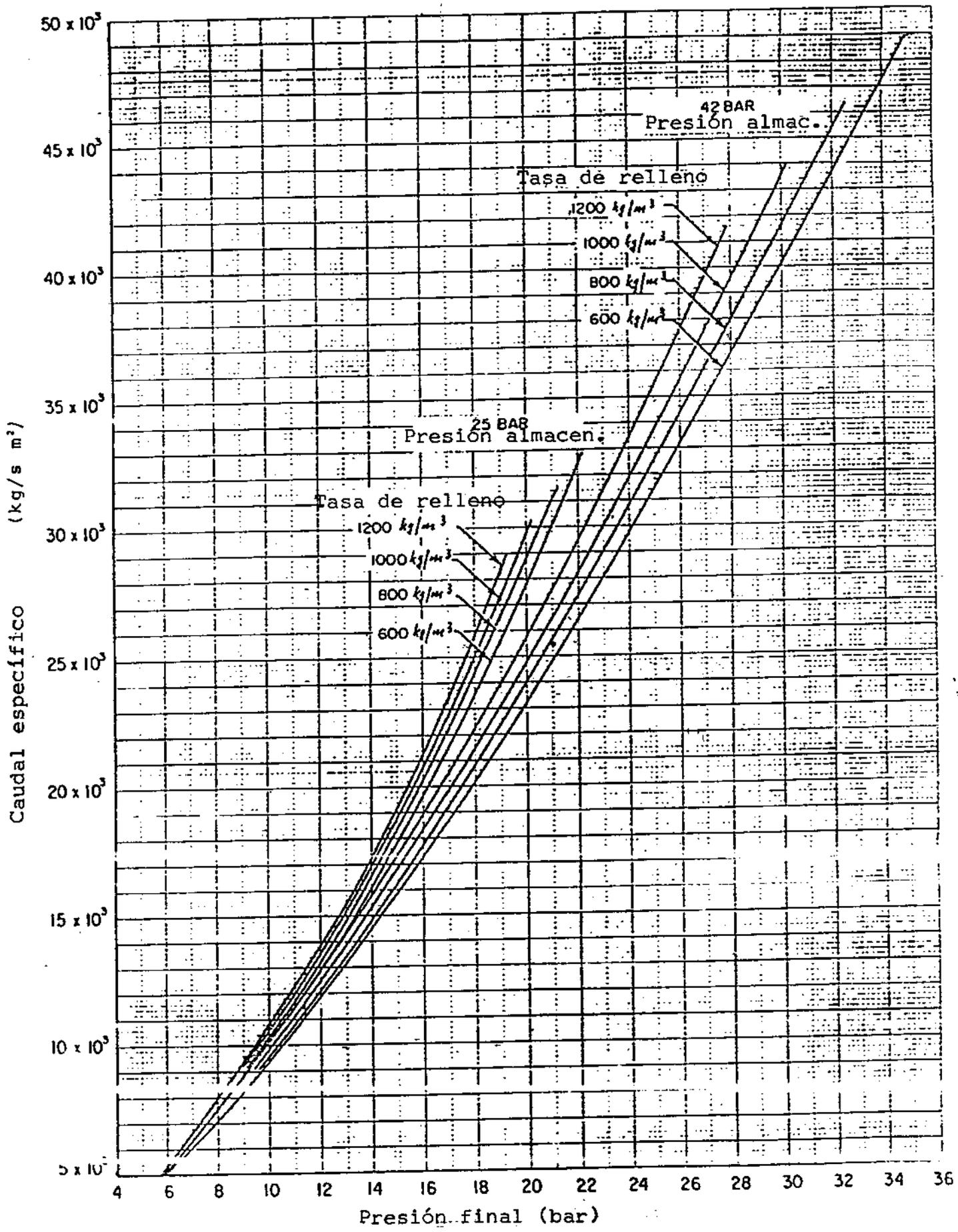


Figura 1.- Caudal teórico máximo en función de la presión final, tasa de relleno y presión de almacenamiento.

