



Presentan:

Buenas Prácticas en Agentes Limpios

ING. FELIPE VILLA DUARTE, COORDINADOR DEL ÁREA ELÉCTRICA.

Buenas Prácticas en Agentes Limpios.

TEMAS.

1. Normatividad aplicable
2. Definiciones
3. Generalidades
4. Consideraciones en el montaje
5. Análisis de cálculos de descarga
6. Otros aspectos importantes
7. Conclusiones



1. Normatividad aplicable.

El diseño, los equipos, la instalación, las pruebas y el mantenimiento del Sistema de extinción de incendios con agente limpio deben cumplir con los requisitos aplicables establecidos en la edición más reciente de los siguientes códigos y estándares:

1. *NFPA No. 2001: Sistemas de extinción de incendios con agente limpio*
2. *NFPA No. 70: Código Eléctrico Nacional*
3. *NFPA No. 72: Código Nacional de Alarmas de incendios*
4. *Guía de Aprobación de Factory Mutual*
5. *Certificaciones UL*
6. *AHJ*, así como todos los **demás códigos, estándares y buenas prácticas de ingeniería**, se utilizarán como los estándares “mínimos” de diseño.

1. Normatividad aplicable. (Cont.)

ALCANCE:

NFPA 2001, Num 1.1 “Este estándar contiene los **requisitos mínimos** para los **sistemas de extinción** de incendios por **inundación total que utilizan agentes limpios**. No considera los sistema de extinción que emplean dióxido de carbono o agua como agentes primarios de extinción, los cuales se tratan en otros documentos de NFPA.”

OBJETO:

NFPA 2001, Num 1.2.1 “...Este estándar se elabora para el **uso y guía** de aquellos responsables de la **adquisición, diseño, instalación, ensayo, inspección, aprobación, listado, funcionamiento y mantenimiento** de sistemas de extinción con agentes limpios **diseñados a medida o prediseñados**, a fin de que estos equipos funcionen según lo previsto durante todo su tiempo de vida.”

2. Definiciones.

Para el entendimiento de esta presentación acerca de agentes limpios se extrae de la norma las siguientes definiciones:

NFPA 2001, 3.3.6. Agente limpio: Sustancia extintora no conductora de la electricidad, volátil o gaseosa, que no deja residuos tras su evaporación.

NFPA 2001, 3.3.14 Agente halocarbonado: Agente que contiene como componentes principales uno o más componentes orgánicos que poseen uno o más de los elementos flúor, cloro, bromo o yodo.

NFPA 2001, 3.3.15 Agente gaseoso inerte: Agente que contiene como componentes principales uno o más de los gases helio, neón, argón o nitrógeno. Los agentes gaseosos inertes que son mezclas de gases pueden contener también dióxido de carbono como componente secundario.

2. Definiciones. (Cont.)

NFPA 2001, 3.3.2 Concentración de agente: Proporción de agente extintor en una mezcla de agente-aire, expresada como porcentaje en volumen.

NFPA 2001, 3.3.3 Fuego de Clase A: Fuego de materiales combustibles ordinarios, tales como madera, tejido, papel, caucho y muchos plásticos.

NFPA 2001, 3.3.4 Fuego de Clase B: Fuego de líquidos inflamables, aceites, grasas, asfaltos, pinturas oleosas, lacas y gases inflamables.

NFPA 2001, 3.3.5 Fuego de Clase C: Fuego que afecta a equipos eléctricos energizados.

2. Definiciones. (Cont.)

NFPA 2001, 3.3.34 Inundación total: Actuación y forma de descarga un agente con objeto de alcanzar una determinada concentración mínima de este en todo un volumen de riesgo.

NFPA 2001, 3.3.35 Sistema de inundación total: Sistema que consiste en un abastecimiento de agente y una red de distribución diseñada para conseguir una condición de inundación total en un volumen de riesgo.

NFPA 2001, 3.3.11 Sistema diseñado a la medida: ***Sistema que requiere un cálculo y diseño individuales a fin de **determinar velocidades de flujo, presiones en boquillas, tamaño de tuberías, área o volumen protegido por cada boquilla, cantidad de agente y número y tipos de boquillas, así como su emplazamiento en un sistema específico.*****

NFPA 2001, 3.3.33 Sobrepresurización: Incorporación de gas a un recipiente que contiene un agente extintor para alcanzar una determinada presión interna.

