

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 577**

51 Int. Cl.:

A62C 35/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2006 PCT/US2006/060170**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2007 WO07048144**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2006 E 06839509 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2016 EP 1948326**

54 Título: **Sistemas de rociadores secos sólo de techo y métodos para controlar un incendio de una ocupación para almacenamiento**

30 Prioridad:

21.10.2005 US 728734 P
21.02.2006 US 774644 P
05.07.2006 US 818312 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.02.2017

73 Titular/es:

TYCO FIRE PRODUCTS LP (100.0%)
1400 Pennbrook Parkway
Lansdale, PA 19446, US

72 Inventor/es:

GOLINVEAUX, JAMES E.;
LEBLANC, DAVID J. y
WILKINS, ROGER S.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 599 577 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistemas de rociadores secos sólo de techo y métodos para controlar un incendio de una ocupación para almacenamiento.

Campo técnico

5 Esta invención se refiere en general a sistemas de protección contra incendios de rociador seco y al método para su diseño e instalación. En particular, la presente invención ofrece un sistema de rociadores secos apropiado para la protección de ocupaciones para almacenamiento, el cual utiliza un efecto de rodear y ahogar para controlar una situación de incendio. La presente invención está además orientada al método para diseñar e instalar dichos sistemas.

10 Antecedentes de la invención

Los sistemas de rociadores secos son conocidos en la técnica. Un sistema de rociadores secos incluye una parrilla de rociadores que tiene múltiples cabezas de rociadores. La parrilla de rociadores está conectada mediante líneas de flujo de fluido que contienen aire u otro gas. Las líneas de flujo de fluido están acopladas a una válvula de suministro de agua primaria que puede incluir, por ejemplo, una válvula de relación aire/agua, válvula de diluvio o
15 válvula de acción previa, tal y como se las conoce en el estado de la técnica. Las cabezas de rociadores generalmente incluyen válvulas sensibles a la temperatura normalmente cerradas. Las válvulas normalmente cerradas de las cabezas de rociadores se abren cuando una fuente térmica, tal y como un fuego, las calienta de manera suficiente o acciona de manera suficiente. La cabeza de rociador abierta, sola o combinada con un indicador de fuego o humo, hace que la válvula de suministro de agua primaria se abra, permitiendo así que el agua de
20 depósito fluya hacia las líneas de flujo de fluido de la parrilla de rociadores de tubería seca (desplazando el aire en su interior), y a través de la cabeza de rociador abierta para controlar el fuego, reducir la fuente de humo y/o minimizar cualquier daño que surgiera de los mismos. El agua fluye a través del sistema y hacia fuera de la cabeza de rociador abierta (y cualquier otra cabeza de rociador que se abra posteriormente), hasta que la cabeza de rociador se cierre a sí misma, si se reiniciara automáticamente, o hasta que se corte el suministro de agua.

25 Por el contrario, un sistema de rociadores de tubería húmeda tiene líneas de flujo de fluido que se han llenado con agua previamente. El agua se retiene en la parrilla de rociadores mediante las válvulas en las cabezas de rociadores. Ni bien se abre una cabeza de rociador, el agua en la parrilla de rociadores fluye inmediatamente fuera de la cabeza de rociador. Además, la válvula de agua primaria en el sistema de rociadores húmedos es la válvula de corte principal, que normalmente está en el estado abierto.

30 Existen tres tipos de sistemas de rociadores secos que contienen aire o gas en contraposición a agua u otro fluido. Estos sistemas secos incluyen: sistemas de tubería seca, de acción previa, y de diluvio. Un sistema de tubería seca incluye tuberías de flujo de fluido que están cargadas con aire bajo presión y cuando el sistema de tubería seca detecta calor de un fuego, las cabezas de rociadores se abren, lo que resulta en una disminución de la presión del aire. La disminución en la presión del aire resultante activa la fuente de suministro de agua y permite que el agua
35 entre al sistema de tuberías y salga a través de las cabezas de rociadores.

En un sistema de diluvio, las tuberías de flujo de fluido permanecen sin agua, emplean cabezas de rociadores que permanecen abiertas, y utilizan detectores neumáticos o eléctricos para detectar una indicación de incendio, tal y como, por ejemplo, humo o calor. La red de tuberías en un sistema de diluvio generalmente no contiene aire de supervisión, sino que contendrá aire a presión atmosférica. Una vez que los detectores neumáticos o eléctricos detectan calor, la fuente de suministro de agua provee agua a las tuberías y cabezas de rociadores. Un sistema de acción previa contiene tuberías sin agua, emplea cabezas de rociadores que permanecen cerradas, contiene aire de supervisión, y utiliza detectores neumáticos o eléctricos para detectar una indicación de incendio, tal y como, por ejemplo, humo o calor. El agua se introduce solo cuando el sistema detecta un incendio, siendo de otra manera una red seca de tuberías y cabezas de rociadores.

45 Cuando un sistema rociadores de tubería seca se "humedece" (es decir, se abre la válvula de suministro de agua primaria, permitiendo que el agua llene las líneas de suministro de flujo de fluido), se abre una cabeza de rociador, la diferencia de presión entre la presión de aire en las líneas de flujo de fluido y la presión de suministro de agua en el lado húmedo de la válvula de suministro de agua primaria o la válvula de relación aire/agua de tubería seca alcanza un desequilibrio hidráulico/neumático específico para abrir la válvula y liberar el suministro de agua en la red de
50 tuberías. Alcanzar este estado puede llevar hasta 120 segundos, dependiendo del volumen del sistema de rociadores completo, el suministro de agua y la presión de aire. Cuanto mayor el suministro de agua, mayor el suministro de aire que se necesita para mantener la válvula de relación aire/agua cerrada. Además, si el sistema es extenso y/o si el sistema está cargado a una presión típica, tal y como 0,28 MPa (40 psig), es necesario que de la cabeza de rociador abierta se escape o expulse un volumen de aire considerable antes de alcanzar el desequilibrio
55 hidráulico específico para abrir la válvula de agua primaria. El suministro de agua viaja a través de la parrilla de tuberías desplazando el gas presurizado hasta finalmente descargarse a través del rociador abierto.

La duración del trayecto tanto para el gas que se escapa como para el suministro de fluido a través de la red da lugar a una demora en la entrega de fluido en los sistemas de rociadores secos que no ocurre en los sistemas de rociadores húmedos. En la actualidad, la industria entera cree que en los rociadores secos lo mejor es minimizar o, si es posible, eliminar la demora de entrega de fluido. Esta creencia ha generado una percepción en toda la industria de que los sistemas húmedos son mejores que los sistemas de rociadores secos. Los estándares de diseño aceptados actualmente en la industria intentan resolver o minimizar el impacto de la demora de entrega de fluido estableciendo un límite en la cantidad de demora que puede tener el sistema. Por ejemplo, las Secciones 7 y 11 de la norma NFPA-13 establecen que el agua se debe entregar desde la válvula de control de agua primaria para descargarla fuera de la cabeza de rociador a una presión de funcionamiento en menos de sesenta segundos y, más específicamente, en menos de cuarenta segundos. Para fomentar la entrega rápida de agua en sistemas de rociadores secos, la Sección 7 de la norma NFPA-13 además establece que, para sistemas de rociadores secos que presenten volúmenes de sistema de entre 1.900 y 2.800 dm³ (entre 500 y 750 galones), el tiempo límite de descarga se puede evitar siempre que el sistema incluya dispositivos de apertura rápida, tal y como aceleradores.

Las normas NFPA establecen otros criterios de diseño variados tanto para sistemas de rociadores secos como húmedos utilizados en ocupaciones para almacenamiento. Las NFPA-13 incluyen curvas de densidad/área y puntos de densidad/área que definen el requisito de tasa de flujo de descarga del sistema sobre un área de diseño determinada. Una curva o punto de densidad/área se puede especificar o limitar en el diseño de sistema para proteger un tipo determinado de mercancía clasificada por clase o grupos, tal y como establece la norma NFPA-13 en sus secciones 5.6.3 y 5.6.4. Por ejemplo, la norma NFPA-13 ofrece criterios para las siguientes clases de mercancías: Clase I; Clase II; Clase III; y Clase IV. Además, la norma NFPA-13 ofrece criterios para los siguientes grupos para definir los grupos de plásticos, elastómeros o gomas como Grupo A, Grupo B, y Grupo C.

La norma NFPA-13 ofrece disposiciones adicionales sobre el diseño de sistemas de protección secos utilizados para proteger mercancías almacenadas. Por ejemplo, un requisito de la norma NFPA es que el área de diseño para un sistema de rociadores secos sea de mayor tamaño en comparación con el área de un sistema húmedo para proteger la misma área o espacio. Específicamente, la sección 12.1.6.1 de la norma NFPA-13 establece que el área de funcionamiento de los rociadores, el área de diseño, para un sistema seco debe ser un 30 por ciento mayor (sin tener en cuenta la densidad) que el de un sistema húmedo equivalente. Este aumento en el área de funcionamiento del rociador establece una "penalización" por diseñar un sistema seco, reflejando nuevamente la creencia de la industria de que los sistemas húmedos son mejores que los sistemas de rociadores secos.

Para la protección de algunas mercancías de almacenamiento, la norma NFPA-13 ofrece criterios de diseño para sistemas de rociadores sólo de techo en los que la "penalización" del diseño es de más del treinta por ciento. Por ejemplo, determinadas formas de almacenamiento en estanterías requieren un sistema de rociadores secos para complementarse o dar apoyo a rociadores en estanterías, tal y como se conoce en la técnica. Un problema de los rociadores en estanterías es que son difíciles de mantener y están sujetos a daños de las carretillas elevadoras o del movimiento de los palés de almacenamiento. En la Sección 12.3.3.1.5, Figura 12.3.3.1.5 (e), Nota 4 de la norma NFPA-13 se ofrecen normas para la protección de plásticos de Grupo A mediante el uso de un sistema seco sólo de techo que presenta rociadores K-16,8 debidamente listados para techos que no superen los 9,1 m (30 pies) de altura. Los criterios de diseño para un sistema de rociadores húmedos sólo de techo para almacenamiento son de 0,54 dm³/m²s por cada 190 m² (0,8 gpm/pie² por cada 2.000 pies²). Sin embargo, la norma NFPA agrega una penalización adicional para sistemas de rociadores secos sólo de techo al aumentar los criterios de diseño a 0,54 dm³/m²s por cada 420 m² (0,8 gpm/pies² por cada 4.500 pies²). Este aumento en el requisito del área es una penalización de densidad del 125% en comparación con los criterios de diseño del sistema húmedo. Tal y como se indica, se cree que las penalizaciones de diseño de la norma NFPA-13 se establecen para compensar la demora de entrega de fluidos inherente en un sistema de rociadores secos posterior a la activación térmica del rociador.

Además, la norma NFPA 13 ofrece protección sólo de techo limitada en configuraciones de almacenamiento en estanterías limitadas y que, de lo contrario, requieren rociadores en estanterías.

Para cumplir con el aumento del área de diseño del treinta por ciento y otras "penalizaciones", los ingenieros y diseñadores de los sistemas de protección contra incendios se ven obligados a prever la activación de más rociadores y, por lo tanto, quizás ofrecer tuberías más amplias para transportar más agua, bombas más voluminosas para presurizar correctamente el sistema, y tanques más amplios para compensar la demanda de agua no satisfecha por el suministro de agua municipal. A pesar de la ventaja de diseño aparente en términos económicos de los sistemas húmedos sobre los sistemas secos, algunas configuraciones de almacenamiento prohíben el uso de sistemas húmedos o los convierten de otra forma en poco prácticos. Generalmente, los sistemas de rociadores secos se utilizan con el propósito de brindar protección mediante rociadores automáticos en ocupaciones no calefaccionadas y estructuras que pueden estar expuestas a temperaturas de congelamiento. Por ejemplo, en depósitos que utilizan almacenamiento en estanterías altas, es decir altura de almacenamiento de 7,6 m (25 pies) por debajo de una altura de techo de 9,1 m (30 pies.), es posible que dichos depósitos no estén calefaccionados y, por lo tanto, sean susceptibles a condiciones de congelamiento, haciendo que los sistemas de rociadores húmedos no sean deseables. Los almacenamientos de congelados presentan otro entorno en el que no se pueden utilizar

sistemas húmedos porque el agua en las tuberías del sistema de protección contra incendios ubicado en el sistema de congelado se congelaría. Una solución que se ha desarrollado para el problema es utilizar rociadores junto con anticongelantes. Sin embargo, el uso de anticongelantes genera otros problemas, tal y como, por ejemplo, corrosiones y fugas en el sistema de tuberías. Además, la alta viscosidad del anticongelante puede requerir tuberías de mayor tamaño. Asimismo, el anticongelante basado en propilenglicol (PG) ha demostrado no tener las características contraincendios del agua y, en algunas ocasiones, ha demostrado acelerar la propagación del fuego momentáneamente.

Generalmente, los sistemas de rociadores secos para ocupaciones para almacenamiento están configurados para controlar incendios en los que el fuego tiene un tamaño limitado gracias a la distribución de agua de uno o más rociadores accionados por temperatura ubicados encima del fuego, con el fin de disminuir la tasa de liberación de calor y combustibles adyacentes pre-humedecidos, a la vez que se controlan las temperaturas de los gases del techo para evitar daños estructurales. Sin embargo, con este modo de controlar un incendio, los gases calientes pueden quedar suspendidos o mantenidos en el área de techo encima del fuego, permitiendo su migración radial. Esto puede derivar en la activación de rociadores adicionales alejados del fuego y que, por lo tanto, no tienen incidencia directa en el fuego. Además, la descarga de fluido de un rociador determinado puede derivar en el choque de gotas de agua y/o la acumulación de condensación de vapor de agua en rociadores adyacentes y no accionados. El efecto resultante de rociadores no accionados esparcidos entre rociadores accionados es conocido como "saltado de rociadores". Una definición de saltado de rociadores es la "secuencia de funcionamiento significativamente irregular de los rociadores en comparación con la secuencia esperada según se establece en el comportamiento de flujo del techo, suponiendo que ningún sistema de rociadores funciona incorrectamente". Véase PAUL A. CROCE ET AL., *An Investigation of the Causative Mechanism of Sprinkler Skipping*, 15 J. FIRE PROT. ENGR. 107, 107 (Mayo 2005). Debido al accionamiento de rociadores remotos adicionales, los criterios de diseño actuales pueden requerir tuberías ampliadas y, por lo tanto, el volumen de la descarga de agua en el área de almacenamiento puede ser mayor de lo que es adecuadamente necesario para controlar el incendio. Además, debido a que el control del incendio simplemente reduce la tasa de liberación de calor, es posible que un gran número de rociadores se accionen en respuesta al incendio para mantener la reducción de la tasa de liberación de calor.

A pesar de la disponibilidad de entrega de fluido inmediata de cada rociador en un sistema de rociadores húmedo, los sistemas de rociadores húmedos también pueden experimentar el saltado de rociadores. Sin embargo, los sistemas de rociadores húmedos se pueden configurar para suprimir incendios, lo cual reduce drásticamente la tasa de liberación de calor de un incendio y evita que vuelva a crecer mediante la aplicación de agua de forma directa y suficiente a través de la pluma del incendio hasta la superficie en combustión. Por ejemplo, se puede configurar un sistema húmedo para utilizar rociadores de supresión temprana - respuesta rápida (ESFR). La utilización de rociadores ESFR generalmente no está disponible en sistemas de rociadores secos, para que así fuera, se necesitaría un listado específico para el rociador, tal y como se requiere en la Sección 8.4.6.1 de la norma NFPA-13. Por lo tanto, con el fin de configurar un sistema de rociadores secos para la supresión de incendios puede ser necesario superar una penalización adicional de un listado específico para un rociador ESFR. Además, para configurar hidráulicamente un sistema seco para supresión pueden ser necesarias tuberías y bombas de tamaño adecuado, cuyos costes pueden resultar económicamente prohibitivos, ya que estas restricciones de diseño pueden requerir dimensionar hidráulicamente el sistema más allá de las demandas ya impuestas por las "penalizaciones" de diseño.

Se realizaron dos pruebas de incendio para determinar la capacidad de un sistema de tubería seca tipo árbol o de acción previa de enclavamiento doble que utiliza rociadores de gota grande sólo de techo para ofrecer protección contra incendio adecuada para almacenamiento en estantería de mercancías de Clase II a una altura de almacenamiento de hasta 10 m (treinta y cuatro pies (34 pies.)) por debajo de un techo que tiene una altura de techo de 12 m (cuarenta pies). Una prueba de incendio demostró que el sistema, que emplea un tiempo de demora de agua menor o igual a treinta segundos (30 seg.), podría ofrecer un control de incendio adecuado con una presión de descarga de agua de 0,38 MPa (55 psi.) Sin embargo, además de la alta presión de funcionamiento de 0,38 MPa (55 psi.), dicho sistema requirió el funcionamiento de un total de veinticinco (25) rociadores accionados durante un período de veintisiete minutos. La segunda prueba utilizó un tiempo de demora de agua de sesenta segundos (60 seg.), sin embargo, dicha demora demostró ser demasiado prolongada puesto que el incendio adquirió tal gravedad que no se logró un control del incendio adecuado. En la segunda prueba de incendio, funcionaron setenta y un (71) rociadores, lo que derivó en una presión de descarga máxima de 0,26 MPa (37 psi.) y, por lo tanto, no se pudo lograr el objetivo de presión de 0,52 MPa (75 psi.). Estas pruebas y sus resultados se describen en *Factory Mutual Research Technical Report: FMRC J.I. 0Z0R6.RR NS* titulado, *Dry Pipe Sprinkler Protection of Rack Stored Class II Commodity In 40-Ft. High Buildings*, redactado por Americold Corp. y publicado en junio de 1995.

En un intento de comprender y predecir el comportamiento de los incendios, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST por sus siglas en inglés) ha desarrollado un programa titulado Fire Dynamics Simulator (FDS) (simulador de la dinámica de los incendios), actualmente disponible en el sitio web del NIST en Internet: <URL: <http://fire.nist.gov/fds/>>, que modela la solución de los flujos de impulso de fuegos, es decir, el crecimiento del fuego, que incluye, pero no está limitado a, la velocidad del flujo, la temperatura, la densidad del humo y la tasa de

liberación de calor. Estas variables se utilizan además en el FDS para modelar la respuesta del sistema de rociadores ante un incendio.

5 El FDS se puede utilizar para modelar la activación o funcionamiento del rociador modelo de un sistema de rociadores ante la presencia de un incendio en aumento de una mercancía almacenada. Se ha llevado a cabo un estudio específico utilizando el FDS para predecir el crecimiento del tamaño del incendio y los patrones de activación del rociador para dos mercancías estándar y una variedad de alturas de almacenamiento, alturas de techo y ubicaciones de instalación de rociadores. Los resultados y conclusiones del estudio se describen en el informe de David LeBlanc de Tyco Fire Products R&D titulado, *Dry Pipe Sprinkler Systems -- Effect of Geometric Parameters on Expected Number of Sprinklers Operation* (2002) (de aquí en adelante "Estudio FDS").

10 El Estudio FDS analizó modelos predictivos para sistemas de rociadores secos que protegen una variedad de almacenamientos de mercancías del Grupo A y Clase II. El Estudio FDS generó un modelo que simulaba el crecimiento del fuego y la respuesta de activación de los rociadores. El estudio además comprobó la validez de la predicción al comparar los resultados simulados con pruebas experimentales reales. Tal y como se describe en el Estudio FDS, las simulaciones FDS pueden generar perfiles de liberación de calor predictivos para una mercancía almacenada determinada, una configuración de almacenamiento y una altura de mercancía que muestra específicamente el cambio en la liberación de calor con el paso del tiempo y otros parámetros, tal y como la temperatura y velocidad dentro del dominio computacional para un área, tal y como, por ejemplo, un área cercana al techo. Además, las simulaciones FDS pueden ofrecer perfiles de activación de rociadores para la red de rociadores simulada modelada encima de la mercancía, mostrando en particular la ubicación y el tiempo de activación de rociadores predichos.

Descripción de la invención

25 Según la presente invención, se describe un método para diseñar y construir un sistema de rociadores que presenta una red de tuberías que incluye una porción húmeda (12) y una porción seca (14), utilizando el sistema un efecto de rodear y ahogar para controlar una situación de incendio, comprendiendo el método: determinar un fluido obligatorio desde la porción húmeda (12) hacia al menos un rociador activado (20) en la porción seca (14), estando la porción seca (14) diseñada y dispuesta para lograr la demora deseada; y definir un área de funcionamiento del rociador (26) como una función del tiempo de entrega del fluido obligatorio de manera que el área de funcionamiento del rociador (26) sea del tamaño suficiente para rodear y ahogar la situación de incendio; y construir un sistema de rociadores según el diseño.

30 Se ofrece un sistema de rociadores innovador para controlar incendios de una manera hasta el momento desconocida. Más específicamente, el sistema de rociadores preferido preferiblemente de tubería seca, no húmedo, y más preferiblemente un sistema de rociadores de acción previa configurado para controlar una situación de incendio con un área de funcionamiento de rociador de tamaño suficiente para rodear y ahogar el fuego. El área de funcionamiento preferida está preferiblemente generada mediante la activación de uno o más rociadores iniciales, demorando flujo de fluido a los rociadores iniciales activados durante un período de demora definido de manera que permita la activación térmica posterior de uno o más rociadores, de tal manera que se forme el área de funcionamiento de rociador preferida. Los rociadores del área de funcionamiento están preferiblemente configurados de tal manera que suministren un volumen de fluido y enfriamiento suficiente para controlar la situación de incendio rodeándola y ahogándola. Más preferiblemente, los rociadores están configurados para tener un factor K de aproximadamente once (11) o mayor e incluyen, más preferiblemente, un factor K de aproximadamente diecisiete (17). El período de demora definido es un período definido que tiene un máximo y un mínimo. Al rodear y ahogar la situación de incendio, el incendio se suprime y se apaga de manera que la liberación de calor de la situación de incendio se reduce rápidamente. El sistema de rociadores está preferiblemente adaptado para proteger las mercancías de almacenamiento contra incendios y ofrece un sistema sólo de techo que elimina o, de otro modo, minimiza las desventajas económicas y penalizaciones de diseño del diseño de sistema de rociadores secos actual. El sistema de rociadores preferido lo consigue al minimizar la demanda hidráulica total del sistema.

50 Más específicamente, el área de diseño hidráulico para el sistema de rociadores sólo de techo preferido puede estar configurada con menor tamaño que las áreas de diseño hidráulico para sistemas de rociadores secos, tal y como dispone la norma NFPA-13, eliminando así al menos una "penalización" de diseño de rociadores secos. Más preferiblemente, los sistemas de rociadores pueden estar diseñados y configurados con un área de diseño hidráulico al menos igual al área de diseño de funcionamiento de rociadores para sistemas de tuberías húmedas actualmente especificado por la norma NFPA-13. El área de diseño hidráulico preferiblemente define un área para rendimiento del sistema a través de la cual el sistema de rociadores preferiblemente ofrece una característica de flujo deseada o predeterminada.

55 Por ejemplo, el área de diseño puede definir un área a través de la cual un sistema de rociadores de tubería seca preferido debe proveer una densidad de descarga de agua o fluido especificada. En consecuencia, el área de diseño preferida define criterios de diseño para sistemas de rociadores de tubería seca entorno al cual se ofrece una metodología de diseño. Debido a que el área de diseño puede ofrecer un parámetro de diseño de sistema al menos

equivalente al del sistema húmedo, el área de diseño puede evitar el tamaño excesivo de los componentes de sistema que se cree tienen lugar en el diseño y construcción de los sistemas de rociadores de tubería seca actuales. Un sistema de rociadores preferido que utiliza un área de diseño hidráulico reducida puede incorporar tuberías o componentes de bombeo más pequeños en comparación con los sistemas de rociadores secos actuales que protegen una ocupación para almacenamiento configurada de manera similar, haciendo realidad el potencial ahorro económico. Además, la metodología de diseño preferida, que incorpora un área de diseño hidráulico preferida y un sistema construido según la metodología preferida, puede demostrar que los sistemas de protección contra incendios de tubería seca pueden diseñarse e instalarse sin incorporar las penalizaciones de diseño, previamente percibidas como una necesidad, en la norma NFPA-13. En consecuencia, el solicitante asegura que la necesidad de penalizaciones en el diseño de sistemas de tubería seca ha desaparecido o se ha minimizado considerablemente.

Para minimizar la demanda hidráulica del sistema de rociadores, un área de funcionamiento de rociadores minimizada efectiva para suprimir y apagar se utiliza para reaccionar ante un crecimiento del fuego en el área de almacenamiento. Para minimizar la cantidad de activaciones de rociadores en respuesta al crecimiento del fuego, el sistema de rociadores utiliza un período de demora de entrega de fluido obligatorio, que demora la descarga de fluido o agua de uno o más rociadores iniciales activados por acción de la temperatura para permitir que el fuego crezca y que se activen por acción de la temperatura una cantidad mínima de rociadores con el fin de formar el área de funcionamiento de rociadores preferida efectiva para rodear y ahogar el fuego con una descarga de fluido que lo suprima y apague. Debido a que el número de rociadores activados preferiblemente se minimiza en respuesta al fuego, el volumen de agua descargada también puede minimizarse para evitar descargas de agua innecesarias en el área de almacenamiento. El área de funcionamiento de los rociadores puede además suprimir y apagar un crecimiento del fuego al minimizar la cantidad de rociadores saltados y así concentrar los rociadores accionados en un área inmediata o en el lugar geométrico de la pluma del incendio. Más preferiblemente, la cantidad de rociadores saltados en el sistema de rociadores secos puede ser comparativamente menor que la cantidad de rociadores saltados en el sistema húmedo.

Un sistema de rociadores secos sólo de techo para proteger una ocupación para almacenamiento y una mercancía incluye una red de tuberías que presenta una porción húmeda y una porción seca conectada a la porción húmeda. La porción seca está preferiblemente configurada para responder ante un incendio activando al menos un primer rociador para iniciar la entrega de fluido desde la porción húmeda hasta al menos un rociador activado por acción de la temperatura. El sistema además incluye un período de demora de entrega de fluido obligatorio configurado para demorar la descarga desde al menos el primer rociador activado, de manera que el fuego crezca para activar al menos un segundo rociador en la porción seca. La descarga de fluido desde el primero y al menos el segundo rociador define un área de funcionamiento de rociadores suficiente para rodear y ahogar una situación de incendio. En otra realización preferida, el primer rociador activado preferiblemente incluye más de un rociador inicialmente activado para iniciar la entrega de fluido.

En otro sistema de rociadores secos sólo de techo, el sistema incluye una válvula de control de agua primaria y la porción seca incluye al menos un rociador hidráulicamente remoto y al menos un rociador hidráulicamente cercano a la válvula de control de agua primaria. El sistema está además preferiblemente configurado de manera que la entrega de fluido al rociador hidráulicamente remoto defina el período de demora de entrega de fluido máximo para el sistema y que la entrega de fluido al rociador hidráulicamente cercano defina el período de demora de entrega de fluido mínimo para el sistema. El período de demora de entrega de fluido máximo está preferiblemente configurado para permitir la activación térmica de múltiples primeros rociadores con el fin de formar un área de funcionamiento de rociadores máxima para controlar una situación de incendio mediante un efecto de rodear y ahogar. El período de demora de entrega de fluido mínimo está preferiblemente configurado para permitir la activación térmica de múltiples segundos rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores mínima suficiente para controlar la situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar.

En un aspecto del sistema de rociadores secos sólo de techo, el sistema está configurado de manera que todos los rociadores activados en respuesta a un crecimiento del fuego se activen dentro de un período predeterminado. Más específicamente, el sistema de rociadores está configurado de manera que la activación del último rociador ocurra dentro de los diez minutos posteriores a la primera activación térmica de los rociadores en el sistema. Más preferiblemente, el último rociador se activa dentro de los ocho minutos y, más preferiblemente, el último rociador se activa dentro de los cinco minutos desde la activación del primer rociador en el sistema.

Otro sistema de rociadores secos sólo de techo ofrece protección para una ocupación para almacenamiento que tiene una altura de techo y configurada para almacenar una mercancía de una clasificación y altura de almacenamiento determinadas. El sistema de rociadores secos incluye una red de tuberías que presenta una porción húmeda configurada para entregar un suministro de fluido y una porción seca que presenta una red de rociadores cada uno de los cuales tiene una presión de funcionamiento. La red de tuberías además incluye una porción seca conectada a la porción húmeda para definir al menos un rociador hidráulicamente remoto. El sistema además incluye un área de diseño hidráulico preferida definida por múltiples rociadores en la porción seca, que incluye al menos un rociador hidráulicamente remoto para colaborar respondiendo ante una situación de incendio

5 con un efecto de rodear y ahogar. El sistema además incluye un período de demora de entrega de fluido obligatorio definido por un lapso de tiempo posterior a la activación de un primer rociador en el área de diseño hidráulico preferida para la descarga de fluido a presión de funcionamiento desde sustancialmente todos los rociadores en el área de diseño hidráulico preferida. Preferiblemente, el área de diseño hidráulico para un sistema que emplea un efecto de rodear y ahogar es menor que un área de diseño hidráulico tal y como lo requiere actualmente la norma NFPA-13 para la clase de mercancía y la altura de almacenamiento determinada.

10 Se ofrece un método para diseñar un sistema de rociadores que emplea un efecto de rodear y ahogar para suprimir y apagar un incendio. El método incluye determinar un período de demora de entrega de fluido obligatorio para el sistema después de la activación térmica de un rociador. Más preferiblemente, el método incluye determinar un período de demora de entrega de fluido máximo para la entrega de fluido al rociador hidráulicamente más remoto y además incluye determinar el período de demora de entrega de fluido mínimo al rociador hidráulicamente más cercano. El método para determinar el período de demora de entrega de fluido máximo y mínimo, además preferiblemente incluye modelar un escenario de incendio para un sistema de rociadores secos sólo de techo en un espacio de almacenamiento, que incluye una red de rociadores y una mercancía almacenada debajo de la red. El método además incluye determinar la activación del rociador para cada rociador en respuesta al escenario y, preferiblemente, graficar los tiempos de activación para generar un perfil predictivo de activación de rociadores.

15 El método también incluye determinar las áreas de funcionamiento máximas y mínimas de los rociadores para los sistemas capaces de controlar una situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar. El área de funcionamiento máxima de rociadores preferida es preferiblemente equivalente a un área de diseño hidráulico minimizada para el sistema, que está definida por una cantidad de rociadores. Más preferiblemente, el área de diseño hidráulico es igual a o menor que el área de diseño hidráulico especificada por la norma NFPA-13 para la protección de la misma mercancía. El área de funcionamiento mínima de rociadores preferida está preferiblemente definida por una cantidad crítica de rociadores. La cantidad crítica de rociadores es preferiblemente de dos a cuatro rociadores, dependiendo de la altura de techo y la clase de mercancía o de riesgo que se está protegiendo.

20 El método además ofrece la identificación de períodos de demora de entrega de fluidos máximos y mínimos a partir del perfil predictivo de activación de rociadores. Preferiblemente, el período de demora de entrega de fluido mínimo está definido por el lapso de tiempo entre la activación del primer rociador y el tiempo de activación del último en las cantidades críticas de rociadores. El período de demora de entrega de fluido máximo está preferiblemente definido por el lapso de tiempo entre la activación del primer rociador y el tiempo en el que la cantidad de rociadores activados es igual a al menos el ochenta por ciento del área de funcionamiento máxima de rociadores preferida. Los períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo definen un intervalo de períodos de demora de entrega de fluido disponible que puede implementarse en el sistema de rociadores secos sólo de techo diseñado para lograr el efecto de rodear y ahogar.

25 Para diseñar el sistema de rociadores secos sólo de techo, el método además ofrece el diseño de forma iterativa de un sistema de rociadores que presenta una porción húmeda y una porción seca, que tiene una red de rociadores con un rociador hidráulicamente remoto y un rociador hidráulicamente cercano a la porción húmeda. El método preferiblemente incluye diseñar de forma iterativa el sistema de manera que el rociador hidráulicamente remoto experimente el período de demora de entrega de fluido máximo y el rociador hidráulicamente cercano experimente el período de demora de entrega de fluido mínimo. Además, diseñar el sistema de forma iterativa preferiblemente incluye verificar que cada rociador dispuesto entre el rociador hidráulicamente remoto y el rociador hidráulicamente cercano experimente un período de demora de entrega de fluido que esté dentro del período de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para el sistema.

30 La metodología preferida ofrece criterios para diseñar un sistema de rociadores secos sólo de techo para controlar una situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar. Más específicamente, la metodología puede estipular que un período de demora de entrega de fluido obligatorio y un área de diseño hidráulico colaboran con el efecto de rodear y ahogar y que además puede incorporarse al diseño de sistema de rociadores secos para definir criterios de rendimiento hidráulico en donde actualmente no se conocen dichos criterios. Otra realización preferida de un método para diseñar el sistema de rociadores preferido puede estipular que se aplique el período de demora de entrega de fluido a múltiples rociadores inicialmente de accionamiento térmico que se accionan en una secuencia definida. Más preferiblemente, el período de demora de entrega de fluido obligatorio se aplica a los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos en el sistema.

35 Se ofrece un sistema de protección contra incendios para una ocupación para almacenamiento. Preferiblemente, el sistema incluye una porción húmeda y una porción seca clasificada térmicamente en comunicación fluida con la porción húmeda. Preferiblemente, la porción seca está configurada para demorar la descarga de fluido desde la porción húmeda hacia la ocupación para almacenamiento durante un tiempo de demora definido posterior a la activación térmica de la porción seca. En otra realización, el sistema preferiblemente incluye múltiples rociadores clasificados térmicamente acoplados a una fuente de fluido. Los múltiples rociadores pueden estar situados en la ocupación para almacenamiento, de manera que cada uno de los múltiples rociadores esté posicionado dentro del

sistema, para que la descarga de fluido hacia la ocupación para almacenamiento se demore durante un período definido posterior a la activación térmica. En incluso otra realización de un sistema preferido, el sistema tiene preferiblemente una demora máxima y una demora mínima para entregar el fluido en la ocupación para almacenamiento. El sistema preferido incluye múltiples rociadores clasificados térmicamente acoplados a una fuente de fluido; los múltiples rociadores están posicionados de manera que cada uno de ellos demore la descarga de fluido en la ocupación para almacenamiento después de la activación térmica. Preferiblemente, la demora está dentro del intervalo de demora máxima y mínima para el sistema.

Un sistema de rociadores secos sólo de techo para la protección contra incendios de una ocupación para almacenamiento incluye una parrilla de rociadores que presenta un grupo de rociadores hidráulicamente remotos respecto de la fuente de fluido. El grupo de rociadores hidráulicamente remotos están preferiblemente configurados para accionarse por la temperatura en una secuencia como respuesta a una situación de incendio y, más preferiblemente, para descargar fluido en una secuencia después de una demora de fluido obligatoria para cada rociador. El período de demora de entrega de fluido está preferiblemente configurado para promover la activación térmica de una cantidad suficiente de rociadores adyacentes al grupo de rociadores hidráulicamente remotos para rodear y ahogar el incendio de manera eficaz.

Otro sistema de protección contra incendios para una ocupación para almacenamiento ofrece múltiples rociadores clasificados térmicamente acoplados a una fuente de fluido. Los múltiples rociadores están preferiblemente posicionados para demorar la descarga de fluido en la ocupación para almacenamiento durante un período definido posterior a una activación térmica inicial como respuesta a una situación de incendio. El período definido es de una duración suficiente como para permitir una cantidad suficiente de activaciones térmicas posteriores para formar un área de descarga que rodee y ahogue y, por lo tanto, suprima y apague la situación de incendio.

Se ofrece otro sistema de protección contra incendios para ocupaciones para almacenamiento. El sistema preferido incluye múltiples rociadores clasificados térmicamente acoplados a una fuente de fluido. Preferiblemente, los múltiples rociadores están interconectados mediante una red de tuberías. La red de tuberías está dispuesta para demorar la descarga de fluido desde cualquier rociador de accionamiento térmico durante un período definido posterior a la activación térmica de al menos un rociador. En otra realización, se ofrece un sistema de protección contra incendios para una ocupación para almacenamiento. El sistema preferiblemente incluye una fuente de fluido y un conjunto de tuberías verticales en comunicación con la fuente de fluido. Preferiblemente, se incluyen múltiples rociadores dispuestos en la ocupación para almacenamiento y acoplados al conjunto de tuberías verticales para una comunicación controlada con la fuente de fluido. El conjunto de tuberías verticales está preferiblemente configurado para demorar la descarga de fluido desde los rociadores hacia la ocupación para almacenamiento durante un período definido posterior a la activación térmica de al menos un rociador.

Otro sistema de protección contra incendios para una ocupación para almacenamiento incluye una fuente de fluido, un panel de control y múltiples rociadores situados en la ocupación para almacenamiento y en comunicación controlada con la fuente de fluido. Preferiblemente, el panel de control está configurado para demorar la descarga de fluido desde los rociadores hacia la ocupación para almacenamiento durante un período definido posterior a la activación térmica de al menos un rociador.

En otro sistema de protección contra incendios que preferiblemente incluye una fuente de fluido y una válvula de control en comunicación con la fuente de fluido, se disponen preferiblemente múltiples rociadores en la ocupación para almacenamiento y se acoplan a la válvula de control para una comunicación controlada con la fuente de fluido. La válvula de control está preferiblemente configurada para demorar la descarga de fluido desde los rociadores hacia la ocupación para almacenamiento durante un período definido posterior a la activación térmica de al menos un rociador.

La presente invención ofrece una protección de rociadores secos sólo de techo para almacenamiento en estanterías donde sólo estaban permitidos los sistemas húmedos o sistemas secos con rociadores en estanterías. En incluso otro aspecto del sistema de protección contra incendios seco, se ofrece un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo que presenta una demora de entrega de fluido obligatoria dispuesta encima del almacenamiento en estanterías que tiene una altura de almacenamiento. Preferiblemente, el almacenamiento en estanterías incluye un almacenamiento encapsulado que presenta una altura de almacenamiento de 6,1 m (veinte pies) o mayor. De manera alternativa, el almacenamiento en estanterías incluye almacenamiento no encapsulado de al menos una mercancía de la Clase I, II o III o de plásticos de Grupo A, Grupo B o Grupo C, que presentan una altura de almacenamiento mayor que 7,6 m (veinticinco pies). De manera alternativa, el almacenamiento en estanterías incluye mercancías de Clase IV que presentan una altura de almacenamiento mayor que 6,7 m (veintidós pies). En incluso otro aspecto, el sistema de protección contra incendios seco se ofrece preferiblemente para incluir un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo dispuesto encima de al menos una de las siguientes formas de almacenamiento: estanterías de una fila, de dos filas y de múltiples filas.

En otro sistema de protección contra incendios seco, el sistema preferiblemente incluye un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo para ocupaciones para almacenamiento que presentan una altura de techo que

ES 2 599 577 T3

oscila entre aproximadamente 6,6 m y 14 m (aproximadamente veinticinco a aproximadamente cuarenta y cinco pies), que incluye múltiples rociadores dispuestos encima de al menos uno de los almacenamientos en estanterías de una fila, dos filas y múltiples filas que presentan una altura que oscila entre más de 6,1 m (veinte metros) y aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies) y contiene preferiblemente al menos una mercancía de Clase I, II, III, y IV.

5 Los múltiples rociadores están preferiblemente posicionados como para producir una demora de entrega de fluido obligatoria. De manera alternativa, se ofrece un sistema de protección contra incendios seco/de acción previa. El sistema preferiblemente incluye un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo que comprende múltiples rociadores dispuestos encima de al menos uno de los almacenamientos en estantería de una fila, dos filas y múltiples filas, que presentan una altura de almacenamiento de aproximadamente 6,1 m (aproximadamente veinte
10 pies) o mayor y están hechos de una mercancía de plástico. En otro aspecto del sistema preferido, se ofrece un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo que comprende múltiples rociadores dispuestos encima de al menos uno de los almacenamientos en estantería de una fila, dos filas y múltiples filas, que presentan una altura de almacenamiento mayor que 7,6 m (veinticinco pies) y una altura de espacio libre entre techo y almacenamiento de aproximadamente 1,5 m (cinco pies). El almacenamiento es de al menos una mercancía Clase
15 III, Clase IV y mercancía plástica de Grupo A.