Presión de almacenamiento a media descarga

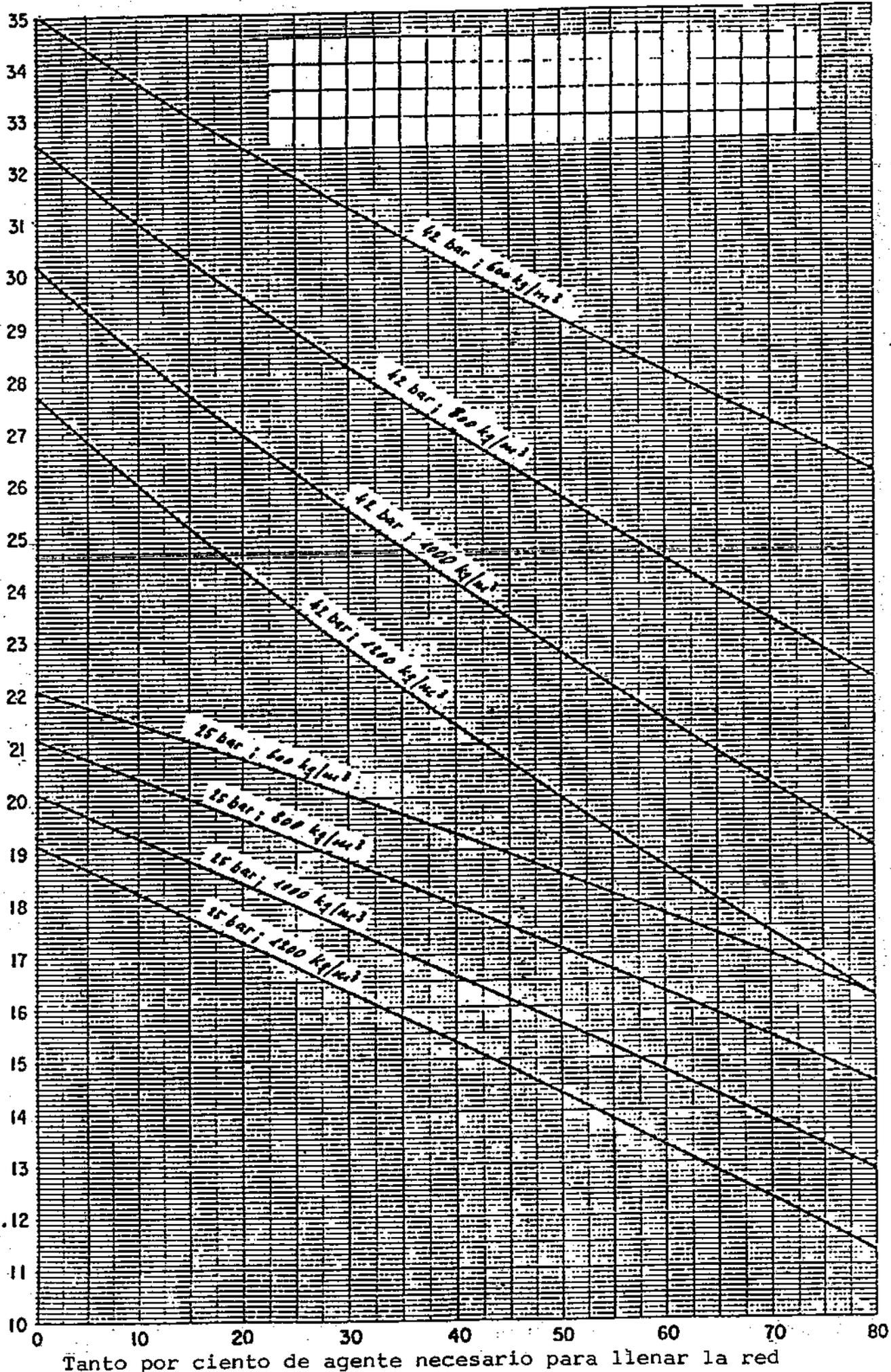


FIGURA 2.- Presión de almacenamiento a media descarga en función del tanto por ciento de agente necesario para llenar la red de tubería, nivel de sobrepresurización inicial y tasa de relleno.

TABLA 1.- Factores Y y Z. Halón a 25 bar y tasa de relleno de 600 Kg/m³ a 699 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg. bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
21	0,051	1382	1232	1082	932	780	627	473	319	164	7
20	0,116	2822	2682	2541	2400	2257	2113	1969	1823	1677	1530
19	0,190	4167	4037	3906	3774	3641	3507	3372	3236	3099	2961
18	0,273	5411	5291	5170	5048	4926	4802	4677	4551	4424	4296
17	0,367	6549	6440	6330	6219	6107	5993	5879	5763	5647	5529
16	0,473	7579	7481	7382	7281	7180	7078	6974	6869	6764	6657
15	0,592	8499	8412	8324	8234	8144	8053	7960	7866	7772	7676
14	0,723	9312	9235	9158	9079	8999	8919	8837	8754	8670	8585
13	0,867	10020	9953	9886	9818	9749	9678	9607	9535	9461	9387
12	1,024	10629	10573	10515	10456	10397	10336	10275	10213	10149	10085
11	1,192	11148	11100	11051	11001	10951	10900	10847	10794	10740	10685
10	1,372	11583	11543	11502	11461	11419	11375	11331	11287	11241	11195
9	1,565	11944	11911	11878	11843	11808	11773	11736	11699	11661	11623
8	1,772	12240	12213	12186	12158	12129	12100	12070	12040	12009	11977
7	1,995	12479	12457	12435	12413	12390	12366	12342	12317	12292	12267
6	2,239	12668	12651	12634	12616	12598	12579	12560	12541	12520	12500
5	2,507	12815	12802	12789	12775	12761	12747	12732	12716	12701	12685