3. Generalidades.

La norma hace las siguientes consideraciones a tener en cuenta:

ACERCA DE LA APLICACIÓN DE AGENTES:

NFPA 2001, Num 1.4.1.1 “Los agentes extintores considerados en este estándar ***no son conductores eléctricos y no dejan residuos tras su evaporación.***”

ACERCA DEL PERSONAL:

NFPA 2001, Num 1.4.1.3 “El diseño, instalación, servicio y mantenimiento de los sistemas de extinción con agentes limpios deberá ser ***realizado por especialistas en esta tecnología.***”

3. Generalidades. (Cont.)

ACERCA DEL RECINTO:

NFPA 2001, Num 1.4.2.3 “Cuando se utilice un sistema de **inundación total**, se preverá un **espacio cerrado alrededor del riesgo**, que permita **alcanzar** una determinada **concentración de agente y mantenerla** durante un período de tiempo específico.”

ACERCA DE LA SEGURIDAD:

NFPA 2001, Num 1.5.1.4.2 “Deberá **considerarse** la posibilidad **que el agente** limpio **penetre en áreas adyacentes** externas al espacio protegido.”

NFPA 2001, Num 1.5.1.5.1 “**Antes de que se manipulen o muevan** los cilindros del sistema, se deberán tomar las medidas siguientes:

- (1) Las salidas de los cilindros se deberán tener fijados dispositivos **antirretroceso, tapas de cilindro o ambos** siempre que la salida del cilindro no esté conectada al colector del sistema.
- (2) Se deberán **desarmar o retirar los actuadores** antes de que se retiren los cilindros de sus abrazaderas de sujeción.”

3. Generalidades. (Cont.)

AGENTES CONSIDERADOS POR LA NFPA:

Tabla extraída de la NFPA 2001

HALOCARBONADOS

Actúan por interrupción química y enfriamiento

INERTES

Actúan por desplazamiento del oxígeno

Table 1.4.1.2 Agents Addressed in NFPA 2001

Agent Designation	Chemical Name	Chemistry
FK-5-1-12	Dodecafluoro-2-methylpentan-3-one	$CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$
HCFC Blend A	Dichlorotrifluoroethane	$CHCl_2CF_3$
	HCFC-123 (4.75%)	
	Chlorodifluoromethane	$CHClF_2$
	HCFC-22 (82%)	
	Chlorotetrafluoroethane	$CHClFCF_3$
HCFC-124	HCFC-124 (9.5%)	
	Isopropenyl-1-methylcyclohexene (3.75%)	
HCFC-124	Chlorotetrafluoroethane	$CHClFCF_3$
HFC-125	Pentafluoroethane	CHF_2CF_3
HFC-227ea	Heptafluoropropane	CF_3CHFCF_3
HFC-23	Trifluoromethane	CHF_3
HFC-236fa	Hexafluoropropane	$CF_3CH_2CF_3$
FIC-1311	Trifluoroiodide	CF_3I
IG-01	Argon	Ar
IG-100	Nitrogen	N_2
IG-541	Nitrogen (52%)	N_2
	Argon (40%)	Ar
	Carbon dioxide (8%)	CO_2
IG-55	Nitrogen (50%)	N_2
	Argon (50%)	Ar
HFC Blend B	Tetrafluoroethane (86%)	CH_2FCF_3
	Pentafluoroethane (9%)	CHF_2CF_3
	Carbon dioxide (5%)	CO_2

3. Generalidades. (Cont.)

ACERCA DE LOS SEPARACIÓN CON SISTEMAS ELÉCTRICOS:

NFPA 2001, Num 1.5.2.1 “**Todos los componentes del sistema** se mantendrán **a una distancia mínima de separación de los elementos eléctricos en carga.**”

La NFPA 2001 referencia algunas normas tales como:

ANSI C2

NFPA 70 (que para el caso de Colombia es la NTC2050 y el RETIE Res 90708 Ed. 2013) y

29 CFR 1910, Subparte S.

3. Generalidades. (Cont.)

ACERCA DE LA SEPARACIÓN CON SISTEMAS ELÉCTRICOS: Tabla extraída de la NTC2050.