Un sistema de protección de rociadores seco sólo de techo incluye una fuente de fluido y múltiples rociadores en comunicación con la fuente de fluido. Cada rociador está preferiblemente configurado para activarse por acción de la temperatura dentro de un tiempo establecido entre un período de demora de entrega de fluido máximo y un período de demora de entrega de fluido mínimo para entregar un flujo de fluido después de una demora designada mínima para el rociador.
20

Se ofrece un sistema de rociadores secos sólo de techo para una ocupación para almacenamiento que define una altura de techo en la que la ocupación para almacenamiento aloja una mercancía que presenta una configuración de mercancía y una configuración de almacenamiento a una altura de almacenamiento definida. La configuración de almacenamiento puede tener una disposición ordenada de cualquiera de las siguientes formas de almacenamiento:
25 estanterías, paletizado, cajas de cartón y estantes. En los casos en que la disposición ordenada de almacenamiento sea el almacenamiento en estantería, la disposición puede además configurarse como almacenamiento de una sola fila, de dos filas o de múltiples filas. El sistema preferiblemente incluye un conjunto de tuberías verticales dispuesto entre la primera red y la segunda red, incluyendo las tuberías verticales una válvula de control que tiene una salida y una entrada.

30 Preferiblemente, una primera red de tuberías contiene un gas y está en comunicación con la salida de la válvula de control. Preferiblemente, el gas se suministra mediante una fuente de aire presurizado o nitrógeno. La primera red de tuberías además incluye unos múltiples primeros rociadores que incluyen al menos un rociador hidráulicamente remoto respecto de la salida de la válvula de control y al menos un rociador hidráulicamente cercano a la salida de la válvula de control. La primera red de tuberías se puede configurar con una configuración en bucle y, más
35 preferiblemente, con una configuración tipo árbol. Cada uno de los múltiples rociadores está preferiblemente clasificado según la temperatura para disparar el rociador por acción de la temperatura, desde un estado desactivado a un estado activado. Los múltiples primeros rociadores además definen, preferiblemente, un área diseñada de funcionamiento de rociadores que tiene un espacio entre rociador y rociador definido y una presión de funcionamiento definida. El sistema también incluye una segunda red de tuberías que presenta una tubería principal húmeda en comunicación con la entrada de la válvula de control, para ofrecer una entrega de fluido controlada hacia
40 la primera red de tuberías.

El sistema además incluye una primera demora de entrega de fluido obligatoria, que está preferiblemente definida como un tiempo para que el fluido viaje desde la salida de la válvula de control hasta al menos un rociador hidráulicamente remoto, en donde, si la situación de incendio inicialmente acciona por temperatura al menos el rociador hidráulicamente remoto, la primera demora de entrega de fluido obligatoria tiene tal duración que unos
45 múltiples segundos rociadores próximos a al menos el rociador hidráulicamente remoto son activados por acción de la temperatura a causa de la situación de incendio, de tal manera que definen un área de funcionamiento de rociadores máxima para rodear y ahogar la situación de incendio. El sistema también ofrece una segunda demora de entrega de fluido obligatoria para definir un tiempo para que el fluido viaje desde la salida de la válvula de control hasta al menos uno de los rociadores hidráulicamente cercanos, en donde, si la situación de incendio inicialmente acciona por temperatura al menos el rociador hidráulicamente cercano, la segunda demora de entrega de fluido obligatoria tiene tal duración que unos múltiples terceros rociadores próximos a al menos el rociador hidráulicamente cercano son activados por acción de la temperatura a causa de la situación de incendio, de tal manera que definen un área de funcionamiento de rociadores mínima para rodear y ahogar la situación de incendio.
50

55 El sistema además está preferiblemente configurado de tal manera que los múltiples rociadores definan además un área de diseño hidráulico y una densidad de diseño, en donde el área de diseño incluye al menos el rociador hidráulicamente remoto. En una realización preferida, el área de diseño hidráulico está preferiblemente definida por una parrilla de aproximadamente veinticinco rociadores con un espaciado entre rociador y rociador de entre aproximadamente 2,4 m (ocho pies) hasta 3,7 m (doce pies). En consecuencia, la presente invención ofrece criterios

de área de diseño hidráulico novedosos para protección contra incendios de rociadores secos sólo de techo inexistentes hasta ahora. En otro aspecto del sistema, el área de diseño hidráulico es una función de al menos una altura de techo, configuración de almacenamiento, altura de almacenamiento, clasificación de mercancía y/o altura de espacio libre entre rociador y almacenamiento. Preferiblemente, el área de diseño hidráulico es de aproximadamente 190 m² (aproximadamente 2.000 pies cuadrados (2.000 pies²)), y en otro aspecto preferido, el área de diseño hidráulico es de menos de 240 m² (2.600 pies cuadrados (2.600 pies²)) con el fin de reducir la demanda de fluido total de los sistemas de rociadores secos conocidos para ocupaciones para almacenamiento. Más preferiblemente, el sistema está diseñado de tal manera que el área de funcionamiento de rociadores sea menor que un área de un sistema de rociadores secos dimensionado para ser un treinta por ciento más amplio que el área de rociadores de un sistema húmedo dimensionado para proteger una ocupación para almacenamiento del mismo tamaño.

El sistema está preferiblemente configurado para una protección sólo de techo de una ocupación para almacenamiento, en la que la altura de techo varía entre aproximadamente 9,1 m y aproximadamente 14 m (aproximadamente treinta pies hasta aproximadamente cuarenta y cinco pies), y la altura de almacenamiento puede variar, en consecuencia, entre 6,1 m y aproximadamente 12 m (aproximadamente veinte pies y aproximadamente cuarenta pies) de tal manera que la altura de separación entre rociador y almacenamiento sea entre aproximadamente 1,5 m y aproximadamente 7,6 m (aproximadamente cinco pies y veinticinco pies). En consecuencia, en un aspecto preferido, la altura de techo es aproximadamente igual o menor que 12 m (40 pies), y la altura de almacenamiento varía entre aproximadamente 7,6 m y aproximadamente 11 m (aproximadamente veinte pies y aproximadamente treinta y cinco pies). En otro aspecto preferido, la altura de techo es aproximadamente igual o menor que 11 m (treinta y cinco pies), y la altura de almacenamiento varía entre aproximadamente 7,6 m y aproximadamente 11 m (aproximadamente veinte pies y aproximadamente treinta pies). En incluso en otro aspecto preferido, la altura de techo es aproximadamente igual que 9,1m (treinta pies), y la altura de almacenamiento varía de entre aproximadamente 6,1 m y aproximadamente 7,6 m (aproximadamente veinte pies y aproximadamente veinticinco pies). Además, el primer y segundo período de demora de entrega de fluido son preferiblemente una función de al menos la altura de techo y la altura de almacenamiento, de tal manera que cuando la altura de techo varía entre aproximadamente 9,1 m y aproximadamente 14 m (aproximadamente treinta pies y aproximadamente cuarenta y cinco pies (30 pies - 45 pies)) y la altura de almacenamiento varía entre aproximadamente 6,1 m y aproximadamente 12 m (aproximadamente veinte pies y aproximadamente cuarenta pies (20 pies - 40 pies)), la primera demora de entrega de fluido obligatoria es preferiblemente menor que treinta segundos y el segundo período de demora de entrega de fluido obligatorio varía entre aproximadamente cuatro y aproximadamente diez segundos (4 segundos - 10 segundos).

El sistema sólo de techo está preferiblemente configurado como al menos un sistema de tubería de acción previa de enclavamiento doble, de enclavamiento único y de tubería seca. Por lo tanto, cuando el sistema está configurado como un sistema de enclavamiento doble, el sistema además incluye uno o más detectores de incendio espaciados respecto de los múltiples rociadores, de tal manera que en caso de un incendio, los detectores de incendio se activen antes de que se active cualquier rociador. Para facilitar las características de enclavamiento y acción previa del sistema, el sistema además incluye, preferiblemente, un panel de control de liberación en comunicación con la válvula de control. Más preferiblemente, cuando la válvula de control es una válvula de control accionada mediante solenoide, el panel de control de liberación está configurado para recibir señales tanto de una disminución de la presión o de una detección de incendio para energizar de forma apropiada la válvula solenoide con el fin de accionar la válvula de control. Preferiblemente, el sistema además incluye un dispositivo de liberación rápida en comunicación con el panel de control de liberación y capaz de detectar una pequeña tasa de disminución en la presión del gas en la primera red de tuberías para indicar al panel de control de liberación de tal disminución. El rociador preferido para utilizar en el sistema seco solo de techo tiene un factor K de al menos once, preferiblemente mayor que once, más preferiblemente entre aproximadamente once y aproximadamente treinta y seis, incluso más preferiblemente de alrededor de diecisiete e incluso más preferiblemente de alrededor de 16,8. La clasificación térmica del rociador es, preferiblemente, de aproximadamente 414°K (286°F) o mayor. Además, el rociador preferido tiene una presión de funcionamiento que oscila entre aproximadamente 0,10 MPa y aproximadamente 0,41 MPa (aproximadamente 15 psi. y aproximadamente 60 psi.), más preferiblemente entre aproximadamente 0,10 MPa y aproximadamente 0,31 MPa (entre aproximadamente 15 psi. y aproximadamente 45 psi.), incluso más preferiblemente entre aproximadamente 0,14 MPa y aproximadamente 0,24 MPa (entre aproximadamente 20 psi. y aproximadamente 35 psi.), e incluso más preferiblemente entre aproximadamente 0,15 MPa y aproximadamente 0,21 MPa (entre aproximadamente 22 psi. y aproximadamente 30 psi.).

Se ofrece un rociador que presenta una estructura y una clasificación. El rociador preferiblemente incluye una estructura que presenta una entrada y una salida con un paso dispuesto entre las mismas que define el factor K de once (11) o mayor. Se ofrece un conjunto de cierre adyacente a la salida y se ofrece preferiblemente un conjunto de disparo clasificado por acción de la temperatura para sostener el conjunto de cierre adyacente a la salida. Además, el rociador preferido incluye un deflector dispuesto espaciado adyacente respecto de la salida. La clasificación del rociador preferiblemente dispone que el rociador esté calificado para utilizarse en una aplicación de almacenamiento de protección contra incendios sólo de techo, que incluye un sistema de rociadores secos configurado para controlar

una situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar para proteger el almacenamiento en estanterías de una mercancía almacenada a una altura de almacenamiento de hasta 6,1 m (veinte pies (20 pies)), donde la mercancía que está almacenada es al menos una mercancía de Clase I, II, III, IV y Grupo A. Más preferiblemente, el rociador está listado, tal y como lo define la Sección 3.2.3 de la norma NFPA-13 (2002), para utilizarse en una aplicación de protección contra incendios sólo de techo de una ocupación para almacenamiento.

Por lo tanto, el rociador calificado preferido es preferiblemente un rociador probado en una prueba de incendios encima de una mercancía de almacenamiento dentro de una parrilla de rociadores de cien rociadores en al menos una configuración de sistema de tuberías de árbol, de bucle y de parrilla. Por lo tanto, además se ofrece preferiblemente un método para calificar y, más preferiblemente, listar un rociador, tal y como lo define la Sección 3.2.3 de la norma NFPA 13 (2002), para utilizarse en una aplicación de protección contra incendios sólo de techo de una ocupación para almacenamiento, que tiene una mercancía almacenada a una altura de almacenamiento igual o mayor que aproximadamente 6,1 m (aproximadamente veinte pies (20 pies)) y menor que aproximadamente 14 m (aproximadamente cuarenta y cinco pies (45 pies)). El rociador tiene, preferiblemente, una entrada y una salida con un paso entre ellos para definir el factor K de al menos 11 o más. Preferiblemente, el rociador incluye una presión de funcionamiento diseñada y un conjunto de disparo clasificado según la temperatura para accionar el rociador y un deflector espaciado adyacente a la salida. El método preferiblemente incluye una prueba de incendios para calificar la parrilla de rociadores formada a partir del rociador. La parrilla está dispuesta encima de la configuración de mercancía almacenada de al menos 7,6 m (veinte pies). El método además incluye descargar el fluido a la presión deseada desde una porción de la parrilla de rociadores para suprimir y apagar la prueba de incendio, ocurriendo la descarga a la presión de funcionamiento diseñada.

Más específicamente, la prueba de incendios preferiblemente incluye prender fuego la mercancía, accionando por temperatura al menos un rociador inicial en la parrilla encima de la mercancía, y demorar la entrega de fluido posterior al accionamiento térmico de al menos un rociador accionado inicialmente durante un período, de manera tal que se accionen por temperatura múltiples rociadores posteriores adyacentes a al menos un rociador inicial de manera que la descarga sea del rociador inicial y de los rociadores accionados posteriormente. Preferiblemente, la prueba de incendios se lleva a cabo a alturas de techo preferidas y para alturas de almacenamiento preferidas.

Se ofrece otro método para diseñar un sistema de protección contra incendios sólo de techo para una ocupación para almacenamiento en el que el sistema controla un incendio con un efecto de rodear y ahogar. El método preferido incluye definir al menos un rociador hidráulicamente remoto y al menos un rociador hidráulicamente cercano respecto de una fuente de fluido, y definir un período de demora de entrega de fluido mínimo a al menos uno de los rociadores hidráulicamente cercanos para generar áreas de funcionamiento de rociadores para rodear y ahogar una situación de incendio. Definir al menos un rociador hidráulicamente remoto y al menos un rociador hidráulicamente cercano además incluye, preferiblemente, definir un sistema de tuberías que incluye un conjunto de tuberías verticales acoplado a la fuente de fluido, una tubería principal que se extiende desde el conjunto de tuberías verticales y múltiples tuberías ramales, y situar al menos un rociador hidráulicamente remoto y al menos un rociador hidráulicamente cercano a lo largo de las múltiples tuberías ramales relacionadas con el conjunto de tuberías verticales. El método además puede incluir definir el sistema de tuberías como al menos una configuración de bucle y de árbol. Definir el sistema de tuberías además incluye definir un área de diseño hidráulico para colaborar en el efecto de rodear y ahogar, de manera tal que, por ejemplo, se ofrezca una cantidad de rociadores en el área hidráulica y el espaciado entre rociador y rociador. Preferiblemente, el área de diseño hidráulico está definida como una función de al menos un parámetro, que caracteriza el área de almacenamiento, siendo los parámetros: altura de techo, altura de almacenamiento, clasificación de mercancía, configuración de almacenamiento y altura de espacio libre.

Definir el área de diseño puede incluir leer una tabla de consulta e identificar el área de diseño hidráulico según al menos uno de los parámetros de almacenamiento. En otro aspecto, definir el período de demora de entrega de fluido máximo incluye preferiblemente realizar un modelo mediante ordenador de una parrilla de rociadores de 10 x 10 que presente al menos un rociador hidráulicamente remoto y al menos un rociador hidráulicamente cercano encima de la mercancía almacenada, incluyendo el modelo una simulación de un incendio sin dominar de la mercancía almacenada y la secuencia de activación de rociadores en respuesta al incendio sin dominar. Preferiblemente, el período de demora de entrega máximo se define como el lapso de tiempo entre la activación del primer rociador hasta aproximadamente la activación del decimosexto rociador. Además, el período de demora de entrega de fluido mínimo se define preferiblemente como el lapso de tiempo entre la activación del primer rociador hasta aproximadamente la activación del cuarto rociador. El método preferido también puede incluir diseñar de manera iterativa el sistema de rociadores, de tal manera que el período de demora de entrega de fluido máximo lo experimente el rociador hidráulicamente más remoto, y el período de demora de entrega de fluido mínimo lo experimente el rociador hidráulicamente más cercano. Más preferiblemente, el método incluye realizar una simulación por ordenador del sistema, incluyendo secuenciar las activaciones de los rociadores de al menos uno de los rociadores hidráulicamente remotos y, preferiblemente, de cuatro de los rociadores hidráulicamente más remotos y, además, secuenciar las activaciones de rociadores de al menos uno de los rociadores hidráulicamente cercanos y, preferiblemente, de cuatro de los rociadores hidráulicamente más cercanos.

La simulación por ordenador está preferiblemente configurada para calcular el tiempo de viaje del fluido desde la fuente de fluido hasta el rociador activado.

5 En un ejemplo del método que simula el sistema de rociadores secos sólo de techo configurado para rodear y ahogar una situación de incendio, éste incluye simular los múltiples primeros rociadores para incluir cuatro rociadores hidráulicamente remotos que presentan una secuencia de activación, con el fin de definir una primera activación de rociadores hidráulicamente remotos, una segunda activación de rociadores hidráulicamente remotos, una tercera activación de rociadores hidráulicamente remotos, y una cuarta activación de rociadores hidráulicamente remotos, ocurriendo la segunda a la cuarta activación de rociadores hidráulicamente cercanos dentro de los diez segundos de la activación del primer rociador hidráulicamente remoto. Además, la simulación define una primera demora de entrega de fluido obligatoria, de tal manera que ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el primer rociador hidráulicamente remoto en el momento en que se acciona el primer rociador hidráulicamente remoto, ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el segundo rociador hidráulicamente remoto en el momento en que se acciona el segundo rociador hidráulicamente remoto, ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el tercer rociador hidráulicamente remoto en el momento en que se acciona el tercer rociador hidráulicamente remoto, y ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el cuarto rociador hidráulicamente remoto en el momento en que se acciona el cuarto rociador hidráulicamente remoto. Más específicamente, el primero, segundo, tercero y cuarto rociador están configurados, posicionados y/o de otra manera secuenciados de manera tal que ninguno de los cuatro rociadores hidráulicamente remotos experimenten la presión de funcionamiento diseñada antes o en el momento del accionamiento del cuarto rociador hidráulicamente más remoto.

Además, el sistema está preferiblemente simulado de manera tal que los primeros múltiples rociadores incluyan cuatro rociadores hidráulicamente cercanos con una secuencia de activación para definir una primera activación del rociador hidráulicamente cercano, una segunda activación del rociador hidráulicamente cercano, una tercera activación del rociador hidráulicamente cercano, y una cuarta activación del rociador hidráulicamente cercano, ocurriendo la segunda a la cuarta activación de rociadores hidráulicamente cercanos dentro de los diez segundos de la activación del primer rociador hidráulicamente remoto. Además, el sistema está simulado para definir una segunda demora de entrega de fluido obligatoria, de tal manera que ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el primer rociador hidráulicamente cercano en el momento en que se acciona el primer rociador hidráulicamente remoto, ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el segundo rociador hidráulicamente cercano en el momento en que se acciona el segundo rociador hidráulicamente cercano, ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el tercer rociador hidráulicamente cercano en el momento en que se acciona el tercer rociador hidráulicamente cercano, y ningún fluido se descargue a la presión de funcionamiento diseñada desde el cuarto rociador hidráulicamente cercano en el momento en que se acciona el cuarto rociador hidráulicamente cercano. Más específicamente, el primero, segundo, tercero y cuarto rociador están configurados, posicionados y/o de otra manera secuenciados de tal manera que ninguno de los cuatro rociadores hidráulicamente cercanos experimenten la presión de funcionamiento diseñada antes o en el momento del accionamiento del cuarto rociador hidráulicamente más cercano.

Se ofrece una base de datos, una tabla de consulta o una tabla de datos para diseñar un sistema de rociadores secos sólo de techo para una ocupación para almacenamiento. La tabla de datos preferiblemente incluye una primera matriz de datos que caracteriza la ocupación para almacenamiento, una segunda matriz de datos que caracteriza un rociador, una tercera matriz de datos que identifica un área de diseño hidráulico como una función de la primera y segunda matriz de datos, y una cuarta matriz de datos que identifica un período de demora de entrega de fluido máximo y un período de demora de entrega de fluido mínimo, siendo cada una función de la primera, segunda y tercera matriz de datos. Preferiblemente, la tabla de datos está configurada de tal manera que la tabla de datos esté configurada como una tabla de consulta en la que cualquiera de la primera, segunda y tercera matriz de datos determine la cuarta matriz de datos. De manera alternativa, la base de datos puede ser un único período de demora de entrega de fluido máximo especificado que se incorporará a un sistema de rociadores secos sólo de techo para controlar un incendio en una ocupación para almacenamiento, con un área de funcionamiento de rociadores que presenta una configuración para rodear y ahogar la situación de incendio para una determinada altura de techo, altura de almacenamiento y/o clasificación de mercancía.

Se pueden ofrecer uno o más sistemas, subsistemas, componentes o métodos asociados de protección contra incendios. Por lo tanto, un proceso preferiblemente ofrece sistemas y/o métodos para la protección contra incendios. El método preferiblemente incluye obtener un rociador calificado para utilizar en un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo para una ocupación para almacenamiento que contenga al menos: (i) una Clase I-III, Grupo A, Grupo B o Grupo C con una altura de almacenamiento mayor que 7,6 m (veinticinco pies); y (ii) una Clase IV con una altura de almacenamiento mayor que 6,7 m (veintidós pies). El método además incluye, preferiblemente, distribuir a un usuario el rociador para utilizar en una aplicación de protección contra incendios de una ocupación para almacenamiento. Además, o de manera alternativa, el proceso puede incluir obtener un sistema, subsistema, componente o método calificado de protección contra incendios seco sólo de techo para sistemas de

almacenamiento y distribuir el sistema, subsistema, componente o método calificado de una primera parte a una segunda parte para utilizar en la aplicación de protección contra incendios.

Se puede ofrecer un equipo para un sistema de rociadores secos sólo de techo para la protección contra incendios de una ocupación para almacenamiento. El equipo preferiblemente incluye un rociador calificado para utilizar en un sistema de rociadores secos sólo de techo para una ocupación para almacenamiento que presenta una altura de techo de hasta aproximadamente 14 m (cuarenta y cinco pies) y mercancías que presentan alturas de almacenamiento de hasta aproximadamente 12 m (cuarenta pies). Además, el equipo preferiblemente incluye un conjunto de tuberías verticales para controlar la entrega de fluido hasta al menos un rociador. El equipo preferido ofrece una hoja de datos para el equipo, en el que la hoja de datos identifica parámetros para utilizar el equipo, incluyendo los parámetros un área de diseño hidráulico, un período de demora de entrega de fluido máximo para un rociador hidráulicamente más remoto y un período de demora de entrega de fluido mínimo para un rociador hidráulicamente más cercano. Preferiblemente, el equipo incluye un rociador montante que presenta un factor K de aproximadamente diecisiete y una clasificación de temperatura de aproximadamente 414°K (286°F). Más preferiblemente, el rociador está calificado para la protección de la mercancía que pertenece al menos a una de las Clases I, II, III, IV y plásticos de Grupo A. El conjunto de tuberías verticales preferiblemente incluye una válvula de control que presenta una entrada y una salida, el conjunto de tuberías verticales comprendiendo además un interruptor a presión para la comunicación con la válvula de control. En otra realización preferida del equipo, se incluye un panel de control para controlar la comunicación entre el interruptor a presión y la válvula de control. Además, se provee al menos una válvula de cierre para acoplarse al menos a una de la entrada y salida de la válvula de control y, preferiblemente, se provee además una válvula de retención para acoplarse a la salida de la válvula de control. De manera alternativa, se puede ofrecer una disposición en la que la válvula de control y/o el conjunto de tuberías verticales están configurados con una cámara intermedia para eliminar la necesidad de una válvula de retención. En incluso otra realización preferida del equipo, se ofrece un programa o aplicación de software para modelar, diseñar y/o simular el sistema con el fin de determinar y verificar el período de demora de entrega de fluido de uno o más rociadores en el sistema. Más preferiblemente, el programa o aplicación de software puede simular o verificar que el rociador hidráulicamente remoto experimente el período de demora de entrega de fluido máximo y el rociador hidráulicamente cercano experimente el período de demora de entrega de fluido mínimo. Además, el programa o software está preferiblemente configurado para modelar y simular el sistema, que incluye secuenciar la activación de uno o más rociadores y verificar que la entrega de fluido a uno o más rociadores activados cumpla con el período de demora de entrega de fluido obligatorio deseado. Más preferiblemente, el programa puede secuenciar la activación de al menos cuatro rociadores hidráulicamente remotos o, de manera alternativa, de cuatro rociadores hidráulicamente cercanos en el sistema, y verificar la entrega de fluido a los cuatro rociadores.

El proceso preferido para ofrecer sistemas y/o métodos para protección contra incendios puede incluir, de manera más específica, distribuir desde una primera parte a una segunda parte criterios de instalación para instalar el rociador en un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo para una ocupación para almacenamiento. Ofrecer criterios de instalación preferiblemente incluye especificar al menos una clasificación de mercancía y configuración de almacenamiento, especificar un mínimo de altura de espacio libre entre la altura de almacenamiento y un deflector del rociador, especificar un área de cobertura máxima y un área de cobertura mínima por cada rociador en el sistema, especificar un requisito de espaciado entre rociador y rociador en el sistema, especificar un área de diseño hidráulico y una presión de funcionamiento de diseño; y especificar un período de demora de entrega de fluido diseñado. En otra realización preferida, especificar una demora de entrega de fluido puede incluir especificar la demora con el fin de promover un efecto de rodear y ahogar para controlar la situación de incendio en la ocupación para almacenamiento. Más preferiblemente, especificar una demora de entrega de fluido diseñada incluye especificar la demora de entrega de fluido que ha de estar entre un período de demora de entrega de fluido máximo y un período de demora de entrega de fluido mínimo donde, más preferiblemente, los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos están especificados para suceder en los rociadores hidráulicamente más remotos y los rociadores hidráulicamente más cercanos, respectivamente.

En otro aspecto preferido del proceso, la especificación de una demora de entrega de fluido de diseño es preferiblemente una función de al menos una de las alturas de techo, la clasificación de mercancía, la configuración de almacenamiento, la altura de almacenamiento y la altura de espacio libre. En consecuencia, especificar el período de demora de entrega de fluido diseñado incluye, preferiblemente, ofrecer una tabla de datos de los tiempos de demora de entrega de fluido como una función de al menos una de las alturas de techo, la clasificación de mercancía, la configuración de almacenamiento, la altura de almacenamiento y la altura de espacio libre.

En otro aspecto preferido del proceso, proveer los criterios de instalación además incluye especificar los componentes del sistema para utilizar con el rociador, especificar los componentes de sistema preferiblemente incluye especificar un conjunto de tuberías verticales para controlar el flujo de fluido al sistema de rociadores, y especificar un mecanismo de control para implementar la demora de entrega de fluido diseñado. Asimismo, el proceso puede además incluir especificar un dispositivo de detección de incendios para la comunicación con el mecanismo de control, con el fin de ofrecer criterios de instalación de acción previa. El proceso puede además

establecer que los criterios de instalación se proporcionen en una hoja de datos, que puede además incluir publicar la hoja de datos en al menos un medio en papel o electrónico.

5 Otro aspecto del proceso preferido incluye, preferiblemente, obtener un rociador para utilizar en un sistema de rociadores secos sólo de techo para una ocupación para almacenamiento. En una realización del proceso, la obtención incluye preferiblemente ofrecer el rociador. Preferiblemente, ofrecer el rociador incluye ofrecer un cuerpo de rociador que presenta una entrada y una salida con un paso entre ambos para definir un factor K de aproximadamente once o mayor, preferiblemente alrededor de diecisiete, y más preferiblemente de 16,8, y además ofrecer un conjunto de disparo que presenta una clasificación térmica de aproximadamente 414°K (286°F).

10 Otro aspecto que preferiblemente ofrece la obtención incluye calificar el rociador y, más preferiblemente, listar el rociador ante una organización aceptable a una autoridad que tenga jurisdicción sobre la ocupación para almacenamiento, tal y como, por ejemplo, Underwriters Laboratories, Inc. En consecuencia, obtener el rociador puede incluir llevar a cabo pruebas de incendio con el rociador para su calificación. La prueba preferiblemente incluye definir criterios de prueba aceptables, que incluye demanda de fluido y presiones de funcionamiento del sistema diseñado. Además, la prueba incluye situar múltiples rociadores en una parrilla de rociadores de techo con un espaciado entre rociador y rociador a una altura de techo, la parrilla estando además situada encima de una mercancía almacenada, que tiene una clasificación de mercancía, una configuración de almacenamiento y una altura de almacenamiento. Preferiblemente, la ubicación de los múltiples rociadores incluye ubicar ciento sesenta y nueve (169) rociadores en una parrilla de 2,4 m x 2,4 m (ocho pies por ocho pies de espaciado (8 pies x 8 pies) o
15
20
alternativamente cien (100) rociadores en la parrilla de rociadores de techo a 3,0 m x 3,0 m (diez pies por diez pies de espaciado (10 pies x 10 pies)). De manera alternativa, se puede formar la parrilla con cualquier cantidad de rociadores siempre que el espaciado entre rociador y rociador pueda ofrecer al menos un rociador cada 5,0 m² (sesenta y cuatro pies cuadrados (1 rociador cada 64 pies²)) o, de manera alternativa, un rociador cada 9,3 m² (cien pies cuadrados (1 rociador cada 100 pies²)). De forma más general, la ubicación de los múltiples rociadores preferiblemente implica ubicar una cantidad suficiente de rociadores para ofrecer al menos un anillo de rociadores no accionados bordeando los rociadores accionados durante la prueba. La prueba además incluye generar una situación de incendio en la mercancía y demorar la descarga de fluido desde la parrilla de rociadores, para activar una cantidad de rociadores y descargar un fluido de cualquiera de los rociadores activados a la presión de funcionamiento del sistema diseñado, con el fin de controlar la situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar. Además, definir los criterios de prueba aceptables preferiblemente incluye definir la demanda de fluido
25
30 como una función de las activaciones de rociadores diseñadas para suprimir y apagar de manera eficaz un incendio con una configuración de rodear y ahogar. Preferiblemente, las activaciones de rociadores diseñadas son menos del cuarenta por ciento del total de rociadores de la parrilla. Más preferiblemente, las activaciones de rociadores diseñadas son menos del treinta y siete por ciento del total de rociadores de la parrilla, incluso más preferiblemente, menos del veinte por ciento del total de rociadores de la parrilla.

35 En una realización preferida del proceso, demorar la descarga de fluido incluye demorar la descarga de fluido por un período como una función de al menos una de las siguientes: clasificación de mercancía, configuración de almacenamiento, y una altura de separación entre rociador y almacenamiento. La demora de la descarga de fluido puede además incluir determinar el período de demora de fluido desde un modelo por ordenador de la mercancía y la ocupación para almacenamiento, en la que el modelo establece los tiempos de activación de rociadores en un incendio sin dominar de tal manera que la demora de entrega de fluido sea el lapso de tiempo entre una activación del primer rociador y al menos uno de: (i) una cantidad crítica de activaciones de rociadores; y (ii) una cantidad de rociadores equivalente a un área de funcionamiento capaz de rodear y ahogar una situación de incendio.

45 La distribución desde una primera parte a una segunda parte de cualquier sistema preferido, subsistema, componente, preferiblemente rociador y/o método puede incluir la transferencia del sistema, subsistema, componente, preferiblemente rociador y/o método a al menos un minorista, proveedor, instalador de sistema de rociadores u operador del almacenamiento. La distribución puede llevarse a cabo mediante al menos una de las siguientes formas: distribución por tierra, distribución por aire, distribución desde el extranjero y distribución en línea.

50 Se ofrece un método de transferencia de un rociador para utilizar en un sistema de rociadores secos sólo de techo para proteger una ocupación para almacenamiento de una primera parte a una segunda parte. La distribución del rociador puede incluir publicar información acerca del rociador calificado en al menos una publicación en papel y una publicación en línea. Además, la publicación en una publicación en línea preferiblemente incluye hospedar una matriz de datos acerca del rociador calificado en un primer dispositivo de procesamiento tal y como, por ejemplo, un servidor, preferiblemente conectado a una red para comunicarse con al menos un segundo dispositivo de procesamiento. El hospedaje puede además incluir configurar la matriz de datos de manera que incluya un elemento de autoridad listado, un elemento de datos de factor K, un elemento de datos de temperatura de activación y un
55 elemento de configuración de datos de rociadores. Configurar la matriz de datos preferiblemente incluye configurar el elemento de autoridad listado, tal y como la aprobación de al menos la UL y/o Factory Mutual (FM) (de aquí en adelante, "FM"), configurar el elemento de datos de factor K en aproximadamente diecisiete, configurar el elemento de datos de temperatura de activación en 414°K (286°F), y configurar el elemento de datos de configuración de

rociadores como montantes. Alojarse una matriz de datos puede además incluir identificar parámetros para un sistema de rociadores secos sólo de techo, incluyendo los parámetros: un área de diseño hidráulico que incluye una cantidad de rociadores y/o un espaciado entre rociador y rociador, un período de demora de entrega de fluido máxima a un rociador hidráulicamente más remoto, y un período de demora de entrega de fluido mínimo al rociador hidráulicamente más cercano.

Además, se ofrece un sistema de rociadores para proporcionar una disposición de protección contra incendios. El sistema preferiblemente incluye un primer dispositivo de procesamiento por ordenador en comunicación con al menos un segundo dispositivo de procesamiento por ordenador a través de una red, y una base de datos almacenada en el primer dispositivo de procesamiento por ordenador. Preferiblemente, la red es al menos una de las siguientes: red WAN (red de área amplia), LAN (red de área local) e Internet. Preferiblemente, la base de datos incluye múltiples matrices de datos. Preferiblemente, la primera matriz de datos identifica un rociador para utilizar en un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo para una ocupación para almacenamiento. La primera matriz de datos incluye un factor K, una temperatura de activación, y un área de diseño hidráulico. Preferiblemente, la segunda matriz de datos identifica una mercancía almacenada, incluyendo preferiblemente la segunda matriz de datos una clasificación de mercancía, una configuración de almacenamiento y una altura de almacenamiento. Preferiblemente, la tercera matriz de datos identifica un período de demora de entrega de fluido máximo para el tiempo de entrega al rociador hidráulicamente más remoto, siendo el tercer elemento de datos una función de la primera y segunda matriz de datos. Preferiblemente, la cuarta matriz de datos identifica un período de demora de entrega de fluido mínimo para el tiempo de entrega al rociador hidráulicamente más cercano, siendo el cuarto elemento de datos una función de la primera y segunda matriz de datos. En una realización preferida, la base de datos está configurada como una hoja de datos electrónica, tal y como, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: fichero .html, .pdf o un fichero de texto editable. La base de datos puede además incluir una quinta matriz de datos que identifica un conjunto de tuberías verticales para utilizar con el rociador de la primera matriz de datos e, incluso, puede además incluir una quinta matriz de datos que identifica un sistema de tuberías para acoplar la válvula de control de la quinta matriz de datos al rociador de la primera matriz de datos.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan a la presente memoria y forman parte de esta especificación, ilustran realizaciones de ejemplo de la invención y, junto con la descripción general incluida más arriba y la siguiente descripción detallada, sirven para explicar las características de la invención. Se ha de comprender que las realizaciones preferidas no son la totalidad de la invención, sino ejemplos de la invención tal y como se ofrece en las reivindicaciones adjuntas.

La Figura 1 es una realización ilustrativa de un sistema de rociadores secos preferido situado en un área de almacenamiento que tiene una mercancía almacenada.

La Figura 1A es un esquema ilustrativo de la porción seca del sistema de la Figura 1.

Las Figuras 2A-2C son vistas esquemáticas superiores, laterales y en planta respectivas del área de almacenamiento de la Figura 1.

La Figura 3 es un diagrama de flujo ilustrativo para generar perfiles de liberación de calor y de activación de rociadores.

La Figura 4 es un perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores ilustrativo.

La Figura 5 es un perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para una mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.

La Figura 5A es un perfil de activación de rociadores de una prueba de incendio real de la mercancía almacenada en la Figura 5.

La Figura 6 es otro perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para otra mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.

La Figura 6A es un perfil de activación de rociadores de una prueba de incendio real de la mercancía almacenada en la Figura 6.

La Figura 7 es incluso otro perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para incluso otra mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.

La Figura 7A es un perfil de activación de rociadores de una prueba de incendio real de la mercancía almacenada en la Figura 7.

- La Figura 8 es otro perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para otra mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.
- La Figura 9 es incluso otro perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para otra mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.
- 5 La Figura 9A es un perfil de activación de rociadores de una prueba de incendio real de la mercancía almacenada en la Figura 9.
- La Figura 10 es otro perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para otra mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.
- 10 La Figura 10A es un perfil de activación de rociadores de una prueba de incendio real de la mercancía almacenada en la Figura 10.
- La Figura 11 es incluso otro perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para otra mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.
- La Figura 12 es incluso otro perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores para otra mercancía almacenada en un área de almacenamiento de prueba.
- 15 La Figura 12A es un perfil de activación de rociadores de una prueba de incendio real de la mercancía almacenada en la Figura 12.
- La Figura 13 es un diagrama de flujo ilustrativo de una metodología de diseño preferida.
- La Figura 13A es un diagrama de flujo ilustrativo alternativo para diseñar un sistema de rociadores preferido.
- 20 La Figura 13B representa un punto de diseño hidráulico y criterios preferidos.
- La Figura 14 es un diagrama de flujo ilustrativo para el diseño y modelado dinámico de un sistema de rociadores.
- La Figura 15 es una vista transversal del rociador preferido para utilizar en el sistema de rociadores de la Figura 1.
- 25 La Figura 16 es una vista en planta del rociador de la Figura 15.
- La Figura 17 es una vista esquemática de un conjunto de tuberías verticales instaladas para utilizar en el sistema de la Figura 1.
- La Figura 17A es un diagrama de flujo ilustrativo de funcionamiento para el sistema y conjunto de tuberías verticales de la Figura 17.
- 30 La Figura 18 es una vista esquemática de un dispositivo de procesamiento para practicar uno o más aspectos de los sistemas y métodos preferidos de protección contra incendios.
- Las Figuras 18A-18C son vistas en planta, frontales y laterales de un sistema de protección contra incendios preferido.
- 35 La Figura 19 es una vista esquemática de una red para practicar uno o más aspectos de los sistemas y métodos preferidos de protección contra incendios.
- La Figura 20 es un diagrama de flujo esquemático de las líneas de distribución de los sistemas y métodos preferidos.
- La Figura 21 es una vista transversal de una válvula de control preferida para utilizar en el conjunto de tuberías verticales de la Figura 17.
- 40 Forma(s) de llevar a cabo la invención
- Sistema de protección contra incendios configurado para controlar un incendio con una configuración de rodear y ahogar
- Un sistema de rociadores secos 10 preferido, tal y como se muestra en la Figura 1, está configurado para proteger una mercancía almacenada 50 en un área u ocupación para almacenamiento 70. El sistema 10 incluye una red de tuberías que presenta una porción húmeda 12 y una porción seca 14 preferiblemente acoplada a una válvula de
- 45

control de agua primaria 16, que es preferiblemente una válvula de diluvio o de acción previa o, de manera alternativa, una válvula de relación aire/agua. La porción húmeda 12 está preferiblemente conectada a un suministro de líquido contra incendios, tal y como, por ejemplo, tuberías principales de agua. La porción seca 14 incluye una red de rociadores 20 interconectados por una red de tuberías llenas de aire u otro gas. La presión del aire dentro de la porción seca sola o en combinación con otro mecanismo de control controla el estado de apertura/cierre de la válvula de control de agua primaria 16. Abrir la válvula de control de agua primaria 16 libera el agua de la porción húmeda 12 hacia la porción seca 14 del sistema para descargarse a través de un rociador 20. La porción húmeda 12 puede además incluir dispositivos adicionales (no se muestran), tal y como, por ejemplo, bombas contra incendios, o dispositivos que impiden el reflujo para entregar el agua a la porción seca 14 a la velocidad y/o presión de flujo deseada.

El sistema de rociadores 10 preferido está configurado para proteger la mercancía almacenada 50 al controlar un crecimiento del fuego 72 en el área de almacenamiento 70 con un área de funcionamiento de rociadores 26 preferida, tal y como se muestra en la Figura 1. Un área de funcionamiento de rociadores 26 está preferiblemente definida por una cantidad mínima de rociadores activados por acción de la temperatura a causa del crecimiento del fuego 72, que rodean y ahogan una situación o crecimiento del incendio 72. Más específicamente, el área de funcionamiento de rociadores preferida 26 está formada por una cantidad mínima de rociadores activados y espaciados de manera apropiada, configurados para entregar un volumen de agua o de otro fluido contra incendios que presente características de flujo adecuadas, es decir, tasa de flujo y/o presión, para suprimir y apagar el fuego desde arriba. La cantidad de rociadores activados por acción de la temperatura 20 que definen el área de funcionamiento 26 es preferible y sustancialmente más pequeña que la cantidad total de rociadores disponibles 20 en la porción seca 14 del sistema 10. La cantidad de rociadores activados que forman el área de funcionamiento de los rociadores 26 se minimiza tanto para controlar un incendio de manera eficaz como para minimizar el nivel de descarga de agua del sistema. En la presente memoria, se utiliza "activado" con el significado de que el rociador está en un estado abierto para la entrega de agua.