TABLA 2.- Factores Y y Z. Halón 1301 a 25 bar y tasa de relleno de 700 Kg/m³ a 849 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg.bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
21	0,008	229	72	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0,072	1739	1592	1445	1296	1146	996	844	692	538	384
19	0,145	3149	3013	2875	2737	2597	2457	2315	2172	2029	1884
18	0,228	4455	4329	4202	4074	3945	3815	3684	3552	3419	3284
17	0,322	5650	5536	5420	5303	5185	5066	4946	4825	4703	4579
16	0,428	6731	6629	6524	6419	6313	6205	6096	5987	5876	5763
15	0,548	7697	7606	7513	7420	7325	7229	7132	7033	6934	6833
14	0,681	8548	8468	8387	8305	8221	8137	8051	7964	7876	7787
13	0,828	9288	9219	9149	9077	9005	8932	8857	8782	8705	8627
12	0,988	9923	9864	9804	9743	9681	9618	9554	9489	9423	9356
11	1,160	10461	10412	10361	10309	10257	10204	10149	10094	10038	9981
10	1,344	10912	10870	10828	10785	10742	10697	10651	10605	10558	10510
9	1,540	11284	11250	11216	11180	11144	11107	11070	11031	10992	10952
8	1,750	11589	11561	11533	11504	11475	11445	11414	11382	11350	11318
7	1,976	11833	11811	11789	11766	11742	11718	11693	11668	11642	11616
6	2,223	12026	12009	11992	11973	11955	11936	11916	11896	11876	11855
5	2,497	12175	12162	12149	12135	12121	12106	12091	12075	12059	12043

TABLA 3.- Factores Y y Z. Halón 1301 a 25 bar y tasa de relleno de 850 Kg/m³ a 999 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg.bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
20	0,025	604	450	294	138	0	0	0	0	0	0
19	0,097	2088	1945	1800	1654	1508	1360	1211	1061	909	757
18	0,179	3463	3331	3197	3063	2927	2790	2652	2513	2372	2231
17	0,273	4723	4602	4481	4358	4233	4108	3981	3854	3725	3595
16	0,380	5863	5754	5645	5534	5421	5308	5194	5078	4961	4842
15	0,502	6879	6783	6686	6587	6487	6386	6284	6181	6076	5970
14	0,637	7774	7690	7604	7518	7430	7342	7252	7160	7068	6974
13	0,787	8549	8477	8403	8328	8253	8176	8098	8018	7938	7856
12	0,950	9212	9151	9088	9024	8960	8894	8827	8759	8690	8620
11	1,126	9772	9720	9668	9614	9560	9504	9448	9391	9332	9273
10	1,314	10239	10196	10153	10108	10063	10017	9969	9921	9873	9823
9	1,514	10624	10589	10553	10517	10479	10441	10402	10363	10322	10281
8	1,727	10937	10909	10880	10850	10820	10789	10757	10725	10692	10658
7	1,957	11188	11166	11143	11119	11095	11070	11045	11019	10992	10965
6	2,206	11386	11368	11350	11332	11313	11293	11273	11253	11232	11210
5	2,480	11538	11525	11511	11497	11482	11467	11452	11436	11420	11403

TABLA 4.- Factores Y y Z. Halón 1301 a 25 bar y tasa de relleno de 1000 Kg/m³ a 1121 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg. bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
19	0,046	972	821	668	514	360	204	46	0	0	0
18	0,127	2422	2283	2142	2000	1856	1712	1566	1419	1271	1122
17	0,220	3752	3624	3496	3366	3235	3103	2969	2834	2698	2561
16	0,327	4955	4840	4725	4608	4489	4369	4249	4126	4003	3878
15	0,449	6028	5926	5824	5720	5614	5508	5400	5291	5180	5068
14	0,587	6970	6882	6792	6701	6609	6515	6420	6324	6227	6128
13	0,740	7785	7709	7632	7554	7474	7393	7311	7228	7143	7057
12	0,907	8481	8416	8351	8284	8216	8147	8077	8006	7934	7860
11	1,086	9065	9011	8956	8901	8844	8786	8727	8667	8606	8544
10	1,278	9550	9506	9461	9414	9367	9319	9270	9220	9170	9118
9	1,482	9949	9912	9875	9838	9799	9760	9719	9678	9637	9594
8	1,698	10272	10242	10212	10182	10151	10119	10086	10053	10019	9984
7	1,931	10530	10506	10483	10458	10434	10408	10382	10355	10328	10300
6	2,183	10733	10714	10696	10677	10657	10637	10617	10596	10574	10552
5	2,460	10889	10875	10861	10846	10831	10816	10800	10784	10767	10750