Tabla 110-34.a). Profundidad mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica

Tensión nominal a tierra (V)	Distancia mínima en (m) según la condición		
	1	2	3
601-2500	0,90	1,20	1,50
2501-9000	1,20	1,50	1,80
9001-25 000	1,50	1,80	2,70
25 001-75 000	1,80	2,40	3,00
Más de 75 000	2,40	3,00	3,70

Las “Condiciones” son las siguientes:

1. Partes energizadas expuestas en un lado y partes sin energizar o puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes energizadas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes energizadas los cables o barras aislados que funcionen a menos de 300 V.
2. Partes energizadas expuestas aun lado y puestas a tierra al otro lado.
3. Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1., con el operador entre ambas.

3. Generalidades. (Cont.)

Qué es el FUEGO?

Es una REACCIÓN QUÍMICA continuada con generación de luz y calor, en la cual se combinan ELEMENTOS COMBUSTIBLES (agentes reductores) con el OXÍGENO DEL AIRE (agente oxidante), en presencia de CALOR

NOTA: El fuego se extingue si se destruye el triángulo, eliminando o acortando alguno de sus lados.



Triángulo del
fuego.

3. Generalidades. (Cont.)

Tipos de FUEGO?



Clasificación del fuego.

NOTA: El fuego es la manifestación visual de la combustión.

4. Consideraciones en el montaje.

MANIPULACIÓN DE LOS CILINDROS

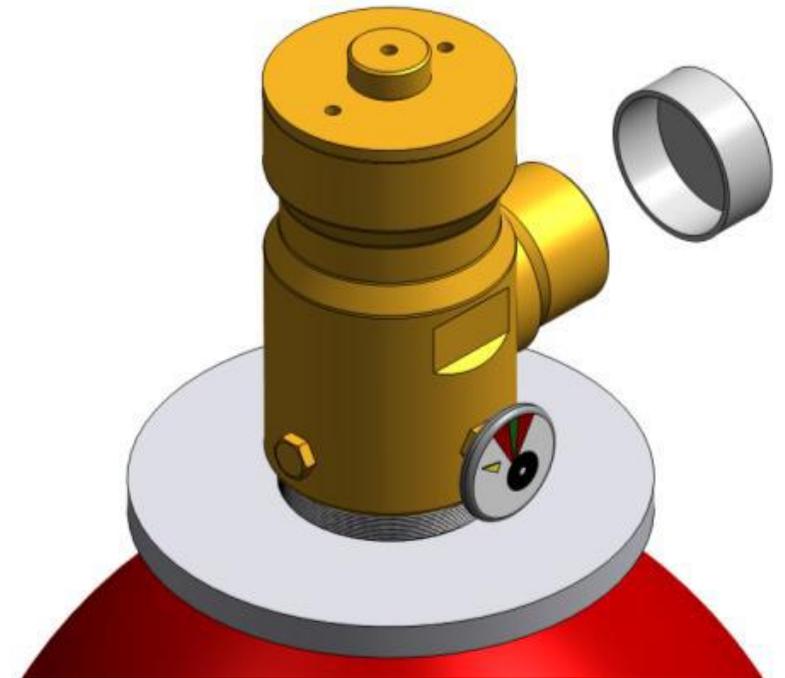
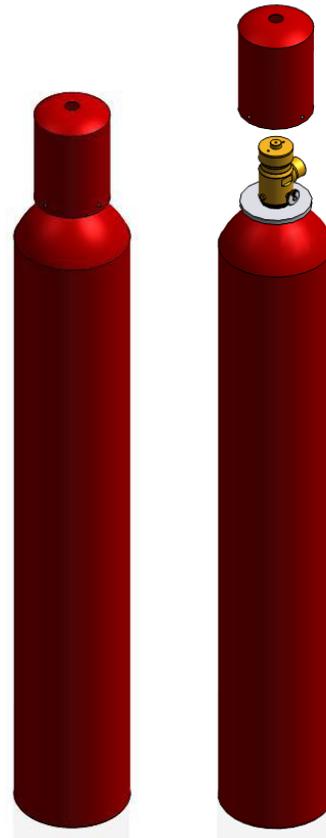
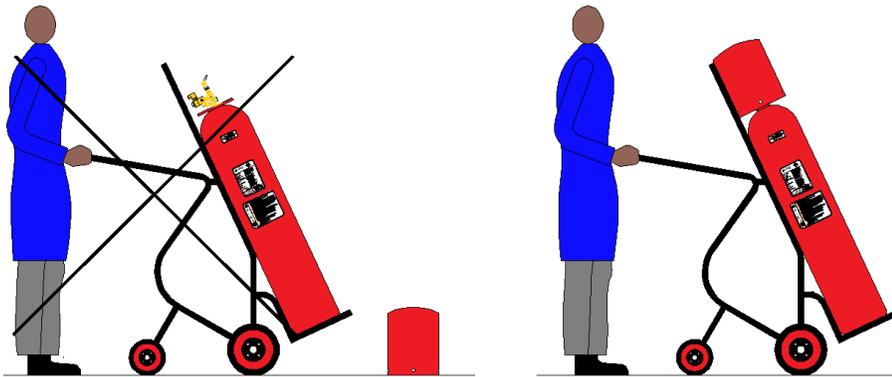
Desde fábrica, todos los cilindros ensamblados con válvulas están protegidos con **caperuzas y tapones** protectores para el transporte, los cuales **no se deben quitar hasta que los cilindros hayan sido fijados con seguridad** a sus herrajes de sujeción (guardar dichas caperuzas protectoras para usos futuros).