En la práctica, el sistema de rociadores secos sólo de techo 10 está preferiblemente configurado para controlar un incendio con un efecto de rodear y ahogar, e inicialmente responder ante un incendio que se provoque debajo con al menos una activación térmica de rociadores. Al activarse el rociador 20, el aire u otro gas comprimido en la red de tuberías se escaparían y, sólo o en conjunto con un indicador de humo o de incendio, provocaría la apertura de la válvula de control de agua primaria 16. La válvula de control de agua primaria 16 permite que el agua u otro fluido contra incendios llenen la red de tuberías y viaje a los rociadores activados 20. A medida que el agua viaja a través de las tuberías del sistema 10, la ausencia de agua, y más específicamente, la ausencia de agua a la presión de descarga de funcionamiento diseñada, en el área de almacenamiento 70 permite que el incendio crezca liberando calor adicional en el área de almacenamiento 70. El agua eventualmente llega al grupo de rociadores activados 20 y comienza a descargarse sobre el incendio desde el área de funcionamiento preferida 26, aumentando hasta la presión de funcionamiento, y permitiendo a su vez un aumento continuado de la tasa de liberación de calor. El calor agregado continúa activando por acción de la temperatura rociadores adicionales próximos al rociador inicialmente activado para definir, preferiblemente, el área de funcionamiento de rociadores deseada 26 y la configuración para rodear y ahogar el incendio. El agua descargada alcanza la presión de funcionamiento completa fuera del área de funcionamiento 26 en una configuración de rodear y ahogar para suprimir y apagar el incendio. Tal y como se utiliza en la presente memoria, "rodear y ahogar" significar rodear sustancialmente un área que se está quemando con una descarga de agua para reducir rápidamente la tasa de liberación de calor. Además, el sistema está configurado de manera que todos los rociadores activados que forman el área de funcionamiento 26 estén preferiblemente activados dentro de un periodo predeterminado. Más específicamente, el último rociador se activa dentro de los diez minutos siguientes a la primera activación térmica de los rociadores en el sistema 10. Más preferiblemente, el último rociador se activa dentro de los ocho minutos y, más preferiblemente, el último rociador se activa dentro de los cinco minutos de la activación del primer rociador en el sistema 10.

Para minimizar o eliminar el período de demora de entrega de fluido, se podría introducir agua en el área de almacenamiento 70 antes de tiempo, inhibir el crecimiento del fuego y evitar la formación del área de funcionamiento de rociadores deseada 26. Sin embargo, introducir el agua de manera tardía en el área de almacenamiento 70 podría permitir que el incendio crezca tanto que el sistema 10 no pueda suprimirlo y apagarlo adecuadamente o, en el mejor de los casos, podría sólo servir para ralentizar el aumento de la tasa de liberación de calor. En consecuencia, el sistema 10 necesariamente requiere un período de demora de entrega de agua o fluido de una duración suficiente como para formar de manera efectiva un área de funcionamiento de rociadores 26 suficiente para rodear y ahogar el incendio. Para formar el área de funcionamiento de rociadores deseada 26, el sistema de rociadores 10 incluye al menos un rociador 20 con un período de demora de entrega de fluido configurado de manera apropiada. Más preferiblemente, para garantizar que una cantidad suficiente de rociadores 20 están activados por acción de la temperatura para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 en cualquier parte del sistema 10 suficiente para rodear y ahogar el crecimiento del fuego 72, cada rociador en el sistema 10 tiene un período de demora de entrega de fluido configurado de manera apropiada. El período de demora de entrega de fluido está preferiblemente medido desde el momento siguiente a la activación térmica de al menos un rociador 20 hasta el momento de la descarga de fluido de uno o más rociadores que forman el área de funcionamiento de

rociadores deseada 26, preferiblemente a una presión de funcionamiento del sistema. El período de demora de entrega de fluido, posterior a la activación térmica de al menos un rociador 20 en respuesta a un incendio debajo del rociador, permite que el fuego crezca sin el impedimento de la introducción de agua u otro fluido contra incendios. Los inventores han descubierto que el período de demora de entrega de fluido puede estar configurado de manera tal que el resultante incendio en aumento active por acción de la temperatura los rociadores adicionales adyacentes, próximos o que rodean el rociador inicialmente activado 20. La descarga de agua de las activaciones de rociadores resultantes define el área de funcionamiento de rociadores deseada 26 para rodear y ahogar y, por lo tanto, suprimir y apagar el incendio. En consecuencia, el tamaño de un área de funcionamiento 26 está, preferiblemente, relacionado directamente con la duración del período de demora de entrega de fluido. Cuanto mayor sea el período de demora de entrega de fluido, mayor será el crecimiento del fuego, lo cual derivará en más activaciones de rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 resultante más amplia. A la inversa, cuanto menor sea el período de demora de entrega de fluido, menor será el área de funcionamiento 26 resultante.

Debido a que el período de demora de entrega de fluido es preferiblemente una función de tiempo de viaje del fluido después de la primera activación de rociadores, el período de demora de entrega de fluido es preferiblemente una función del tiempo de trayecto para la válvula de control de agua primaria 16, el tiempo de transición del agua a través del sistema, y su compresión. Estos factores de la demora de entrega de fluido se describen en mayor detalle en la publicación de TYCO FIRE & BUILDING PRODUCTS, titulada: *A Technical Analysis: Variables That Affect the Performance of Dry Pipe Systems* (2002) de James Golinveaux. El tiempo de trayecto de la válvula está, en general, controlado por la presión de aire en la línea, la ausencia o presencia de un acelerador, y, en el caso de la válvula de relación aire/agua, por la presión del trayecto de la válvula. Otro factor que además afecta el período de demora de entrega de fluido es el tiempo de transición del fluido desde la válvula de control primaria 16 a los rociadores activados. El tiempo de transición está determinado por la presión de suministro de fluido, el aire/gas en la tubería, y el volumen y la disposición de las tuberías del sistema. La compresión es la medición del tiempo desde que el agua llega al rociador activado hasta el momento de la descarga de agua o en que la presión del fluido contra incendios se mantiene igual o por encima de la presión de funcionamiento mínima del rociador.

Se ha de comprender que debido a que el período de demora de entrega de fluido preferido es una demora diseñada u obligatoria, preferiblemente de una duración definida, es distinta de cualquier demora aleatoria y/o inherente que se pueda experimentar en los sistemas de rociadores secos actuales. Más específicamente, la porción seca 14 está diseñada y dispuesta para llevar a cabo la demora deseada, por ejemplo, modificando o configurando el volumen de sistema, la distancia de las tuberías y/o el tamaño de las tuberías.

La porción seca 14 y su red de tuberías preferiblemente incluyen una tubería vertical principal conectada a la válvula de control primaria 16, y una tubería principal 22 a la que se conecta una o más tuberías ramales separadas 24. La red de tuberías puede además incluir accesorios de tuberías, tal y como, conectores, codos y tuberías verticales, etc. para conectar porciones de la red y formar configuraciones ramales de bucle y/o de árbol en la porción seca 14. En consecuencia, la porción seca 14 puede tener elevaciones e transiciones inclinadas variadas de una sección de la porción seca a otra sección de la porción seca. Los rociadores 20 están preferiblemente montados y espaciados a lo largo de tuberías ramales separadas 24 para formar un espaciado de rociadores deseado.

El espaciado entre rociador y rociador puede ser de 1,8 m x 1,8 m (seis pies por seis pies (6 pies x 6 pies)); 2,4 m x 2,4 m (ocho pies por ocho pies (8 pies x 8 pies)), 3,0 m x 3,0 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)), 6,1 m x 6,1 m (veinte pies por veinte pies (20 pies x 20 pies de espaciado)) y cualquier combinación de los mismos o intervalo entre ellos, dependiendo de los requisitos de diseño hidráulico del sistema. Según la configuración de la porción seca 14, la red de rociadores 20 incluye al menos un rociador hidráulicamente remoto o de más demanda hidráulica 21, y al menos un rociador hidráulicamente cercano o de menos demanda hidráulica 23, es decir, el rociador menos remoto, respecto de la válvula de control de agua primaria 16 que separa la porción húmeda 12 de la porción seca 14. Generalmente, un rociador apropiado para utilizar en un sistema de rociadores secos configurado ofrece suficiente volumen, enfriamiento y control para controlar un incendio con el efecto de rodear y ahogar. Más específicamente, los rociadores 20 son, preferiblemente, para rociadores de almacenamiento de aplicación específica a montantes, que presentan un factor K dentro del intervalo de 11 a aproximadamente 36; sin embargo, de manera alternativa, los rociadores 20 se pueden configurar como rociadores colgantes. Más preferiblemente, los rociadores tienen un factor K nominal de 16,8. Como se puede comprender en la técnica, el factor K nominal identifica las características de descarga de los rociadores, tal y como indica la Tabla 6.2.3.1 de la norma NFPA-13, que se incorpora específicamente a la presente memoria como referencia. De manera alternativa, los rociadores 20 pueden tener cualquier factor K nominal siempre que estén instalados y configurados en un sistema para entregar un flujo de fluido según los requisitos del sistema. Más específicamente, el rociador 20 puede tener un factor K nominal de 11,2, 14,0, 16,8, 19,6, 22,4, 25,2, 28,0, 36 o mayor, siempre que si el rociador tiene un factor K nominal mayor que 28, el rociador aumente el flujo en incrementos del 100 por ciento en comparación con un rociador de factor K nominal de 5,6, tal y como lo requiere la Sección 6.2.3.3 de la norma NFPA-13, que se incorpora específicamente a la presente memoria como referencia. Asimismo, los rociadores 20 pueden estar especificados de acuerdo con la Sección 12.1.13 de la norma NFPA-13, que se incorpora específicamente en esta memoria como referencia. Preferiblemente, los rociadores 20 están configurados para activarse por acción de la

temperatura a 414°K (286°F), sin embargo se puede especificar que los rociadores tengan una temperatura de activación apropiada para la aplicación de almacenamiento específica, incluyendo temperaturas de activación mayores que 414°K (286°F). Los rociadores 20 pueden, por lo tanto, especificarse dentro de las temperaturas de activación y clasificaciones, tal y como se lista en la Tabla 6.2.5.1 de la norma NFPA-13, que se incorpora específicamente a la presente memoria como referencia. Además, los rociadores 20 tienen, preferiblemente, una presión de funcionamiento mayor que 0,10 MPa (15 psi), preferiblemente dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 MPa a aproximadamente 0,41 MPa (aproximadamente 15 psi. a aproximadamente 60 psi.), más preferiblemente dentro del intervalo de aproximadamente 0,10 MPa a aproximadamente 0,31 MPa (aproximadamente 15 psi. a aproximadamente 45 psi.), incluso más preferiblemente dentro del intervalo de aproximadamente 0,14 MPa a aproximadamente 0,24 MPa (aproximadamente 20 psi. a aproximadamente 35 psi.), e incluso más preferiblemente dentro del intervalo de aproximadamente 0,15 MPa a aproximadamente 0,21 MPa (aproximadamente 22 psi. a aproximadamente 30 psi.).

Preferiblemente, el sistema 10 está configurado para incluir un período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo y un período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo. Los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios mínimos y máximos se pueden seleccionar de un intervalo de períodos de demora aceptables, tal y como los que se describen en mayor detalle a continuación. El período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo es el período posterior a la activación térmica de al menos un rociador hidráulicamente remoto 21 hasta el momento de la descarga de al menos uno de los rociadores hidráulicamente remoto 21 a la presión de funcionamiento del sistema. El período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo está preferiblemente configurado para definir una duración de tiempo posterior a la activación térmica del rociador hidráulicamente más remoto 21, que permite la activación térmica de una cantidad suficiente de rociadores que rodean al rociador hidráulicamente más remoto 21, que juntos forman el área de funcionamiento de rociadores máxima 27 para el sistema 10 y eficaz para rodear y ahogar el crecimiento del fuego 72, tal y como se muestra de forma esquemática en la Figura 1A.

El período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo es el período posterior a la activación térmica de al menos un rociador hidráulicamente cercano 23 hasta el momento de la descarga de al menos uno de los rociadores hidráulicamente cercanos 23 a la presión de funcionamiento del sistema. El período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo está preferiblemente configurado para definir una duración de tiempo posterior a la activación térmica del rociador hidráulicamente más cercano 23, que permite la activación térmica de una cantidad suficiente de rociadores que rodean al rociador hidráulicamente más cercano 23, que juntos forman el área de funcionamiento de rociadores mínima 28 para el sistema 10 y eficaz para rodear y ahogar el crecimiento del fuego 72. Preferiblemente, el área de funcionamiento de rociador mínima 28 está definida por una cantidad crítica de rociadores, que incluyen el rociador hidráulicamente más cercano 23. La cantidad crítica de rociadores se puede definir como la cantidad mínima de rociadores que pueden introducir agua en el área de almacenamiento 70, tener un impacto en el crecimiento del fuego, pero a su vez permitir que el fuego continúe creciendo y dispare una cantidad adicional de rociadores para formar el área de funcionamiento de rociadores deseada 26 para rodear y ahogar el crecimiento del fuego.

Con el período de demora de entrega de fluido máximo y mínimo afectado en los rociadores hidráulicamente más remotos y más cercanos 21, 23, respectivamente, cada rociador 20 dispuesto entre el rociador hidráulicamente más remoto 21 y el rociador hidráulicamente más cercano 23 tiene un período de demora de entrega de fluido dentro del intervalo de período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo y el período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo. Siempre que los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos resulten, respectivamente, en las áreas de funcionamiento de rociadores máximas y mínimas 27, 28, los períodos de demora de entrega de fluido de cada rociador facilita la formación de un área de funcionamiento de rociadores 26 para controlar el crecimiento del fuego 72 con una configuración de rodear y ahogar.

El período de demora de entrega de fluido de un rociador 20 es preferiblemente una función de la distancia de rociador o longitud de tubería desde la válvula de control de agua primaria 16 y puede, además, ser una función del volumen de sistema (aire atrapado) y/o del tamaño de la tubería. De manera alternativa, el período de demora de entrega de fluido puede ser una función de un dispositivo de control de fluido configurado para demorar la entrega de agua desde la válvula de control de agua primaria 16 al rociador activado por acción de la temperatura 20. El período de demora de entrega de fluido obligatorio también puede ser una función de otros diversos factores del sistema 10, incluyendo, por ejemplo, la demanda de agua y los requisitos de flujo de las bombas de suministro de agua o de otros componentes en todo el sistema 10. Para incorporar un período de demora de entrega de fluido especificado en el sistema de rociadores 10, preferiblemente se construyen tuberías de una determinada longitud y área transversal en el sistema 10, de tal manera que el rociador hidráulicamente más remoto 21 experimente el período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo y el rociador hidráulicamente más cercano 23 experimente el período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo. De manera alternativa, el sistema de tuberías 10 puede incluir cualquier otro dispositivo de control de fluido, tal y como, por ejemplo, un acelerador o acumulador, de tal manera que el rociador hidráulicamente más remoto 21 experimente el período de demora de

entrega de fluido obligatorio máximo y el rociador hidráulicamente más cercano 23 experimente el período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo.

De manera alternativa, para configurar el sistema 10 de manera tal que el rociador hidráulicamente más remoto 21 experimente el período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo y el rociador hidráulicamente más cercano 23 experimente el período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo, el sistema 10 puede estar configurado para que cada rociador en el sistema 10 experimente un período de demora de entrega de fluido que esté entre o dentro del intervalo de demora definido por el período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo y el período de demora de entrega de fluido mínimo. En consecuencia, el sistema 10 puede formar un área de funcionamiento de rociadores máxima 27 más pequeña que la esperada si se incorporara el período de demora de entrega de fluido máximo. Además, el sistema 10 puede tener un área de funcionamiento de rociadores mínima 28 más amplia que la esperada si se utilizara el período de demora de entrega de fluido mínimo.

En las Figuras 2A-2C se muestran, de manera esquemática, vistas respectivas en planta, laterales y superiores del sistema 10 en el área de almacenamiento 70 que ilustran varios factores que pueden tener un impacto en el crecimiento del fuego 72 y en la respuesta de activación de los rociadores. La activación térmica de los rociadores 20 del sistema 10 puede ser una función de diversos factores que incluyen, por ejemplo, la liberación de calor del crecimiento del fuego, la altura de techo del área de almacenamiento 70, la ubicación del rociador respecto del techo, la clasificación de la mercancía 50 y la altura de almacenamiento de la mercancía 50. Más específicamente, se muestra el sistema de rociadores de tubería seca 10 instalado en el área de almacenamiento 70 como un sistema de rociadores de tubería seca sólo de techo suspendido debajo de un techo que tiene una altura de techo $H1$. El techo puede tener cualquier configuración, incluyendo cualquiera de las siguientes: techo plano, techo horizontal, techo inclinado o una combinación de los mismos. La altura de techo está preferiblemente definida por la distancia entre el suelo y el lado inferior del techo que se encuentra encima (o cubierta de techo) dentro del área que será protegida y, más preferiblemente, define la altura máxima entre el suelo y el lado inferior del techo que se encuentra por encima (o cubierta de techo). Los rociadores individuales preferiblemente incluyen un deflector ubicado en el techo a una distancia S . La mercancía almacenada está situada en el área de almacenamiento 70, configurada como una disposición ordenada de mercancías 50 preferiblemente de un tipo C, que puede incluir cualquiera de las mercancías definidas como Clase I, II, III o IV de la norma NFPA-13, de manera alternativa, los plásticos, elastómeros, y gomas del Grupo A, Grupo B o Grupo C, y además dentro de las alternativas, cualquier tipo de mercancía cuyo comportamiento de combustión se pueda caracterizar. La disposición ordenada 50 también puede estar caracterizada por uno o más de los parámetros provistos y definidos en la Sección 3.9.1 de la norma NFPA-13, que se incorpora a la presente memoria como referencia. La disposición ordenada 50 puede estar almacenada a una altura de almacenamiento $H2$ para definir un espacio libre al techo L . La altura de almacenamiento preferiblemente define la altura máxima del almacenamiento. La altura de almacenamiento puede estar definida, de manera alternativa, para caracterizar de forma apropiada la configuración de almacenamiento. Preferiblemente, la altura de almacenamiento $H2$ es de 6,1 m (veinte pies) o mayor. Además, la disposición ordenada almacenada 50 preferiblemente define una disposición de almacenamiento en estanterías de múltiples filas; más preferiblemente, una disposición de almacenamiento en estanterías de doble fila, pero también son posibles otras configuraciones de almacenamiento, tal y como, por ejemplo, sobre el suelo, en estanterías sin estantes macizos, paletizada, en cajas de cartón, estantes, o estantería de una fila. El área de almacenamiento también incluye almacenamiento adicional de la misma mercancía o diferente, espaciada con un ancho de pasillo W en la misma configuración o diferente.

Para identificar el período de demora de entrega de fluido mínimo y máximo para incorporar en el sistema 10, y los intervalos disponibles entre ellos, los perfiles predictivos de respuesta de activación de los rociadores pueden utilizarse para un sistema de rociadores, mercancía, altura de almacenamiento, altura de techo del área de almacenamiento específicos. Preferiblemente, el perfil predictivo de respuesta de activación de los rociadores para un sistema de rociadores secos 10 en un espacio de almacenamiento 70, por ejemplo, tal y como se observa en la Figura 4, muestra los tiempos de activación térmica predichos para cada rociador 20 en el sistema 10 en respuesta a un crecimiento del fuego simulado que ha estado quemándose durante un período sin la introducción de agua para alterar el perfil de liberación de calor del crecimiento del fuego 72. A partir de estos perfiles, un operador de sistema o diseñador de rociadores puede predecir o estimar cuanto tiempo toma formar las áreas de funcionamiento de rociadores máximas y mínimas 27, 28 descritas anteriormente después de la primera activación de rociadores para rodear y ahogar una situación de incendio. A continuación se describe en mayor detalle las especificaciones de las áreas de funcionamiento de rociadores máximas y mínimas 27, 28.

Debido a que los perfiles predictivos indican el tiempo para activar por acción de la temperatura cualquier cantidad de rociadores 20 en el sistema 10, un usuario puede utilizar un perfil de activación de rociadores para determinar los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos. Para identificar el período de demora de entrega de fluido máximo, un diseñador u otro usuario puede observar el perfil predictivo de activación de rociadores para identificar el lapso de tiempo entre la primera activación de rociadores hasta el momento en que los distintos rociadores que forman el área de funcionamiento de rociadores máxima 27 especificada se activan por acción de la temperatura. De manera similar, para identificar el período de demora de entrega de fluido mínimo, un diseñador u otro usuario puede observar el perfil predictivo de activación de rociadores para identificar el lapso de tiempo entre la

primera activación de rociadores hasta el momento en que los distintos rociadores que forman el área de funcionamiento de rociadores mínima 28 especificada se activan por acción de la temperatura. Los períodos de demora de entrega de fluido mínimos y máximo definen un intervalo de períodos de demora de entrega de fluido que pueden incorporarse en el sistema 10 para formar al menos un área de funcionamiento de rociadores 26 en el sistema 10.

El sistema de rociadores secos descrito anteriormente 10 está configurado para formar áreas de funcionamiento de rociadores 26 para suprimir y apagar crecimientos de fuego durante la protección de ocupaciones para almacenamiento. Los inventores han descubierto que, al utilizar un período de demora de entrega de fluido obligatorio en un sistema de rociadores secos, se puede configurar un área de funcionamiento de rociadores para responder ante un incendio con una configuración de rodear y ahogar. El período de demora de entrega de fluido obligatorio es preferiblemente una predicción o diseño de período, durante el cual el sistema demora la entrega de agua y otros fluidos contra incendios a cualquier rociador activado. El período de demora de entrega de fluido obligatorio para un sistema de rociadores secos configurado con un área de funcionamiento de rociadores es distinto de los tiempos de agua máximos establecidos en los métodos de diseño de entrega de tuberías secas actuales. Específicamente, el período de demora de entrega de fluido obligatorio garantiza que el agua se expulse de un rociador activado en un determinado momento o período definido para formar un área de funcionamiento de rociadores para rodear y ahogar.

Generación de perfiles predictivos de activación de rociadores y de liberación de calor

Para generar perfiles predictivos de activación de rociadores con el fin de identificar los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos para un sistema de rociadores determinado situado en un espacio de almacenamiento 70, se puede modelar el crecimiento del fuego en el espacio 70 y se puede generar un perfil progresivo de la liberación de calor del crecimiento del fuego. Durante este mismo período, las respuestas de activación de rociadores se pueden calcular, determinar y trazar. El diagrama de flujo de la Figura 3 muestra un proceso preferido 80 para generar perfiles predictivos de liberaciones de calor y activaciones de rociadores utilizados para determinar los períodos de demora de entrega de fluidos, y la Figura 4 muestra el perfil predictivo de activación de rociadores y de liberación de calor 400 ilustrativo. Desarrollar los perfiles predictivos incluye modelar la mercancía que se va a proteger en un escenario de incendio simulado debajo de un sistema de rociadores. Para modelar el escenario de incendio, se consideran al menos tres aspectos físicos del sistema que será modelado: (i) la disposición geométrica del escenario que se ha de modelar; (ii) las características combustibles de los materiales combustibles involucrados en el escenario; y (iii) las características del rociador del sistema de rociadores que protege la mercancía. Este modelo está preferiblemente desarrollado mediante ordenador y, por lo tanto, para traducir el espacio de almacenamiento desde el dominio físico al dominio computarizado, también se deben considerar características numéricas no físicas.

El modelado mediante ordenador se realiza preferiblemente utilizando el FDS, tal y como se describe anteriormente, el cual puede predecir la liberación de calor a partir de un crecimiento del fuego y además predecir el tiempo de activación de los rociadores. Actualmente, están disponibles las publicaciones del NIST, que describen las capacidades y requisitos funcionales para modelar escenarios de incendio en el FDS. Estas publicaciones incluyen: *NIST Special Publication 1019: Fire Dynamics Simulator (version 4) User's Guide* (Marzo, 2006) y *NIST Special Publication 1018: Fire Dynamic Simulator (version 4) Technical Reference Guide* (Marzo, 2006). De manera alternativa, se puede utilizar cualquier otro simulador de modelado de incendios siempre que el simulador pueda predecir la activación o detección de los rociadores.

Tal y como se describe en la guía *Technical Reference Guide del FDS*, el FDS es un modelo de dinámica de fluidos mediante ordenador (CFD, por sus siglas en inglés) de un flujo de fluido accionado por fuego. El modelo determina de manera numérica una forma de las ecuaciones de Navier-Stokes para flujos de baja velocidad, accionados por acción de la temperatura con hincapié en transferencia de humo y calor a partir de incendios. Las derivadas parciales de la conservación de ecuaciones de masa de masa, momento y energía se aproximan como diferencias finitas, y la solución se actualiza con el tiempo en una parrilla tridimensional rectilínea. En consecuencia, incluida dentro de los parámetros de entrada requeridos por el FDS, se encuentra la información acerca de la parrilla numérica. La parrilla numérica es una o más mallas rectilíneas a las cuales se deben ajustar todas las características geométricas. Asimismo, el dominio computacional es preferiblemente más refinado en las áreas dentro de la disposición de combustible donde está ocurriendo el incendio. Fuera de esta región, en áreas donde el cómputo está limitado a la predicción de transferencia de calor y masa, la parrilla puede ser menos refinada. Generalmente, la parrilla computacional debería estar lo suficientemente determinada para permitir al menos uno, o más preferiblemente dos o tres elementos computacionales completos dentro de los espacios libres longitudinales y transversales entre las mercancías modeladas. El tamaño de los elementos individuales en la parrilla de malla puede ser uniforme, sin embargo, preferiblemente, los elementos individuales son elementos ortogonales cuyo lado más extenso presenta una dimensión de entre 100 y 150 milímetros, y una relación de aspecto de menos de 0,5.

5 En la primera etapa 82 del método de modelado predictivo, la mercancía está preferiblemente modelada en su configuración de almacenamiento para explicar los parámetros de disposición geométrica del escenario. Estos parámetros preferiblemente incluyen ubicaciones y tamaños de materiales combustibles, la ubicación de ignición del crecimiento del fuego, y otros variables de espacio de almacenamiento, tal y como, la altura de techo y volumen de recinto. Además, el modelo preferiblemente incluye variables que describen configuraciones de disposiciones ordenadas de almacenamiento, que incluyen la cantidad de filas de disposición ordenada, dimensiones de la disposición ordenada, incluyendo altura de disposición ordenada de mercancía y tamaño de un paquete almacenado de mercancía individual, y configuraciones de ventilación.

10 En un ejemplo modelado, tal y como se describe en el Estudio FDS, un modelo de entrada para la protección de plásticos del Grupo A incluye modelar un área de almacenamiento de 34 m por 34 m (110 pies por 110 pies); con alturas de techo que varían desde 6.1 m a 12 m (veinte pies a cuarenta pies). La mercancía se modeló como una mercancía de almacenamiento en estanterías de doble fila que miden 10 m de largo por 2,3 m de ancho (33 pies de largo por 7,5 pies de ancho). La mercancía se modeló a varias alturas, incluyendo entre 7,6 m y 12 m (veinticinco pies y cuarenta pies).

15 En la etapa de modelado 84, el sistema de rociadores está modelado de tal modo que incluye características de rociadores, tal y como, tipo de rociador, ubicación y espaciado, cantidad total de rociadores distancia de montaje desde el techo. El tamaño físico total del dominio computacional está preferiblemente determinado por la cantidad prevista de funcionamientos de rociadores antes de la entrega de fluido. Asimismo, preferiblemente, la cantidad de
 20 techo simulado y rociadores asociados son lo suficientemente amplios para que al menos se mantenga un anillo continuo de rociadores inactivos alrededor de la periferia del techo simulado. Generalmente, las paredes exteriores se pueden excluir de la simulación, de tal manera que los resultados apliquen a un volumen ilimitado, sin embargo, si la geometría estudiada está limitada a un volumen comparativamente más pequeño, entonces es preferible que se incluyan las paredes. Preferiblemente, las propiedades térmicas del rociador también se incluyen, tal y como, por ejemplo, el tiempo de índice de respuesta (RTI) funcional y la temperatura de activación. Más preferiblemente, el RTI del elemento térmico del rociador modelado se conoce antes de su instalación en el rociador. Se pueden definir
 25 características de rociador adicionales para generar el modelo, incluyendo detalles relacionados con la estructura de pulverizado de agua y tasa de flujo desde el rociador. De nuevo en referencia al Estudio FDS, por ejemplo, se modeló un sistema de rociadores con una parrilla de doce por doce de rociadores ELO-231 de Central Sprinkler con un espaciado de 3,0 m por 3,0 m (10 pies por 10 pies) para un total de 144 rociadores. Los rociadores se modelaron con una temperatura de activación de 414°K (286°F) con un RTI de $170 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{1/2}$ (300 (pies-seg)^{1/2}). La parrilla de rociadores en el Estudio FDS se dispuso a dos alturas diferentes desde el techo: 0,25 m y 0,10 m (10 pulgadas y 4
 30 pulgadas).

Un tercer aspecto 86 para desarrollar los perfiles predictivos de liberación de calor y de activación de rociadores preferiblemente estipula simular un incendio dispuesto en la disposición ordenada de almacenamiento de mercancía
 35 durante un período. Específicamente, el modelo puede incluir características combustibles para describir el comportamiento de ignición y de combustión de los materiales combustibles que se modelarán. Generalmente, para describir el comportamiento de un combustible, se requiere una descripción precisa de la transferencia de calor hacia el combustible.

Las masas de combustible simuladas pueden tratarse como térmicamente gruesas, es decir, se establece un
 40 gradiente de temperatura a través de la masa de la mercancía, o térmicamente delgadas, es decir, se establece una temperatura uniforme a través de la masa de la mercancía. Por ejemplo, en el caso de las cajas de cartón, típicas de los depósitos, se puede suponer que la pared de la caja de cartón puede tener una temperatura uniforme a través de su sección transversal, es decir, térmicamente delgada. Los parámetros de combustible, que caracterizan a los combustibles de Clase A, sólidos y térmicamente delgados, tal y como los de Clase II, Clase III y plásticos de Grupo A estándar, preferiblemente incluyen: (i) liberación de calor por área de unidad; (ii) calor específico; (iii) densidad; (iv) espesor; y (v) temperatura de ignición. La liberación de calor por parámetro de área de unidad permite que se ignoren los detalles específicos de la estructura interna del combustible, y que el volumen total de combustible se trate como una masa homogénea con una salida de energía conocida, basada en el porcentaje de área de superficie de combustible que se prevé se quemará. El calor específico se define como la cantidad de calor requerido para
 45 levantar la temperatura de una unidad de masa del combustible por una unidad de temperatura. La densidad es la masa por unidad de volumen del combustible, y espesor es el espesor de la superficie de la mercancía. La temperatura de ignición se define como la temperatura a la cual la superficie comenzará a arder ante la presencia de una fuente de ignición.

Para los combustibles que no se pueden tratar como térmicamente delgados, tal y como un conjunto de combustible
 55 sólido, es posible que se requieran parámetros adicionales o alternativos. Los parámetros adicionales o alternativos pueden incluir conductividad térmica, que puede medir la capacidad de un material de conducir calor. Se pueden requerir otros parámetros dependiendo del combustible específico que se esté caracterizando. Por ejemplo, los combustibles líquidos se deben tratar de una manera muy diferente a los combustibles sólidos y, por lo tanto, los parámetros son diferentes. Otros parámetros que pueden ser específicos de determinados combustibles o

configuraciones de combustibles incluyen: (i) emisividad, que es la relación de la radiación emitida por una superficie a la radiación emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura, y (ii) entalpía de vaporización, definida como la cantidad de calor que se requiere para convertir una unidad de masa de un líquido en su punto de ebullición en vapor sin aumentar la temperatura. Cualquiera de los parámetros mencionados anteriormente pueden no ser valores fijos, sino que pueden variar dependiendo del tiempo y otras influencias externas, tal y como, flujo de calor o temperatura. En estos casos, el parámetro de combustible puede describirse de una manera compatible con la variación conocida de la propiedad, tal y como, en un formato tabular o incluyendo una función matemática (típicamente) lineal en el parámetro.

Generalmente, se puede tratar cada palé de mercancía como un paquete homogéneo de combustible, omitiendo los detalles del palé y las estanterías físicas. En la Tabla de Parámetros de Combustión a continuación se resumen los parámetros de combustión de ejemplo, según la clase de mercancía.

Tabla de parámetros de combustión

	Clase II	Clase III	Plásticos Grupo A
Liberación de calor por área de unidad (kW/M ²)	170-180.	180-190.	500
Calor específico * densidad * espesor (m)	1	0,8	1
Temperatura de ignición (°C)	640 °K (370)	640 °K (370)	640 °K (370)

A partir de la simulación de incendio, el programa FDS u otro código computacional resuelve la liberación de calor y los efectos de calor resultantes incluyendo la activación de uno o más rociadores por cada unidad de tiempo, tal y como se indica en las etapas 88, 90. Las activaciones de los rociadores pueden ser simultáneas o secuenciales. Además, se ha de comprender que las conclusiones de liberación de calor definen un nivel del crecimiento del fuego a través de la mercancía almacenada. Se ha de comprender además que los rociadores modelados se activan por acción de la temperatura en respuesta al perfil de liberación de calor. Por lo tanto, para un determinado crecimiento del fuego se activarán por acción de la temperatura o abrirán una cantidad correspondiente de rociadores. De nuevo, la simulación preferiblemente procura que no se entregue agua cuando se activa un rociador. Modelar los rociadores sin la descarga de agua garantiza que el perfil de liberación de calor y, por lo tanto, el crecimiento del fuego no se altere debido a la introducción de agua. Las conclusiones de liberación de calor y de activación de rociadores preferiblemente se trazan como perfiles predictivos de liberación de calor y de activación de rociadores 400 según el tiempo en las etapas 88, 90, tal y como se observa, por ejemplo, en la Figura 4. De manera alternativa o además del perfil de liberación de calor y de activación de rociadores, se puede generar un trazado esquemático de las activación de rociadores que muestre las ubicaciones de los rociadores activados respecto de la disposición ordenada de almacenamiento y el punto de ignición, el tiempo de activación y la liberación de calor al momento de la activación.

Los perfiles predictivos 400 de la Figura 4 ofrecen ejemplos ilustrativos del perfil predictivo de liberación de calor 402 y del perfil predictivo de activación de rociadores 404. Específicamente, el perfil predictivo de liberación de calor 402 muestra la cantidad de liberación de calor previsto en el área de almacenamiento 70 con el paso del tiempo, medido en kilovatios (KW), que sale de la mercancía almacenada en un escenario de incendio modelado. El perfil de liberación de energía ofrece una caracterización de un crecimiento del fuego a medida que arde a través de la mercancía y puede medirse en otras unidades de energía, tal y como, por ejemplo, unidades térmicas británicas (BTU). El modelo de incendio preferiblemente caracteriza un crecimiento del fuego que arde a través de una mercancía 50 en el área de almacenamiento 70, determinando el cambio de liberación de calor con el paso del tiempo de forma anticipada o calculada. Se muestra que el perfil predictivo de activación de rociadores 404 preferiblemente incluya un punto que define un área de funcionamiento de rociadores máxima 27 diseñada o especificada por el usuario. Se puede especificar que un área de funcionamiento de rociadores máxima especificada 27 sea de, por ejemplo, aproximadamente 190 m² (aproximadamente 2.000 pies cuadrados), que es el equivalente a veinte (20) activaciones de rociadores, en base a un espaciado de rociadores de 3 m x 3 m (diez por diez pies). A continuación se describe en mayor detalle la especificación del área de funcionamiento de rociadores máxima 27. El perfil de activación de rociadores 404 muestra el período de demora de entrega de fluido máximo $\Delta t_{m\acute{a}x}$. El tiempo cero, t_0 , preferiblemente se define como el momento de la activación de rociadores inicial, y preferiblemente, se mide el período de demora de entrega de fluido máximo $\Delta t_{m\acute{a}x}$ desde el tiempo cero t_0 hasta el momento en que se activa el ochenta por ciento (80%) del área de funcionamiento de rociadores máxima especificada por el usuario 27, tal y como se observa en la Figura 4. En este ejemplo, el ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima 27 sucede en el punto en que se activan dieciséis (16) rociadores. Midiéndolo desde el tiempo cero t_0 , el

período de demora de entrega de fluido máximo $\Delta t_{\text{máx}}$ es de aproximadamente doce segundos. Al establecer el período de demora de entrega de fluido máximo en el punto del ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima ofrece un tiempo de regulación para permitir la introducción del agua en el sistema 10 y para aumentar la presión del sistema al momento de la descarga del área de funcionamiento de rociadores máxima 27, es decir, compresión. De manera alternativa, se puede definir el período de demora de entrega de fluido máxima $\Delta t_{\text{máx}}$ como el momento del 100% de la activación térmica del área de funcionamiento de rociadores máxima especificada 27.

La activación de rociadores predictiva 402 también define el punto en que se forma el área de funcionamiento de rociadores mínima 28, definiendo así el período de demora de entrega de fluido mínimo $\Delta t_{\text{mín}}$. Preferiblemente, el área de funcionamiento de rociadores mínima 28 está definida por una cantidad crítica de activaciones de rociadores para el sistema 10. La cantidad crítica de activaciones de rociadores está preferiblemente definida por un área de funcionamiento de rociadores inicial mínima que controla un incendio con una descarga de agua o líquido, ante lo cual el fuego continua creciendo de tal manera que, en respuesta, se activan por acción de la temperatura una cantidad adicional de rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores completa 26 con el fin de lograr una configuración de rodear y ahogar. Introducir agua en el área de almacenamiento antes de la formación de la cantidad crítica de rociadores puede, quizás, impedir el crecimiento del fuego, evitando así la activación térmica de todos los rociadores críticos en el área de funcionamiento de rociadores mínima. La cantidad crítica de activaciones de rociadores preferiblemente depende de la altura del sistema de rociadores 10.

Por ejemplo, cuando la altura del sistema de rociadores es menor que 9,1 m (treinta pies), la cantidad crítica de activaciones de rociadores es de aproximadamente entre dos y cuatro (2-4) rociadores. En áreas de almacenamiento donde el sistema de rociadores está instalado a una altura de 9,1 m (treinta pies) o más, la cantidad crítica de activaciones de rociadores es de aproximadamente cuatro rociadores. Medido desde la primera activación de rociadores predicha en el tiempo cero t_0 , el tiempo para la activación de rociadores crítica predicha, es decir, dos a cuatro activaciones de rociadores, preferiblemente define el período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo $\Delta t_{\text{mín}}$. En el ejemplo de la Figura 4, el área de funcionamiento de rociadores mínima está definida por cuatro activaciones de rociadores, cuya predicción de ocurrencia se muestra como posterior a un período de demora de entrega de fluido mínimo $\Delta t_{\text{mín}}$ de aproximadamente dos a tres segundos.

Tal y como se describe anteriormente, los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos para un sistema 10 determinado se pueden seleccionar entre una variedad de períodos de demora de entrega de fluido aceptables. Más específicamente, la selección de un período de demora de entrega de fluido mínimo y máximo para incorporar en un sistema 10 físico puede ser tal que el período de demora de entrega de fluido mínimo y máximo esté dentro del intervalo del $\Delta t_{\text{mín}}$ y $\Delta t_{\text{máx}}$ determinado para perfiles predictivos de activación de rociadores. En consecuencia, en dicho sistema, la demora de agua máxima, siendo menor que $\Delta t_{\text{máx}}$ según el perfil predictivo de activación de rociadores, derivaría en un área de funcionamiento de rociadores máxima menor que el área de funcionamiento de rociadores máxima aceptable según el perfil predictivo de activación de rociadores. Asimismo, si el período de demora de entrega de fluido mínimo fuese mayor que $\Delta t_{\text{mín}}$ según el perfil predictivo de activación de rociadores, derivaría en un área de funcionamiento de rociadores mínima mayor que el área de funcionamiento de rociadores mínima aceptable según el perfil predictivo de activación de rociadores.

Prueba para verificar el funcionamiento del sistema según el período de demora de entrega de fluido obligatorio

Los inventores han realizado pruebas de incendio para comprobar que los sistemas de rociadores secos configurados con una demora de entrega de fluido obligatoria conllevaron la formación de un área de funcionamiento de rociadores 26 para controlar de manera exitosa el incendio de prueba con una configuración de rodear y ahogar. Estas pruebas se realizaron con diferentes mercancías, configuraciones de almacenamiento y alturas de almacenamiento. Además, las pruebas se realizaron con sistemas de rociadores instalados debajo de techos con una variedad de alturas de techo.

Nuevamente en referencia a las Figuras 2A, 2B y 2C, se puede construir una planta de prueba de ejemplo de una mercancía almacenada y un sistema de rociadores secos, tal y como se representa de manera esquemática. Simulando un área de almacenamiento 70 tal y como se describe previamente, la planta de prueba incluye un sistema de rociadores tubería seca 10 instalado como un sistema de rociadores de tubería seca sólo de techo sostenido en un techo a una altura de $H1$. El sistema 10 está preferiblemente construido con una red de cabezas de rociador 12 diseñadas en un espaciado de parrilla de tal manera que entregan una densidad de descarga nominal especificada D a una presión de descarga nominal P . Los rociadores individuales 20 preferiblemente incluyen un deflector ubicado en un techo a una distancia S . Una disposición ordenada de mercancía almacenada 50 del tipo C está situada en la planta de ejemplo, que puede incluir cualquiera de las mercancías de la Clase I, II, o III definidas en la norma NFPA-13 o, de manera alternativa, plásticos, elastómeros y gomas de Grupo A, Grupo B, o Grupo C. La disposición ordenada 50 puede estar almacenada a una altura de almacenamiento $H2$ para definir un espacio libre al techo L . Preferiblemente, la disposición ordenada almacenada 50 define una disposición de almacenamiento en estantería de múltiples filas; más preferiblemente una disposición de almacenamiento de doble fila, pero otras

configuraciones de almacenamiento son posibles. También se incluye al menos una disposición ordenada meta 52 de la misma o de otra mercancía almacenada espaciada alrededor o adyacente a la disposición ordenada 50 a una distancia de pasillo W . Tal y como se observa específicamente en la Figura 2C, la disposición ordenada 50 está almacenada debajo del sistema de rociadores 10, preferiblemente debajo de cuatro rociadores 20 en una configuración descentrada.