TABLA 5.- Factores Y y Z. Halón 1301 a 42 bar y tasa de relleno de 600 Kg/m³ a 699 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg. bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
34	0,011	689	537	386	233	81	0	0	0	0	0
33	0,034	2183	2035	1887	1738	1589	1440	1291	1141	990	840
32	0,059	3642	3498	3353	3208	3063	2917	2771	2625	2478	2331
31	0,086	5063	4923	4782	4641	4499	4358	4215	4072	3929	3786
30	0,115	6445	6309	6172	6035	5897	5759	5621	5482	5343	5203
29	0,146	7786	7654	7521	7388	7255	7121	6986	6852	6717	6581
28	0,180	9083	8955	8827	8699	8569	8440	8310	8180	8049	7917
27	0,217	10336	10213	10089	9965	9840	9715	9590	9464	9337	9210
26	0,257	11541	11423	11304	11185	11065	10945	10824	10702	10581	10458
25	0,300	12698	12585	12471	12357	12242	12126	12010	11894	11777	11659
24	0,347	13805	13696	13588	13478	13368	13258	13147	13036	12924	12811
23	0,397	14859	14756	14652	14548	14444	14338	14233	14127	14020	13913
22	0,452	15859	15761	15663	15565	15465	15366	15265	15165	15063	14961
21	0,511	16803	16711	16619	16526	16432	16338	16243	16148	16052	15956
20	0,576	17690	17604	17518	17430	17342	17254	17165	17075	16985	16894
19	0,646	18520	18439	18359	18277	18195	18112	18029	17945	17861	17776
18	0,723	19290	19216	19141	19065	18989	18912	18835	18757	18679	18599
17	0,807	20002	19933	19864	19794	19724	19653	19582	19510	19437	19364
16	0,897	20654	20591	20528	20464	20400	20335	20270	20203	20137	20069
15	0,996	21247	21191	21133	21075	21017	20958	20898	20838	20777	20716
14	1,103	21783	21732	21680	21628	21576	21522	21468	21414	21359	21303
13	1,219	22262	22217	22171	22124	22077	22030	21981	21933	21883	21833
12	1,345	22687	22647	22606	22565	22524	22481	22439	22395	22352	22307
11	1,481	23060	23025	22989	22953	22917	22880	22842	22804	22766	22727
10	1,629	23383	23353	23322	23291	23259	23227	23195	23162	23128	23094
9	1,791	23659	23634	23608	23581	23554	23527	23499	23470	23442	23412
8	1,969	23893	23872	23850	23827	23805	23781	23758	23734	23709	23685
7	2,165	24087	24069	24051	24033	24014	23995	23975	23955	23935	23914
6	2,383	24245	24231	24216	24201	24186	24171	24155	24138	24122	24105
5	2,629	24371	24360	24348	24336	24324	24312	24299	24286	24273	24259

TABLA 6.- Factores Y y Z. Halón 1301 a 42 bar y tasa de relleno de 700 Kg/m³ a 849 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg.bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
32	0,013	797	645	493	341	188	34	0	0	0	0
31	0,039	2294	2146	1998	1849	1700	1550	1400	1250	1099	948
30	0,067	3751	3607	3463	3318	3173	3028	2882	2735	2589	2442
29	0,098	5167	5027	4887	4746	4606	4464	4323	4180	4038	3895
28	0,131	6538	6403	6267	6131	5995	5858	5720	5583	5444	5306
27	0,166	7863	7732	7601	7470	7338	7206	7073	6940	6806	6672
26	0,205	9139	9014	8888	8761	8634	8507	8379	8251	8122	7992
25	0,247	10365	10245	10124	10003	9881	9759	9636	9512	9388	9264
24	0,293	11539	11424	11308	11192	11076	10959	10841	10723	10604	10485
23	0,343	12657	12548	12438	12328	12217	12105	11993	11880	11767	11653
22	0,397	13720	13616	13512	13407	13302	13196	13089	12982	12874	12766
21	0,456	14723	14626	14527	14428	14329	14229	14128	14027	13925	13823
20	0,520	15667	15575	15483	15390	15297	15203	15108	15013	14917	14820
19	0,590	16549	16464	16378	16291	16204	16116	16027	15938	15848	15756
18	0,667	17369	17290	17210	17130	17049	16967	16885	16802	16718	16634
17	0,751	18126	18053	17979	17905	17830	17755	17679	17602	17525	17447
16	0,842	18819	18752	18685	18618	18549	18480	18410	18340	18269	18198
15	0,942	19449	19389	19328	19267	19205	19142	19079	19015	18950	18885
14	1,050	20018	19964	19909	19854	19798	19741	19684	19626	19568	19509
13	1,168	20526	20477	20429	20379	20330	20279	20228	20176	20124	20071
12	1,296	20975	20932	20889	20846	20802	20757	20712	20666	20620	20573
11	1,435	21368	21331	21294	21256	21217	21178	21138	21098	21058	21016
10	1,585	21708	21676	21644	21611	21578	21544	21510	21475	21440	21404
9	1,750	21998	21971	21944	21916	21888	21859	21830	21800	21770	21739
8	1,930	22243	22220	22197	22174	22150	22126	22101	22076	22051	22025
7	2,128	22445	22427	22408	22389	22369	22349	22329	22308	22287	22265
6	2,348	22610	22595	22580	22564	22549	22532	22516	22499	22481	22464
5	2,594	22740	22729	22717	22705	22692	22679	22666	22653	22639	22625