Los cilindros deberán ser **ubicados en una zona protegida de temperaturas extremas y accesible para su servicio y mantenimiento**. El cilindro debe estar **firmemente asegurado a una pared**.

Recordar que los cilindros contienen agente presurizado y **un fallo al seguir las instrucciones podría provocar que los cilindros se descarguen** violentamente generando daños graves al personal y/ a la propiedad

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

MANIPULACIÓN DE LOS CILINDROS



4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

TUBERÍA

Toda la tubería instalada estará de acuerdo con los últimos requerimientos incluidos en la NFPA-2001, serán de **material no combustible** y tendrán unas características físicas y químicas tales **que garanticen su integridad ante las tensiones a que van a ser sometidas**. Para el cálculo del espesor debemos tener en cuenta que tienen que soportar una presión igual a la de almacenamiento del gas extintor a 50°C.

Entre la tubería que **se acepta está la de acero galvanizado o negra** según la Norma sobre tubería DIN y ANSI B31.1. Los tipos de tubería que **no deben usarse son los de hierro fundido, los de acero** según las especificaciones de la ASTM A 120 y todas las **tuberías no metálicas**.

Se recomienda el uso de **tubería de acero sin costura**.

La instalación deberá estar puesta a tierra.

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

ACCESORIOS

El modo de unirlos deberá estar de acuerdo a los últimos requerimientos incluidos en la NFPA-2001.

Los **accesorios ranurados** deben ser aprobados **para las aplicaciones con Gases Halogenados** (HFC-227ea, HFC-125, HFC-23) y sólo se utilizarán los **de alta presión**.

No se deben utilizar los accesorios ranurados comunes que se instalan en redes de rociadores.

Los **accesorios de hierro fundido estándar o los de 150 lbs. no son aceptables**.

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

ACCESORIOS

Todas las reducciones en el tamaño de la tubería deben realizarse usando accesorios de reducción como reductores concéntricos. Los codos dobles de reducción no son aceptables.

LIMPIEZA

Todos los tramos de tubería deben ser ajustados y ensamblados con sellantes apropiados, como por ejemplo Teflón en cinta o en pasta (caso de tratarse de tubería roscada). Después se hará una limpieza para quitar las rebabas y aceites residuales.

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

TUBERÍA Y ACCESORIOS RECOMENDADOS

Agente Extintor	Presión en el contenedor a 50°C	Sobre-presurización a 20°C	Tubería aconsejada	Accesorios aconsejados
FK-5-1-12 Novec	500PSI/34Bar	24Bar N2	SCH 40	300 Lb
HFC-125 Ecaro-25	600PSI/41Bar	24Bar N2	SCH 40	Mín 300 Lb (24Bar) Mín 600 Lb (42Bar)
HFC-227ea FM-200	500PSI/34Bar	24Bar N2	SCH 40	Mín 300 Lb (24Bar) Mín 600 Lb (42Bar)
HFC-23 FE-13	2000PSI/137Bar	N.A.	SCH 40 hasta $\frac{3}{4}$ SCH 80 mayor a $\frac{3}{4}$	Mín 3000Lb hasta 2" roscado mayor a 2" soldado
IG-01 Argotec	3350PSI/231Bar	N.A.	SCH 80-120-160	3000Lb
IG-541 Inergen	2900PSI/200Bar	N.A.	SCH 80-120-160	3000Lb
IG-55 Argonite	3300PSI/227Bar	N.A.	SCH 80-120-160	3000Lb