Los perfiles predictivos de liberación de calor y de activación de rociadores pueden generarse para la planta de prueba con el fin de identificar los períodos de demora de entrega de fluido mínimos y máximos y el intervalo intermedio para el sistema 10 y la ocupación para almacenamiento determinada y las configuraciones de mercancía almacenada. Se puede seleccionar un único período de demora de entrega de fluido Δt de prueba para evaluar si incorporar la demora de entrega de fluido seleccionada en el sistema 10 genera al menos un área de funcionamiento de rociadores 26 sobre el incendio de prueba eficaz para suprimir y apagar el incendio de prueba en una configuración de rodear y ahogar.

La prueba de incendio se puede iniciar mediante una ignición en la disposición ordenada almacenada 50 y se debe permitir que dure durante un período de prueba T . Durante el período de prueba T , la disposición ordenada 50 arde para activar por acción de la temperatura uno o más rociadores 12. Se demora la entrega de fluido a cualquiera de los rociadores activados durante el período de demora de entrega de fluido Δt seleccionado con el fin de permitir que el fuego arda y que active por acción de la temperatura una cantidad de rociadores. Si los resultados de la prueba para rodear y ahogar el incendio son exitosos, el conjunto de rociadores activados resultante al final del período de demora de entrega de fluido define el área de funcionamiento de rociadores 26. Al finalizar el período de prueba T , la cantidad de rociadores activados que forman el área de funcionamiento de rociadores 26 se puede contar y comparar con la cantidad de rociadores que se predijo se activarían en el tiempo Δt a partir del perfil predictivo de activación de rociadores. A continuación se ofrece una descripción de ocho escenarios de prueba utilizados para ilustrar el efecto de la demora de entrega de fluido para formar eficazmente un área de funcionamiento de rociadores 26 con el fin de controlar un incendio con una configuración de rodear y ahogar. Se ofrecen detalles de las pruebas, su configuración y resultados en el informe de prueba U.L. titulado: *Fire Performance Evaluation of Dry-pipe Sprinkler Systems for Protection of Class II, III and Group A Plastic Commodities Using K-16.8 Sprinkler: Technical Report Underwriters Laboratories Inc. Project 06NK05814, EX4991* para Tyco Fire & Building Products, 2 de junio de 2006.

Ejemplo 1

Se construyó un sistema de rociadores 10 para la protección de mercancía de almacenamiento de Clase II como una planta de prueba y se modeló para generar perfiles predictivos de liberación de calor y de activación de rociadores. La sala de planta de prueba mide 37 m x 37 m (120 pies x 120 pies) y 16 m (54 pies) de alto. La planta de prueba incluye una altura de techo ajustable de 30 m x 30 m (100 pies x 100 pies), lo que permite que la altura de techo de la planta sea un conjunto variable. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase II en una disposición en estantería de múltiples filas almacenadas a una altura de aproximadamente 10 m (aproximadamente treinta y cuatro pies (34 pies)) ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de techo de aproximadamente 12 m (aproximadamente cuarenta pies (40 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento 20 de aplicación específica en montante de factor K 16,8 que presentan un RTI nominal de $100 \text{ m}^2 \text{ s}^2$ (190 (pies-seg.)²) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 10 pies por 3,0 m x 3,0 m (diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores 10 está ubicado aproximadamente a 0,18 m (aproximadamente siete pulgadas (7 pulgadas)) por debajo del techo y provisto con un sistema de tuberías de bucle. El sistema de rociadores 10 se configuró para ofrecer una entrega de fluido que presenta una densidad de descarga nominal de aproximadamente $0,54 \text{ dm}^3/\text{m}^2 \text{ s}$ (aproximadamente 0,8 gpm/pies²) a una presión de descarga nominal de aproximadamente 0,15 MPa (22 psi.).

La planta de prueba se modeló para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y la activación de rociadores, tal y como se muestra en la Figura 5. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima especificada 26 que suma un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de aproximadamente cuarenta segundos (40 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente cuatro segundos (4 s.) como el lapso para la activación térmica predicha del área de funcionamiento de rociadores mínima 28 formada por cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada $H1$ de 12 m (cuarenta pies (40 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente dos minutos y 14 segundos (2:14) después de la ignición. Se seleccionó un período de demora de entrega de fluido de treinta segundos (30 seg.) del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para pruebas.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase II se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de

montante de acero y viga de acero. Los miembros de estantería de un ancho de 9,8 m por 0,91 m (32 pies de largo por 3 pies) se dispusieron para ofrecer una estantería principal de múltiples filas con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies) y siete niveles en cuatro filas. Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espació una disposición ordenada meta única 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) de la disposición ordenada principal. La disposición ordenada meta 52 consiste en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de 15,2 cm (seis pulgadas) a lo largo de la disposición ordenada. Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 10 m (33 pies) y están compuestas por siete zonas de almacenamiento verticales. La mercancía Clase II se construyó a partir de envases de cartón corrugado de triple cara doble con refuerzos de acero en cinco lados, insertados para otorgar estabilidad. Las medidas externas nominales del cartón son 1,1 m de ancho x 1,1 m de largo x 1,1 m de alto (42 pulgadas de ancho x 42 pulgadas de largo x 42 pulgadas de alto) en un único palé de doble entrada de madera dura con medidas nominales de 1,1 m de ancho x 1,1 m de largo x 0,13 m de alto (42 pulgadas de ancho x 42 pulgadas de largo x 5 pulgadas de alto). El envase de cartón de triple cara doble pesa aproximadamente 38 kg (aproximadamente 84 libras) y cada palé pesa aproximadamente 23 kg (aproximadamente 52 libras). La altura de almacenamiento total es de 10,36 m (34 pies - 2 pulgadas) (nominalmente 10 m (34 pies)), y el techo movable se estableció en 12 m (40 pies).

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 cm (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 54 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba *T* de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de treinta segundos (30 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 1 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 1 ofrece el área de funcionamiento de los rociadores y del período de demora de entrega de fluido predichos junto con los resultados medidos en la prueba.

Tabla 1:

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de múltiples filas	Estantería de múltiples filas
Tipo de mercancía	Clase II	Clase II
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	10,4 m (34 pies)	10,4 m (34 pies)
Altura de Techo Nominal (H1)	12,2 m (40 pies)	12,2 m (40 pies)
Espacio libre nominal (L)	1,8 m (6 pies)	1,8 m (6 pies)
Ubicación de Ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °F	414K (286)	414K (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (pies-seg) ^{1/2}	105 ms ^{1/2} (190)	105 ms ^{1/2} (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Coefficiente de descarga de rociadores K nominal (gpm/psi ^{1/2})	13 dm ³ / MPa ^{1/2} s (16,8)	13 dm ³ / MPa ^{1/2} s (16,8)
Presión de Descarga Nominal (psi)	0,15 MPa (22)	0,15 MPa (22)
Densidad de Descarga Nominal (gpm/pie ²)	0,54 dm ³ / m ² s (0,79)	0,54 dm ³ / m ² s (0,79)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)	2,4 m (8 pies)
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	30 seg	30 seg
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)	2:14	2:31
Agua a rociadores (min:s)		3:01
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido	Apróx. 10	10
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		3:11
Presión del sistema a 0,15 MPa (22 psi)		3:11
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema	19	14
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1235 (1763)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		858 (1085)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		508 (455)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		396 (254)
Propagación del fuego a través del pasillo		No
Propagación del fuego más allá de los extremos		No

5 Los resultados de la prueba comprueban que una entrega de fluido especificada de treinta segundos (30 seg.) puede alterar el crecimiento del fuego para activar un conjunto de rociadores y formar un área de funcionamiento de rociadores 26 con el fin de controlar un incendio con una configuración de rodear y ahogar. Más específicamente, el perfil predictivo de activación de rociadores identificó un crecimiento del fuego que derivó en la activación de aproximadamente diez (10) rociadores, tal y como se muestra en la Figura 5, inmediatamente después del período de demora de entrega de fluido de treinta segundos. En la prueba de incendio real, las activaciones de los diez (10) rociadores ocurrieron después de los treinta segundos (30 seg.) del período de demora de entrega de fluido, tal y

como se predijo. En los diez segundos (10 seg.) posteriores, se activaron cuatro rociadores adicionales, momento en el cual el sistema de rociadores logró la presión de descarga de 0,15 MPa (22 psi.) para conseguir un impacto significativo en el crecimiento del fuego. En consecuencia, se activaron un total de catorce rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 a los cuarenta segundos (40 seg.) de la activación del primer rociador. El modelo predijo un total de aproximadamente diecinueve activaciones de rociadores en el transcurso del mismo período de cuarenta segundos. La similitud entre las activaciones de rociadores modeladas y las reales es más cercana de lo que parece por el hecho de que se predijo que las tres activaciones finales de los diecinueve rociadores activados en el modelo ocurrirían en el segundo treinta y nueve del período de cuarenta segundos. Además, el modelo ofrece un resultado conservador puesto que el modelo no tiene en cuenta el período de transición entre la llegada del agua entregada en el área de funcionamiento de los rociadores y el tiempo en que se logra la presión de descarga plena.

Los resultados de la prueba muestran que una demora de entrega de fluido correctamente predicha deriva en la formación de un área de funcionamiento de rociadores real 26 compuesta por catorce rociadores activados que controlan el incendio de manera efectiva, tal como se predijo y se evidenció en el hecho de que la última activación térmica de un rociador ocurrió en poco más de 3 minutos a partir del momento de la ignición, y no hubo activaciones de rociadores adicionales en los próximos 26 minutos del período de prueba. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos 10, tal y como, por ejemplo, el alcance del daño de la mercancía o el comportamiento del fuego respecto del almacenamiento. En el caso de la prueba resumida en la Tabla 1, se observó que el fuego y el daño permanecieron limitados a la disposición ordenada de la mercancía principal 50.

En la Figura 5A se muestra un trazado gráfico de las activaciones de rociadores que indica la ubicación de cada rociador accionado respecto de la pluma de ignición. El trazado gráfico ofrece un indicador de la cantidad de rociadores saltados, si hubiese. Más específicamente, el trazado muestra gráficamente los anillos concéntricos de activaciones de rociadores próximos a la pluma de ignición, y la ubicación de los rociadores no accionados dentro de uno o más de los anillos para indicar el salto de los rociadores. Según el trazado de la Figura 5A correspondiente a la Tabla 1, no hubo saltos.

Ejemplo 2

En una segunda prueba de incendio, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de Clase III en una sala de una planta de prueba. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase III en una disposición en estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 9,1 m (treinta pies (30 pies)) ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de techo de aproximadamente 10,7 m (treinta y cinco pies (35 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento de aplicación específica en montante de factor K 16,8, que presentan un RTI nominal de $105 \text{ (ms)}^{1/2}$ ($190 \text{ (pies-seg.)}^{1/2}$) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores está ubicado aproximadamente a 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas)) debajo del techo.

El sistema 10 se modeló como normalizado para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores, tal y como se muestra en la Figura 6. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima 27 que suma un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de aproximadamente treinta y cinco segundos (35 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente cinco segundos (5 s.) como el lapso para la activación térmica predicha de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada H1 de 10,7m (treinta y cinco pies (35 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente 1 minuto y cincuenta y cinco segundos (1:55) después de la ignición. Se seleccionó un período de demora de entrega de fluido de treinta y tres segundos (33 seg.) del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para pruebas.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase III se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espaciaron dos disposiciones ordenadas meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) alrededor de la disposición ordenada principal. Cada disposición ordenada meta 52 consistió en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de

ES 2 599 577 T3

1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de seis pulgadas a lo largo de la disposición ordenada. Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 29 pies y están compuestas por seis zonas de almacenamiento verticales. La mercancía estándar de Clase III se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, de 0,23 kg (8 onzas.) de tamaño) compartimentados en cajas de cartón corrugado de cara simple que miden 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 pulgadas x 21 pulgadas x 21 pulgadas). Cada caja de cartón contiene 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró mediante una única pared de láminas de cartón corrugado para separar las cinco capas y entrelazando verticalmente divisores de cartón de cara simple para separar las cinco filas y las cinco columnas de cada capa. Se cargaron ocho cajas de cartón en un palé de dos entradas de madera dura de aproximadamente 1,2 m x 1,1 m x 0,13 m (42 pulgadas x 42 pulgadas x 5 pulgadas). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 libras), de los cuales aproximadamente el 20% son vasos de papel, el 43% es madera y el 37% es cartón corrugado. La altura de almacenamiento total es de 9,1 m (30 pies), y el techo movable se estableció en 10,7m (35 pies).

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 114 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba *T* de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm por 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de treinta y tres segundos (33 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 2 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 2 ofrece el área de funcionamiento de rociadores 26 predicha y el período de demora de entrega de fluido seleccionado seguida de los resultados medidos en la prueba.

Tabla 2:

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Clase III	Clase III
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	9,1 m (30 pies)	9,1 m (30 pies)
Altura de Techo Nominal (H1)	10,7 m (35 pies)	10,7 m (35 pies)
Espacio libre nominal (L)	1,5 m (5 pies)	1,5 m (5 pies)
Ubicación de Ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (ms ^{1/2}) (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)
Coeficiente K de Descarga Nominal (dm ³ /MPa ^{1/2} s) (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal (MPa) (psi)	0,15 (22)	0,15 (22)
Densidad de Descarga Nominal (dm ³ /m ² s) (gpm/pie ²)	0,54 (0,79)	0,54 (0,79)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)	2,4 m (8 pies)

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	33 seg	33 seg
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)	1:55	2:03
Agua a rociadores (min:s)		2:36
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido	Apróx. 16	16
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		2:03
Presión del sistema a 0,15 MPa (22 psi)		2:40
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema	16	16
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1221 (1738)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1035 (1404)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		586 (596)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		514 (466)
Propagación del fuego a través del pasillo		No
Propagación del fuego más allá de los extremos		No

Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento del fuego que se correspondió con una predicción de aproximadamente catorce (14) activaciones de rociadores después de una demora de entrega de fluido de treinta y tres segundos. La prueba de incendio real derivó en la activación de 16 rociadores inmediatamente después de los treinta y tres segundos (33 seg.) del período de demora de entrega de fluido. En los dos segundos (2 seg.) posteriores, no se activaron rociadores adicionales, momento en el cual el sistema de rociadores logró la presión de descarga de 0,15 MPa (22 psi.) para conseguir un impacto significativo en el crecimiento del fuego. En consecuencia, se activaron un total de dieciséis rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 a los treinta y cinco segundos (35 seg.) de la activación del primer rociador. El modelo predijo un total también de aproximadamente dieciséis activaciones de rociadores en el transcurso del mismo período de treinta y cinco segundos, tal y como se indica en la Figura 6.

Utilizar un período de demora de entrega de fluido en el sistema 10 dio como resultado la formación de un área de funcionamiento de rociadores real 26 compuesta de dieciséis (16) rociadores activados, que controlaron el incendio de manera eficaz, tal como se predijo y se evidenció en el hecho de que la última activación térmica de un rociador ocurrió en poco menos de tres minutos a partir del momento de la ignición y no hubo activaciones de rociadores adicionales en los próximos veintiséis minutos del período de prueba. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos 10, tal y como, por ejemplo, el alcance del daño de la mercancía o el

comportamiento del fuego respecto del almacenamiento. En el caso de la prueba resumida en la Tabla 2, se observó que el fuego y el daño permanecieron limitados a la disposición ordenada de la mercancía principal 54.

En la Figura 6A se muestra un trazado gráfico de los accionamientos de rociadores que indica la ubicación de cada rociador accionado respecto de la pluma de ignición. El trazado gráfico representa dos anillos concéntricos de activación de los rociadores, emanando de manera radial desde la pluma de ignición. No se observaron saltos en los rociadores.

Ejemplo 3

En una tercera prueba de incendio, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de Clase III en una sala de una planta de prueba. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase III en una disposición de estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 pies)) ubicada en un área de almacenamiento, que tiene una altura de techo de aproximadamente 13,1 m (cuarenta y tres pies (43 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento de aplicación específica en montante de factor K 16,8, que presentan un RTI nominal de $150 \text{ (ms)}^{1/2}$ ($190 \text{ (pies-seg.)}^{1/2}$) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores está ubicado aproximadamente a 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas)) debajo del techo.

La planta de prueba se modeló como normalizada para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores, tal y como se observa en la Figura 7. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima especificada 27, que suma un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de aproximadamente treinta y nueve segundos (39 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente veinte a aproximadamente veintitrés segundos (20-23 s.) como el lapso para la activación térmica predicha de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada $H1$ de 13,1m (cuarenta y tres pies (43 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente un minuto y cincuenta y cinco segundos (1:55) después de la ignición. Se seleccionó un período de demora de entrega de fluido de veintiún segundos (21 seg.) del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para pruebas.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase III se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 2,4 m (5 pies) por encima del suelo. Se espaciaron dos disposiciones ordenadas meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) alrededor de la disposición ordenada principal.

Cada disposición ordenada meta 52 consiste en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de seis pulgadas a lo largo de la disposición ordenada. Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 11,6 m (38 pies) y están compuestas por ocho zonas de almacenamiento verticales. La mercancía estándar de Clase III se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, de 0,23 kg (8 onzas.) de tamaño), compartimentados en cajas de cartón corrugado de cara simple que miden 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 pulgadas x 21 pulgadas x 21 pulgadas). Cada caja de cartón contiene 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró mediante una única pared de láminas de cartón corrugado para separar las cinco capas y entrelazando verticalmente divisores de cartón de cara simple para separar las cinco filas y las cinco columnas de cada capa. Se cargaron ocho cajas de cartón en un palé de dos entradas de madera dura de aproximadamente 1,1 m x 1,1 m x 0,13 m (42 pulgadas x 42 pulgadas x 5 pulgadas). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 libras), de los cuales aproximadamente el 20% son vasos de papel, el 43% es madera y el 37% es cartón corrugado. La altura de almacenamiento total es de 11,91 m (nominalmente 11,9 m (39 pies - 1 pulgadas (nominalmente 40 pies))), y el techo móvil se estableció en 13,1 m (43 pies).

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 114 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba T de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación

ES 2 599 577 T3

térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de veintiún segundos (21 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 3 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 3 ofrece el área de funcionamiento de los rociadores 26 predicha y del período de demora de entrega de fluido seleccionado seguida de los resultados medidos en la prueba.

5

Tabla 3:

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Clase III	Clase III
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	12,2 m (40 pies)	12,2 m (40 pies)
Altura de Techo Nominal (H1)	13,1 m (43 pies)	13,1 m (43 pies)
Espacio libre nominal (L)	0,91 m (3 pies)	0,91m (3 pies)
Ubicación de Ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (ms) ^{1/2} (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)
Coeficiente K de Descarga Nominal dm ³ /MPa ^{1/2} s (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal MPa (psi)	0,21 (30)	0,21 (30)
Densidad de Descarga Nominal dm ³ /m ² s (gpm/pie ²)	0,62 (0,92)	0,62 (0,92)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)	2,4 m (8 pies)
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	21 seg	21 seg
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)	1:55	1:54
Agua a rociadores (min:s)		2:15
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido	Apróx. 12	--
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		2:33

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Presión del sistema a 0,15 MPa (22 psi)		2:40
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema	16	21
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1051 (1432)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		863 (1094)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		531 (496)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		486 (383)
Propagación del fuego a través del pasillo		No
Propagación del fuego más allá de los extremos		No

Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento del fuego que tuvo como resultado la activación de dos (2) a tres (3) rociadores predichos después de una demora de entrega de fluido de veintiún segundos. En los dos segundos (2 seg.) posteriores, no se activaron rociadores adicionales, momento en el cual el sistema de rociadores logró la presión de descarga de 0,15 MPa (22 psi.) para conseguir un impacto significativo en el crecimiento del fuego. En consecuencia, se activaron un total de veinte (20) rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 a los treinta segundos (30 seg.) de la activación del primer rociador. El modelo predijo un total también de aproximadamente seis (6) activaciones de rociadores en el transcurso del mismo período de treinta segundos, tal y como se indica en la Figura 7.

En la Figura 7A se muestra un trazado gráfico de los accionamientos de rociadores, que indica la ubicación de cada rociador accionado respecto de la pluma de ignición. El trazado gráfico representa dos anillos concéntricos de la activación de los rociadores, emanando de manera radial desde la pluma de ignición. Se observó un único salto de rociador en el primer anillo.

Ejemplo 4

En una cuarta prueba de incendio, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de Clase III. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase III en una disposición de estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 pies)), ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de techo de aproximadamente 13,8 m (cuarenta y cinco pies (45,25 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento de aplicación específica en montante de factor K 16,8, que presentan un RTI nominal de $105 \text{ (ms)}^{1/2}$ ($190 \text{ (pies-seg.)}^{1/2}$) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3 m por 3 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores está ubicado aproximadamente a 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas)) debajo del techo.

La planta de prueba se modeló como normalizada para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores, tal y como se observa en la Figura 8. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima 27, que presenta un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de aproximadamente veintiocho segundos (28 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente diez segundos (10 s.) como el lapso para la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada $H1$ de 14 m (cuarenta y cinco pies (45 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente dos minutos (2:00) después de la ignición. Se seleccionó un período de demora de entrega de fluido de dieciséis (16 seg.) del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para pruebas.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase III se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de

montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espaciaron dos disposiciones ordenadas meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) alrededor de la disposición ordenada principal. Cada disposición ordenada meta 52 consistió en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m por 0,91 m (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a lo largo de la disposición ordenada. Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 11,6 m (38 pies) y están compuestas por ocho zonas de almacenamiento verticales. La mercancía estándar de Clase III se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, de 0,23 kg (8 onzas.) de tamaño), compartimentados en cajas de cartón corrugado de cara simple que miden 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 pulgadas x 21 pulgadas x 21 pulgadas). Cada caja de cartón contiene 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró mediante una única pared de láminas de cartón corrugado para separar las cinco capas y entrelazando verticalmente divisores de cartón de cara simple para separar las cinco filas y las cinco columnas de cada capa. Se cargaron ocho cajas de cartón en un palé de dos entradas de madera dura de aproximadamente 1,1 m x 1,1 m x 0,13 m (42 pulgadas x 42 pulgadas x 5 pulgadas). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 libras), de los cuales aproximadamente el 20% son vasos de papel, el 43% es madera y el 37% es cartón corrugado. La altura de almacenamiento total es de 11,91 m (nominalmente 11,9 m (39 pies - 1 pulgada (nominalmente 40 pies)), y el techo movable se estableció en 13,79 m (45,25 pies).

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 114 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba *T* de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de dieciséis (16 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 4 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 4 ofrece el área de funcionamiento de los rociadores 26 predicha y el período de demora de entrega de fluido seleccionado seguida de los resultados medidos en la prueba.

Tabla 4:

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Clase III	Clase III
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	12,2 m (40 pies)	12,2 m (40 pies)
Altura de techo Nominal (H1)	13,8 m (45,25 pies)	13,8 m (45,25 pies)
Espacio libre nominal (L)	1,5 m (5 pies)	1,5 m (5 pies)
Ubicación de ignición Ubicación de ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (ms) ^{1/2} (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Coeficiente K de Descarga Nominal $\text{dm}^3/\text{MPa}^{1/2}\text{s}$ (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal MPa (psi)	0,21 (30)	0,21 (30)
Densidad de Descarga Nominal $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ (gpm/pie ²)	0,62 (0,92)	0,62 (0,92)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)	2,4 m (8 pies)
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	--	16 seg.
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)	2:00	1:29
Agua a rociadores (min:s)		1:45
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido	Apróx. 6	--
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		5:06
Presión del sistema a 0,21 MPa (30 psi)		1:50
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema	8	19
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		144 (1600)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		820 (1017)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		444 (339)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		382 (228)
Propagación del fuego a través del pasillo		Si
Propagación del fuego más allá de los extremos		No

5

Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento del fuego que se correspondió con la predicción de aproximadamente trece (13) activaciones de rociadores después de la demora de entrega de fluido de dieciséis segundos (16 s.). Sin embargo, con el objetivo de analizar el modelo predictivo para esta prueba y el impacto de la demora de entrega de fluido de dieciséis segundos en el control del incendio, el período significativo para el análisis es el tiempo desde la activación del primer rociador al momento en que se llega a la presión de funcionamiento completa. Para este período significativo, el modelo predijo ocho activaciones de rociadores. Según la prueba de incendio, se activaron cuatro rociadores desde el momento de la activación del primer rociador hasta el momento en que el agua se entregó a la presión de funcionamiento de 0,21 MPa (30 psi.). Ocurrieron activaciones de rociadores

adicionales después de que el sistema lograra la presión de funcionamiento. Un total de diecinueve rociadores estaban funcionando a presión de sistema tres minutos y treinta y siete segundos (3:37) después de la activación del primer rociador para conseguir un impacto significativo en el crecimiento del fuego. En consecuencia, se activaron un total de diecinueve (19) rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 a los tres minutos y treinta y siete segundos (3:37) después de la activación del primer rociador.

Emplear un período de demora de entrega de fluido en el sistema 10 tuvo como resultado la formación de un área de funcionamiento de rociadores real 26, compuesta de diecinueve (19) rociadores activados, que controlaron de manera eficaz el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos 10, tal y como, por ejemplo, el alcance del daño de la mercancía o el comportamiento del fuego respecto del almacenamiento. Para la prueba resumida en la Tabla 4, se observa que el fuego se propagó desde la disposición ordenada principal 54 a la disposición ordenada meta 56; sin embargo, no se observó que los daños se propagaran a los extremos de las disposiciones ordenadas.

Ejemplo 5

En una quinta prueba de incendio, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de plástico de Grupo A en una sala de una planta de prueba. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Grupo A en una disposición de estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 6,1 m (veinte pies (20 pies)), ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de techo de aproximadamente 9,1 m (treinta pies (30 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento de aplicación específica en montante de factor K 16,8, que presentan un RTI nominal de 105 (ms)^{1/2} (190 (pies-seg.)^{1/2}) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3,0 m x 3,0 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores está ubicado aproximadamente a 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas)) debajo del techo.

La planta de prueba se modeló como normalizada para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores, tal y como se observa en la Figura 9. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima especificada 27, que suma un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de aproximadamente treinta y cinco segundos (35 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente diez segundos (10 s.) como el lapso para la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada *H1* de 9,1 m (treinta pies (30 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente 1 minuto y cincuenta y cinco segundos (1:55-1:56) después de la ignición. Se seleccionó un período de demora de entrega de fluido de veintinueve segundos (29 seg.) del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para pruebas.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Grupo A se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espaciaron dos disposiciones ordenadas meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) alrededor de la disposición ordenada principal. Cada disposición ordenada meta 52 consistió en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a lo largo de la disposición ordenada.

Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 5,8 m (19 pies) y están compuestas por ocho zonas de almacenamiento verticales. La mercancía de plástico de Grupo A estándar se construyó a partir de vasos de poliestireno cristalinos rígidos (vacíos, 0,45 kg (16 onzas) de tamaño) empaquetados en cajas de cartón corrugado de cara simple compartimentados. Los vasos se dispusieron en cinco capas, 25 por capa con un total de 125 por caja de cartón. La compartimentación se logró mediante una única pared de láminas de cartón corrugado para separar las cinco capas y entrelazando verticalmente divisores de cartón de cara simple para separar las cinco filas y las cinco columnas de cada capa. Una carga de palé está formada por ocho cajas en forma de cubo de 0,53 m (21 pulgadas), dispuestas a 2 x 2 x 2. Cada carga de palé está sostenida por un palé de dos entradas con listones de madera dura de 1,1 m por 1,1 m por 0,13 m (42 pulgadas por 42 pulgadas por 5 pulgadas). El palé pesa aproximadamente 75 kg (165 libras), de los cuales aproximadamente el 40% es plástico, el 31% es

ES 2 599 577 T3

madera y el 29% es cartón corrugado. La altura de almacenamiento total es de nominalmente de 6,1m (20 pies), y el techo movable se estableció en 30 pies.

5 Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 114 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba T de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo, empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de veintinueve segundos (29 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 5 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 5 ofrece el área de funcionamiento de los rociadores 26 predicha y el período de demora de entrega de fluido seleccionado seguida de los resultados medidos en la prueba.

Tabla 5

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Grupo A	Grupo A
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	6,1 m (20 pies)	6,1 m (20 pies)
Altura de techo Nominal (H1)	9,1 m (30 pies)	9,1 m (30 pies)
Espacio libre nominal (L)	3,0 m (10 pies)	3,0 m (10 pies)
Ubicación de Ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (ms) ^{1/2} (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)
Coeficiente K de Descarga Nominal dm ³ /MPa ^{1/2} s (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal MPa (psi)	0,15 (22)	0,15 (22)
Densidad de Descarga Nominal dm ³ /m ² s (gpm/pie ²)	0,54 (0,79)	0,54 (0,79)
Ancho de pasillo (W)	1,2 m (4 pies)	1,2 m (4 pies)
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	--	29 seg
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)	1:56	1:47
Agua a rociadores (min:s)		2:11
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido		--
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		2:26
Presión del sistema a 0,15 MPa (22 psi)		2:50
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema		15
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1314 (1905)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		992 (1326)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		582 (588)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		508 (454)
Propagación del fuego a través del pasillo		Si
Propagación del fuego más allá de los extremos		No

Según los resultados de las pruebas, el sistema de rociadores estuvo dentro del cinco por ciento de la presión de funcionamiento del sistema (0,15 Mpa) (22 psi.) a treinta segundos (30 s.) de la activación del primer rociador, y se logró la presión del sistema dentro de los 3 minutos posteriores a la ignición. El sistema logró la presión de descarga 0,15 MPa (22 psi.) de tal manera que la densidad de descarga del rociador 16 fuese igual a aproximadamente 0,54 $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ (0,79 gpm/pies²), correspondiendo sustancialmente a los criterios de diseño especificados. Durante el período de treinta segundos posteriores a la activación del primer rociador, ocurrieron trece activaciones de rociadores adicionales. Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento del fuego que se correspondió en aproximadamente doce a trece (12-13) activaciones de rociadores después de una demora de entrega de fluido de veintinueve segundos (29 s.). Un total de quince rociadores estaban operando a treinta y nueve segundos (39 s.) después de la activación del primer rociador para conseguir un impacto significativo en el crecimiento del fuego. En consecuencia, se activaron un total de quince (15) rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 a los treinta y nueve segundos (39 seg.) de la activación del primer rociador. Por lo tanto, se activaron menos del 20% del total de rociadores disponibles. Los quince (15) rociadores activados se activaron dentro de un intervalo de 110 seg. a 250 seg. después de la ignición inicial.

Emplear un período de demora de entrega de fluido en el sistema 10 tuvo como resultado la formación de un área de funcionamiento de rociadores real 26, compuesta por quince (15) rociadores activados, que controlaron de manera eficaz el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos 10 tal y como, por ejemplo, el alcance del daño de la mercancía o el comportamiento del fuego respecto del almacenamiento. Para la prueba resumida en la Tabla 5, se observa que el fuego se propagó desde la disposición ordenada principal 54 a la disposición ordenada meta 56; sin embargo, el incendio no sobrepasó los extremos de la disposición de prueba.

En la Figura 9A se muestra un trazado gráfico de los accionamientos de rociadores, que indica la ubicación de cada rociador accionado respecto de la pluma de ignición. El trazado gráfico representa dos anillos concéntricos de la activación de los rociadores, emanando de manera radial desde la pluma de ignición. No se observaron saltos en los rociadores.

Ejemplo 6

En una sexta prueba de incendio, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de Clase II en una sala de una planta de prueba. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase II en una disposición de estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 10,4 m (treinta y cuatro pies (34 pies)), ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento 20 de aplicación específica en montante de factor K 16,8, en un sistema de tuberías de bucle que presentan un RTI nominal de $105 \text{ (ms)}^{1/2}$ ($190 \text{ (pies-seg.)}^{1/2}$) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores 10 está ubicado aproximadamente a 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas)) debajo del techo. El sistema de rociadores 10 se configuró para ofrecer una entrega de fluido que presenta una densidad de descarga nominal de aproximadamente $0,54 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ ($0,8 \text{ gpm/pies}^2$) a una presión de descarga nominal de aproximadamente 0,15 MPa (22 psi.).

La planta de prueba se modeló para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y la activación de rociadores, tal y como se muestra en la Figura 10. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima especificada 26, que suma un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de aproximadamente veinticinco segundos (25 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente diez segundos (10 s.) como el lapso para la activación térmica predicha del área de funcionamiento de rociadores mínima 28, formada por cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada $H1$ de 12,2 m (cuarenta pies (40 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente 1 minuto y cincuenta y cinco segundos (1:55) después de la ignición. Se seleccionó un período de demora de entrega de fluido de treinta y un segundos (31 seg.), fuera del intervalo de demora de entrega de fluido máximo y mínimo predicho para pruebas.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase II se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espaciaron dos disposiciones ordenadas meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) alrededor de la disposición ordenada principal. Cada disposición ordenada meta 52 consistió en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a lo largo de la disposición ordenada. Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 10,1 m (33 pies) y están compuestas por siete zonas de almacenamiento verticales. La mercancía Clase II se construyó a partir de envases de cartón corrugado de triple cara doble con refuerzos de acero en cinco lados, insertados para otorgar estabilidad. Las medidas externas nominales del cartón son 1,1 m de ancho x 1,1 m de largo x 1,1 m de alto (42 pulgadas de ancho x 42 pulgadas de largo x 42 pulgadas de alto) en un único palé de doble entrada de madera dura con medidas nominales de 1,1 m de ancho x 1,1 m de largo x 0,13 m de alto (42 pulgadas de ancho x 42 pulgadas de largo x 5 pulgadas de alto). El envase de cartón de triple cara doble pesa aproximadamente 38 kg (84 libras) y cada palé pesa aproximadamente 24 kg (52 libras). La altura de almacenamiento total es de 10,4 m (34 pies - 2 pulgadas (nominalmente 34 pies)), y el techo movable se estableció en 12,2 m (40 pies).

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 54 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba T de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de treinta segundos (30 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 6 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 6 ofrece el área de funcionamiento de los rociadores y el período de demora de entrega de fluido predichos seguida de los resultados medidos en la prueba.

Tabla 6:

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Clase II	Clase II
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	10,4 m (34 pies)	10,4 m (34 pies)
Altura de techo Nominal (H1)	12,2 m (40 pies)	12,2 m (40 pies)
Espacio libre nominal (L)	1,8 m (6 pies)	1,8 m (6 pies)
Ubicación de Ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (ms) ^{1/2} (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)
Coeficiente K de Descarga Nominal dm ³ /MPa ^{1/2} s (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal MPa (psi)	0,15 (22)	0,15 (22)
Densidad de Descarga Nominal dm ³ /m ² s (gpm/pie ²)	0,54 (0,79)	0,54 (0,79)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)	2,4 m (8 pies)
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	25 seg	31 seg
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)		2:13
Agua a rociadores (min:s)		2:44
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido		
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		3:00*
Presión del sistema a 0,15 MPa (22 psi)		3:11
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema		36

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1221 (1738)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1035 (1404)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		586 (596)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		514 (466)
Propagación del fuego a través del pasillo		No
Propagación del fuego más allá de los extremos		No

* En el minuto 3:00 la presión de descarga del rociadores era de aproximadamente 0,10 MPa (15 psig) (80% de la tasa de descarga del diseño).

5 El sistema de rociadores alcanzó la presión de descarga de 0,10 MPa (15 psi.) a aproximadamente los tres minutos de la ignición. Se activaron un total de treinta y seis rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 a los treinta y ocho segundos (38 seg.) de la activación del primer rociador. Se ha de observar que el sistema alcanzó una presión de funcionamiento de aproximadamente 0,09 MPa (13 psig.) a aproximadamente dos minutos cuarenta y nueve segundos (2:49) de la ignición, y que se llevó a cabo un ajuste manual de la velocidad de la bomba desde el minuto 2:47 hasta aproximadamente el minuto 3:21. A los tres minutos de la ignición, la presión de descarga del rociadores era de aproximadamente 0,10 MPa (quince (15) psig.).

10 El resultado de activación de los rociadores del Ejemplo 6 muestra un escenario en el que se forma un área de funcionamiento de rociadores de rodear y ahogar; sin embargo, el área de funcionamiento se formó mediante el funcionamiento de treinta y seis rociadores, que es menos eficiente que un área de funcionamiento de rociadores preferida de veintiséis y, más preferiblemente, de veinte o menos rociadores. Se debe notar además que el funcionamiento de los treinta y seis rociadores se activaron y descargaron a la presión de funcionamiento diseñada dentro de un marco de tiempo aceptable para un sistema de rociadores secos, configurado para controlar un incendio con una configuración de rodear y ahogar. Más específicamente, el área de funcionamiento de rociadores completa se formó y se descargó a presión de funcionamiento en menos de cinco minutos, a los tres minutos y once segundos (3:11). Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos 10, tal y como, por ejemplo, el alcance del daño de la mercancía o el comportamiento del fuego respecto del almacenamiento. En el caso de la prueba resumida en la Tabla 6, se observó que el fuego y el daño permanecieron limitados a la disposición ordenada de la mercancía principal 50.

15 En la Figura 10A se muestra un trazado gráfico de los accionamientos de rociadores, que indica la ubicación de cada rociador accionado respecto de la pluma de ignición. El trazado gráfico representa dos anillos concéntricos de activación de rociadores, emanando de manera radial desde la pluma de ignición. No se observaron saltos en los rociadores.

Ejemplo 7

25 En una séptima prueba de incendio, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de Clase III en una sala de una planta de prueba. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase III en una disposición de estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 10,7 m (treinta y cinco pies (35 pies)), ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de techo de aproximadamente 13,7 m (cuarenta y cinco pies (45 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento de aplicación específica en montante de factor K 16,8 en un sistema de tuberías de bucle, que presentan un RTI nominal de $105 \text{ (ms)}^{1/2}$ ($190 \text{ (pies-seg.)}^{1/2}$) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3 m por 3 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores se ubicó de tal manera que los deflectores de los rociadores estuviesen a aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas.)) debajo del techo.

30 La planta de prueba se modeló como normalizada para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores, tal y como se observa en la Figura 11. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima 27, que presenta un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de

aproximadamente veintiséis segundos a aproximadamente treinta y dos segundos (26-32 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente uno a dos segundos (1-2 s.) como el lapso para la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada $H1$ de 13,7 m (cuarenta y cinco pies (45 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente un minuto y cincuenta segundos (1:50) después de la ignición. Se evaluó un período de demora de entrega de fluido de aproximadamente veintitrés segundos (23 seg.) del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para pruebas.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase III se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espaciaron dos disposiciones ordenadas meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) alrededor de la disposición ordenada principal. Cada disposición ordenada meta 52 consistió en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a lo largo de la disposición ordenada. Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 10 m (33 pies) y están compuestas por siete zonas de almacenamiento verticales. La mercancía estándar de Clase III se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, de 0,23 kg (8 onzas.) de tamaño), compartimentados en cajas de cartón corrugado de cara simple que miden 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 pulgadas x 21 pulgadas x 21 pulgadas). Cada caja de cartón contiene 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró mediante una única pared de láminas de cartón corrugado para separar las cinco capas y entrelazando verticalmente divisores de cartón de cara simple para separar las cinco filas y las cinco columnas de cada capa. Se cargaron ocho cajas de cartón en un palé de dos entradas de madera dura de aproximadamente 1,2 m x 1,1 m x 0,13 m (42 pulgadas x 42 pulgadas x 5 pulgadas). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 libras), de los cuales aproximadamente el 20% son vasos de papel, el 43% es madera y el 37% es cartón corrugado. La altura de almacenamiento total es de 10,4 m (34 pies - 2 pulgadas (nominalmente 35 pies)), y el techo movable se estableció en 13,7 m (45 pies).

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 114 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba T de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo, empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de veintitrés segundos (23 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 7 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 7 ofrece el área de funcionamiento de los rociadores 26 predicha y el período de demora de entrega de fluido seleccionado seguida de los resultados medidos en la prueba.