TABLA 7.- Factores Y y Z. Halón 1301 a 42 bar y tasa de relleno de 850 Kg/m³ a 999 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg.bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
30	0,019	1012	860	708	555	402	248	94	0	0	0
29	0,048	2508	2360	2212	2064	1915	1765	1616	1465	1315	1164
28	0,079	3958	3815	3672	3528	3383	3239	3093	2948	2801	2655
27	0,114	5361	5223	5084	4945	4806	4666	4525	4384	4242	4101
26	0,151	6714	6581	6447	6313	6179	6044	5908	5772	5636	5498
25	0,193	8015	7887	7759	7630	7501	7371	7241	7110	6978	6846
24	0,238	9261	9138	9016	8892	8769	8645	8520	8394	8268	8142
23	0,287	10450	10333	10216	10099	9981	9862	9743	9623	9503	9382
22	0,341	11579	11469	11358	11247	11135	11022	10909	10795	10680	10565
21	0,400	12647	12543	12439	12333	12228	12121	12014	11906	11798	11689
20	0,464	13652	13554	13456	13357	13258	13158	13057	12955	12853	12751
19	0,534	14591	14500	14408	14316	14223	14130	14035	13940	13845	13749
18	0,610	15463	15379	15294	15209	15122	15036	14948	14860	14771	14681
17	0,695	16268	16191	16113	16034	15955	15874	15794	15712	15630	15547
16	0,787	17005	16935	16863	16791	16719	16645	16571	16497	16421	16345
15	0,888	17675	17611	17546	17481	17415	17348	17281	17213	17145	17075
14	0,999	18277	18220	18162	18103	18044	17984	17923	17862	17800	17738
13	1,119	18814	18763	18711	18659	18607	18553	18499	18445	18389	18333
12	1,249	19288	19243	19198	19152	19105	19058	19011	18962	18913	18864
11	1,391	19701	19662	19623	19583	19543	19502	19460	19418	19375	19332
10	1,545	20058	20024	19991	19956	19921	19886	19850	19814	19777	19739
9	1,713	20361	20333	20304	20275	20246	20216	20185	20154	20122	20090
8	1,896	20616	20592	20569	20544	20520	20494	20469	20442	20416	20389
7	2,098	20826	20807	20787	20768	20747	20726	20705	20683	20661	20639
6	2,325	20996	20981	20965	20949	20933	20916	20899	20881	20863	20845
5	2,583	21129	21128	21105	21093	21080	21067	21054	21040	21026	21011

TABLA 8.- Factores Y y Z. Halón 1301 a 42 bar y tasa de relleno de 1000 Kg/m³ a 1121 Kg/m³

Presión bar	Factor Y Kg.bar/m ³										
	Factor Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
28	0,026	1227	1075	923	770	617	463	309	154	0	0
27	0,057	2717	2571	2423	2275	2127	1978	1829	1679	1529	1378
26	0,094	4156	4015	3873	3730	3587	3443	3299	3155	3009	2864
25	0,135	5541	5405	5268	5131	4994	4855	4717	4577	4438	4297
24	0,180	6868	6738	6607	6476	6344	6212	6079	5945	5811	5676
23	0,229	8136	8012	7887	7762	7636	7510	7383	7255	7127	6998
22	0,282	9341	9223	9105	8986	8867	8746	8626	8504	8382	8259
21	0,340	10481	10370	10258	10146	10033	9919	9805	9690	9574	9458
20	0,403	11553	11449	11344	11239	11133	11026	10918	10810	10701	10591
19	0,473	12556	12459	12361	12262	12163	12063	11963	11861	11759	11657
18	0,551	13487	13397	13306	13215	13123	13030	12937	12843	12748	12652
17	0,636	14345	14262	14179	14095	14010	13925	13839	13752	13664	13576
16	0,731	15130	15054	14979	14902	14825	14746	14668	14588	14508	14427
15	0,834	15841	15773	15704	15635	15565	15494	15423	15351	15278	15204
14	0,948	16479	16419	16357	16295	16233	16169	16105	16040	15974	15908
13	1,071	17047	16993	16939	16884	16828	16772	16715	16657	16599	16539
12	1,205	17546	17499	17452	17403	17354	17305	17255	17204	17152	17100
11	1,351	17980	17939	17898	17856	17814	17771	17727	17683	17638	17592
10	1,509	18352	18318	18282	18247	18210	18173	18136	18098	18059	18020
9	1,681	18668	18639	18609	18579	18548	18517	18485	18453	18420	18386
8	1,869	18932	18907	18883	18858	18832	18806	18779	18752	18725	18696
7	2,077	19148	19129	19108	19088	19067	19045	19024	19001	18972	18955
6	2,309	19323	19307	19291	19275	19258	19241	19223	19205	19186	19168
5	2,570	19459	19447	19435	19422	19409	19396	19382	19368	19353	19338

ANEXO III: PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

DETERMINACION DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DEL CONJUNTO TUBO SONDA/VALVULA/MANGUERA FLEXIBLE DE LAS INSTALACIONES DE HALON 1301

1. INTRODUCCION

El objeto del presente documento es la definición de elementos y tareas necesarios para la determinación de la "longitud equivalente" del conjunto tubo sonda/válvula/manguera flexible de instalaciones de halón 1301.