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

ROSCAS

Se recomienda **utilizar Teflón en cinta y aplicarse sólo a las roscas de tubería macho**. Cuando se utilice teflón en pasta, impregnar como mínimo un hilo de la rosca macho y otro de la rosca hembra. Las roscas de todas las tuberías y los accesorios deberán ser selladas adecuadamente.

Cuando se utilicen **accesorios** de 3000 lbs. **con roscas NPT**, asegurarse de **que la tubería también es roscada con hilos NPT**.

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

SOPORTERÍA

Toda la tubería debe ser instalada de acuerdo con la mejor práctica comercial. El sistema de tubería deberá asegurarse con soportes de acuerdo con su expansión y contracción.

Los soportes deben colocarse entre codos que disten 600 mm (ver figura A).

Los soportes deben colocarse a 300 mm de la boquilla de descarga (ver figura B).

Los soportes deben estar sujetos a estructuras capaces de soportar las tuberías.

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

SOPORTERÍA

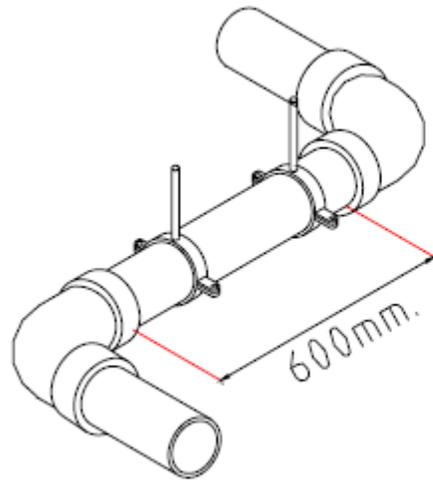


Figura A

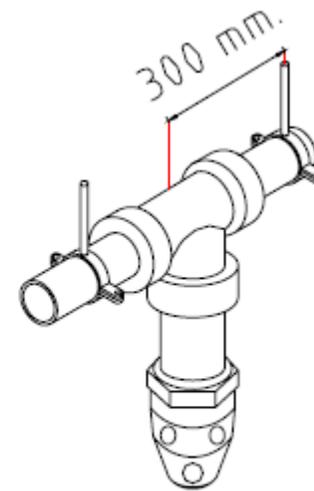


Figura B

4. Consideraciones en el montaje. (Cont.)

SOPORTERÍA

DISTANCIA ENTRE SOPORTES PARA TUBERÍA									
Díámetro del tubo DN (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100
Díámetro del tubo en Pulg	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
Espacio máximo entre soportes (m)	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,4	3,5	3,7	4,3

5. Cálculo de un sistema diseñado a la medida.

Las especificaciones sobre sistemas de extinción por inundación total con agente limpios se deberán elaborar bajo la supervisión de un experto en el diseño de estos sistemas y con el asesoramiento de la autoridad competente.

Las especificaciones deberán incluir todos los elementos necesarios para un diseño correcto, la secuencia de funcionamiento del sistema, el tipo y alcance del ensayo de aprobación a realizar después de la instalación del sistema y los requisitos de formación del propietario.

5. Cálculo de un sistema diseñado a la medida. (Cont.)

Las especificaciones sobre el diseño del sistema deberán incluir información y cálculos sobre la cantidad de agente, presión de almacenamiento del recipiente; volumen interno del mismo; ubicación, tipo y velocidad de flujo de cada boquilla incluyendo el área de orificio equivalente; la ubicación, tamaño y longitudes equivalentes de tubería, accesorios y mangueras; y la ubicación y tamaño de la instalación de almacenamiento.

Se deberán indicar claramente las reducciones en el tamaño de la tubería. Deberá aportarse también información respecto a la situación y funcionamiento de los dispositivos de detección, dispositivos accionadores, equipos auxiliares y circuitos eléctricos, cuando se utilicen.