Tabla 7:

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Clase III	Clase III
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	10,7 m (35 pies)	10,7 m (35 pies)
Altura de techo Nominal (H1)	13,7 m (45 pies)	13,7 m (45 pies)
Espacio libre nominal (L)	3 m (10 pies)	3 m (10 pies)

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Ubicación de ignición Ubicación de ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (ms) ^{1/2} (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)
Coeficiente K de Descarga Nominal dm ³ /MPa ^{1/2} s (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal MPa (psi)	0,21 (30)	0,21 (30)
Densidad de Descarga Nominal dm ³ /m ² s (gpm/pie ²)	0,62 (0,92)	0,62 (0,92)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)	2,4 m (8 pies)
Espaciado entre rociadores (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	23 seg.	23 seg.
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)		2:02
Agua a rociadores (min:s)		2:25
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido		
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		2:32
Presión del sistema a 0,21 MPa (30 psi)		2:29*
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema		14
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1198 (1697)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		915 (1188)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		525 (485)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		440 (333)
Propagación del fuego a través del pasillo		No

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Propagación del fuego más allá de los extremos		No
* La presión de diseño de 0,21 MPa (30 psig) se consiguió a los 2:29 minutos y la presión completa de 0,28 MPa (40 psig) se consiguió a los 2:32 minutos, después de los cuales, la presión se redujo durante los 24 segundos posteriores a 0,21 MPa (30 psig.).		

- 5 Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento del fuego que se correspondió con la predicción de aproximadamente dieciséis (16) activaciones de rociadores después de una demora de entrega de fluido de veintiséis a treinta y dos segundos. De acuerdo con las observaciones de la prueba de incendio, un total de doce rociadores estaban funcionando a presión del sistema a veintinueve segundos (29 s.) de la activación del primer rociador para conseguir un impacto significativo en el crecimiento del fuego. A continuación, se activaron dos rociadores adicionales para formar un área de funcionamiento de rociadores 26, sumando un total de catorce rociadores a los treinta segundos (30 seg.) de la activación del primer rociador.
- 10 Emplear un período de demora de entrega de fluido en el sistema 10 tuvo como resultado la formación de un área de funcionamiento de rociadores real 26 compuesta por catorce (14) rociadores activados, que controlaron de manera eficaz el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos 10, tal y como, por ejemplo, el alcance del daño de la mercancía o el comportamiento del fuego respecto del almacenamiento. Para la prueba resumida en la Tabla 7, se observó que la propagación del fuego se limitó a las dos
- 15 zonas de almacenamiento centrales de la disposición ordenada principal 54, y el humedecimiento previo de las disposiciones ordenadas meta 56 evitó su ignición. No se observaron saltos en los rociadores.

Ejemplo 8

20 En una octava prueba de incendio, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de Clase III. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase III en una disposición de estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 10,7 m (treinta y cinco pies (35 pies)), ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de techo de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 pies)). El sistema de rociadores secos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento de aplicación específica en montante de factor K 16,8 en un sistema de tuberías de bucle, que presentan un RTI nominal de 105

25 (ms)^{1/2} (190 (pies-seg.)^{1/2}) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3 m por 3 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores se ubicó de tal manera que los deflectores de los rociadores estuviesen a aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas.)) por debajo del techo.

30 La planta de prueba se modeló como normalizada para desarrollar el perfil predictivo de liberación de calor y de activación de rociadores, tal y como se observa en la Figura 12. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría un ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima 27, que presenta un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores a partir de un período de demora de entrega de fluido máximo de aproximadamente veintisiete segundos (27 seg.). Se identificó un período de demora de entrega de fluido mínimo de aproximadamente seis segundos (6 s.) como el lapso para la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo determinada H1 de 12 m (cuarenta pies (40 pies)). Se predijo que la primera activación de rociadores ocurriría aproximadamente un minuto y cincuenta y cuatro segundos (1:54) después de la ignición. Se

35 seleccionó un período de demora de entrega de fluido de veintisiete segundos (27 seg.) del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo para pruebas.

40 En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase III se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espaciaron dos disposiciones ordenadas meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) alrededor de la disposición ordenada principal. Cada disposición ordenada

45 meta 52 consistió en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores de la estantería de la disposición ordenada meta 52 se posicionaron sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal

50 y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a lo largo de

ES 2 599 577 T3

la disposición ordenada. Las estanterías de la disposición ordenada principal y meta tienen una altura aproximada de 10,1 m (33 pies) y están compuestas por siete zonas de almacenamiento verticales. La mercancía estándar de Clase III se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, de 0,23 kg (8 onzas.) de tamaño), compartimentados en cajas de cartón corrugado de cara simple que miden 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 pulgadas x 21 pulgadas x 21 pulgadas). Cada caja de cartón contiene 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró mediante una única pared de láminas de cartón corrugado para separar las cinco capas y entrelazando verticalmente divisores de cartón de cara simple para separar las cinco filas y las cinco columnas de cada capa. Se cargaron ocho cajas de cartón en un palé de dos entradas de madera dura de aproximadamente 1,1 m x 1,1 m x 0,13 m (42 pulgadas x 42 pulgadas x 5 pulgadas). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 libras), de los cuales aproximadamente el 20% son vasos de papel, el 43% es madera y el 37% es cartón corrugado. La altura de almacenamiento total fue de 10,4 m (34 pies - 2 pulgadas (nominalmente 35 pies)), y el techo movable se estableció en 12,2 m (40 pies).

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 114 y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba *T* de treinta minutos (30 min.). La fuente de ignición fueron dos inflamadores de algodón parcialmente estándares. Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 pulgadas x 3 pulgadas)) de largo, empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. Después de la activación térmica del primer rociador en el sistema 10, la entrega y descarga de fluido se demoró por un período de veintisiete segundos (27 s.) mediante una válvula solenoide situada después de la válvula de control de agua primaria. La Tabla 8 a continuación ofrece una tabla resumen tanto del modelo como de los parámetros de la prueba. Además, la Tabla 8 ofrece el área de funcionamiento de los rociadores 26 predicha y el período de demora de entrega de fluido seleccionado seguida de los resultados medidos en la prueba.

Tabla 8:

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Clase III	Clase III
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	10,7 m (35 pies)	10,7 m (35 pies)
Altura de techo Nominal (H1)	12,2 m (40 pies)	12,2 m (40 pies)
Espacio libre nominal (L)	3 m (10 pies)	3 m (10 pies)
Ubicación de Ignición	Menor que 4, descentrada	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm nominal (ms) ^{1/2} (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)	0,18 m (7 pulgadas)
Coeficiente K de Descarga Nominal dm ³ /MPa ^{1/2} s (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal MPa (psi)	0,15 (22)	0,15 (22)
Densidad de Descarga Nominal dm ³ /m ² s (gpm/pie ²)	0,54 (0,79)	0,54 (0,79)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)	2,4 m (8 pies)
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)

ES 2 599 577 T3

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Período de demora de entrega de fluido (Δt)	27 seg.	27 seg.
RESULTADOS		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)		1:41
Agua a rociadores (min:s)		2:08
Cantidad de rociadores al momento de entrega de fluido		
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)		2:13
Presión del sistema a 0,21 MPa (30 psi)		2:22
Cantidad de rociadores de techo activados al momento de la presión del sistema		26
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		1159 (1627)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)		905 (1170)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		549 (528)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)		478 (401)
Propagación del fuego a través del pasillo		Si
Propagación del fuego más allá de los extremos		No

5 Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento del fuego que se correspondió con la predicción de aproximadamente dieciséis (16) activaciones de rociadores después de la demora de entrega de fluido de veintisiete segundos (27 s.). De acuerdo con las observaciones de la prueba de incendio, los veintiséis rociadores activados se activaron antes de que el sistema alcanzara la presión de sistema a treinta y dos segundos (32 s.) de la activación del primer rociador para conseguir un impacto significativo en el crecimiento del fuego. En consecuencia, se activaron veintiséis (26) rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26 a los dos minutos y trece segundos (2:13) de la activación del primer rociador.

10 Emplear un período de demora de entrega de fluido en el sistema 10 tuvo como resultado la formación de un área de funcionamiento de rociadores real 26, compuesta por veintiséis (26) rociadores activados, que controlaron de manera eficaz el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos 10, tal y como, por ejemplo, el alcance del daño de la mercancía o el comportamiento del fuego respecto del almacenamiento. Para la prueba resumida en la Tabla 8, se observó que el fuego se propagó a través del pasillo hacia la parte superior de la disposición ordenada meta 52, pero se extinguió inmediatamente con la descarga de fluido.

15 Cada una de las pruebas verifica que un sistema de rociadores secos, configurado con una demora obligatoria apropiada, puede responder ante un crecimiento del fuego 72 con la activación térmica de una cantidad suficiente de rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores 26. Se muestra además que el agua descargada a

presión de sistema desde el área de funcionamiento de los rociadores 26 cerca y ahoga el crecimiento del fuego 72, mediante la supresión y apagado del fuego desde arriba.

5 Generalmente, cada una de las áreas de funcionamiento de los rociadores 26 estuvo formada por veintiséis rociadores o menos. El área de funcionamiento de los rociadores y los rendimientos resultantes demuestran que los incendios de ocupaciones para almacenamiento se pueden controlar de manera eficaz con sistemas sólo de techo, en los que tradicionalmente se hubiera requerido sistemas en estanterías. Además, en las áreas de funcionamiento de rociadores 26 resultantes, formadas por veinte o menos rociadores, los resultados de las pruebas indican que los sistemas secos/de acción previa pueden configurarse con áreas de diseño hidráulicamente más pequeñas que las anteriormente requeridas por la norma NFPA (2002). Al minimizar la demanda hidráulica, el volumen total de descarga de agua en el espacio de almacenamiento preferiblemente se minimiza. Finalmente, las pruebas demuestran que demorar la entrega de fluido para permitir que el crecimiento del fuego adecuado pueda localizar la activación de los rociadores a un área cercana al fuego y evitar o, de otra forma, minimizar las activaciones de rociadores remotas al fuego, las cuales no necesariamente tendrían un impacto directo en el fuego y que agregarían un volumen de descarga de agua adicional.

15 Debido a que estas pruebas tuvieron como resultado la formación y respuesta exitosa de un área de funcionamiento de rociadores 26, cada una de las pruebas define al menos un período de demora de entrega de fluido obligatorio para la mercancía y condición de almacenamiento correspondiente. Estas pruebas se realizaron para aquellas mercancías conocidas por ser de alto riesgo y/o por tener propiedades de combustión altas, y las pruebas se realizaron para una variedad de configuraciones de almacenamiento y alturas, y para una variedad de espacios libres entre la mercancía y el techo. Además, estas pruebas se llevaron a cabo con una realización preferida del rociador 20 a dos presiones de funcionamiento y de descarga diferentes. En consecuencia, la demanda hidráulica total de un sistema de rociadores secos/de acción previa 10 es preferiblemente una función de uno o más factores de ocupaciones para almacenamiento, que incluyen: el período de demora de entrega de fluido real, el factor K del rociador, el estilo de soporte del rociador, la respuesta térmica del rociador, la presión de descarga del rociador y la cantidad total de rociadores activados. Debido a que las ocho pruebas de incendio anteriores se realizaron con el mismo rociador y la misma configuración de rociadores, la cantidad de activaciones de rociadores resultante en cualquiera de las pruebas fue una función de uno o más de: el período de demora de entrega de fluido real, la clase de mercancía, la configuración de almacenamiento y la presión de descarga de funcionamiento o del rociador.

30 Respecto de las mercancías de Clase II y Clase III, y debido a que se considera que el tipo de fuego que genera la Clase II implica un reto menor que el de la Clase III, un sistema 10 configurado para la protección de Clase III es aplicable a ocupaciones para almacenamiento de Clase II. Los resultados de las pruebas demuestran que una configuración de doble fila tiene un crecimiento del fuego más rápido comparado con una disposición múltiples filas. Por lo tanto, si tuviese el mismo período de demora de entrega de fluido y, más específicamente, el mismo período de demora de entrega de fluido real, se esperaría que se activaran más rociadores antes de lograr la presión de funcionamiento en el escenario de estantería de doble fila en comparación con la disposición de múltiples filas.

40 Cada una de las pruebas se realizó en disposiciones de almacenamiento en estanterías y, en cada prueba, el área de funcionamiento de rociadores resultantes 26 suprimió y apagó el fuego de manera eficaz. Todos los sistemas de prueba 10 eran sistemas de rociadores sólo de techo que no se complementaban con rociadores en estanterías. De acuerdo con los resultados de la prueba, se cree que los sistemas de rociadores secos configurados para controlar un incendio con un área de funcionamiento de rociadores 26 se pueden utilizar como sistemas de protección de rociadores sólo de techo para almacenamiento en estantería, eliminando así la necesidad de rociadores en estanterías.

45 Debido a que los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios analizados derivaron en la correcta formación de las áreas de funcionamiento de rociadores 26, que presenta preferiblemente menos de treinta rociadores y, más a menudo, menos de veinte rociadores, se cree que las ocupaciones para almacenamiento protegidas por sistemas de rociadores secos que tienen un período de demora de entrega de fluido obligatorio pueden estar sustentados o diseñados con una capacidad hidráulica más pequeña. En cuanto al área de funcionamiento de rociadores, se ha demostrado que las áreas de funcionamiento de rociadores resultantes son iguales o menores que las áreas de diseño hidráulico utilizadas en los estándares de diseño de sistemas húmedos o secos actuales. En consecuencia, un sistema de rociadores secos que presenta un período de demora de entrega de fluido obligatorio puede producir un efecto de rodear y ahogar en respuesta a un crecimiento del fuego y puede estar además configurado o dimensionado con un volumen de agua menor que los sistemas secos actuales.

55 Además, se ha de notar que todos los rociadores que se utilizan para lograr el efecto de rodear y ahogar se accionan por temperatura dentro de un período predeterminado. Más específicamente, el sistema de rociadores está configurado de manera que la activación del último rociador ocurra dentro de los diez minutos posteriores a la primer activación térmica de los rociadores en el sistema. Más preferiblemente, el último rociador se activa dentro de los ocho minutos y, más preferiblemente, el último rociador se activa dentro de los cinco minutos de la activación del primer rociador en el sistema. En consecuencia, incluso cuando el sistema de rociadores secos incluye un período

de demora de entrega de fluido obligatorio fuera del intervalo de entrega de fluido máximo y mínimo preferido, lo que ofrece un área de funcionamiento hidráulicamente más eficiente, un área de funcionamiento de rociadores puede estar formada para responder ante un incendio con un efecto de rodear y ahogar, tal y como se observa, por ejemplo, en la prueba nº 6, a pesar de que pueden haberse activado por acción de la temperatura una gran cantidad de rociadores.

La prueba mencionada además ilustra que la metodología preferida puede ofrecer un sistema de rociadores secos que elimina, o al menos reduce, el efecto de salto de rociadores. De los trazados de activación provistos, sólo un trazado (Figura 7A) muestra un único salto de rociador. A efectos comparativos, se realizó una prueba de incendio de un sistema húmedo y se trazó la activación de rociadores. Para la prueba de sistema húmedo, se modeló y evaluó un sistema de rociadores 10 para la protección de una mercancía de almacenamiento de Clase III. Los parámetros del sistema incluyen una mercancía de Clase III en una disposición de estantería de doble fila almacenada a una altura de aproximadamente 13,7 m (cuarenta pies (40 pies)), ubicada en un área de almacenamiento que tiene una altura de techo de aproximadamente 12,2 m (cuarenta y cinco pies (45 pies)). El sistema de rociadores húmedos 10 incluye cien rociadores de almacenamiento de aplicación específica en montante de factor K 16,8, que presentan un RTI nominal de 105 (ms)^{1/2} (190 (pies-seg.)^{1/2}) y una clasificación térmica de 414°K (286°F) en un espaciado de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies (10 pies x 10 pies)). El sistema de rociadores se ubicó de tal manera que los deflectores de los rociadores estuviesen a aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas)) debajo del techo. El sistema de tuberías húmedo 10 se configuró como de cabeza cerrada y presurizado.

En la planta de prueba, la disposición ordenada de mercancía principal 50 y su centro geométrico se almacenó debajo de cuatro rociadores en una configuración descentrada. Más específicamente, la disposición ordenada principal 54 de la mercancía de Clase III se almacenó en estanterías industriales que utilizan una construcción de montante de acero y viga de acero. Se dispusieron los miembros de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería principal de doble fila con cuatro zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en estanterías a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se espació una disposición ordenada meta 52 a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 pies)) de la disposición ordenada principal. La disposición ordenada meta 52 consiste en una estantería industrial de una fila que utiliza una construcción de montante de acero y viga de acero.

Se dispuso el sistema de estantería de 9,8 m de largo por 0,91 m de ancho (32 pies de largo por 3 pies de ancho) para ofrecer una estantería meta de una fila con tres zonas de almacenamiento de 2,4 m (8 pies). Las vigas superiores se posicionaron en las estanterías de la disposición ordenada meta 52 a alturas de nivel vertical en incrementos de 1,5 m (5 pies) por encima del suelo. Se cargaron las zonas de almacenamiento de la disposición ordenada principal y meta 14, 16 para ofrecer un espacio libre longitudinal y transversal nominal de 0,15m (seis pulgadas) a lo largo de las disposiciones ordenadas. La estantería principal y meta de las disposiciones ordenadas 50, 52 tienen una altura aproximada de 11,6 m (38 pies) y están compuestas por ocho zonas de almacenamiento verticales. La altura de almacenamiento total fue de 11,9 m (12 m nominalmente) (39 pies 1 pulgada (40 pies nominalmente)) y la altura de techo móvil se estableció a 45 pies. Se cargó una mercancía de Clase III estándar en cada uno de las disposiciones ordenadas principales y meta 50, 52. La mercancía estándar de Clase III se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, de 0,23 kg (8 onzas.) de tamaño), compartimentados en cajas de cartón corrugado de cara simple que miden 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 pulgadas x 21 pulgadas x 21 pulgadas). Cada caja de cartón contiene 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró mediante una única pared de láminas de cartón corrugado para separar las cinco capas y entrelazando verticalmente divisores de cartón de cara simple para separar las cinco filas y las cinco columnas de cada capa. Se cargaron ocho cajas de cartón en un palé de dos entradas de madera dura de aproximadamente 1,1 m x 1,1 m x 0,13 m (42 pulgadas x 42 pulgadas x 5 pulgadas). El palé pesa aproximadamente 54kg (119 libras), de los cuales aproximadamente el 20% son vasos de papel, el 43% es madera y el 37% es cartón corrugado. Se tomaron muestras de la mercancía para determinar el contenido de humedad aproximado. Inicialmente, las muestras se pesaron, ubicaron en un horno a 378 °K (220° F) durante aproximadamente 36 horas y luego se pesaron de nuevo. El contenido de humedad aproximado de la mercancía fue el siguiente: caja -7,8% y vaso 6,9%.

Se inició una prueba de incendio real a 0,53 m (veintiún pulgadas) fuera del centro de la disposición ordenada principal 114, utilizando dos inflamadores de algodón de celulosa parcialmente estándar, y la prueba se llevó a cabo durante un período de prueba T de treinta minutos (30 min.). Los inflamadores se construyeron con un conjunto de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (3 pulgadas por 3 pulgadas de largo), empapados con 0,11 kg (4 onzas) de gasolina y envueltos en una bolsa de polietileno. La Tabla 9 a continuación ofrece una tabla resumen de los parámetros y resultados de la prueba.

Tabla 9:

PARÁMETROS	PRUEBA
------------	--------

ES 2 599 577 T3

Tipo de almacenamiento	Estantería de doble fila
Tipo de mercancía	Clase III
Altura de Almacenamiento Nominal (H2)	12,2 m (40 pies)
Altura de techo Nominal (H1)	13,7 m (45 pies)
Espacio libre nominal (L)	1,5 m (5 pies)
Ubicación de Ignición	Menor que 4, descentrada
Temperatura de activación °K (°F)	414 (286)
Índice de tiempo de respuesta - Ampolla de vidrio 5 mm. nominal (ms) ^{1/2} (pies-seg) ^{1/2}	105 (190)
Deflector al techo (S)	0,18 m (7 pulgadas)
Coeficiente K de Descarga Nominal dm ³ /m ² s (gpm/psi ^{1/2})	13 (16,8)
Presión de Descarga Nominal MPa (psi)	0,21 (30)
Densidad de Descarga Nominal dm ³ /m ² s (gpm/pie ²)	0,62 (0,92)
Ancho de pasillo (W)	2,4 m (8 pies)
Espaciado entre rociadores (m x m) (pie x pie)	3 x 3 (10 x 10)
Duración de la prueba (min:s)	32:00
Primer funcionamiento de rociador de techo (min:s)	2:12
Último funcionamiento de rociador de techo (min:s)	6:26
Cantidad de rociadores de techo activados	20
Temperatura pico del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)	1082 (1488)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del gas en el techo encima de la ignición °K (°F)	561 (550)
Temperatura pico del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)	462 (372)
Promedio de 1 minuto máximo de Temperatura del acero en el techo encima de la ignición °K (°F)	406 (271)
Propagación del fuego a través del pasillo	Si
Propagación del fuego más allá de los extremos	No

Según las observaciones de la prueba de incendio, los primeros cinco (5) rociadores se activaron dentro de un intervalo de treinta segundos (30 seg.). Estos cinco rociadores fueron incapaces de controlar el fuego de manera adecuada, que creció y activó por acción de la temperatura catorce (14) rociadores adicionales, 185 segundos después de la primera activación. La última activación de rociadores ocurrió 254 segundos después de la primera activación de rociadores. Además, se observó que a excepción de la activación del quinto rociador, el segundo anillo de rociadores completo relacionado con la pluma de ignición estuvo mojándose a causa del grupo inicial de rociadores accionados y no se activó (salto de rociadores). Una vez se activaron los rociadores del tercer anillo, se suministró un flujo de agua suficiente para inhibir la activación de rociadores adicionales. El tercer anillo de rociadores está ubicado a un mínimo de aproximadamente 7,6 m (veinticinco pies (25 pies)) desde el eje de ubicación de ignición, y se accionaron rociadores más alejados a 10,7 m (treinta y cinco metros (35 pies)) de la ignición. La Figura 12A muestra un trazado gráfico de las activaciones de rociadores en la prueba del sistema húmedo. Simplemente comparando mediante observación con la prueba del sistema húmedo, parecería que el método y sistema preferido de un sistema de rociadores secos configurado para controlar un incendio con una configuración de rodear y ahogar, utilizando un período de demora de entrega de fluido obligatorio, puede derivar en menos saltos de rociadores en comparación con un sistema húmedo que entrega el fluido inmediatamente.

Configuración hidráulica del sistema para ocupaciones para almacenamiento

Representado de manera esquemática en la Figura 1A, el sistema de rociadores secos 10 incluye uno o más rociadores hidráulicamente remotos 21, que definen un área de diseño hidráulico preferida 25 para respaldar el sistema 10 con el fin de responder ante una situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar. El área de diseño hidráulico preferida 25 es un área de funcionamiento de rociadores diseñada en el sistema 10 para entregar una densidad de descarga nominal específica D , desde los rociadores hidráulicamente más remotos 21 a una presión de descarga nominal P . El sistema 10 es preferiblemente un sistema diseñado hidráulicamente que presenta un tamaño de tubería seleccionado en base a una pérdida de presión para proveer una densidad de agua predeterminada, en litros por segundo por metro cuadrado (en galones por minuto por pie cuadrado), o de manera alternativa, una presión de descarga o flujo por rociador mínima predeterminada, distribuida con un grado de uniformidad razonable a lo largo del área de diseño hidráulico preferida 25. El área de diseño hidráulico 25 para el sistema 10 está preferiblemente diseñada o especificada para una mercancía determinada y una altura de techo de almacenamiento a los rociadores hidráulicamente remotos o área en el sistema 10.

Generalmente, el área de diseño hidráulico preferida 25 está dimensionada y configurada respecto de los rociadores hidráulicamente más remotos en el sistema 10, para garantizar que se satisfaga la demanda hidráulica del resto del sistema. Asimismo, el área de diseño hidráulico preferida 25 está dimensionada y configurada de tal manera que el área de funcionamiento de rociadores 26 se pueda generar de manera eficaz en cualquier parte del sistema 10 encima de un crecimiento del fuego. Preferiblemente, el área de diseño hidráulico preferido 25 puede derivarse de una prueba de incendios exitosa, tal y como hemos descrito anteriormente en la presente memoria. En una prueba de incendio exitosa, la entrega de fluido a través de los rociadores activados preferiblemente suprime y apaga el crecimiento del fuego, y el fuego permanece localizado al área de ignición, es decir, el fuego preferiblemente no debe saltarse la disposición ordenada o, de otro modo, migrar hacia las disposiciones ordenadas principales y metas 50, 52.

Los resultados de la prueba de incendio con éxito, utilizados para evaluar la eficacia de una demora de entrega de fluido para formar un área de funcionamiento de rociadores 26, además, preferiblemente, definen el área de funcionamiento de rociadores hidráulica 25. Para resumir los resultados de activación de las ocho pruebas descritas anteriormente, se realizó la siguiente tabla:

Tabla resumen de las áreas de diseño

		Área de diseño (Nº de rociadores)			
Altura de almacenamiento m (pies)	Altura de techo m (pies)	Clase II - Doble fila	Clase II - Múltiples filas	Clase III - Doble fila	Grupo A - Doble fila
6,1 (20)	9,1 (30)	E	E	E	15
9,1 (30)	10,7 (35)	E	E	16	E
10,4 (34)	12,2 (40)	36	14	E	E
10,7 (35)	13,7 (45)	E	E	14	E

ES 2 599 577 T3

		Área de diseño (Nº de rociadores)			
Altura de almacenamiento m (pies)	Altura de techo m (pies)	Clase II - Doble fila	Clase II - Múltiples filas	Clase III - Doble fila	Grupo A - Doble fila
10,7 (35)	12,2 (40)	E	E	26	E
12,2 (40)	13,1 (43)	E	E	20	E
12,2 (40)	13,8 (45,25)	E	E	19	E

La cantidad de rociadores activados identificados, junto con su espaciado de rociadores conocido, cada uno identifica un área de diseño hidráulico preferida 25 para una mercancía determinada, a una altura de almacenamiento y de techo determinada para respaldar a un sistema de rociadores secos sólo de techo 10 configurado para controlar una situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar. Una revisión de los resultados muestra además que la cantidad de activaciones de rociadores está dentro de un intervalo de catorce a veinte rociadores. Al aplicar la metodología de modelado descrita antes, junto con la selección de un rociador clasificado térmicamente y sensible, capaz de producir un flujo adecuado para un nivel de desafío de incendio previsto, se puede identificar un área de diseño hidráulico 25 para un sistema de protección contra incendios sólo de techo que podría controlar una situación de incendio en una ocupación para almacenamiento con una configuración de rodear y ahogar. Por lo tanto, se puede extrapolar un intervalo de valores *E*, en donde se indique en la tabla anterior, para identificar un área de diseño hidráulico preferida 25. Por lo tanto, las áreas de diseño hidráulico preferidas 25 pueden proveerse para todo tipo de variantes de mercancías, alturas de almacenamiento y de techo, por ejemplo, aquellas condiciones de almacenamiento listadas pero no probadas en la Tabla resumen de las áreas de diseño. Además, las áreas de diseño hidráulico pueden, adicionalmente, extrapolarse para aquellas condiciones que no sea han probado ni listado anteriormente.

Tal y como se indica antes, un área de funcionamiento de rociadores hidráulica preferida 25 puede variar desde aproximadamente catorce a aproximadamente veinte rociadores y, más preferiblemente, desde aproximadamente dieciocho a aproximadamente veinte rociadores. Al agregar un factor de seguridad a la extrapolación, se cree que el área de funcionamiento de rociadores hidráulica 25 se puede dimensionar desde aproximadamente veinte a aproximadamente veintidós rociadores. Un espaciado de rociadores de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies), se traduce en un área de diseño hidráulico preferida de aproximadamente 189 metros cuadrados a aproximadamente 232 metros cuadrados (aproximadamente 2.000 pies cuadrados a aproximadamente 2.500 pies cuadrados) y, más preferiblemente, aproximadamente 204 metros cuadrados (2200 pies cuadrados).

Notablemente, los estándares actuales de la norma NFPA-13 establecen áreas de diseño para el área hidráulicamente más remota de sistemas rociadores húmedos para la protección de ocupaciones para almacenamiento en 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados). En consecuencia, se cree que un sistema de rociadores 10 configurado para controlar un incendio con un área de funcionamiento de rociadores 26 se puede configurar con un área de diseño al menos igual a la de sistemas húmedos, de acuerdo con la NFPA-13 para condiciones de almacenamiento similares. Tal y como ya se ha mostrado, un sistema de rociadores configurado para controlar un incendio con un efecto de rodear y ahogar puede reducir las demandas hidráulicas del sistema 10, en comparación con los sistemas de rociadores actuales que incorporan el factor de diseño de seguridad o "de penalización". Preferiblemente, el área de diseño hidráulico preferida 25 del sistema 10 además se puede reducir de tal manera que el área de diseño hidráulico preferida 25 sea menor que las áreas de diseño conocidas para los sistemas de rociadores húmedos. En al menos una prueba de las mencionadas antes, se muestra que un sistema de rociadores secos para la protección de plásticos del Grupo A debajo de una altura de techo de 9,1 m (treinta pies) o menos puede estar respaldado por quince rociadores, que definen un área de diseño hidráulico menor que los 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados) especificados en los estándares de diseño de sistemas húmedos.

Más específicamente, se cree que los datos de las pruebas de incendio demuestran que una estantería de doble fila de plásticos de Grupo A, a una altura de almacenamiento de 6,1 m (20 pies), que se puede argumentar tiene mayores demandas de protección, está protegida con un sistema de rociadores de tubería seca basado en la apertura de una cantidad limitada de rociadores. Se cree, además, que los criterios de diseño para sistemas húmedos se establecieron en base a resultados de pruebas que abrieron una cantidad similar de rociadores, tal y como el resultado de la prueba para plásticos de Grupo A descrito antes. Por lo tanto, se ha demostrado que el área de diseño de un sistema de rociadores secos puede ser igual o menor que el área de diseño de un sistema de rociadores húmedo. Debido a que generalmente se sabe que la prueba de almacenamiento de estantería es generalmente más estricta que la prueba de paletizado, los resultados también se aplican a la prueba de paletizado,

y a incendios de alto reto en general. Asimismo, en base a la demostración de los solicitantes de que el área de diseño para un sistema de rociadores secos puede ser igual o menor que la de un sistema húmedo, se cree que el área de diseño se puede extender a mercancías que tengan demandas de protección menos rigurosas.

5 Debido a que el sistema 10 preferiblemente utiliza la activación de una cantidad pequeña de rociadores 20 para producir un efecto de rodear y ahogar para suprimir y apagar un incendio, el área de diseño hidráulico preferida 25 del sistema 10 también puede estar basado en áreas de diseño hidráulico reducidas para sistemas de rociadores secos especificados en la norma NFPA-13. Por lo tanto, por ejemplo, cuando la Sección 12.2.2.1.4 de la norma NFPA-13 especifica criterios de protección para el almacenamiento paletizado, apilado macizo, en cajas de cartón, o estanterías de mercancías de Clase I a Clase IV, se establece un área de diseño de 242 metros cuadrados (2.600 pies cuadrados), que presenta una densidad de agua de $0,10 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ ($0,15 \text{ gpm}/\text{pies}^2$), preferiblemente el área de diseño hidráulico preferida 25 está especificada para el estándar húmedo en 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados) con una densidad de $0,10 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ ($0,15 \text{ gpm}/\text{pies}^2$). En consecuencia, el área de diseño hidráulico preferida 25 es preferiblemente más pequeña que las áreas de diseño para los sistemas de rociadores secos conocidos 10. Las densidades de diseño para el sistema 10 son preferiblemente las mismas que aquellas especificadas en la Sección 12 de la norma NFPA-13 para una mercancía, altura de almacenamiento y altura de techo determinadas. La reducción de las áreas de diseño hidráulico actuales utilizadas en el diseño y la construcción de sistemas de rociadores secos puede reducir los requerimientos y/o las demandas de presión de las bombas u otros dispositivos en el sistema 10. En consecuencia, se puede especificar que las tuberías y el dispositivo del sistema sean más pequeños. Se debe apreciar, sin embargo, que los sistemas de rociadores secos 10 pueden tener un área de diseño hidráulico preferida 25 dimensionada para ser tan amplia como las áreas de diseño especificadas en los estándares actuales disponibles de la norma NFPA-13 para sistemas de rociadores secos. Dichos sistemas 10 siguen siendo capaces de controlar un incendio con un efecto de rodear y ahogar y de minimizar la descarga de agua provista, siempre que el sistema 10 incorpore un período de demora de entrega de fluido tal y como se describe antes. En consecuencia, existe un intervalo de áreas de diseño para dimensionar un área de diseño hidráulico preferida 25. Como mínimo, el área de diseño hidráulico preferida 25 puede ser como mínimo del tamaño de un área de funcionamiento de rociadores activada 26 provista por los datos de prueba de incendios disponibles, y el área de diseño hidráulico 25 puede ser cómo máximo tan amplia como el sistema lo permita, siempre que se cumplan los requisitos de período de demora de entrega de fluido.

30 Según los resultados de las pruebas, configurar los sistemas de rociadores secos 10 con un área de funcionamiento de rociadores 26 formada por la incorporación de un período de demora de entrega de fluido obligatorio puede superar las penalizaciones de diseño convencionalmente asociadas a los sistemas de rociadores secos. Más específicamente, los sistemas de rociadores seco 10 pueden estar diseñados y configurados con áreas de diseño hidráulicos preferidas 25 iguales a las áreas de diseño de funcionamiento de rociadores especificadas para sistemas de tuberías húmedas en la norma NFPA-13. Por lo tanto, el área de diseño hidráulico preferida 25 se puede utilizar para diseñar y construir un sistema de rociadores de tubería seca que evite las "penalizaciones" de tubería seca descritas anteriormente, tal y como lo determina la norma NFPA-13, al estar diseñada para actuar hidráulicamente al menos de igual manera que un sistema húmedo diseñado según la norma NFPA-13. Debido a que se cree que los sistemas de protección contra incendios de tubería seca se pueden diseñar e instalar sin incorporar las penalizaciones de diseño, antes concebidas como una necesidad, según la norma NFPA-13, se pueden minimizar o, directamente, eliminar las penalizaciones de diseño para los sistemas de tubería seca. Asimismo, las pruebas indican que la metodología de diseño se puede utilizar de manera eficaz para sistemas de rociadores secos de protección contra incendios de mercancías cuando no existe ningún estándar para ningún sistema. De manera específica, los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios y las áreas de diseño hidráulico preferidas se pueden incorporar a un diseño de sistema de rociadores secos con el fin de definir criterios de rendimiento hidráulico cuando no se conocen criterios similares. Por ejemplo, la norma NFPA-13 ofrece estándares de sistema húmedo sólo para determinadas clases de mercancías, tal y como mercancías de Clase III. Se puede utilizar la metodología preferida para establecer un estándar de sistema de rociadores secos sólo de techo para mercancías de Clase III, al especificar un requisito de área de diseño hidráulico y un período de demora de entrega de fluido obligatorio.

50 Un período de demora de entrega de fluido obligatorio junto con un área de diseño hidráulico preferida 25 puede ofrecer criterios de diseño a partir de los cuales se puede, preferiblemente, diseñar y construir un sistema de rociadores secos. Más preferiblemente, un período de demora de entrega de fluido obligatorio máximo y mínimo junto con un área de diseño hidráulico preferida 25 puede ofrecer criterios de diseño a partir de los cuales se puede, preferiblemente, diseñar y construir un sistema de rociadores secos. Por ejemplo, un sistema de rociadores secos preferido 10 se puede diseñar y construir para su instalación en un espacio de almacenamiento 70, identificando o especificando el área de diseño hidráulico preferida 25 para un conjunto de parámetros de mercancía y de especificaciones de espacio de almacenamiento determinados. Especificar el área de diseño hidráulico preferida 25 preferiblemente incluye identificar la cantidad de rociadores 20 en el área hidráulicamente más remota del sistema 10 que puede, de manera colectiva, cumplir con los requerimientos hidráulicos del sistema. Tal y como se describe antes, especificar el área de diseño hidráulico preferida 25 puede extrapolarse a partir de pruebas de incendio o, de otra forma, derivarse de las áreas de diseño de sistema húmedo provistas en los estándares de la norma NFPA-13.

Método para implementar el sistema para una ocupación para almacenamiento

Método para generar criterios de diseño del sistema

Una metodología preferida para diseñar un sistema de protección contra incendios ofrece diseñar un sistema de rociadores secos para proteger una mercancía, equipo u otros artículos situados en un área de almacenamiento. La metodología incluye establecer criterios de diseño respecto de los cuales es posible modelar, simular y construir el sistema de rociadores preferido, configurado para una respuesta de rodear y ahogar. Se puede utilizar una metodología de diseño de sistema de rociadores preferida para diseñar el sistema de rociadores 10. En general, la metodología de diseño preferiblemente incluye establecer al menos tres criterios o parámetros de diseño: el área de diseño hidráulico preferida 25 y los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios máximos y mínimos para el sistema 10, utilizando perfiles predictivos de liberación de calor y de activación de rociadores para la mercancía almacenada que se está protegiendo.

En la Figura 13 se muestra un diagrama de flujo 100 de la metodología preferida para diseñar y construir el sistema de rociadores secos 10, que presenta un área de funcionamiento de rociadores 26. La metodología preferida preferiblemente incluye una etapa de compilación 102 que recolecta los parámetros del almacenamiento y mercancía que se va a proteger. Estos parámetros preferiblemente incluyen la clase de mercancía, la configuración de la mercancía, la altura de techo del almacenamiento y cualquier otro parámetro que tenga un efecto en el crecimiento del fuego y/o en la activación de los rociadores. El método preferido además incluye una etapa de desarrollo 104 para desarrollar un modelo de incendio y un perfil predictivo de liberación de calor 402, tal y como se observa, por ejemplo, en la Figura 4 descrita anteriormente. En una etapa de generación 105, el perfil predictivo de liberación de calor se utiliza para determinar los tiempos de activación de los rociadores predichos para generar un perfil predictivo de activación de rociadores 402, tal y como se observa en la Figura 4 y se describe antes. Los parámetros de almacenamiento y mercancía compilados en la etapa 102 además se utilizan para identificar un área de diseño hidráulico preferida 25, tal y como se indica en la etapa 106. Más preferiblemente, el área de diseño hidráulico preferida 25 se extrapola a partir de los datos de prueba de incendio disponibles, tal y como se describe antes, o, de manera alternativa, se seleccionan de las áreas de diseño hidráulico conocidas provistas por la norma NFPA-13 para sistemas de rociadores húmedos. El área de diseño hidráulico preferida 25 de la etapa 106 define la cantidad requerida de activaciones de rociadores mediante la cual el sistema 10 debe ser capaz de suministrar al menos una de: (i) una tasa de flujo requerido de agua u otro material contra incendios; o (ii) una densidad especificada, tal y como, por ejemplo, $0,54 \text{ dm}^3/\text{M}^2\text{S}$ (0,8 galones por minuto por pie cuadrado).

De esta manera, en una realización preferida de la metodología 100, se ofrecen criterios de diseño para un sistema de protección contra incendios de rociadores seco que protege una mercancía almacenada y que pueden ser sustancialmente los mismos que los de un sistema húmedo especificado en la norma NFPA-13 para una mercancía similar. Preferiblemente, la mercancía para la que preferiblemente se diseña el sistema seco es una mercancía de plástico de Grupo A en una estantería de doble fila de 7,6 m (25 pies). De manera alternativa, la mercancía puede ser de cualquier clase o grupo de mercancía listada en los Capítulos 5.6.3 y 5.6.4 de la norma NFPA-13. Dentro de la alternativa, además, se pueden proteger otras mercancías, tales como aerosoles y líquidos inflamables. Por ejemplo, el código *Flammable and Combustible Liquids Code* de la norma NFPA-30 (ed. 2003) y el código *Code for the Manufacture and Storage of Aerosol Products* de la norma NFPA 30b (ed. 2002). Además, según la norma NFPA-13, las mercancías adicionales que se pueden proteger incluyen, por ejemplo, neumáticos, palés apilados, fardos de algodón y papel enrollado. Más preferiblemente, el método preferido 100 incluye diseñar el sistema como un sistema de rociadores de tubería seca sólo de techo para proteger la estantería en un recinto. El recinto preferiblemente tiene una altura de techo de 9,1 m (30 pies). Diseñar el rociador seco incluye, preferiblemente, especificar una parrilla de red de rociadores que tienen un factor K de aproximadamente 16,8. La parrilla de red incluye un área de diseño de funcionamiento de rociadores preferida de aproximadamente 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados), y el método puede además incluir modificar el modelo de tal manera que sea, preferiblemente, al menos el equivalente hidráulico de un sistema húmedo, tal y como lo especifica la norma NFPA-13. Por ejemplo, el modelo puede incorporar un área de diseño de manera que se corresponda sustancialmente a los criterios de diseño de la norma NFPA-13 para la protección de sistema húmedo para un almacenamiento de estantería de doble fila de una mercancía de plástico de Grupo A apilada a una altura de 7,6 m (25 pies) bajo una altura de techo de 9,1 m (30 pies).