2. MATERIAL A ENSAYAR

El cliente suministrará el siguiente material:

- Botellón de halón adecuado a la válvula que va a ser objeto del ensayo.

En principio debe suministrarse vacío con el fin de poder realizar un taladro y conectar el transductor que nos indique la presión en el interior del botellón (Ver Nota 1).

Una vez acoplado aquél, o a los accesorios señalados en la Nota 1, se realizará una prueba hidráulica a una presión de 120 bar durante 2 min, no debiendo observarse fugas, deformación, fisura o cualquier otro indicio que pueda significar el posterior fallo del conjunto.

Después de un secado exhaustivo y una vez montada la válvula, se procederá a su llenado con halón 1301 hasta obtener una tasa de relleno de 1.000 kg/m³ y se sobrepresurizará con Nitrógeno seco hasta una presión de 25 o 42 bar, a una temperatura de 20 °C, según sea el sistema en que vaya a ser instalada la válvula.

- Válvula y tubo sonda a ensayar, con los mecanismos de disparo asociados, tanto automático como manuales y accesorios tales como manómetro, válvula de alivio, etc. En el caso de necesitarse un botellón piloto para el accionamiento de la válvula, será suministrado por el cliente cargado y con los accesorios adecuados para su conexión.
- Manguera flexible del diámetro y longitud usuales en los sistemas en que vaya a ser instalado.

- Un difusor calibrado de características -diámetro de la tubería a la que debe ir conectado, y coeficiente de descarga- determinados por el equipo de ensayo, de manera que la descarga se realice en un tiempo aproximado de 10 s (Nota 2).

3. MATERIAL AUXILIAR E INSTRUMENTACION

- Todo el conjunto se dispondrá y anclará de tal forma que sea seguro, la descarga no afecte a la magnitud de las pesadas ni aquella se proyecte indebidamente o, de cualquier manera, sea perjudicial (Nota 3).

- Tubo de D mm de diámetro y $25 D$ mm de longitud. En la mitad de su longitud dispondrá de una salida en la que acoplar un transductor (D depende del tamaño de la válvula).

Deben preverse accesorios para la conexión, del tubo flexible y del difusor, uno a cada extremo del mencionado tubo.

- Dos transductores de presión, rango mínimo 0-60 bar (Nota 4).

- Báscula equipada con célula de carga de manera que dé la salida de forma tanto analógica, a través de registrador, como digital, por impresora tras su conversión en un procesador.

- Tres canales de registro analógico, dos para los transductores y uno para la báscula.

- Procesador e impresora para el registro digital de la báscula.

- Un cronómetro.

Debido a la rapidez con que se efectúa la descarga, es conveniente el disponer de un equipo de filmación con el fin de determinar con la mayor exactitud posible el momento del comienzo de la descarga de líquido (Nota 5).

4. MONTAJE

- Se ancla el botellón a las paredes próximas.
- Se acopla la manguera flexible, el tubo metálico, el transductor en el tubo en el lugar dispuesto al efecto y el difusor (Nota 3).
- Por último, se conecta el mecanismo disparo.

5. COMPROBACIONES PREVIAS

- La tubería estará anclada con seguridad y la descarga no provocará efectos no deseables.
- La tensión de alimentación, tanto para el mecanismo de disparo como para los transductores se encuentra entre los límites fijados por los fabricantes (Nota 5).
- La polaridad de las líneas de alimentación y de los dispositivos de medida a los registradores es la correcta.
- Los registradores se encuentran conectados, con la velocidad de avance, fondo de escala y "puesta a cero" adecuados.
- La tara, pesos máximo y mínimo y frecuencia de medida del procesador de la báscula son los apropiados (Nota 6).
- La impresora se encuentra conectada y en función "on line".

6. REALIZACION

Se seguirá la siguiente secuencia:

- Puesta en marcha simultánea del avance del papel de los registradores.
- Accionamiento simultáneo de:
 - * Comienzo secuencia de pesadas.
 - * Mecanismo de disparo.
 - * Cronómetro.
- Al comienzo de la descarga líquida en el difusor se acciona el botón de visualización de tiempo parcial del cronómetro.
- Al final de la descarga líquida, caracterizada por el cambio de sonido, se para el cronómetro.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

De los valores de la presión obtenidos (Nota 7) en el momento en que se ha descargado la mitad del contenido del agente, y mediante las Tablas de los factores Y y Z, la longitud equivalente se obtiene:

$$Leq = \frac{2,424 \cdot 10^{-9} D^{5,25} Y}{Q^2} - 0,0432 D^{1,25} Z$$

Leq = Longitud equivalente del conjunto tubo sonda, válvula, manguera flexible.