5. Cálculo de un sistema diseñado a la medida. (Cont.)

Las especificaciones sobre el diseño del sistema deberán incluir información y cálculos sobre la cantidad de agente, presión de almacenamiento del recipiente; volumen interno del mismo; ubicación, tipo y velocidad de flujo de cada boquilla incluyendo el área de orificio equivalente; la ubicación, tamaño y longitudes equivalentes de tubería, accesorios y mangueras; y la ubicación y tamaño de la instalación de almacenamiento.

Se deberán indicar claramente las reducciones en el tamaño de la tubería. Deberá aportarse también información respecto a la situación y funcionamiento de los dispositivos de detección, dispositivos accionadores, equipos auxiliares y circuitos eléctricos, cuando se utilicen.

5. Cálculo de un sistema diseñado a la medida. (Cont.)

Dependiendo del tipo de agente limpio a utilizar, se deberá validar el NOAEL Y LOAEL recordando que existen niveles de concentración conforme a la NFPA

Concentración segura

Concentración de diseño

Conc. Tóxica

Agente Extintor	FK-5-1-12 Novec	HFC-125 Ecaro-25	HFC-227ea FM-200	HFC-23 FE-13	IG-01 Argotec	IG-541 Inergen	IG-55 Argonite
Concentración de diseño	6%	9,7%	7%	16%	39%	36,6%	40%
NOAEL	10%	7,5%	9%	50%	43%	43%	43%
LOAEL	>10%	10%	10,5%	<50%	52%	52%	52%
Fenómeno	Inhibidor de la reacción química de la combustión	Inhibidor de la reacción química de la combustión	Inhibidor de la reacción química de la combustión	Inhibidor de la reacción química de la combustión		Reducción del oxígeno hasta un 12,5% e incrementa el CO2 al 3%	Reducción del oxígeno hasta un 12,5%

5. Cálculo de un sistema diseñado a la medida. (Cont.)

TIEMPOS DE DESCARGA:

1. Para gases halocarbonados

Tiempo de descarga de 10 Seg.

Este tiempo se fija para minimizar la formación de productos de descomposición.

Permite conseguir la concentración de diseño de forma rápida.

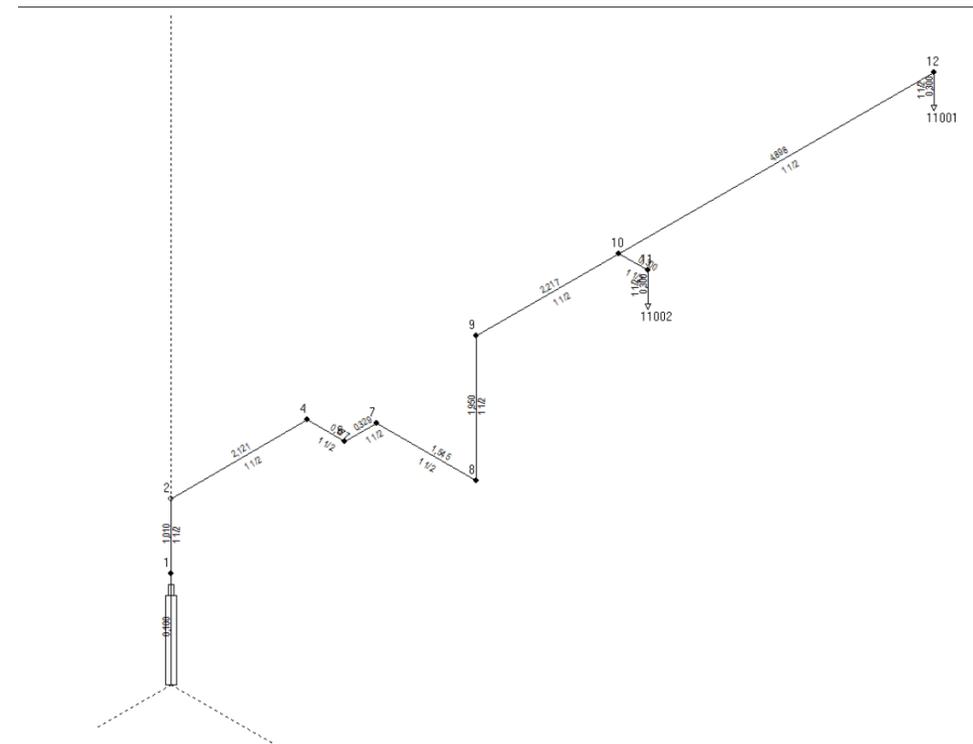
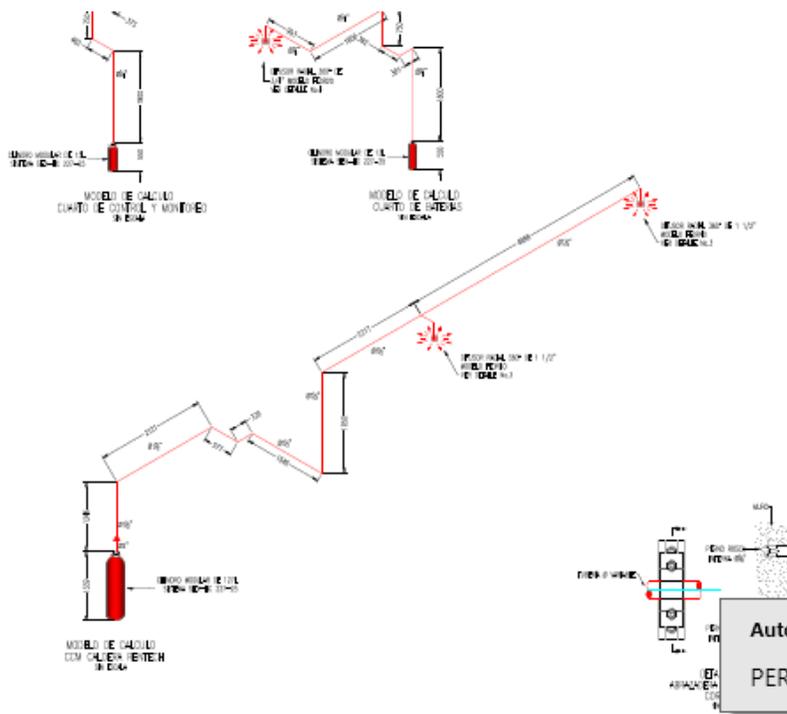
2. Para gases inertes