La metodología de diseño 100 y la extrapolación a partir de los datos de pruebas de incendio disponibles, tal y como se describe antes, puede además ofrecer un punto de diseño hidráulico preferido. En la Figura 13B se muestra un gráfico de densidad-área ilustrativo para utilizar en el diseño de sistema de rociadores contra incendios. Más específicamente, se muestra un punto de diseño 25' que tiene un valor de $0,54 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ (0,8 galones por minuto por pie cuadrado (gpm/pie^2)) para definir una cantidad requerida de agua descargada de un rociador durante un período determinado y sobre un área determinada, siempre que se mantenga de forma adecuada el espaciado de rociadores para el sistema. Según el gráfico 10, el área de diseño preferida es de aproximadamente 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados), definiendo así un requisito de área de funcionamiento de diseño o rociador en la que se puede diseñar un sistema de rociadores secos preferido, con el fin de ofrecer $0,54 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ ($0,8 \text{ gpm}/\text{pie}^2$) por cada

189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados). El punto de diseño 25' puede ser un punto de área-densidad preferido utilizado en cálculos hidráulicos para diseñar un sistema de rociadores secos, según la metodología preferida descrita en la presente memoria. El punto de diseño preferido 25' descrito anteriormente ha demostrado superar el aumento de penalización de área del 125% debido a que el punto de diseño 25' ofrece un rendimiento del sistema seco al menos equivalente al rendimiento del sistema húmedo. En consecuencia, una metodología de diseño que incorpora el área de diseño preferida y un sistema construido, según la metodología preferida, demuestra que los sistemas de protección contra incendios de tubería seca pueden diseñarse e instalarse sin incorporar las penalizaciones de diseño, previamente vistas como una necesidad, en la norma NFPA-13. En consecuencia, el solicitante asegura que la necesidad de penalizaciones en el diseño de sistemas de tubería seca ha desaparecido.

Además de ofrecer un sistema de protección de rociadores seco con una entrega de agua deseada, la metodología de diseño preferida 100 puede configurarse para cumplir otros requerimientos de la norma NFPA-13, tal y como, por ejemplo, los tiempos de entrega de agua requeridos. Por lo tanto, el área de diseño preferida 25 y la metodología 100 se pueden configurar para representar la entrega de fluido a los rociadores activados hidráulicamente más remotos dentro de un intervalo de aproximadamente 15 segundos a aproximadamente 60 segundos de la activación del rociador. Más preferiblemente, la metodología 100 identifica un período de demora de entrega de fluido obligatorio, tal y como se describe anteriormente, para configurar el sistema 10 con el fin de controlar una situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar. En consecuencia, la metodología de diseño 100 preferiblemente incluye una etapa reguladora 108 que identifica una fracción del área de funcionamiento de rociadores máxima especificada 27 que se formará por el período de demora de entrega de fluido máximo. Preferiblemente, el área de funcionamiento de rociadores máxima 27 es igual al área mínima disponible de diseño hidráulico preferida 25 para el sistema 10. De manera alternativa, el área de funcionamiento de rociadores máxima es igual al área de diseño especificada en la norma NFPA-13 para un sistema húmedo que protege la misma mercancía, a la misma altura de almacenamiento y de techo.

La etapa reguladora preferiblemente establece que el ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores especificada 27 se active mediante el período de demora de entrega de fluido máximo. Por ejemplo, cuando el período de demora de entrega de fluido máximo está especificado para ser de veinte rociadores o 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados), la etapa reguladora identifica que la entrega de fluido inicial debería haber ocurrido en el momento predicho en que se habrían activado dieciséis rociadores. La etapa reguladora 108 reduce la cantidad de activaciones de rociadores requeridas para iniciar o formar el área de funcionamiento de rociadores máxima total 27, de tal manera que el agua se pueda introducir en el espacio de almacenamiento 70 antes de que se requiera que el 100 por ciento de los rociadores del área de funcionamiento de rociadores máxima 27 se activen previo a la entrega de fluido. Asimismo, la entrega de fluido temprana permite que el agua descargada llegue a la presión de sistema deseada, es decir, tiempo de compresión, para producir la tasa de flujo requerida en el momento en que se activan, preferible y sustancialmente, todos los rociadores requeridos del área de funcionamiento de rociadores máxima 27.

Al determinar la etapa 116, se determina el tiempo en el que se predice que se formará el ochenta por ciento del área de funcionamiento de rociadores máxima 27. Nuevamente en referencia a la Figura 4, el lapso de tiempo medido desde la activación del primer rociador predicha en el sistema 10 hasta la última activación que forma el ochenta por ciento (80%) preferido del área de funcionamiento máxima 27 define la demora de entrega de fluido máxima $\Delta t_{m\acute{a}x}$, tal y como se establece en la etapa 118. La utilización de la etapa reguladora 108 también explica cualquier variable y su impacto en la activación de rociadores, que no se captura fácilmente en los perfiles predictivos de liberación de calor y de activación de rociadores. Debido a que se cree que el área de funcionamiento de rociadores máxima 27 es el área de funcionamiento de rociadores más amplia para el sistema 10 que puede resolver de manera eficaz un incendio con un efecto de rodear y ahogar, el agua se introduce en el sistema temprano en lugar de tarde, para minimizar así la posibilidad de que el agua se entregue demasiado tarde como para formar el área de funcionamiento de rociadores máxima 27 y controlar el crecimiento del fuego anticipado. Si el agua se introdujera demasiado tarde, el crecimiento del fuego puede ser demasiado extenso para que el área de funcionamiento de los rociadores pueda resolverlo de manera eficaz o, de otra manera, el sistema se puede revertir a una configuración de modo control, en la que se reduce la tasa de liberación de calor.

Nuevamente en referencia al diagrama de flujo 100 de la Figura 13 y el perfil 400 de la Figura 4, el tiempo en el que se forma el área de funcionamiento de rociadores mínima 28 se puede determinar en la etapa 112 utilizando los perfiles predictivos de liberación de calor y de activación de rociadores basados en tiempo. Preferiblemente, el área de funcionamiento de rociador mínima 28 está definida por una cantidad crítica de activaciones de rociadores para el sistema 10. La cantidad crítica de activaciones de rociadores preferiblemente ofrece un área de funcionamiento de rociadores inicial mínima que controla un incendio con una descarga de agua o líquido, ante la cual el fuego continúa creciendo como respuesta, de tal manera que se active por acción de la temperatura una cantidad adicional de rociadores para formar un área de funcionamiento de rociadores completa 26. La cantidad crítica de activaciones de rociadores preferiblemente depende de la altura del sistema de rociadores 10. Por ejemplo, cuando la altura del sistema de rociadores es menor que 9,1 m (treinta pies), la cantidad crítica de activaciones de rociadores es de aproximadamente dos a cuatro (2-4) rociadores. En áreas de almacenamiento donde el sistema de rociadores está

instalado a una altura de 9,1 m (treinta pies) o más, la cantidad crítica de activaciones de rociadores es de aproximadamente cuatro rociadores. Medido desde la primera activación de rociadores predicha, este tiempo para la activación predicha crítica de rociadores, es decir, de dos a cuatro activaciones de rociadores, preferiblemente define el período de demora de entrega de fluido obligatorio mínimo Δt_{\min} , tal y como se indica en la etapa 114.

5 Introducir agua en el área de almacenamiento antes de tiempo quizás puede impedir el crecimiento del fuego, evitando así la activación térmica de todos los rociadores críticos en el área de funcionamiento de rociadores mínima.

Por lo tanto, los sistemas de rociadores secos pueden estar provistos de criterios de diseño para producir un efecto de rodear y ahogar utilizando el método descrito anteriormente. Se ha de notar que las etapas del método preferido 10 pueden ponerse en práctica en cualquier orden aleatorio, siempre que los pasos se pongan en práctica para generar los criterios de diseño apropiados. Por ejemplo, el período de demora de entrega de fluido mínimo puede determinarse antes de la etapa de determinación del período de demora de entrega de fluido máximo, o se puede determinar el área de diseño hidráulico antes de los períodos de demora de entrega de fluido máximos o mínimos. Se pueden diseñar múltiples sistemas mediante la recolección de datos de entrada y parámetros múltiples para una o más de las ocupaciones para almacenamiento que se protegerán. Los múltiples sistemas diseñados se pueden utilizar para determinar la configuración más práctica y/o económica para proteger la ocupación. Además, si se desarrollan una serie de modelos predictivos, se pueden utilizar partes del método para evaluar y/o determinar los períodos de demora de entrega de fluido mínimos y máximos aceptables.

Además, en una práctica comercial, se pueden utilizar las series de modelos para crear una base de datos de tablas de consulta para determinar los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos de una variedad de ocupaciones para almacenamiento y condiciones de mercancías. En consecuencia, la base de datos puede simplificar el proceso de diseño al eliminar las etapas de modelado. Tal y como se observa, por ejemplo, en la Figura 13A, hay una metodología simplificada 100' para diseñar y construir un sistema 10. Con una base de datos de datos de pruebas de incendios, un operador o diseñador puede diseñar y/o construir un sistema de rociadores 10. Se provee una etapa inicial 102' para identificar y compilar detalles del proyecto, tal y como, por ejemplo, parámetros del almacenamiento y mercancía que se va a proteger. Estos parámetros preferiblemente incluyen la clase de mercancía, la configuración de mercancía, la altura de techo del almacenamiento. Una etapa 103' a la que se hace referencia, ofrece para su consulta una base de datos de datos de prueba de incendios para una o más ocupaciones para almacenamiento y configuraciones de mercancía almacenada. A partir de la base de datos, se puede realizar una etapa de selección 105 para identificar un área de diseño hidráulico y un período de demora de entrega de fluido que sea eficaz para una ocupación para almacenamiento y una configuración de mercancía almacenada, correspondientes a los parámetros compilados en la etapa de compilación 102' para respaldar y crear un área de funcionamiento de rociadores 26 con el fin de controlar una prueba de incendio. Las áreas de diseño hidráulico identificadas y el período de demora de entrega de fluido se pueden implementar en un diseño de sistema para la construcción de un sistema de rociadores secos sólo de techo capaz de proteger una ocupación para almacenamiento con un efecto de rodear y almacenar.

Método para utilizar criterios de diseño para desarrollar parámetros de sistema para ocupación para almacenamiento.

La metodología preferida 100 identifica, en consecuencia, los tres criterios de diseño, tal y como se describen anteriormente: un área de diseño hidráulico preferida, un período de demora de entrega de fluido mínimo y un período de demora de entrega de fluido máximo. La incorporación del período de demora de entrega de fluido máximo y mínimo en el diseño y construcción del sistema de rociadores 10 es, preferiblemente, un proceso iterativo en el cual el sistema 10 puede modelarse de manera dinámica para determinar si los rociadores dentro del sistema 10 experimentan una demora de entrega de fluido que está dentro del intervalo de los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios máximos y mínimos identificados. Preferiblemente, todos los rociadores experimentan un período de demora de entrega de fluido dentro del intervalo de períodos de demora de entrega de fluido mínimos y máximos identificados. De manera alternativa, sin embargo, el sistema 10 puede estar configurado de manera que uno o un par de los rociadores 20 seleccionados estén configurados con un período de demora de entrega de fluido obligatorio que ofrece una activación térmica de una cantidad mínima de rociadores que rodean cada uno de los rociadores seleccionados para formar un área de funcionamiento de rociadores 26.

Preferiblemente, un sistema de rociadores secos 10 que presenta un área de diseño hidráulico 25 para respaldar un efecto de rodear y ahogar puede modelarse de manera matemática con el fin de incluir uno o más rociadores activados. El modelo puede además caracterizar el flujo de líquido y gas a través del sistema 10 con el paso del tiempo después de un evento que dispara una apertura de la válvula de control de agua primaria. El modelo matemático puede utilizarse para determinar las presiones de descarga de líquido y los tiempos de descarga de cualquier rociador activado. Los tiempos de descarga de agua del modelo se pueden evaluar para determinar si el sistema cumple con los tiempos de entrega de fluido obligatorios. Asimismo, el sistema modelado puede alterarse y las características de descarga de líquido se pueden resolver de forma repetida para evaluar los cambios en el sistema 10 y para que el sistema cumpla con los criterios de diseño de un área de diseño hidráulico preferida y el

período de demora de entrega de fluido obligatorio. Para facilitar el modelado del sistema de rociadores secos 10 y para determinar los tiempos y características de descarga de líquido, un usuario puede utilizar un software capaz de construir y determinar el rendimiento hidráulico del rociador 10. De manera alternativa, para diseñar y modelar el sistema 10 de manera iterativa, un usuario puede construir físicamente un sistema 10 y modificar el sistema 10 cambiando, por ejemplo, las longitudes de tuberías o introduciendo otros dispositivos para lograr las demoras de entrega de fluido diseñadas para cada rociador del circuito. Entonces, se puede probar el sistema activando cualquier rociador en el sistema y determinando si la entrega de fluido desde la válvula de control de agua primaria al rociador de prueba está dentro de los criterios de diseño de los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios máximos y mínimos.

El área de diseño hidráulico preferida 25 y los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios definen criterios de diseño que se pueden incorporar para utilizar en la etapa de compilación 120 de la metodología de diseño preferida 100, tal y como se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 10. Los criterios de la etapa 120 se pueden utilizar en una etapa de diseño y construcción 122 para modelar e implementar el sistema 10. Más específicamente, es posible modelar un sistema de rociadores de tubería seca 10 para proteger una mercancía almacenada, con el fin de captar las características de la tubería, los accesorios de tuberías, la fuente de líquido, las tuberías verticales, rociadores y las diferentes configuraciones tipo árbol o ramales a la vez que se explica el área de diseño hidráulico preferida y el período de demora de entrega de fluido. El modelo puede además incluir cambios en las elevaciones de las tuberías, los ramales de tuberías, aceleradores u otros dispositivos de control de fluido. El sistema de rociadores secos diseñado puede modelarse de forma matemática y dinámica para captar y simular los criterios de diseño, incluyendo el área de diseño hidráulico preferida y el período de demora de entrega de fluido. El período de demora de entrega de fluido se puede resolver y simular utilizando un programa computarizado descrito, por ejemplo, en la solicitud de patente de Estados Unidos nº 10/942.817, presentada el 17 de septiembre de 2004, publicada como publicación de patente de Estados Unidos nº 2005/0216242, y titulada *System and Method For Evaluation of Fluid Flow in a Piping System* (Sistema y método para la evaluación de flujo de fluido en un sistema de tubería). Para modelar un sistema de rociadores según los criterios de diseño, se puede utilizar otro software que sea capaz de secuenciar la activación del rociador y simular la entrega de fluido para modelar de manera eficaz la formación y rendimiento del área de diseño hidráulico preferida 25. Dicha aplicación de software se describe en la solicitud de patente internacional PCT, presentada el 3 de octubre de 2006, titulada: *System and Method For Evaluation of Fluid Flow in a Piping System* con número de registro S-FB-00091 WO (73434-029WO) y reivindicando derecho de prioridad ante la solicitud de patente de Estados Unidos provisional 60/722,401, presentada el 3 de octubre de 2005. Allí se describe un programa y su algoritmo y motores computacionales subyacentes que realizan el diseño del sistema de rociadores, la secuencia de rociadores y simula la entrega de fluido. En consecuencia, dicho programa puede diseñar y modelar de forma dinámica un sistema de rociadores para la protección contra incendios de una mercancía determinada en un área de almacenamiento determinada. El sistema de rociadores diseñado y modelado puede además simular y secuenciar las activaciones de rociadores según el perfil predictivo de activación de rociadores basado en tiempo 404 descrito anteriormente, para modelar de forma dinámica el sistema 10. La aplicación de software/programa preferido también se muestra y describe en el manual de usuario titulado: *SprinkFDT™ SprinkCALC™: SprinkCAD Studio User Manual* (sep. 2006).

El modelo dinámico puede, según las configuraciones de activación de rociadores y de tuberías, simular el agua que viaja a través del sistema 10 a una presión especificada para determinar si se cumplen los criterios de diseño hidráulico y los criterios de tiempo de entrega de fluido obligatorio máximo y mínimo. Si la descarga de agua no ocurriese tal y como se predijo, el modelo se puede modificar en consecuencia, para entregar agua según los requerimientos del área de diseño hidráulico preferido y de los períodos de entrega de fluido obligatorios. Por ejemplo, las tuberías en el sistema modelado se pueden acortar o alargar para que el agua se descargue al sobrepasar el período de demora de entrega de fluido. De manera alternativa, el sistema de tuberías diseñado puede incluir una bomba para cumplir con los requerimientos de entrega de fluido. En un aspecto, el modelo se puede diseñar y simular con la activación de rociadores en el rociador hidráulicamente más remoto para determinar si el fluido cumple con el tiempo de entrega de fluido máximo especificado, de manera tal que el área de diseño hidráulico 25 se pueda activar por acción de la temperatura. Asimismo, el sistema simulado puede ofrecer el secuenciado de activaciones térmicas de, preferiblemente, los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos para determinar un período de demora de entrega de fluido simulado. De manera alternativa, el modelo se puede simular con la activación del rociador hidráulicamente más cercano para determinar si el fluido cumple con un período de demora de entrega de fluido mínimo, de tal manera que se activen por acción de la temperatura la cantidad crítica de rociadores. Asimismo, el sistema simulado puede ofrecer el secuenciado de activaciones térmicas de, preferiblemente, los cuatro rociadores hidráulicamente más cercanos para determinar un período de demora de entrega de fluido simulado. En consecuencia, el modelo y simulación del sistema de rociadores puede comprobar que la entrega de fluido a cada rociador en el sistema esté dentro del intervalo de tiempos de entrega de fluido máximo y mínimo. La simulación y el modelado dinámico de un sistema de rociadores permiten utilizar técnicas de diseño iterativo para conseguir que el rendimiento del sistema de rociadores cumpla con los criterios de diseño en vez de depender de modificaciones de plantas físicas posteriores a la construcción para corregir el incumplimiento de especificaciones de diseño.

La Figura 14 muestra un diagrama de flujo ilustrativo 200 para modelos de diseño iterativo y dinámico de un sistema de rociadores secos 10 propuesto. Se puede construir un modelo para definir un sistema de rociadores 10 como una red de rociadores y tuberías. El espaciado de parrilla entre rociadores y líneas ramales del sistema puede especificarse, por ejemplo, en 3 m por 3 m (10 pies por 10 pies), 3 m por 2,4 m (10 pies por 8 pies), o 2,4 m por 2,4 m (8 pies por 8 pies) entre rociadores. El sistema se puede modelar para incorporar rociadores específicos, tal y como, por ejemplo, rociadores montantes de factor K 16,8 de 414°K (286°F) que tienen una aplicación específica para almacenamiento, tal y como el rociador ULTRA K17 comercializado por Tyco Fire and Building Products y que se muestra y describe en la hoja de datos TFP 331 titulada: *Ultra K17 - 16.8 K-factor: Upright Specific Application Control Mode Sprinkler Standard Response, 286°F/141°C* (Marzo, 2006). Sin embargo, se puede utilizar cualquier rociador apropiado siempre que el rociador pueda suministrar un volumen de fluido y un efecto refrigerante suficiente como para llevar a cabo el efecto de rodear y apagar. Más específicamente, el rociador apropiado ofrece un volumen de descarga de fluido satisfactorio, un vector de velocidad de descarga de fluido (dirección y magnitud) y una distribución del tamaño de la gota de fluido. Ejemplos de otros rociadores apropiados incluyen, pero no están limitados a, los siguientes rociadores comercializados por Tyco Fire and Building Products: la SERIE ELO-231 - Factor K 11,2 de rociadores montantes y colgantes, respuesta estándar, cobertura estándar (hoja de datos TFP340 (enero, 2005)); el MODELO K17-231- Factor 16,8 de rociadores montantes y colgantes, respuesta estándar, cobertura estándar (hoja de datos TFP332 (enero, 2005)); el MODELO EC-25- Factor 25,2 de rociadores montantes de cobertura densidad/área extendida (hoja de datos TFP213 (sept., 2004)); modelos ESFR-25- Factor 25,2 (hoja de datos TFP312 (enero, 2005), ESFR-17- Factor K 16,8 (hoja de datos TFP315 (enero, 2005)) (hoja de datos TFP316 (abril, 2004)), y ESFR-1- Factor K 14,0 (hoja de datos TFP318 (julio, 2004)) de rociadores montantes y colgantes de supresión temprana-respuesta rápida, cada uno de los cuales se muestra y describe en su respectiva hoja de datos. Además, el modelo de sistema de rociadores secos puede incorporar un suministro de agua o "porción húmeda" 12 del sistema conectado a la porción seca 14 del sistema de rociadores secos 10. La porción húmeda modelada 12 puede incluir los dispositivos de una válvula de control de agua primaria, dispositivos que impiden el reflujo, bombas contra incendios, válvulas y tuberías asociadas. El sistema de rociadores secos puede además configurarse como un sistema sólo de techo tipo árbol o tipo árbol con bucle.

El modelo del sistema de rociadores secos puede simular la formación del área de funcionamiento del rociador 26 al simular un conjunto de rociadores activados para un efecto de rodear y ahogar. Las activaciones de rociadores pueden estar secuenciadas según los parámetros definidos por el usuario, tal y como, por ejemplo, una secuencia que sigue el perfil predicho de activación de rociadores. El modelo puede además incorporar el período de demora de entrega de fluido al simular el fluido y gas que viaja a través del sistema 10 y que sale de los rociadores activados que definen el área de diseño hidráulico preferida 25. Los tiempos de entrega de fluido modelados pueden compararse con los períodos de demora de entrega de fluido obligatorios especificados, y el sistema se puede ajustar en consecuencia, de forma tal que los tiempos de entrega de fluido cumplan con el período de demora de entrega de fluido obligatorio. Se puede construir un sistema de rociadores secos real 10 a partir de un sistema modelado 10 apropiadamente y que cumpla con los requisitos.

En la Figura 18A, la Figura 18B y la Figura 18C se representa un sistema de protección contra incendios de tubería seca preferido 10' diseñado según la metodología de diseño preferida descrita antes. El sistema 10' está preferiblemente configurado para la protección de una ocupación para almacenamiento. El sistema 10' incluye múltiples rociadores 20' dispuestos sobre un área de protección y debajo de un techo. Dentro del área de almacenamiento hay al menos una estantería 50 de una mercancía almacenada. Preferiblemente, la mercancía está categorizada según las clases de mercancía de la norma NFPA-13: Clase I, Clase II, Clase III y Clase IV y/o plásticos de Grupo A, Grupo B y Grupo C. La estantería 50 está ubicada entre el área de protección y los múltiples rociadores 20'. El sistema 10' incluye una red de tuberías 24' que está configurada para suministrar agua a los múltiples rociadores 20'. La red de tuberías 24' está preferiblemente diseñada para entregar agua al área de diseño hidráulico 25'. El área de diseño 25' está configurada para incluir el rociador hidráulicamente más remoto de los múltiples rociadores 20'. La red de tuberías 24' está preferiblemente rellena con un gas hasta que se activa al menos uno de los rociadores 20' o se acciona una válvula de control primaria. Según con la metodología de diseño descrita antes, el área de diseño preferiblemente corresponde a las áreas de diseño provistas en la norma NFPA-13 para los sistemas de rociadores húmedos. Más preferiblemente, el área de diseño es equivalente a 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados). En una realización alternativa, el área de diseño es menor que el área de diseño provista en la norma NFPA-13 para sistemas de rociadores húmedos.

De manera alternativa, en contraposición a construir un nuevo sistema de rociadores para emplear un efecto de rodear y ahogar, los sistemas de rociadores húmedos y secos existentes se pueden reajustar para utilizar un área de funcionamiento de rociadores con el fin de proteger una ocupación para almacenamiento con un efecto de rodear y ahogar. Para sistemas húmedos existentes, se puede lograr una conversión al sistema deseado para un efecto de rodear y ahogar convirtiendo el sistema a un sistema seco, mediante la incorporación de una válvula de control de agua primaria y los componentes necesarios para garantizar que se logre un período de demora de entrega de fluido obligatorio hacia el rociador hidráulicamente más remoto. Debido a que los inventores han descubierto que el área de diseño hidráulico en la realización preferida del sistema de rociadores de rodear y ahogar puede ser equivalente al área de diseño hidráulico de un sistema húmedo diseñado según la norma NFPA-13, los expertos en la técnica

pueden fácilmente aplicar las enseñanzas de la técnica de rodear y ahogar a los sistemas húmedos existentes. Por lo tanto, los solicitantes han ofrecido un método económicamente realista para convertir los sistemas de rociadores húmedos existentes en sistemas de rociadores secos preferidos.

5 Además, los expertos pueden beneficiarse de la descarga hidráulica reducida del área de funcionamiento de rociadores preferida en un sistema de rodear y ahogar para modificar los sistemas secos existentes, con el fin de producir el mismo área de funcionamiento capaz de rodear y ahogar un incendio. En particular, componentes, tal y como, por ejemplo, acumuladores o aceleradores se pueden agregar a sistemas de rociadores secos existentes para garantizar que el rociador hidráulicamente más remoto en el sistema experimente una demora de entrega de fluido obligatoria ante la activación de los rociadores. Los inventores creen que un sistema de rociadores húmedo o seco existentes configurado para controlar un incendio con un efecto de rodear y ahogar puede eliminar o, de otra manera, minimizar las desventajas económicas de los sistemas de rociadores actuales. Al controlar los incendios con una configuración de rodear y ahogar, se evitan descargas de agua innecesarias. Además, los inventores creen que la protección contra incendios ofrecida por el área de funcionamiento rociadores preferida puede proveer una mejor protección contra incendios que los sistemas existentes.

15 En vista de que los inventores descubrieron un sistema que emplea una configuración de rodear y ahogar para controlar un incendio y que, además, los inventores han desarrollado metodologías para implementar tal sistema, ahora hay diversos sistemas, subsistemas y procesos para ofrecer componentes, sistemas, abordajes de diseño y aplicaciones de protección contra incendios, preferiblemente para ocupaciones para almacenamiento, para una o más partes, tal y como, intermediarios o usuarios finales, por ejemplo, fabricantes de productos de protección contra incendios, proveedores, contratistas, instaladores, dueños de edificios y/o arrendatarios. Por ejemplo, se puede ofrecer un proceso para un método de sistema de protección contra incendios sólo de techo seco que utiliza un efecto de rodear y ahogar. De manera adicional o alternativa, se puede ofrecer un rociador calificado para utilizar en un sistema tal. Se puede ofrecer además un sistema de protección contra incendios sólo de techo completo que utiliza el efecto de rodear y ahogar y su abordaje de diseño. Se pueden además realizar sistemas de protección contra incendios y sus metodologías que utilizan un efecto de rodear y ahogar para aplicaciones de diseño e interempresariales para productos y servicios de protección contra incendios.

En un aspecto ilustrativo de ofrecer un dispositivo y método de protección contra incendios, preferiblemente, se obtiene un rociador para utilizar sólo en techos, preferiblemente en un sistema de protección contra incendios seco para la protección de una ocupación para almacenamiento. Más específicamente, se obtiene preferiblemente un rociador 20 calificado para utilizar en un sistema de protección contra incendios sólo de techo seco para una ocupación para almacenamiento 70 sobre un intervalo de alturas de techo H1 disponibles para la protección de una mercancía almacenada 50 que presenta un intervalo de clasificaciones y un intervalo de alturas de almacenamiento H2. Más preferiblemente, el rociador 20 debe estar listado por una organización y aprobado por una autoridad con jurisdicción, tal y como, por ejemplo, la norma NFPA o UL para utilizarlo en un sistema de protección contra incendios sólo de techo seco para la protección de, por ejemplo, cualquier mercancía de Clase I, II, III, y IV, dentro de intervalos de altura de almacenamiento de aproximadamente 6,1 m a aproximadamente 12,2 m (aproximadamente veinte pies a aproximadamente cuarenta pies) o, de manera alternativa, mercancías de plástico de Grupo A que presentan una altura de almacenamiento de aproximadamente 6,1 m (veinte pies). Incluso más preferiblemente, el rociador 20 está calificado para utilizar en un sistema de protección contra incendios sólo de techo seco, tal y como el sistema de rociadores 10 descrito antes, configurado para controlar una situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar.

Obtener el rociador preferiblemente listado puede incluir específicamente diseñar, fabricar y/o adquirir el rociador 20 para utilizar en un sistema de protección contra incendios sólo de techo seco 10. Diseñar o fabricar el rociador 20 incluye, tal y como se observa, por ejemplo en las Figuras 15 y 16, un rociador preferido 320 que presenta un cuerpo de rociador 322 con una entrada 324, una salida 326 y un paso 328 entre ambos para definir un factor K de once (11) o mayor y, más preferiblemente, de aproximadamente diecisiete e, incluso más preferiblemente, de aproximadamente 16,8. El rociador preferido 320 está preferiblemente configurado como un rociador montante, aunque también son posibles otras configuraciones de instalación. Un conjunto de cierre 332 está preferiblemente dispuesto dentro de la salida 326, que presenta un miembro de placa 332a y un miembro de tapón 332b. Se provee una realización del rociador preferido 320, tal y como el rociador ULTRA K17 comercializado por Tyco Fire & Building Products, tal y como se muestra y describe en la hoja de datos TFP331.

El conjunto de cierre 332 se sostiene en su lugar preferiblemente mediante un conjunto de disparo clasificado térmicamente 330. El conjunto de disparo 330 está preferiblemente clasificado térmicamente en aproximadamente 414°K (286°F), de tal manera que, ante la presencia de dicha temperatura, el conjunto de disparo 330 se acciona para desplazar el conjunto de cierre 332 de la salida 326, con el fin de permitir la descarga desde el cuerpo de rociador. Preferiblemente, el conjunto de disparo está configurado como un conjunto de disparo tipo ampolla con un Índice de Tiempo de Respuesta de 105 (ms)^{1/2} (190 (pie-seg)^{1/2}). El RTI del rociador puede, de manera alternativa, estar configurado de forma apropiada para ser compatible con la configuración del rociador y con el espaciado entre rociador y rociador del sistema.

El rociador preferido 320 está configurado con una presión de funcionamiento o de descarga diseñada para proveer una distribución de fluido que controle de forma eficaz una situación de incendio. Preferiblemente, la presión de descarga de diseño está dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 MPa a aproximadamente 0,41 MPa (aproximadamente quince libras por pulgada cuadrada a aproximadamente sesenta libras por pulgada cuadrada (15-60 psi)), preferiblemente dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 MPa a aproximadamente 0,31 MPa (aproximadamente quince libras por pulgada cuadrada a aproximadamente cuarenta y cinco libras por pulgada cuadrada (15-45 psi.)), más preferiblemente dentro del intervalo de aproximadamente 0,14 MPa a aproximadamente 0,24 MPa (aproximadamente veinte libras por pulgada cuadrada a aproximadamente treinta y cinco libras por pulgada cuadrada (20-35 psi)), e incluso más preferiblemente, dentro de un intervalo de aproximadamente 0,14 MPa a aproximadamente 0,21 MPa (aproximadamente veintidós libras por pulgada cuadrada a aproximadamente treinta libras por pulgada cuadrada (22 - 30 psi)). El rociador 320 además preferiblemente incluye un conjunto deflector 336 para distribuir fluido sobre un área de protección de una manera que suprima y apague un incendio cuando se utiliza en un sistema de protección sólo de techo seco 10 configurado para tener un efecto de rodear y ahogar.

Otro aspecto preferido del proceso de obtener el rociador 320 puede incluir calificar el rociador para utilizar en un sistema de protección contra incendios sólo de techo seco 10 para una ocupación para almacenamiento, configurado para rodear y ahogar un incendio. Más preferiblemente, el rociador preferido 20 puede someterse a una prueba de incendio de una manera sustancialmente similar a las ocho pruebas de incendio de ejemplo descritas anteriormente. En consecuencia, el rociador 320 puede estar situado en un sistema de rociadores de planta de prueba que presenta una ocupación para almacenamiento con una altura de techo encima de una mercancía de prueba a una altura de almacenamiento. Múltiples rociadores 320 están preferiblemente dispuestos dentro de un sistema de parrilla de rociadores suspendidos desde el techo de la ocupación para almacenamiento para definir una altura del deflector al techo del rociador y, además, definir una altura de espacio libre entre el rociador y la mercancía. En cualquier prueba de incendio determinada, la mercancía se enciende de tal manera que se inicie el crecimiento de la llama y de que inicialmente se activen por acción de la temperatura uno o más rociadores. La entrega de fluido se demora durante un período de demora diseñado a uno o más rociadores accionados inicialmente por temperatura, para permitir que el accionamiento térmico de un conjunto de rociadores posteriores formen un área de funcionamiento de rociadores a una presión de funcionamiento o de descarga de rociadores diseñada capaz de suprimir y apagar la prueba de incendio.

El rociador 320 está preferiblemente calificado para utilizarse en un sistema de rociadores sólo de techo seco para una variedad de clasificaciones de mercancías y alturas de almacenamiento. Por ejemplo, el rociador 320 se somete a una prueba de incendio para cualquier de las mercancías de Clase I, II, III, o IV o plásticos de Grupo A, Grupo B, o Grupo C para una variedad de alturas de almacenamiento, preferiblemente dentro del intervalo de (6,1 m y 12,2 m (veinte pies y cuarenta pies (20-40 pies))). El sistema de rociadores de planta de prueba puede estar dispuesto y sometido a una prueba de incendio a alturas de techo variables, preferiblemente, dentro del intervalo de 7,6 m y 13,7 m (veinticinco pies a aproximadamente cuarenta y cinco pies (25-45 pies)), con el propósito de definir intervalos de espacios libres entre el rociador y el almacenamiento. En consecuencia, el rociador 320 puede someterse a una prueba de incendio dentro del sistema de rociadores de planta de prueba a varias alturas de techo, para una variedad de mercancías, varias configuraciones de almacenamiento y alturas de almacenamiento, de tal manera que el rociador califique para utilizarse en sistemas de protección contra incendios sólo de techo para diferentes variantes probadas de altura de techo, clasificaciones de mercancías, configuraciones de almacenamiento y altura de almacenamiento, y combinaciones de las mismas. En vez de probar o calificar un rociador 320 para una variedad de configuraciones de ocupación para almacenamiento y mercancías almacenadas, el rociador 320 se puede probar y calificar para un único parámetro, tal y como, un período de demora de entrega de fluido preferido para una altura de almacenamiento y una altura de techo determinadas.

Más preferiblemente, el rociador 320 puede estar calificado de manera tal que esté "listado", lo cual la norma NFPA 13 define en la Sección 3.2.3 (2002) como equipo, material o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptada por la autoridad que tiene jurisdicción y encargada de evaluar productos o servicios, y cuya lista declara que tanto el equipo, material o servicio cumple con los estándares designados apropiados o ha sido probada y ha resultado ser apropiada para un fin específico. Por lo tanto, una organización que establece listados, tal y como, por ejemplo, Underwriters Laboratories, Inc., preferiblemente incluye en el listado al rociador 320 para utilizarlo en un sistema de protección contra incendios sólo de techo seco de una ocupación para almacenamiento, dentro del intervalo de clasificaciones de mercancías, alturas de almacenamiento, alturas de techo, y espacios libres entre rociador y deflector evaluados. Asimismo, el listado establecería que el rociador 320 está aprobado o calificado para utilizarse en un sistema de protección contra incendios sólo de techo seco para una variedad de clasificaciones de mercancías y configuraciones de almacenamiento a aquellas alturas de techo y alturas de almacenamiento que están dentro de los valores evaluados.

En un aspecto de los sistemas y métodos de protección contra incendios, un rociador preferido, tal y como, por ejemplo, el rociador calificado previamente descrito 320, puede realizarse, obtenerse y/o embalsarse en un sistema de protección contra incendios sólo de techo preferido 500 para su uso en la protección contra incendios de una ocupación para almacenamiento. Tal y como se observa, por ejemplo, en la Figura 17, se muestra de manera

esquemática, el sistema 500 para la protección sólo de techo de un ocupación para almacenamiento, con el fin de controlar una situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar. Preferiblemente, el sistema 500 incluye un conjunto de tuberías verticales 502 para otorgar una comunicación controlada entre un fluido o porción húmeda 512, el sistema 500 y, preferiblemente, la porción seca del sistema 514.

- 5 El conjunto de tuberías verticales 502 preferiblemente incluye una válvula de control 504 para controlar la entrega de fluido entre la porción húmeda 512 y la porción seca 514. Más específicamente, la válvula de control 504 incluye una entrada para recibir el fluido contra incendios de la porción húmeda 512 y, además, incluye una salida para la descarga del fluido. Preferiblemente, la válvula de control 504 es una válvula de diluvio accionada mediante solenoide 505, pero se pueden utilizar otros tipos de válvulas de control, tal y como, por ejemplo, válvulas de control cerradas de forma mecánica o eléctrica. Además dentro de la alternativa, la válvula de control 504 puede ser una
10 válvula de control de relación aire/agua, por ejemplo, tal y como se muestra y describe en la patente de Estados Unidos nº 6.557.645. Un tipo de válvula de control preferida es el MODELO DV-5 de válvula de diluvio comercializada por Tyco Fire & Building Products, representada y descrita en la hoja de datos *Tyco TFP1305, titulada, Model DV-5 Deluge Valve, Diaphragm Style, 1-1/2 thru 8 Inch (DN40 thru DN200, 250 psi (17.2 bar) Vertical or Horizontal Installation* (marzo 2006), que se incorpora a la presente memoria en su totalidad como referencia. Una
15 válvula de retención está preferiblemente dispuesta adyacente a la salida de la válvula de control para otorgar un área o cámara intermedia abierta a la presión atmosférica. Para aislar la válvula de diluvio 504, el conjunto de tuberías verticales además incluye, preferiblemente, dos válvulas aisladoras dispuestas respecto de la válvula de diluvio 504. En las patentes de Estados Unidos nº 6.095.484 y 7.059.578 y la solicitud de patente de Estados Unidos nº 11/450.891 muestran y describen otras válvulas de control de diafragma 504 que se pueden utilizar en el conjunto de tuberías verticales 502.

En una configuración alternativa, el conjunto de tuberías verticales o válvula de control 504 puede incluir una válvula de control estilo diafragma, modificada de manera tal que incluya una cámara separada, es decir, una cámara neutral, para definir un asiento de aire o gas con el fin de eliminar así la necesidad de la válvula de retención separada. La Figura 21 muestra una realización ilustrativa de una válvula de control 710 preferida. La válvula 710 incluye un cuerpo de válvula 712 a través del cual el fluido puede fluir de una manera controlada. Más específicamente, la válvula de control 710 ofrece una válvula de control hidráulica tipo diafragma para, preferiblemente, controlar la liberación y mezcla de un primer volumen de fluido que presenta una primera presión de fluido, tal y como, una tubería principal de agua, con un segundo volumen de fluido a una segunda presión de fluido, tal y como, por ejemplo, gas comprimido contenido en una red de tuberías. En consecuencia, la válvula de control
25 710 puede ofrecer un control de fluido entre líquidos, gases, o una combinación de los mismos.