- D = Diámetro interior de la tubería para la que se ha diseñado la válvula.
- Q = Caudal, obtenido como la pendiente del registro de peso, en Kg/s.
- Y = Diferencia entre los factores Y de la presión en la tubería y la presión en el botellón.
- Z = Diferencia entre los factores Z de la presión en la tubería y la presión en el botellón.
-

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE DESCARGA

DE DIFUSORES DE HALON 1301

NOTA : Este ensayo puede realizarse conjuntamente con el de determinación de la longitud equivalente de la válvula.

1. INTRODUCCION

El objeto del presente documento es la definición y sistematización de los elementos y tareas necesarios para la determinación del coeficiente de descarga de difusores de sistemas de halón 1301.

2. MATERIAL A ENSAYAR

El cliente proporcionará:

- Botellón de halón 1301 cargado a una tasa de relleno de 1.000 Kg/m³ un nivel de presurización de 25 o 42 bar, según sea el sistema en que vaya a ir instalado el difusor. Se suministrará con la válvula de descarga adecuada y todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, (manómetro, válvula de alivio, accionamiento eléctrico, manguera flexible, etc).
- Difusor objeto del ensayo.

3. MATERIAL AUXILIAR E INSTRUMENTACION

- Tubo del diámetro para el que está diseñado el difusor. 10 a 12 diámetros aguas arriba de éste se dispondrá un acoplamiento para un transductor de presión.
- Báscula equipada con célula de carga con salidas analógica y digital.
- Un transductor de presión
- Procesador e impresora para el registro digital de la báscula.
- Un cronómetro.

Debido a la rapidez con que se efectúa la descarga, es conveniente el disponer de un equipo de filmación con el fin de determinar con la mayor exactitud posible el momento del comienzo de la descarga de líquido (Nota 5).

4. MONTAJE

- Se ancla el botellón a las paredes próximas.
- Se acopla la manguera flexible, el tubo metálico, el transductor en el tubo en el lugar dispuesto al efecto y el difusor (Nota 3).
- Por último, se conecta el mecanismo disparo.

5. COMPROBACIONES PREVIAS

- La tubería estará anclada con seguridad y la descarga no provocará efectos no deseables.
- La tensión de alimentación, tanto para el mecanismo de disparo como para los transductores se encuentra entre los límites fijados por los fabricantes (Nota 5).
- La polaridad de las líneas de alimentación y de los dispositivos de medida a los registradores es la correcta.
- Los registradores se encuentran conectados, con la velocidad de avance, fondo de escala y "puesta a cero" adecuados.
- La tara, pesos máximo y mínimo y frecuencia de medida del procesador de la báscula son los apropiados (Nota 6).
- La impresora se encuentra conectada y en función "on line".

6. REALIZACION

Se seguirá la siguiente secuencia:

- Puesta en marcha simultánea del avance del papel de los registradores.
- Accionamiento simultáneo de:
 - * Comienzo secuencia de pesadas.
 - * Mecanismo de disparo.
 - * Cronómetro.
- Al comienzo de la descarga líquida en el difusor se acciona el botón de visualización de tiempo parcial del cronómetro.

- Al final de la descarga líquida, caracterizada por el cambio de sonido, se para el cronómetro.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

Del valor de la presión obtenida (Nota 7) en el momento en que se ha descargado la mitad del contenido del agente, y mediante el gráfico 1 se obtiene el caudal teórico por unidad de superficie:

Este valor se multiplica por el área real de la tubería y obtenemos Q_T .

Del caudal obtenido en la gráfica de variación de peso (pendiente de la gráfica) obtenemos el caudal real Q_R .