Tiempo de descarga de 60 Seg.

No existe límite real más que la minimización de los daños provocados por el fuego.

Permite diseñar sistemas con tuberías razonables.

5. Cálculo de un sistema diseñado a la medida. (Cont.)



Ver cálculos: [Cálculo de un sistema de FM-200](#)
[Cálculo de un sistema de IG-541](#)

6. Otros aspectos importantes.

“Door Fan Test”.



6. Otros aspectos importantes. (Cont.)

Normativa

El Standard NFPA 2001 (relativo a los sistemas de extinción del fuego mediante agentes limpios) requiere una prueba de estanqueidad de recintos como parte del procedimiento de aceptación, para todos los sistemas de agentes limpios. Conforme a la NFPA 2001, Num 7.5 concreta que el método preferido actualmente es la utilización de una unidad Door Fan y humo en aerosol.



6. Otros aspectos importantes. (Cont.)

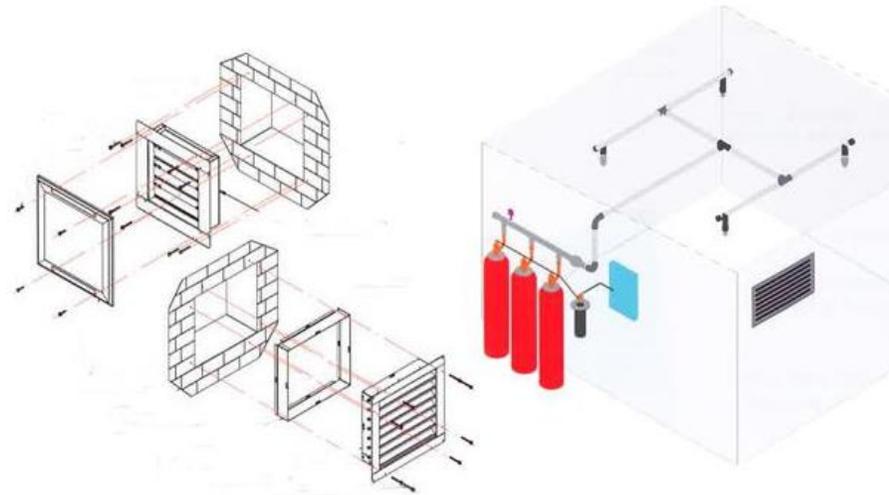
Normativa

En el marco actual de la Protección Contra Incendios, la “Prueba de Estanqueidad de Recintos o Prueba del Ventilador en la Puerta” (Door FanTest) permite evaluar con precisión la estanqueidad de la sala que se va a proteger frente al fuego mediante una Instalación Fija de Extinción por Inundación Total con Agente extintor Gaseoso (Agentes Limpios: INERGEN, FM200, NOVEC, FE13, etc.; u otros gases como el CO₂)

La prueba de Door Fan Test, además de calcular el tiempo de permanencia, puede ser utilizada para calcular aberturas de sobrepresión, áreas donde sea difícil evaluarlas, etc.

6. Otros aspectos importantes. (Cont.)

Un sistema de alivio de presión se usa típicamente como último recurso para evitar que un equipo presurizado exceda su límite en lo que a presión se refiere, previniendo así de posibles situaciones peligrosas que pueden ocasionar daños materiales y humanos.



6. Otros aspectos importantes. (Cont.)

INSPECCIÓN

El sistema, en su totalidad, deberán ser inspeccionado y probado satisfactoriamente con una periodicidad mínima anual, efectuado por personal competente a fin de comprobar si se han producido penetraciones u otros cambios que pudieran afectar negativamente a la fuga de agente o modificar el volumen del riesgo y recibir la aprobación por parte de la autoridad competente.

En los sistemas sólo se utilizarán equipos y dispositivos listados. Para comprobar que el sistema se ha instalado adecuadamente y funcionará según lo previsto, se llevarán a cabo los siguientes ensayos.

6. Otros aspectos importantes. (Cont.)

MANTENIMIENTO

Antes de la aceptación final, el contratista de instalación debe proporcionar manuales de instrucciones de operación y mantenimiento completos. Se debe detallar todos los aspectos de la operación y el mantenimiento del sistema, incluida la isométrica de tuberías, los diagramas de cableado de todos los circuitos, una descripción escrita del diseño del sistema, la secuencia de operación y los diagramas que ilustran la lógica de control, así como los equipos utilizados en el sistema.

Adicional se deberá incluir listas de verificación y procedimientos para situaciones de emergencia, técnicas de solución de problemas, operaciones y procedimientos de mantenimiento.

6. Otros aspectos importantes. (Cont.)

MEDIO AMBIENTE

Los sistemas de agentes limpios son ecológicos, no contribuye al calentamiento global ni desprende compuestos químicos especiales con tiempos de vida en la atmósfera extensos.



7. Conclusiones

1. No deben hacerse cambios. Las tuberías deberán instalarse según el plano isométrico que se incluye en el proyecto. Deberán respetarse las medidas, dimensiones y calidades de las tuberías que se indican en el plano, puesto que un cambio en las dimensiones o medidas de la tubería repercutirá en un mal funcionamiento del sistema.
2. Un sistema construido conforme a los planos aprobados y a los cálculos, son diseñados para otorgar protección contra incendio y no utilizarse para otro propósito.
3. Iniciar un registro de todas las inspecciones, pruebas y mantenimientos del sistema y sus componentes, puesto que del cuidado y mantenimiento de los sistemas, depende su buen funcionamiento. Esta actividad es responsabilidad del propietario.

[file:///C:/Users/dcastano/Downloads/Nfpa%202001%20\(2012e\)-%20Normas%20Sistemas%20e%20Extinsi%C3%B3n%20de%20Incendios%20Con%20Agentes%20Pimpios%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/dcastano/Downloads/Nfpa%202001%20(2012e)-%20Normas%20Sistemas%20e%20Extinsi%C3%B3n%20de%20Incendios%20Con%20Agentes%20Pimpios%20(1).pdf)
<https://eduardovillafuerteblog.wordpress.com/2019/02/11/prueba-estanqueidad-door-fan-test/>
<http://www.sieux2001.com/es/productos-y-sistemas/sistema-de-alivio-de-sobrepresion>
<https://www.interempresas.net/Medicion/Articulos/22516-Diseno-de-sistemas-de-alivio-de-presion.html>



¡Agradecemos su Atención!