El cuerpo de válvula 712 está preferiblemente compuesto por dos partes: (i) una porción de cubierta 712a y (ii) una porción de cuerpo inferior 712b. En la presente memoria, se utiliza "cuerpo inferior" en referencia a una porción del cuerpo de válvula 712 acoplada a la porción de cubierta 712a cuando la válvula de control está completamente ensamblada. Preferiblemente, el cuerpo de válvula 712 y, más específicamente, la porción de cuerpo inferior 712b incluye una entrada 714 y una salida 716.
35

El cuerpo de válvula 712 también incluye un drenaje 718 para desviar el primer fluido que entra a la válvula 710 a través de la entrada 714 hacia afuera del cuerpo de válvula. El cuerpo de válvula 712 además preferiblemente incluye una apertura de entrada 720 para introducir el segundo fluido en el cuerpo 712 para descargarlo fuera de la salida 716. La válvula de control 710 también incluye un puerto 722. El puerto 722 puede ofrecer los medios para un sistema de alarma con el fin de controlar la válvula en caso de cualquier comunicación de fluido no deseada desde y/o entre la entrada 714 y la salida 716. Por ejemplo, el puerto 722 se puede utilizar para ofrecer un puerto de alarma para la válvula 710, de tal manera que se pueda alertar a las personas de cualquier fuga de gas o líquido del cuerpo de válvula 712. En particular, el puerto 722 puede estar acoplado a un medidor de flujo y a una disposición de alarma para detectar la fuga de fluido o gas en el cuerpo de válvula. El puerto 722 está preferiblemente abierto a la atmósfera y en comunicación con una cámara intermedia 724d, dispuesta entre la entrada 714 y la salida 716.
40 45

Cada cubierta 712a y el cuerpo inferior 712b incluyen una superficie interna, de tal manera que, cuando la cubierta y la porción de cuerpo inferior 712a, 712b se unen entre sí, las superficies internas además definen una cámara 724. La cámara 724, estando en comunicación con la entrada 714 y la salida 716, además define un paso a través del cual puede fluir un fluido, tal y como, agua. Dispuesto dentro de la cámara 724 hay un miembro elastomérico preferiblemente flexible 800, para controlar el flujo de fluido a través del cuerpo de válvula 712. El miembro elastomérico 800 es más preferiblemente un miembro de diafragma configurado para ofrecer comunicación selectiva entre la entrada 714 y la salida 716. En consecuencia, el diafragma tiene al menos dos posiciones dentro de la cámara 724: (i) una posición inferior casi completamente cerrada o de sellado, y (ii) una posición superior casi o completamente abierta. En la posición inferior casi cerrada o de sellado, el diafragma 800 engancha un miembro de asiento 726 construido o formado como un nervio interno o pestaña media dentro de la superficie interna del cuerpo de válvula 172, sellando así la comunicación entre la entrada 714 y la salida 716. Con el diafragma 800 en la posición cerrada, el diafragma 800 preferiblemente divide la cámara 724 en al menos tres regiones o subcámaras 724a, 724b, y 724c. Más específicamente formado con el miembro de diafragma 800 en la posición cerrada, hay un
50 55

primer suministro de fluido o cámara de entrada 724a en comunicación con la entrada 714, un segundo suministro de fluido o cámara de salida 724b en comunicación con la salida 716, y una cámara de diafragma 724c. La cubierta 712a preferiblemente incluye una apertura central 713 para introducir un fluido compensador en la cámara de diafragma 724c, para empujar y mantener el miembro de diafragma 800 en la posición cerrada.

5 Cuando la válvula de control 800 está funcionando, el fluido compensador se puede liberar de la cámara de diafragma 724c, preferiblemente de una manera controlada, eléctrica o mecánicamente, para empujar el miembro de diafragma 800 hacia la posición completamente abierta o accionada, en la que el miembro de diafragma 800 se separa del miembro de asiento 726, permitiendo así el flujo de fluido entre la entrada 714 y la salida 716. El miembro de diafragma 800 incluye una superficie superior 802 y una superficie inferior 804. Cada una de las áreas de
10 superficie superior e inferior 802, 804 tienen generalmente el tamaño suficiente para sellar la comunicación entre la cámara de entrada y de salida 824a, 824b y la cámara de diafragma 824c. La superficie 802 preferiblemente incluye un elemento de anillo centralizado o interior, y extendiéndose de forma radial a partir de aquel hay uno o más miembros de nervio tangencial 806. Los nervios tangenciales 806 y el anillo interior están preferiblemente configurados para empujar el diafragma 800 hacia la posición de sellado al, por ejemplo, aplicar un fluido compensador a la superficie superior 802 del miembro de diafragma 800. De manera adicional, el diafragma 800, preferiblemente, incluye un elemento de anillo elastomérico exterior 808 para empujar aún más el miembro de diafragma 800 hacia la posición cerrada. La superficie exterior preferiblemente en ángulo, del elemento de anillo flexible 808 se engancha y ofrece contacto a presión con una porción del cuerpo de válvula 712, tal y como, por ejemplo, la superficie interior de la cubierta 712a.

20 En su posición cerrada, la superficie inferior 804 del miembro de diafragma 800 preferiblemente define una porción combada centralizada 810, presentando así, preferiblemente, una superficie sustancialmente convexa y, más preferiblemente, una superficie convexa esférica, respecto del miembro de asiento 726, para sellar las cámaras de entrada y de salida 724a y 724b. La superficie inferior 804 del miembro de diafragma 800 además incluye, preferiblemente, un par de elementos o proyecciones de sellado alargados 814a, 814b para formar un enganche sellado con el miembro de asiento 726 del cuerpo de válvula 712. Los elementos de sellado 814a, 814b está
25 preferiblemente separados para definir un vacío o canal entre ellos. Los elementos de sellado 814a, 814b están configurados para enganchar el miembro de asiento 726 del cuerpo de válvula 712 cuando el diafragma está en la posición cerrada, con el fin de sellar la comunicación entre la entrada 714 y la salida 716 y, más específicamente, para sellar la comunicación entre la cámara de entrada 724a y la cámara de salida 724b. Además, los miembros de sellado 714a, 714b enganchan el miembro de asiento 726, de tal manera que el canal coopere con el miembro de asiento 26 para formar una cámara intermedia 724d de una manera que se describe en mayor detalle a continuación.

Extendiéndose en una dirección desde la entrada hasta la salida, se encuentran los miembros de anclaje o soporte 728a, 728b para sostener el miembro de diafragma 800. El miembro de asiento 726 se extiende perpendicular a la
35 dirección entrada-salida, con el fin de dividir eficazmente la cámara 724 en el cuerpo de válvula inferior 712b en sub-cámaras, preferiblemente separadas y, preferiblemente, de igual tamaño que la cámara de entrada 724a y de la cámara de salida 724b. Asimismo, el alargamiento del miembro de asiento 726 preferiblemente define una superficie curvilínea o arqueada, que presenta una longitud de arco para imitar la superficie convexa de la superficie inferior 804 del diafragma 800. Además, extendiéndose a lo largo de la longitud de arco preferida del miembro de asiento 726, hay un surco construido o formado en la superficie del miembro de asiento 726. El surco secciona la superficie de enganche del miembro de asiento 726 preferiblemente de manera uniforme a lo largo de la longitud del miembro de asiento. Cuando el miembro de diafragma 800 está en la posición cerrada, los miembros de sellado alargados 814a, 814b enganchan la superficie seccionada de los miembros de asiento 726. El enganche de los miembros de sellado 814a, 814b con las superficies de enganche 726a, 726b del miembro de asiento 726 además coloca al canal del diafragma 800 en comunicación con el surco.

El miembro de asiento 726 está preferiblemente formado por un miembro de base central 732, que además separa y, preferiblemente, da un espaciado entre las cámaras de entrada y de salida 724a, 724b, y desvía el fluido en una dirección entre el diafragma 800 y las superficies de enganche del miembro de asiento 726a, 726b. El puerto 722 está preferiblemente construido por uno o más vacíos formados en el miembro base 732. Preferiblemente, el puerto 722 incluye una primera porción cilíndrica 722a en comunicación con una segunda porción cilíndrica 722b, cada una de las cuales se forma en el miembro base 732. El puerto 722 preferiblemente forma una intersección y está en comunicación con el surco del miembro de asiento 726 y en donde, cuando el miembro de diafragma 800 está en la posición cerrada, el puerto 722 está además preferiblemente en comunicación sellada con el canal formado en el miembro de diafragma 800.

55 La comunicación entre el canal de diafragma, el surco de miembro de asiento y el puerto 722 está preferiblemente ligada por enganche sellado de los elementos de sellado 814a, 814b con las superficies de miembro de asiento 726a, 726b, para así definir, preferiblemente, la cuarta cámara intermedia 724d. La cámara intermedia 724d está preferiblemente abierta a la atmósfera, definiendo así, además, un asiento de fluido, preferiblemente, un asiento de aire para separar las cámaras de entrada y de salida 724a, 724b. Ofrecer un asiento de aire entre las cámaras de

5 entrada y de salida 724a, 724b permite que cada una de las cámaras de entrada y de salida se rellene y presuricen, a la vez que evita fallos en el enganche sellado entre el elemento de sellado 814 y el miembro de asiento 726. En consecuencia, la válvula tipo diafragma preferida 710 puede eliminar la necesidad de una válvula de retención corriente abajo. Más específicamente, debido a que el elemento de sellado 814 se acciona mediante una fuerza de fluido en sólo un lado del elemento y, preferiblemente, mediante presión atmosférica en el otro, la presión de fluido en la cámara de diafragma 724c es eficaz para mantener el enganche sellado entre los miembros de sellado 814 y el miembro de asiento 726 durante la presurización de las cámaras de entrada y de salida 724a, 724b.

10 La válvula de control 710 y el conjunto de tuberías verticales 502, con que se conecta, se puede poner en servicio, preferiblemente, poniendo la válvula 710 en la posición cerrada normal y, posteriormente, poniendo la cámara de entrada 724a y la cámara de salida 724b a presión de funcionamiento. En una instalación preferida, la fuente de fluido primaria está inicialmente aislada de la cámara de entrada 724a mediante una válvula de control de cierre, tal y como, por ejemplo, una válvula de control manual colocada corriente arriba de la entrada 714. La fuente de fluido secundaria está inicial y preferiblemente aislada de la cámara de salida 724b, mediante una válvula de control de cierre colocada corriente arriba de la apertura de entrada 720. Un fluido compensador, tal y como, agua de la fuente de fluido primaria, se introduce, preferiblemente, en la cámara de diafragma 724c, a través de la apertura central 713 en la cubierta 712a. El fluido se introduce continuamente en la cámara 724c hasta que el fluido ejerce suficiente presión $P1$ para llevar el miembro de diafragma 800 a la posición cerrada en la que la superficie inferior 804 engancha el miembro de asiento 726, y los elementos de sellado 814a, 814b forman un enganche sellado respecto del miembro de asiento 726.

20 Con el miembro de diafragma 800 en la posición cerrada, los fluidos primarios y secundarios pueden presurizar las cámaras de entrada y de salida 724a, 724b, respectivamente. Más específicamente, la válvula de cierre que aísla el fluido primario se puede abrir, de tal manera que se introduzca fluido a través de la entrada 14 y hacia la cámara de entrada 724a para conseguir, preferiblemente, una presión estática $P2$. La válvula de cierre que aísla el gas comprimido se puede abrir para introducir un fluido secundario a través de la apertura de entrada 720 para presurizar la cámara de salida 724b, y el sistema usualmente cerrado acoplado a la salida 716 de la válvula de control 710 para conseguir una presión estática $P3$.

30 La presencia de la cámara intermedia 724d que separa la cámara de entrada y de salida 724a, 724b, y que normalmente está abierta a la atmósfera, mantiene la presión de fluido primaria $P2$ en un lado del miembro de sellado 814a y la presión de fluido secundario $P3$ en un lado del otro miembro de sellado 814b. Por lo tanto, el miembro de diafragma 800 y sus miembros de sellado 814a, 814b están configurados para mantener el enganche sellado con el miembro de asiento 726 bajo la influencia de la presión de cámara de diafragma $P1$. En consecuencia, las áreas de superficie de diafragma superior e inferior están preferiblemente dimensionadas de tal manera que la presión $P1$ sea lo suficientemente fuerte para otorgar una fuerza de cierre en la superficie superior del miembro de diafragma 800, con el fin de superar las presiones de fluido primaria y secundaria $P2$, $P3$ que empujan al miembro de diafragma 800 hacia la posición abierta. Sin embargo, preferiblemente, la relación de la presión de diafragma a tanto la presión de fluido primaria $P1:P2$ o la presión de fluido secundaria $P1:P3$ se minimiza de manera tal que la válvula 710 mantiene una respuesta de apertura rápida, es decir, una relación de trayecto baja, para liberar el fluido desde la cámara de entrada cuando fuese necesario. Más preferiblemente, cada 6,9 kPa (1 psi.) de presión de diafragma $P1$ es al menos eficaz para sellar aproximadamente 8,9 kPa (1,2 psi) de presión de fluido primaria $P2$.

40 La porción seca 514 del sistema 500 preferiblemente incluye una red de tuberías que presenta una tubería principal y una o más tuberías ramales, que se extienden desde la tubería principal para disponer encima de una mercancía almacenada. La porción 514 del sistema 500 además se mantiene preferiblemente en su estado seco mediante una fuente de aire presurizado 516 acoplada a la porción seca 514. Separados a lo largo de las tuberías ramales se encuentran los rociadores calificados para protección sólo de techo en la ocupación para almacenamiento, tal y como, por ejemplo, el rociador preferido 320. Preferiblemente, la red de tuberías y rociadores está dispuesta encima de la mercancía para definir un espacio libre mínimo entre rociador y almacenamiento y, más preferiblemente, un espacio libre entre deflector y almacenamiento de aproximadamente 0,91 m (treinta y seis pulgadas). En donde los rociadores 320 son rociadores montantes, los rociadores 320 están preferiblemente montados respecto del techo de tal manera que los rociadores definan una distancia entre el deflector y el techo de aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 pulgadas)). De manera alternativa, la distancia entre deflector y techo se puede basar en espaciados entre deflector y techo conocidos, tal y como, rociadores de gota grande como los comercializados por Tyco Fire & Building Products.

55 La porción seca 514 puede incluir una o más tuberías transversales para definir ya sea una configuración tipo árbol o, más preferiblemente, una configuración tipo bucle. La porción seca está preferiblemente configurada con un área de diseño hidráulico compuesta por aproximadamente veinticinco rociadores. En consecuencia, los inventores han descubierto un área de diseño hidráulico para un sistema de rociadores sólo de techo. El espaciado entre rociador y rociador puede estar dentro del intervalo de un mínimo de aproximadamente 2,4 m (ocho pies) a un máximo de aproximadamente 3,7 m (12 pies) para una construcción sin obstrucciones y, más preferiblemente, de aproximadamente 3,0 m (diez pies) para una construcción con obstrucciones. En consecuencia, la porción seca 514

se puede configurar con un área de diseño hidráulica menor que la de los sistemas de protección contra incendios secos actuales especificados en la norma NFPA 13 (2002). Preferiblemente, la porción seca 514 está configurada para definir un área de cobertura por rociador dentro del intervalo de aproximadamente 7,4 metros cuadrados (ochenta pies cuadrados (80 pies²)) a aproximadamente 9,3 metros cuadrados (cien pies cuadrados (100 pies²)).

5 Tal y como se describe antes, se cree que el efecto de rodear y ahogar depende del período de demora de entrega de fluido, diseñado o controlado, posterior a una o más de una activación inicialmente térmica de rociadores, para permitir que una situación de incendio crezca y además accione por temperatura rociadores adicionales para formar un área de funcionamiento de rociadores con el fin de suprimir y apagar la situación de incendio. La entrega de fluido desde la porción húmeda 512 a la porción seca 514 se controla mediante el accionamiento de la válvula de control 506. Para controlar el accionamiento de la válvula de control, el sistema 500 preferiblemente incluye un panel de control de liberación 518 para poner en acción la válvula solenoide 505 para hacer funcionar la válvula solenoide. De manera alternativa, la válvula de control se puede controlar, cablear o, de otra forma, configurar de manera tal que la válvula de control esté normalmente cerrada por una válvula solenoide activada y, en consecuencia, abierta mediante el accionamiento de una señal de desactivación a la válvula solenoide. El sistema 500 puede configurarse como un sistema de acción previa seco y, más preferiblemente, como un sistema de acción previa de enclavamiento doble basado, en parte, en una detección de una caída en la presión del aire en la porción seca 514. Para garantizar que la válvula solenoide 505 esté activada de forma apropiada ante una pérdida de presión, el sistema 500 además incluye, preferiblemente, un dispositivo acelerador 517 para reducir el tiempo de funcionamiento de la válvula de control en el sistema de acción previa. El dispositivo acelerador 517 está preferiblemente configurado para detectar una pequeña tasa de descenso en la presión del aire de la porción seca 514 para enviar una señal al panel de liberación 518 con el fin de que active la válvula solenoide 505. Además, el dispositivo acelerador 517 puede ser un dispositivo programable para programar y efectuar un periodo de demora de entrega de fluido mínimo adecuado. Una realización preferida del dispositivo acelerador es el Modelo de Acelerador Electrónico QRS comercializado por Tyco Fire & Building Products, tal y como se muestra y describe en la hoja de datos de Tyco TFP1100 titulada *Model QRS Electronic Accelerator (Quick Opening Device) For Dry Pipe or Preaction Systems* (Mayo 2006). Se pueden utilizar otros dispositivos aceleradores siempre que el dispositivo acelerador sea compatible con la fuente presurizada y/o con el panel de control de liberación, si se utilizase.

En los casos en que el sistema 500 está preferiblemente configurado como un sistema de acción previa de enclavamiento doble, el panel de control de liberación 518 puede estar configurado para comunicarse con uno o más detectores de incendio 520 para enclavar el panel 518 con el fin de activar la válvula solenoide 505 y así accionar la válvula de control 504. En consecuencia, uno o más detectores de incendio 520 están preferiblemente espaciados de los rociadores 320 a lo largo de la ocupación para almacenamiento, de tal manera que los detectores de incendio funcionen antes que los rociadores en caso de un incendio. Los detectores 520 pueden ser tanto de humo, de calor o de cualquier otro tipo capaz de detectar la presencia de fuego, siempre que el detector 520 puede generar una señal para que el panel de control de liberación 518 la utilice para activar la válvula solenoide con el fin de hacer funcionar la válvula de control 504. El sistema puede incluir estaciones manuales adicionales de empuje mecánico o eléctrico 522, 524, capaces de establecer las condiciones en el panel 518 para accionar la válvula solenoide 505 y hacer funcionar la válvula de control 504 con el fin de entregar el fluido. En consecuencia, el panel de control 518 está configurado como un dispositivo capaz de recibir información, datos o señales del sensor respecto del sistema 500 y/o de la ocupación para almacenamiento, que procesa mediante relés, lógica de control, una unidad de procesamiento de control u otro módulo de control para enviar una señal accionadora para hacer funcionar la válvula de control 504, tal y como, por ejemplo, activar la válvula solenoide 505.

En cuanto a ofrecer un rociador preferido para utilizar en un sistema de protección contra incendios seco sólo de techo o, de manera alternativa, ofrecer el propio sistema, el dispositivo, sistema o método de uso preferido además ofrece criterios de diseño para configurar el rociador y/o sistemas para realizar un área de funcionamiento de rociadores que tenga una configuración de rodear y ahogar para controlar una situación de incendio en una ocupación para almacenamiento. Un sistema de rociadores secos sólo de techo configurado para controlar una situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar, tal y como, por ejemplo, el sistema 500 descrito antes incluye una disposición de rociadores respecto de un conjunto de tuberías verticales para definir uno o más rociadores hidráulicamente más remoto o demandante 521, y además define uno o más rociadores hidráulicamente más cercano o menos demandante 523. Preferiblemente, los criterios de diseño ofrecen períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos para que el sistema esté ubicado respectivamente en los rociadores hidráulicamente más remotos 521 y en los rociadores hidráulicamente más cercanos 523. Los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimo diseñados están configurados para garantizar que cada rociador en el sistema 500 tenga un período de demora de entrega de fluido diseñado dentro de los períodos de demora de entrega de fluido máximo y mínimo, como para permitir que el fuego crezca ante la presencia de una situación de incendio para accionar por temperatura una cantidad suficiente de rociadores, con el fin de formar un área de funcionamiento de rociadores para controlar la situación de incendio.

Debido a que el sistema de protección contra incendios sólo de techo seco está preferiblemente configurado de forma hidráulica con un área de diseño hidráulico y una presión de funcionamiento diseñada para una ocupación

5 para almacenamiento, una clasificación de mercancía y una altura de almacenamiento determinadas, los períodos de demora de entrega de fluido máximos y mínimos son preferiblemente funciones de la configuración hidráulica, la altura de techo de la ocupación, y la altura de almacenamiento. Además, o de manera alternativa, los períodos de demora de entrega máximos y mínimos pueden además estar configurados como una función de la configuración de almacenamiento, el espacio libre entre rociador y almacenamiento y/o la distancia entre rociador y techo.

10 Es posible realizar los criterios de diseño del tiempo de entrega de fluido máximo y mínimo en una base de datos, tabla de datos y/o tabla de consulta. Por ejemplo, a continuación se ofrecen tablas de diseño de entrega de fluido generadas para mercancías de Clase II y Clase III a diferentes alturas de almacenamiento y de techo para presiones de diseño y áreas de diseño hidráulico determinadas. Se pueden configurar tablas de datos configuradas de manera sustancialmente similar para otras clases de mercancías.

ES 2 599 577 T3

Tabla de período de demora de entrega de fluido diseñado - Clase II

						apertura SECUENCIAL PARA UN PERÍODO DE DEMORA DE ENTREGA DE FLUIDO MÍNIMO (SEG.)			
ALT. DE ALMACENAMIENTO (PIES) /ALT. DE TECHO M (PIES)	PRESIÓN DE DISEÑO MPa (PSI)	ÁREA DE DISEÑO HID. DE ROCIADORES)	DE (Nº)	PERÍODO DE ENTREGA DE FLUÍDO MÁX. (SEG)	PERÍODO DE ENTREGA DE FLUID MÍN. (SEG)	1 ^{ero}	2 ^{do}	3 ^{ro}	4 ^{to}
6,1/9,1 (20/30)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	10
7,6/9,1 (25/30)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	9
6,1/10,7 (20/35)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	10
7,6/10,7 (25/35)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	10
9,1/10,7 (30/35)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	9
6,1/12,2 (20/40)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	10
7,6/12,2 (25/40)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	10
9,1/12,2 (30/40)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	10
10,7/12,2 (35/40)	0,14 (22)	25		30	9	0	3	6	9
6,1/13,7 (20/45)	0,21 (30)	25		25	9	0	3	6	10
7,6/13,7 (25/45)	0,21 (30)	25		25	9	0	3	6	10
9,1/13,7 (30/45)	0,21 (30)	25		25	9	0	3	6	10
10,7/13,7 (35/45)	0,21 (30)	25		25	9	0	3	6	10
12,2/13,7 (40/45)	0,21 (30)	25		25	9	0	3	6	9

ES 2 599 577 T3

Tabla de período de demora de entrega de fluido diseñado - Clase III

						apertura SECUENCIAL PARA UN PERÍODO DE DEMORA DE ENTREGA DE FLUIDO MÍNIMO (SEG.)			
ALT. DE ALMACENAMIENTO M (PIES)/ALT. DE TECHO M (PIES)	PRESIÓN DE DISEÑO MPa (PSI)	ÁREA DE DISEÑO HID. (Nº DE ROCIADORES)	PERÍODO DE ENTREGA DE FLUÍDO MÁX. (SEG)	PERÍODO DE ENTREGA DE FLUIDO MÍN. (SEG)	1 ^{ero}	2 ^{do}	3 ^{ro}	4 ^{to}	
6,1/9,1 (20/30)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
7,6/9,1 (25/30)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
6,1/10,7 (20/35)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
7,6/10,7 (25/35)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
9,1/10,7 (30/35)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
6,1/12,2 (20/40)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
7,6/12,2 (25/40)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
9,1/12,2 (30/40)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
10,7/12,2 (35/40)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
6,1/13,7 (20/45)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
7,6/13,7 (25/45)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
9,1/13,7 (30/45)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
10,7/13,7 (35/45)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	
12,2/13,7 (40/45)	0,21 (30)	25	25	8	0	3	5	7	

Las tablas anteriores preferiblemente, ofrecen el período de demora de entrega de fluido máximo para uno o más rociadores hidráulicamente remotos 521 en un sistema 500. Más preferiblemente, la tabla de datos está configurada de tal manera que el período de demora de entrega de fluido máximo está diseñado para aplicarse a los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos. Incluso más preferiblemente, la tabla está configurada para verificar de forma iterativa que la entrega de fluido está demorada de manera apropiada en el momento del funcionamiento del rociador. Por ejemplo, cuando se ejecuta una simulación del funcionamiento del sistema, los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos están secuenciados y, se verifica la falta de descarga de fluido y, más específicamente, la falta de descarga de fluido a la presión de diseño en el momento del accionamiento del rociador. Por lo tanto, la simulación por ordenador puede verificar que la descarga de fluido a presión de funcionamiento diseñada no se realice en el primer rociador hidráulicamente más remoto en el segundo cero, que la descarga de fluido a la presión de funcionamiento diseñada no se realice en el segundo rociador hidráulicamente más cercano tres segundos después, que la descarga de fluido a la presión de funcionamiento diseñada no se realice en el tercer rociador hidráulicamente más remoto entre cinco y seis segundos después del primer accionamiento, dependiendo de la clase de mercancía, y que la descarga de fluido a la presión de funcionamiento diseñada no se realice en el

cuarto rociador hidráulicamente más remoto entre siete y ocho segundos después del accionamiento del primer rociador, dependiendo de la clase de mercancía. Más preferiblemente, la simulación verifica que no se descargue fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde ninguno de los cuatro rociadores más remotos antes o en el momento de la activación del cuarto rociador hidráulicamente más remoto.

5 El período de entrega de fluido mínimo preferiblemente presenta el período de demora de entrega de fluido mínimo a los cuatro rociadores críticos hidráulicamente más cercanos al conjunto de tuberías verticales. La tabla de datos, además, presenta los cuatro tiempos de entrega de fluido mínimos a los respectivos cuatro rociadores hidráulicamente más cercanos. Más preferiblemente, la tabla de datos presenta una secuencia de funcionamiento de rociadores para simular el funcionamiento del sistema y verificar que el flujo de fluido se demora de forma apropiada, es decir, que el fluido no está presente o al menos no se descarga a la presión de funcionamiento diseñada en el primer rociador hidráulicamente más cercano en el segundo cero, que el fluido no se descarga a la presión de funcionamiento diseñada en el segundo rociador hidráulicamente más cercano a los tres segundos de la activación del primer rociador, que el fluido no se descarga a la presión de funcionamiento diseñada a los tres segundos de la activación del primer rociador, que el fluido no se descarga a la presión de funcionamiento diseñada en el tercer rociador hidráulicamente más cercano a los cinco o seis segundos después de la activación del primer rociador, dependiendo de la clase de la mercancía, y que el fluido no se descarga a la presión de funcionamiento del cuarto rociador hidráulicamente más cercano entre los siete y ocho segundos después de la activación del primer rociador, dependiendo de la clase de mercancía,. Más preferiblemente, la simulación verifica que no se descargue fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde ninguno de los cuatro rociadores más cercanos antes o en el momento de la activación del cuarto rociador hidráulicamente más cercano.

En la realización preferida de la tabla de datos, los períodos de demora de entrega de fluido mínimos y máximos son preferiblemente una función de espacio libre entre rociador y almacenamiento. Las realizaciones de la tabla de datos y el sistema que se muestra y describe en la hoja de datos de producto TFP370 comercializado por Tyco Fire & Building Products titulado, *QUELL™ Systems: Preaction and Dry Pipe Alternatives For Eliminating In-Rack Sprinklers* (Agosto, 2006 Rev. A). En la Figura 17A se muestra un diagrama de flujo preferido de un método de funcionamiento de un sistema preferido, configurado para controlar una situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar.

En consecuencia, una tabla de datos incluye una primera matriz de datos que caracteriza la ocupación para almacenamiento, una segunda matriz de datos que caracteriza un rociador, una tercera matriz de datos que identifica un área de diseño hidráulico como una función de la primera y segunda matriz de datos, y una cuarta matriz de datos que identifica un período de demora de entrega de fluido máximo y un período de demora de entrega de fluido mínimo, siendo cada uno una función de la primera, segunda y tercer matriz de datos. La tabla de datos puede estar configurada como una tabla de consulta en la que cualquiera de la primera, segunda y tercer matriz de datos determine la cuarta matriz de datos. De manera alternativa, la base de datos puede simplificarse para tener un único período de demora de entrega de fluido máximo especificado, que se incorporará a un sistema de rociadores secos sólo de techo para controlar un incendio en una ocupación para almacenamiento con un área de funcionamiento de rociadores con una configuración para rodear y ahogar la situación de incendio para un determinada altura de techo, altura de almacenamiento y/o clasificación de mercancía. La base de datos simplificada preferida puede estar realizada en una hoja de datos para un rociador, que ofrece un período de demora de entrega de fluido único que ofrece una cobertura de protección contra incendios de rodear y ahogar para una o más clasificaciones de mercancía y configuraciones de almacenamiento almacenadas en una ocupación que tiene una altura de techo máxima definida hasta una altura de almacenamiento máxima definida. Por ejemplo, una realización ilustrativa de una hoja de datos simplificada es el *FM Engineering Bulletin* 01-06 (20 de febrero, 2006). La hoja de datos simplificada de ejemplo ofrece un período de demora de entrega de fluido máximo único de treinta segundos (30 seg.) para proteger mercancías de Clase I y II hasta 12,7 m (treinta y cinco pies (35 pies)) en una ocupación para almacenamiento de 12,2 m (cuarenta pies (40 pies)), utilizando un rociador de aplicación específica de modo de control de 16,8 K. La hoja de datos puede además, preferiblemente, especificar que el período de demora de entrega de fluido se debe experimentar en los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos para lograr un efecto de rodear y ahogar.

Dados los datos de rendimiento de rociadores, los criterios de diseño de sistema y las métricas conocidas para caracterizar los sistemas de tuberías y los componentes de tubería, configuraciones y sistemas de protección contra incendios mencionados anteriormente, se puede modelar una protección contra incendios configurada para controlar una situación de incendio con un área de funcionamiento de rociadores con una configuración de rodear y ahogar en un software de modelado de sistema/simulación de fluido. El sistema de rociadores y sus rociadores se pueden modelar, y el sistema de rociadores se puede secuenciar para diseñar de forma iterativa un sistema capaz de entregar fluido según los períodos de entrega de fluido diseñados. Por ejemplo, un sistema de rociadores sólo de techo seco para controlar una situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar se puede modelar en un paquete de software, tal y como se describe en la Solicitud de Patente Internacional PCT, presentada el 3 de octubre de 2006 titulada *System and Method For Evaluation of Fluid Flow in a Piping System*, con número de registro S-FB-00091WO (73434-029WO). Las activaciones de rociadores hidráulicamente remotos e hidráulicamente

más remotos se pueden secuenciar, preferiblemente, de una manera tal a la provista en la tabla de datos que se mostró antes para comprobar que la entrega de fluido se lleva a cabo en consecuencia.

De manera alternativa a diseñar, fabricar y/o calificar un sistema de rociadores secos sólo de techo preferido que ante un incendio tiene una respuesta de rodear y ahogar, o cualquiera de sus subsistemas y componentes, el proceso de obtener el sistema preferido o cualquiera de sus componentes calificados puede implicar, por ejemplo, adquirir tal sistema, subsistema o componente. Adquirir el rociador calificado puede además incluir un rociador calificado 320, un sistema de rociadores secos preferido 500 o los diseños y métodos de tal sistema, tal y como se describe antes, por ejemplo, de un proveedor o fabricante durante la transacción interempresarial, a través de una relación de cadena de suministro, tal y como, por ejemplo, entre un fabricante y proveedor, entre un fabricante y un proveedor minorista, o entre un proveedor y un contratista/instalador. De manera alternativa, es posible adquirir el sistema y/o sus componentes a través de un acuerdo contractual, por ejemplo, un contratista/instalador y el dueño/operador de una ocupación para almacenamiento, una transacción de propiedad, tal y como, por ejemplo, un acuerdo de venta entre un comprador y vendedor, o un acuerdo de arrendamiento entre un arrendador y arrendatario.

Además, el proceso preferido para ofrecer un método de protección contra incendios puede incluir la distribución del sistema de rociadores secos sólo de techo con una respuesta térmica de rodear y ahogar, sus subsistemas, componentes y/o sus métodos de diseño, configuración y uso, en relación con la transacción de adquisición descrita anteriormente. La distribución del sistema, subsistema y/o componentes y/o sus métodos asociados puede incluir el proceso de empaquetado, inventariado o almacenado y/o transporte del sistema, subsistema, componentes y/o sus métodos asociados de diseño, configuración y/o uso. El transporte puede incluir transporte aéreo, terrestre o marítimo individual o a granel del rociador 20. Las líneas de distribución de productos y servicios preferidos pueden incluir aquellos que se muestran de forma esquemática en la Figura 20. La Figura 20 ilustra cómo los sistemas, subsistemas, componentes preferidos y métodos asociados preferidos de protección contra incendios se pueden transferir de una parte a la otra. Por ejemplo, el diseño de rociador preferido de un rociador calificado a utilizar en un rociador seco sólo de techo para una ocupación para almacenamiento, configurado para controlar una situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar, puede distribuirse de un diseñador a un fabricante. Los métodos de instalación y diseños de sistema para un sistema de rociadores preferido, que utilizan un efecto de rodear y ahogar, se pueden transferir de un fabricante a un contratista/instalador.

En un aspecto preferido del proceso de distribución, el proceso puede además incluir la publicación del sistema de rociadores preferido que presenta una configuración de respuesta de rodear y ahogar, los subsistemas, componentes y/o rociadores asociados, los métodos y aplicaciones de la protección contra incendios. Por ejemplo, el rociador 320 se puede publicar en un catálogo para una oferta de venta ofrecida por cualquier fabricante y/o proveedor de equipos. El catálogo puede ser un medio impreso, tal y como un catálogo en papel, folleto o, de manera alternativa, el catálogo puede estar en formato electrónico. Por ejemplo, el catálogo puede ser un catálogo en línea disponible para un potencial comprador o usuario a través de una red, tal y como, por ejemplo, una red LAN, WAN o Internet.

La Figura 18 muestra un dispositivo de procesamiento de ordenador 600 que tiene una unidad de procesamiento central 610 para realizar las funciones de almacenamiento de memoria con un dispositivo de almacenamiento de memoria 611, y para además realizar cálculos de resolución o simulación de procesamiento o ejecución de datos. La unidad de procesamiento y el dispositivo de almacenamiento pueden estar configurados para almacenar, por ejemplo, una base de datos de datos de prueba de incendio para construir una base de datos de criterios de diseño, para configurar y diseñar un sistema de rociadores que utiliza un período de demora de entrega de fluido para generar un efecto de rodear y ahogar. Además, el dispositivo 600 puede realizar funciones de cálculo, tal y como, por ejemplo, determinar el tiempo de activación del rociador y los tiempos de distribución de fluido a partir de la construcción de un modelo de sistema de rociadores. El dispositivo de procesamiento computarizado 600 puede además incluir un dispositivo de entrada de datos 612, tal y como, por ejemplo, un teclado de ordenador y un dispositivo de visualización, tal y como, una pantalla de ordenador para realizar dichos procesos. El dispositivo de procesamiento de ordenador 600 puede estar realizado por una estación de trabajo, un ordenador de mesa, un ordenador portátil, un dispositivo de mano, o un servidor de red.

Uno o más dispositivos de procesamiento de ordenador 600a-600h pueden estar conectados a través de una red LAN, WAN, o de Internet, tal y como se observa, por ejemplo, en la Figura 19 para establecer una comunicación, con el fin de realizar la distribución de productos y servicios de protección contra incendios preferidos y de servicios asociados con el control de un incendio mediante un efecto de rodear y ahogar. En consecuencia, preferiblemente, se ofrece un sistema y método para transferir sistemas, subsistemas, componentes de sistema y métodos asociados de protección contra incendios que utilizan el efecto de rodear y ahogar, tal y como, por ejemplo un rociador 320 para utilizar en un sistema de rociadores sólo de techo para proteger una ocupación para almacenamiento. La transferencia puede ocurrir entre una primera parte mediante un primer dispositivo de procesamiento de ordenador 600b y una segunda parte mediante un segundo dispositivo de procesamiento de ordenador 600c. El método preferiblemente incluye ofrecer un rociador calificado para utilizar en un sistema de rociadores secos sólo de techo

para una ocupación para almacenamiento de una altura de techo de hasta aproximadamente 13,7 m (cuarenta y cinco pies), que presenta una mercancía almacenada de hasta aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies), y entregar el rociador calificado en respuesta a una solicitud de un rociador para utilizar en un sistema de protección contra incendios sólo de techo.

5 Ofrecer un rociador calificado preferiblemente incluye publicar el rociador calificado en al menos una publicación en papel y en una publicación en línea. Además, publicar en una publicación en línea preferiblemente incluye hospedar una matriz de datos acerca del rociador calificado en un dispositivo de procesamiento de ordenador, tal y como, por ejemplo, un servidor 600a y su dispositivo de almacenamiento de memoria 612a, preferiblemente acoplado a una red para comunicarse con otro dispositivo de procesamiento de ordenador 600g, tal y como, por ejemplo, 600d. De manera alternativa, cualquier otro dispositivo de procesamiento de ordenador, tal y como, por ejemplo, un portátil 600h, teléfono móvil 600f, asistente digital personal 600e o tableta 600d puede acceder a la publicación para recibir la distribución del rociador y de la matriz de datos asociada. El hospedaje puede además incluir configurar la matriz de datos de manera que incluya un elemento de autoridad listado, un elemento de datos factor K, un elemento de datos de temperatura de activación y un elemento de configuración de datos de rociadores. Configurar la matriz de datos preferiblemente incluye configurar el elemento de autoridad listado como, por ejemplo, la UL, configurando el elemento de datos de factor K en aproximadamente diecisiete, configurando el elemento de datos de temperatura de activación en aproximadamente como 414°K (286°F), y configurando el elemento de datos de configuración de rociadores como montante. Alojar una matriz de datos puede además incluir identificar parámetros para el sistema de rociadores secos sólo de techo, incluyendo los parámetros: un área de diseño hidráulico que incluye un espaciado entre rociador y rociador, un período de demora de entrega de fluido máxima a un rociador hidráulicamente más remoto, y un período de demora de entrega de fluido mínimo al rociador hidráulicamente más cercano.

El proceso de distribución preferido puede además incluir distribuir un método para diseñar un sistema de protección contra incendios para lograr un efecto de rodear y ahogar. Distribuir el método puede incluir la publicación de una base de datos de criterios de diseño como una hoja de datos electrónica, tal y como, por ejemplo, al menos uno de los siguientes: fichero de .html, .pdf o un fichero de texto editable. La base de datos puede además incluir, además de los elementos de datos y parámetros de diseño descritos antes, otra matriz de datos que identifica un conjunto de tuberías verticales para utilizar con el rociador de la primera matriz de datos, e, incluso, puede incluir una sexta matriz de datos que identifica un sistema de tuberías para acoplar la válvula de control de la quinta matriz de datos al rociador de la primera matriz de datos.

Un usuario final o intermediario de los productos y servicios de protección contra incendios puede acceder a un servidor o estación de trabajo de un proveedor de tales productos o servicios a través de una red, tal y como se observa en la Figura 19, para descargar, cargar, acceder o interactuar con un componente o folleto del sistema distribuido, aplicaciones del software o criterios de diseño para practicar, aprender, implementar o comprar el concepto de rodear y ahogar para la protección contra incendios y sus productos asociados. Por ejemplo, un diseñador de sistema u otro usuario intermediario puede acceder a la hoja de datos del producto de un sistema de protección contra incendios sólo de techo preferido, configurado para controlar una situación de incendio con una respuesta de rodear y ahogar, tal y como, por ejemplo, TFP370 (agosto, 2006, Rev. A) para adquirir o configurar tal sistema de rociadores con el fin de responder ante una situación de incendio con una configuración de rodear y ahogar. Además, un diseñador puede descargar o acceder a tablas de datos de períodos de demora de entrega de fluidos, tal y como se describe antes, y además utilizar o adquirir la licencia del software de simulación, tal y como, por ejemplo, la que se describe en la Solicitud de Patente Internacional PCT, presentada el 3 de octubre de 2006, titulada: *System and Method For Evaluation of Fluid Flow in a Piping System*, con número de registro S-FB-00091WO (73434-029WO) para diseñar de forma iterativa un sistema de protección contra incendios que tiene un efecto de rodear y ahogar.

Cuando el proceso de distribución ofrece la publicación de los sistemas de rociadores secos sólo de techo preferidos que tienen una configuración de respuesta de rodear y ahogar, sus subsistemas y sus métodos asociados en un formato impreso, el proceso de distribución puede además incluir la distribución de la información catalogada con el producto o servicio que se distribuye. Por ejemplo, una copia en papel de la hoja de datos del rociador 320 puede estar incluida en el paquete del rociador 320 para ofrecer al usuario información sobre la instalación o configuración. De manera alternativa, se puede ofrecer una hoja de datos del sistema, tal y como, por ejemplo TFP 370 (agosto, 2006, Rev. A) con la compra de un conjunto de tuberías verticales del sistema preferido para complementar e implementar la configuración de respuesta de rodear y ahogar. La hoja de datos en copia impresa preferiblemente incluye las tablas de datos y criterios de diseño hidráulico necesarios para ayudar a un diseñador, instalador o usuario final a configurar un sistema de rociadores para una ocupación para almacenamiento que utiliza un efecto de rodear y ahogar.