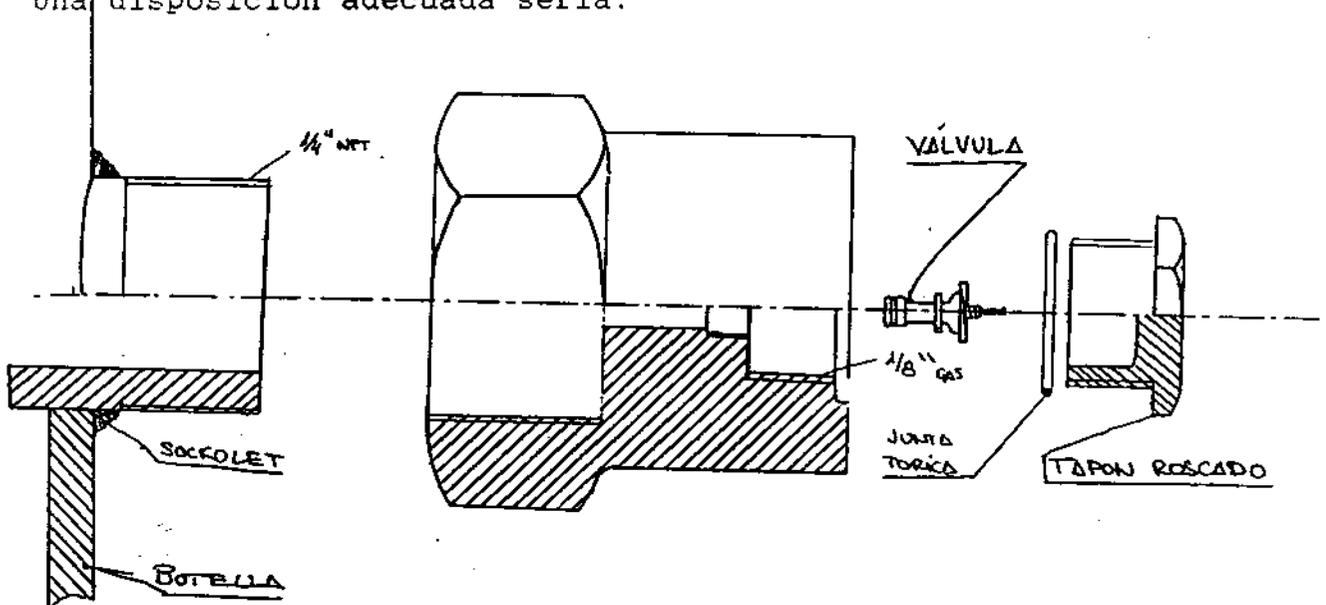
El coeficiente de descarga es:

$$K = \frac{Q_R}{Q_T}$$

NOTAS

NOTA 1: ACOPLAMIENTO DEL TRANSDUCTOR AL BOTELLON

Dada las condiciones de presión a que va a estar sometida esta unión, la soldadura ha de realizarse por personal cualificado. Una disposición adecuada sería:



NOTA 2: DETERMINACION DEL DIFUSOR

Para determinar el difusor debe utilizarse el programa de cálculo con las siguientes peculiaridades:

- Debe suponerse un valor para la longitud equivalente de la válvula, bien facilitado por el fabricante, bien tomando datos de otras con el valor ya conocido.
- Una vez realizado el cálculo con el programa se determina el siguiente coeficiente de descarga del difusor de la siguiente manera:
 - * Se divide el área de los orificios entre el área de la tubería.
 - * Se va al gráfico correspondiente del manual del programa de cálculo y se obtiene el valor del coeficiente de descarga necesario.

Caso de ser éste desconocido por el fabricante se pedirá un difusor de características similares al obtenido en el programa.

NOTA 3: DISPOSICION DEL DIFUSOR EN LA INSTALACION

Para obtener un registro fiel de peso es necesario que la descarga a través del difusor sea horizontal.

Los difusores radiales se colocarán montantes o colgantes, según convenga.

Los difusores axiales se colocarán horizontales, y con la línea de acción de la descarga lo más próxima posible al eje de la botella.

Puede ser necesaria la disposición de pantallas con el fin de evitar la proyección de la descarga sobre el equipo de registro y medida.

NOTA 4: DE LA ALIMENTACION DE LOS TRANSDUCTORES

Los transductores van alimentados con corriente continua. La tensión debe estar dentro de los valores fijados por el fabricante.

Cuando la alimentación desde el cuadro sea común a otros dispositivos (válvula solenoide, equipo auxiliar, etc) debe verificarse el valor de la tensión con todos ellos en funcionamiento, ya que el valor de la tensión de salida depende del de la de alimentación.

NOTA 5: FILMACION DEL ENSAYO

La filmación del ensayo permite una más exacta evaluación temporal de éste. Para determinar el momento de actuación del mecanismo de disparo puede disponerse, en paralelo a éste, una lámpara con lo que quedaría claramente definido el momento del comienzo de la descarga líquida respecto del disparo.

NOTA 6: AJUSTE DE LA BASCULA

El procesador de la báscula considera el valor "cero" la carga que tenga en el momento de ser conectada. Por ello, debe liberarse el peso al hacer esta operación.

El peso máximo se elegirá mayor que el que indique y el mínimo menor que el que, resulte de restar la carga de halón al peso indicado.

NOTA 7: CONVERSION DEL REGISTRO DE LOS TRANSDUCTORES

Los transductores dan una tensión de salida.

$$V_s = (K_0 + K_1 P) V_A$$

Siendo:

V_s = Tensión de salida (V)

V_A = Tensión de alimentación (V)

K_0, K_1 = Constantes dependientes de cada transductor (adim.,
bar⁻¹)

P = Presión a registrar (bar)

Por lo que la presión:

$$P = \frac{\frac{V_s}{V_A} - K_0}{K_1}$$

$K_0 \cdot V_A$ es la tensión residual, es decir, tensión proporcionada por el transductor a presión manométrica nula.

Si el transductor está a presión cero, la tensión residual se puede corregir sin ningún problema. En caso contrario, puede corregirse si se conoce su valor.

Por tanto, la presión quedaría:

$$P = \frac{V_s}{V_A} \frac{1}{K_1}$$