REIVINDICACIONES

1. Un método para diseñar y construir un sistema de rociadores que presenta una red de tuberías que incluye una porción húmeda (12) y una porción seca (14), empleando el sistema un efecto de rodear y ahogar para controlar una situación de incendio, comprendiendo el método:
 - 5 determinar un período de demora de entrega de fluido obligatorio de fluido desde la porción húmeda (12) hasta al menos un rociador activado (20) en la porción seca (14), estando la porción seca (14) diseñada y dispuesta para efectuar la demora deseada; y
 - 10 definir un área de funcionamiento de rociadores (26) como una función del tiempo de entrega de fluido obligatorio, de manera que el área de funcionamiento de rociadores (26) tenga el tamaño suficiente para rodear y ahogar la situación de incendio; y
 - construir un sistema de rociadores según el diseño.
2. El método de la reivindicación 1, en donde determinar el período de demora de entrega de fluido obligatorio comprende determinar un período de demora de entrega de fluido máximo para la entrega de fluido a un rociador hidráulicamente más remoto (21) en la porción seca (14) y determinar el período de demora de entrega de fluido obligatorio comprende determinar un período de demora de entrega de fluido mínimo a un rociador hidráulicamente más cercano (23) en la porción seca (14).
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo además modelar la porción seca (14) como una red de rociadores (20) que tiene una mercancía almacenada debajo de la red, modelar un escenario de incendio que tiene un tiempo de ignición en la mercancía y establecer el tiempo de activación para cada rociador (20) respecto del tiempo de ignición.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde definir el área de funcionamiento de rociadores (26) también incluye definir al menos un área de funcionamiento de rociadores máxima (27) y un área de funcionamiento de rociadores mínima (28) para el sistema, siendo las áreas de funcionamiento de rociadores máxima y mínima (27, 28) capaces de controlar una situación de incendio con un efecto de rodear y ahogar.
5. El método de la reivindicación 4, en donde definir el área de funcionamiento de rociadores (26, 27, 28) es una función de una mercancía que se protegerá mediante el sistema y definir al menos el área de funcionamiento de rociadores máxima (27) no mayor que un área de diseño hidráulico especificada por la norma NFPA-13 (2002) para un sistema húmedo configurado para proteger la misma mercancía.
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en donde definir al menos el área de funcionamiento mínima (28) incluye definir una cantidad crítica de rociadores para formar el área de funcionamiento de rociadores mínima (28), la etapa de definir la cantidad crítica de rociadores incluyendo preferiblemente especificar un intervalo de aproximadamente dos a cuatro rociadores.
7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en donde determinar un período de demora de entrega de fluido obligatorio incluye definir al menos una de las áreas de funcionamiento de rociadores máxima y mínima (27,28) en un perfil predictivo que muestra la cantidad de activaciones de rociadores con el paso del tiempo, en respuesta a una función de liberación de calor, y/o determinar el período de demora como una función de la porción seca (14) que está dispuesta sobre la mercancía que comprende al menos una mercancía de la (i) Clase I-III, de Grupo A, Grupo B o Grupo C con una altura de almacenamiento mayor que 7,62 m (25 pies); y de la (ii) Clase IV con una altura de almacenamiento mayor que 6,70 m (22 pies).
8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde definir el área de funcionamiento de rociadores (26,27,28) incluye especificar el área (26,27,28) que incluye múltiples rociadores con un factor K dentro del intervalo de aproximadamente 158,4 LPM/bar^{1/2} (aproximadamente 11 GPM/psi^{1/2}) a aproximadamente 518,4 LPM/bar^{1/2} (aproximadamente 36 GPM/psi^{1/2}).

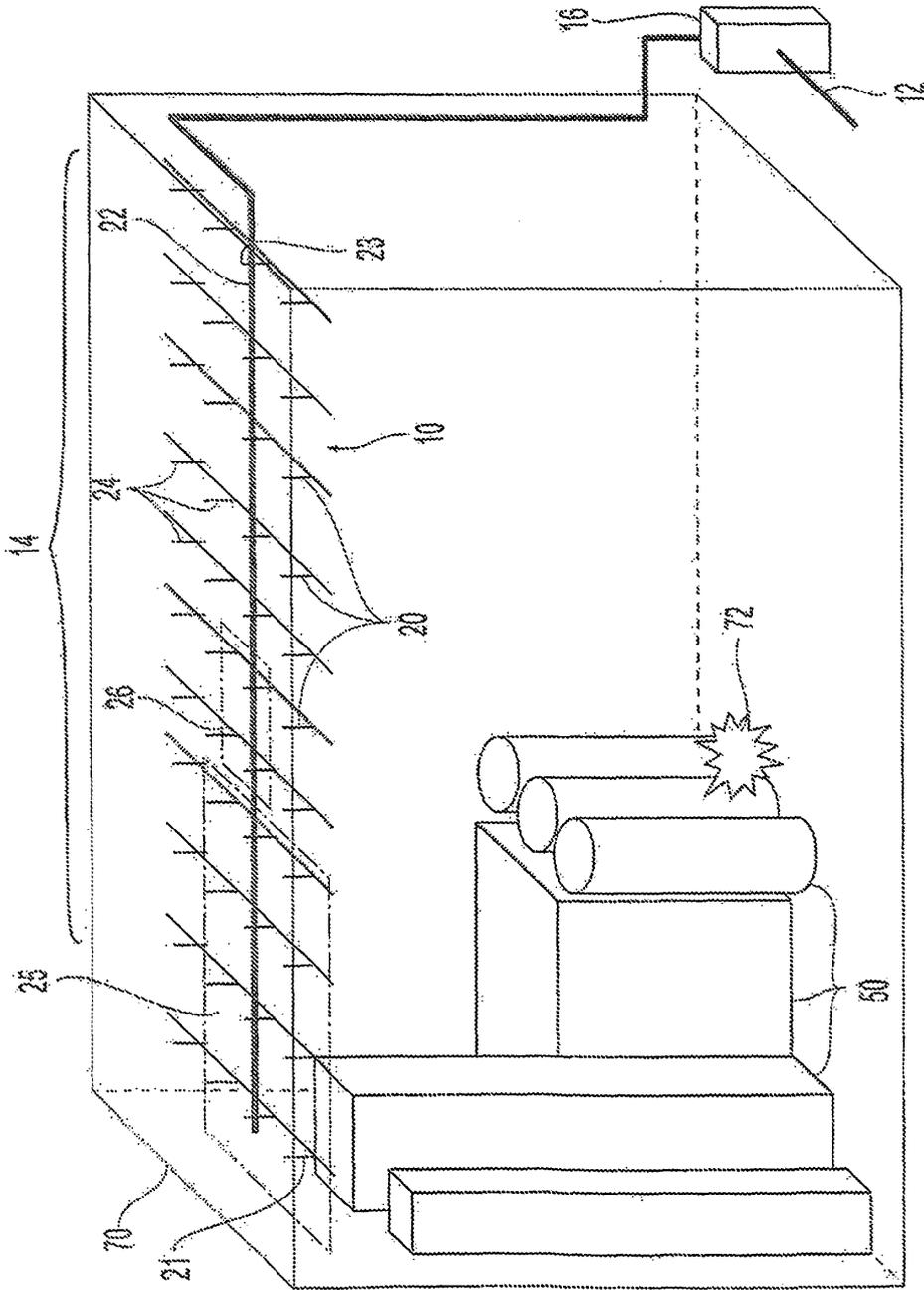


Fig. 1

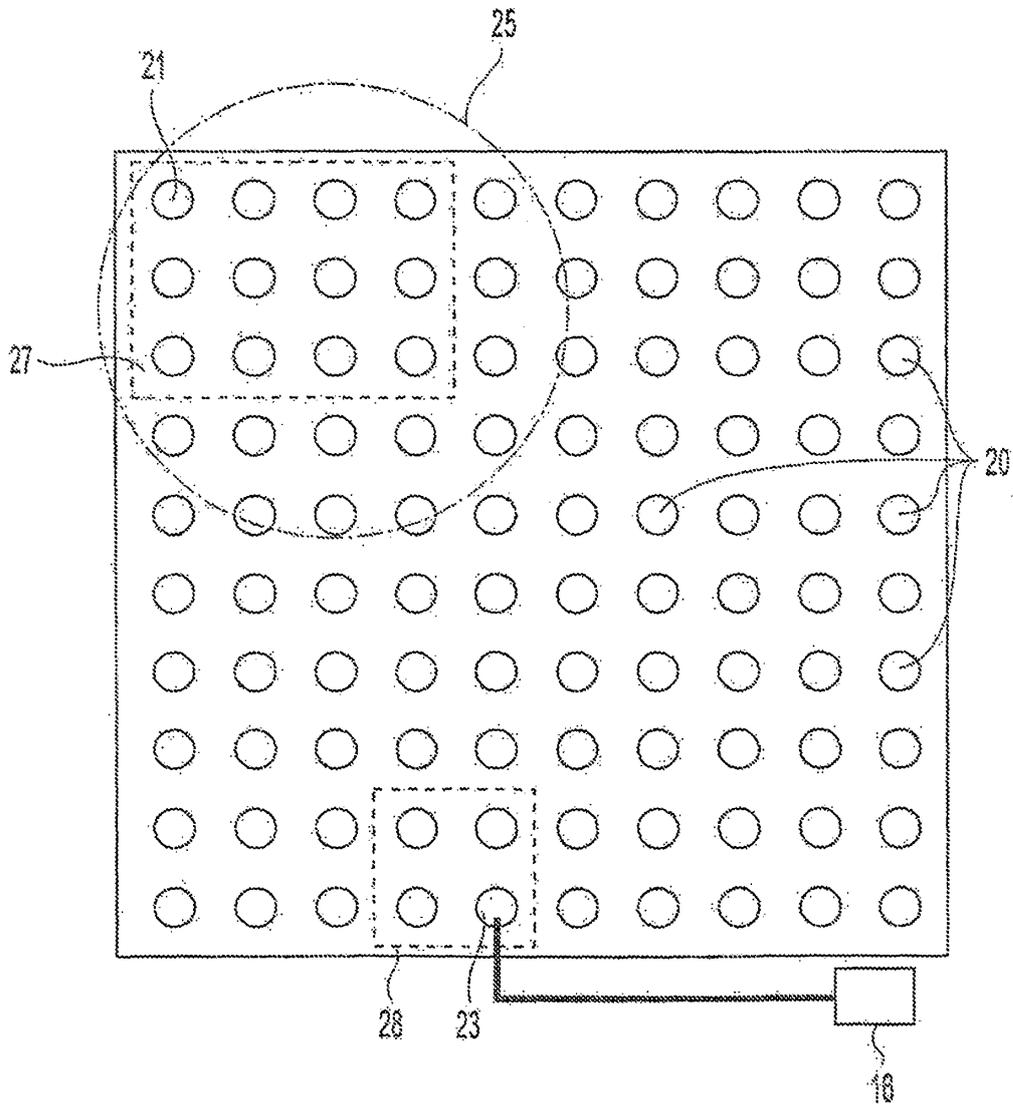


Fig. 1A

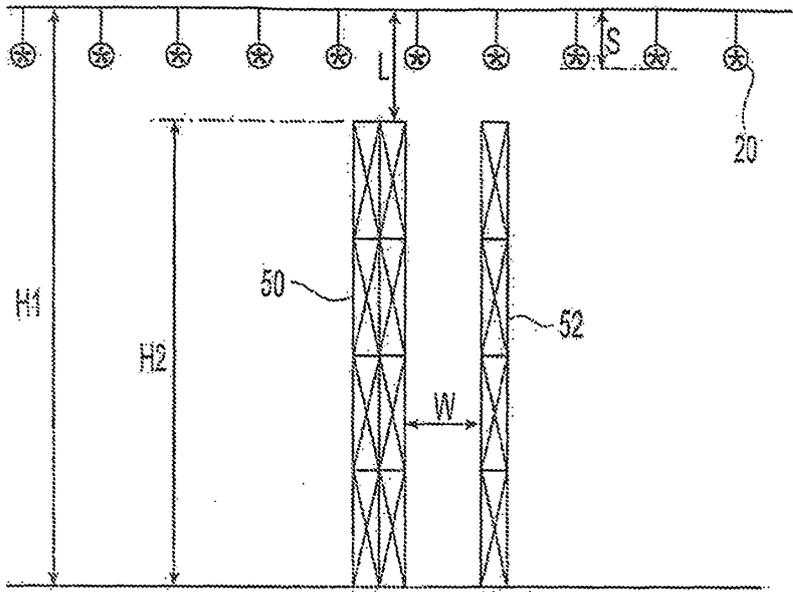


Fig. 2A

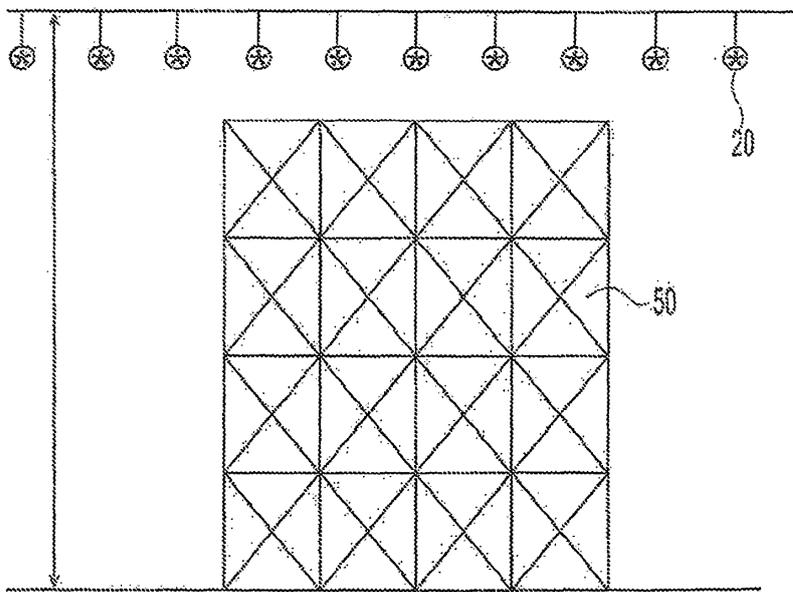


Fig. 2B

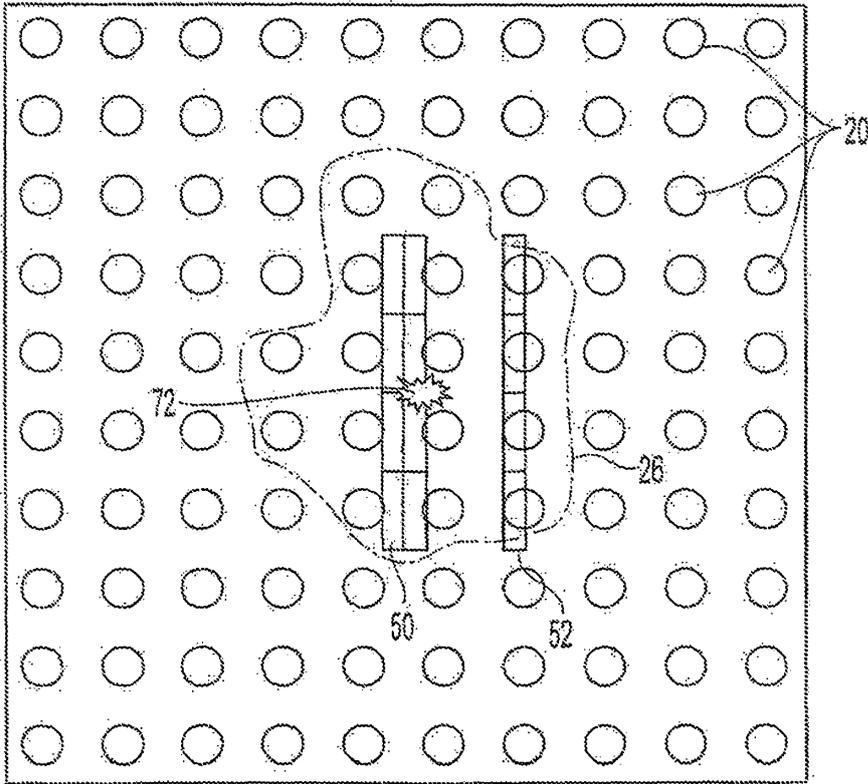


Fig. 2C

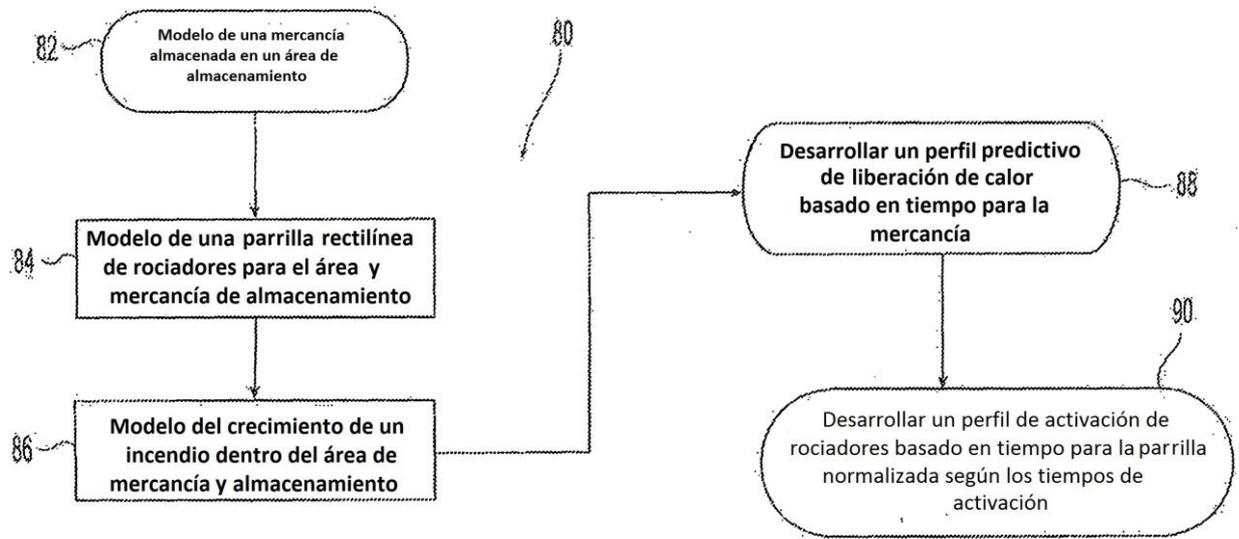


Fig. 3

Perfiles predichos de liberación de calor y activación de rociadores

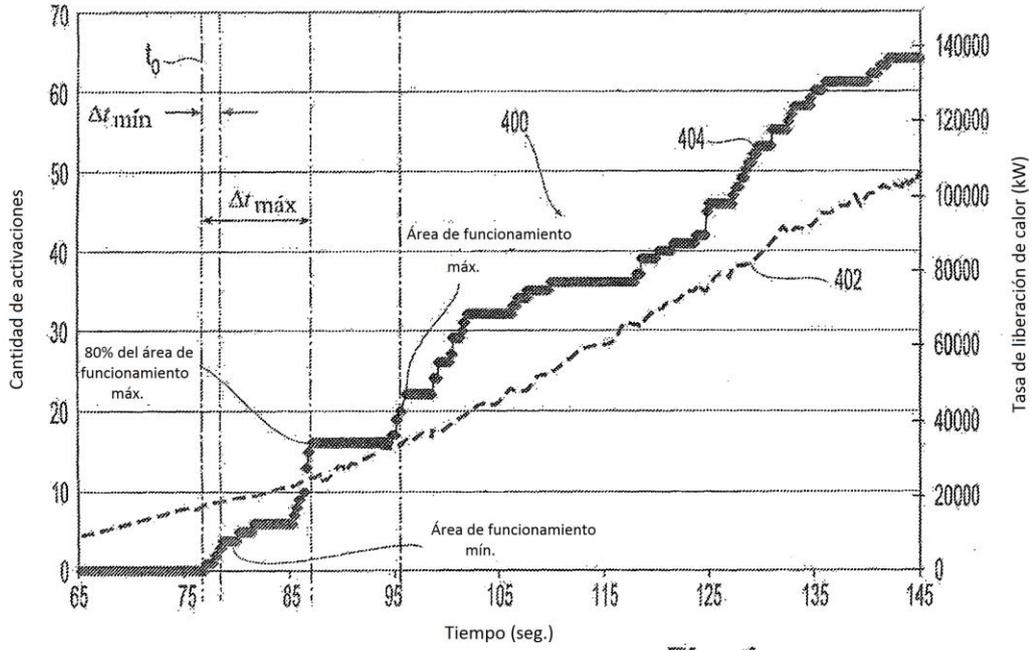


Fig. 4

Resultados del modelo: mercancía Clase II; almacenamiento en estantería de múltiples filas;
altura de almacenamiento de 34 pies; altura de edificio de 40 pies

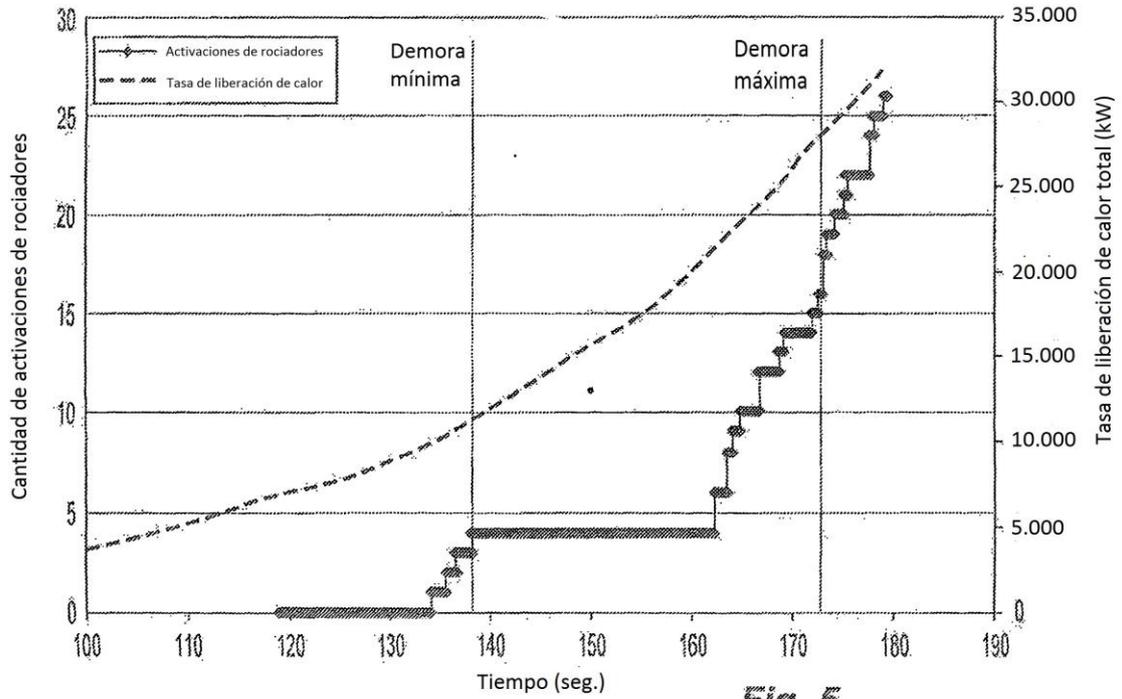


Fig. 5

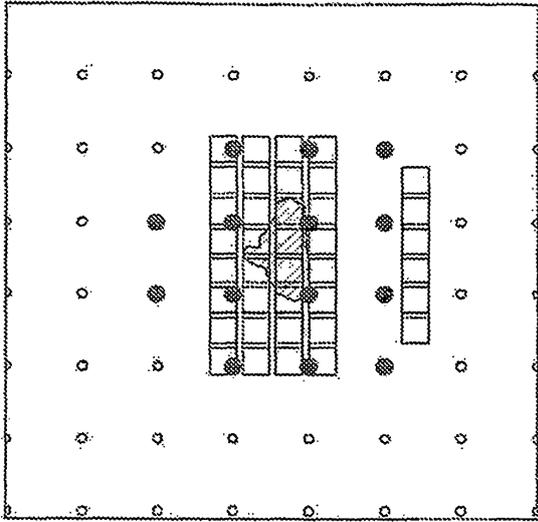


Fig. 5A

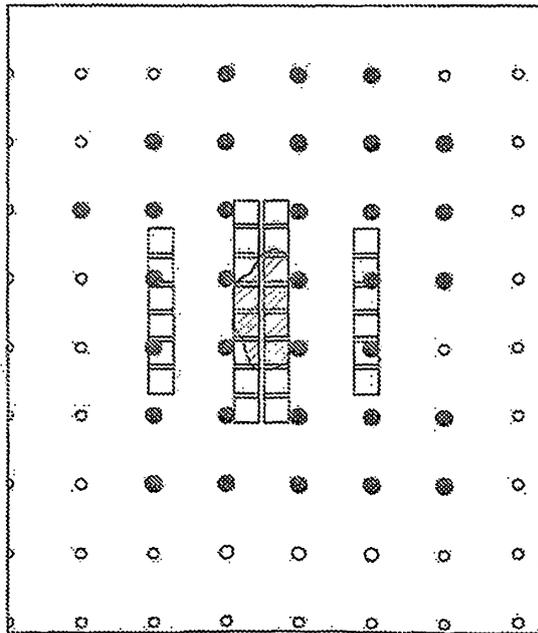


Fig. 10A

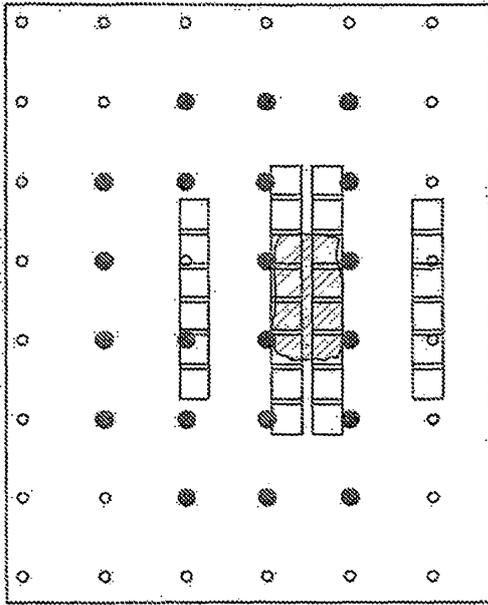


Fig. 7A

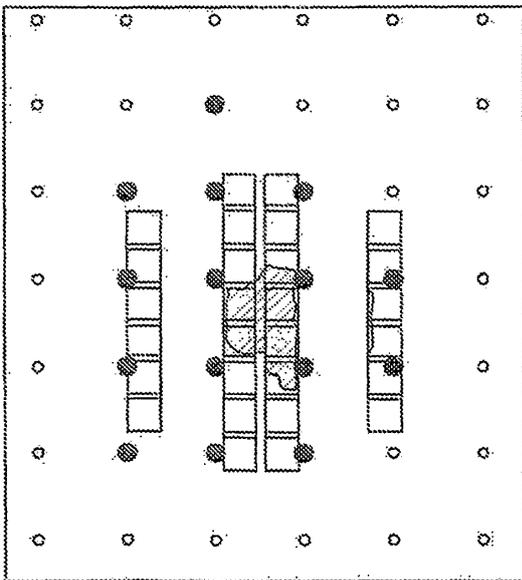


Fig. 9A

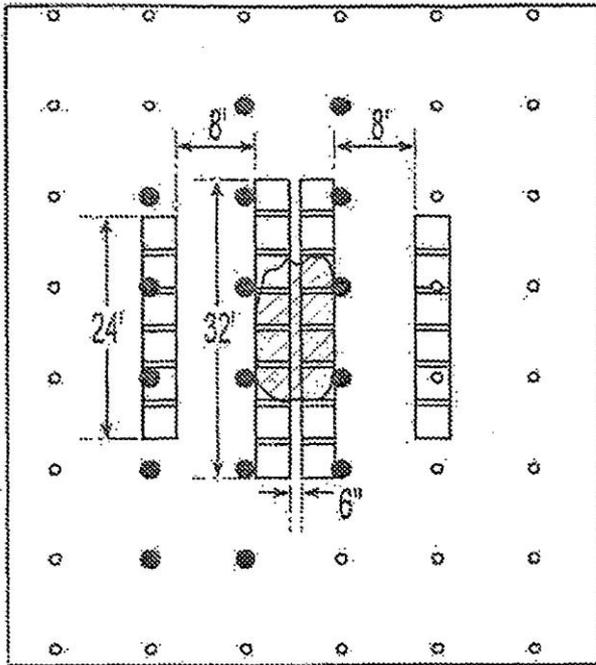


Fig. 6A

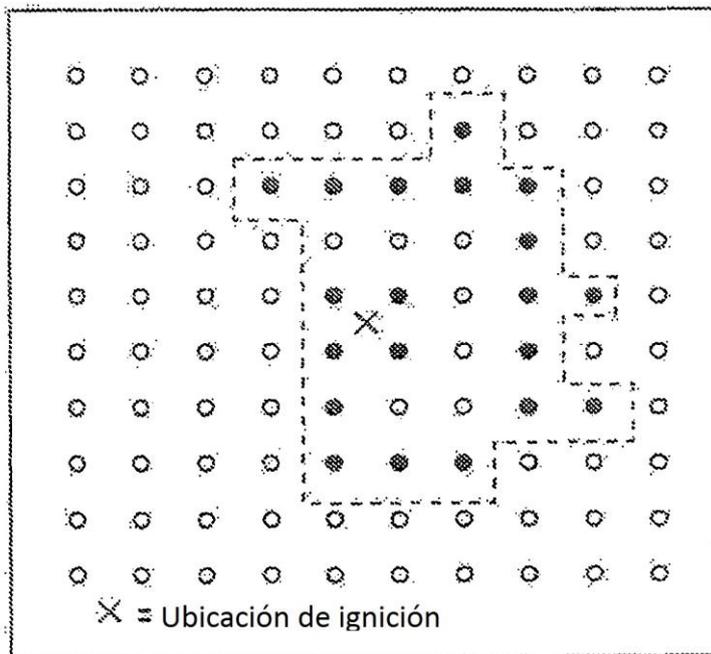


Fig. 12A

Resultados del modelo: Mercancía de Clase III; almacenamiento en estantería de doble fila;
altura de almacenamiento de 30 pies; altura de edificio de 35 pies

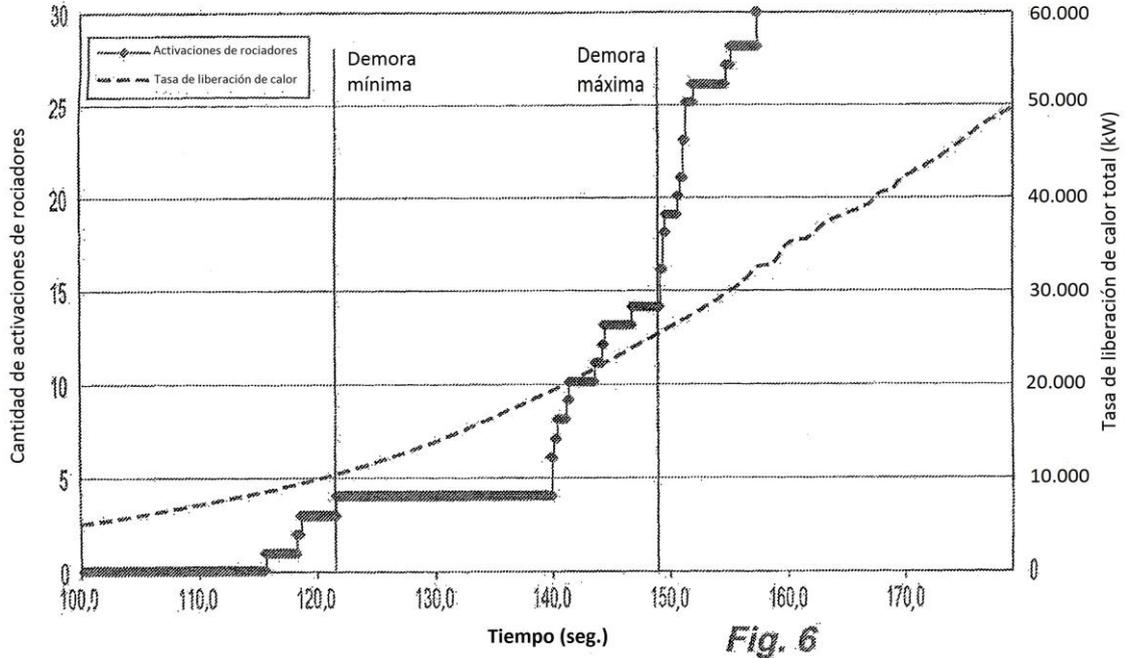


Fig. 6

Resultados del modelo: mercancía de Clase III; almacenamiento en estanterías de doble fila; altura de almacenamiento de 40 pies; altura del edificio de 43 pies

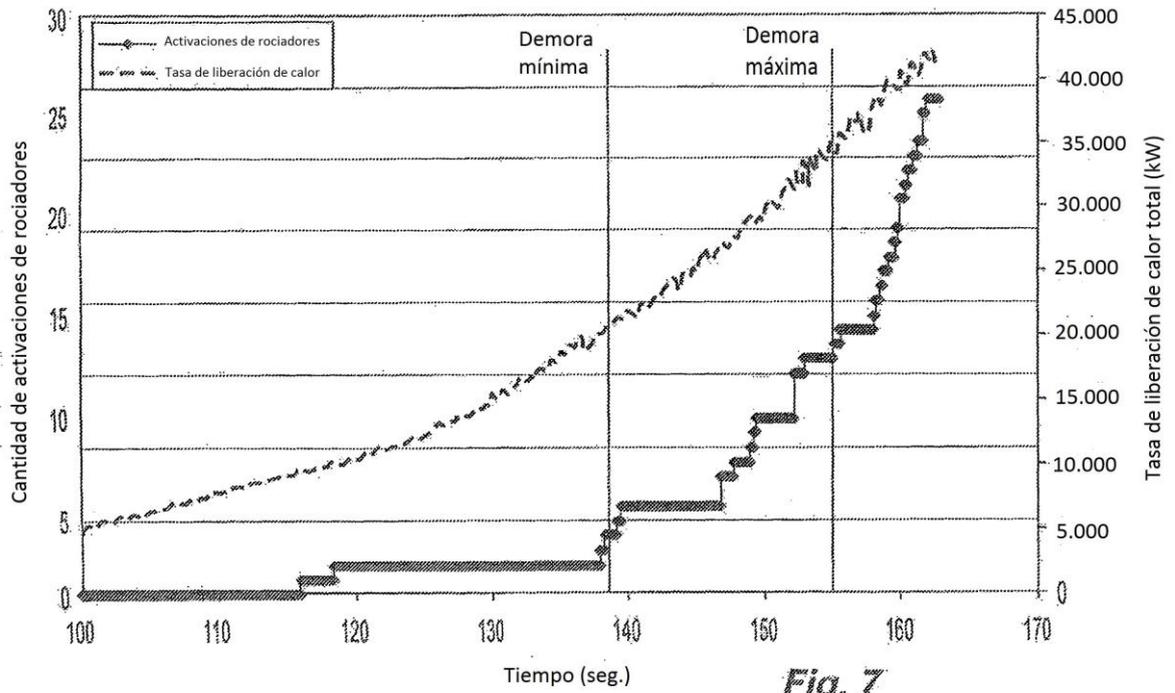


Fig. 7

Resultados del modelo: mercancía de Clase III; almacenamiento en estantería de doble fila;
altura de almacenamiento de 40 pies; altura de techo de 45 pies

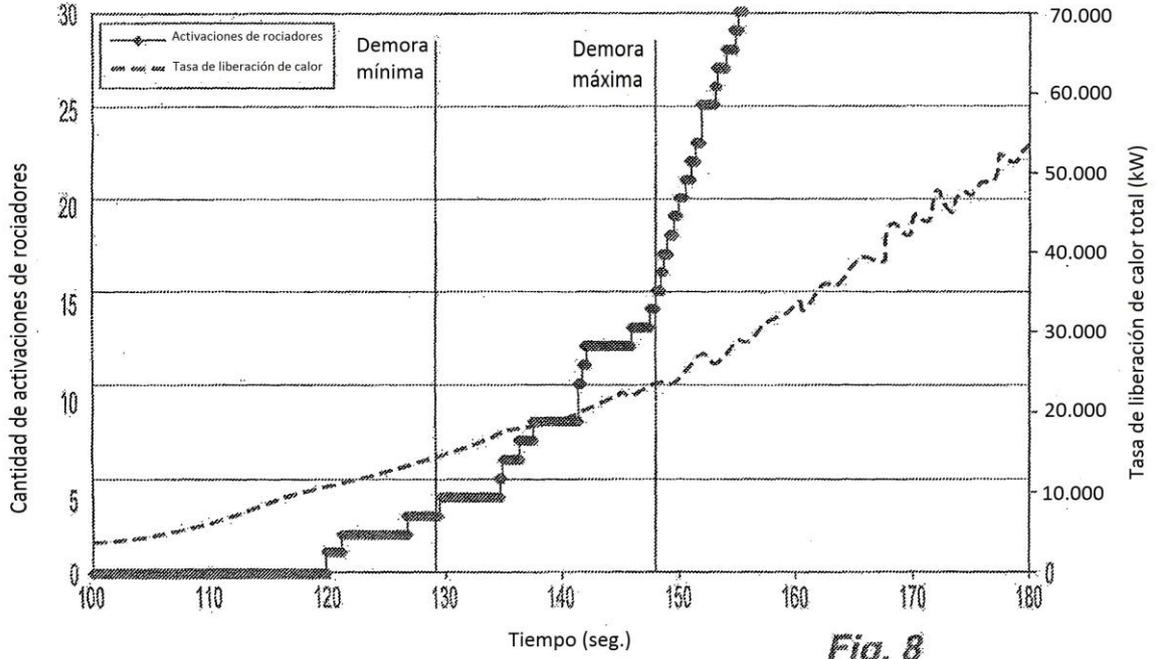


Fig. 8

Resultados del modelo: mercancía de plástico de Grupo A; almacenamiento en estantería de doble fila; altura de almacenamiento de 20 pies; altura de edificio de 30 pies

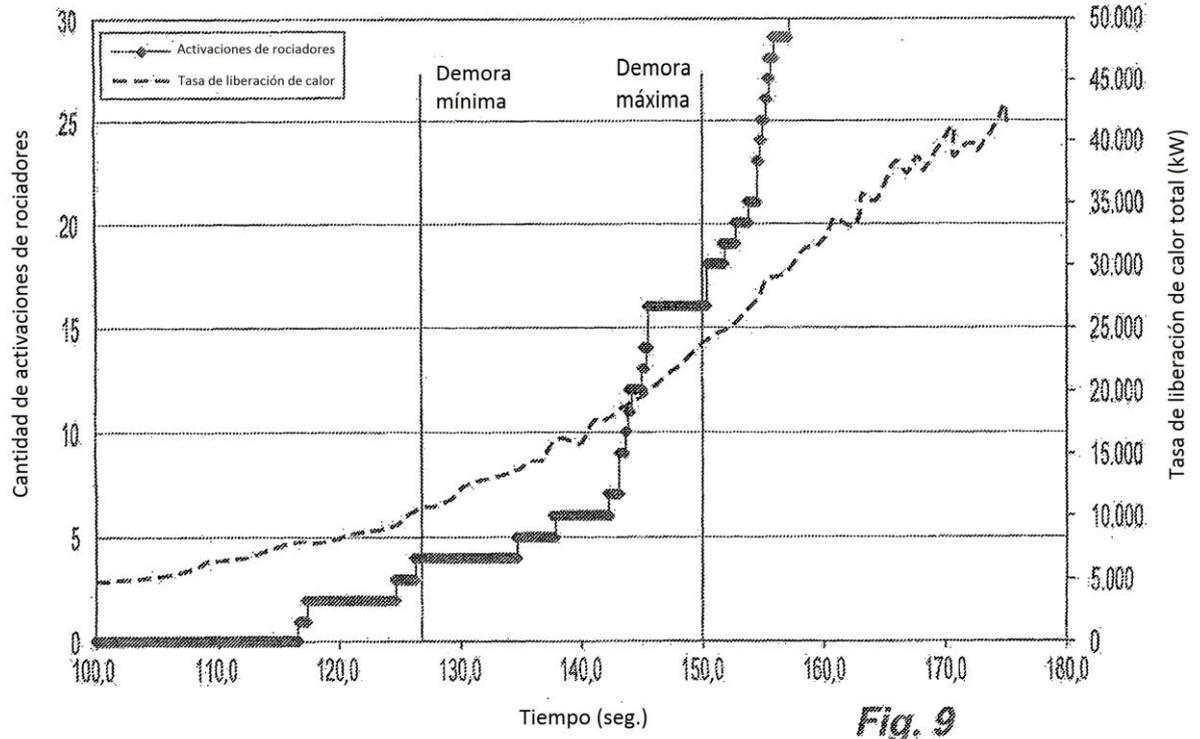


Fig. 9

Resultados del modelo: mercancía Clase II; almacenamiento en estantería de doble fila;
 altura de almacenamiento de 34 pies; altura de edificio de 40 pies

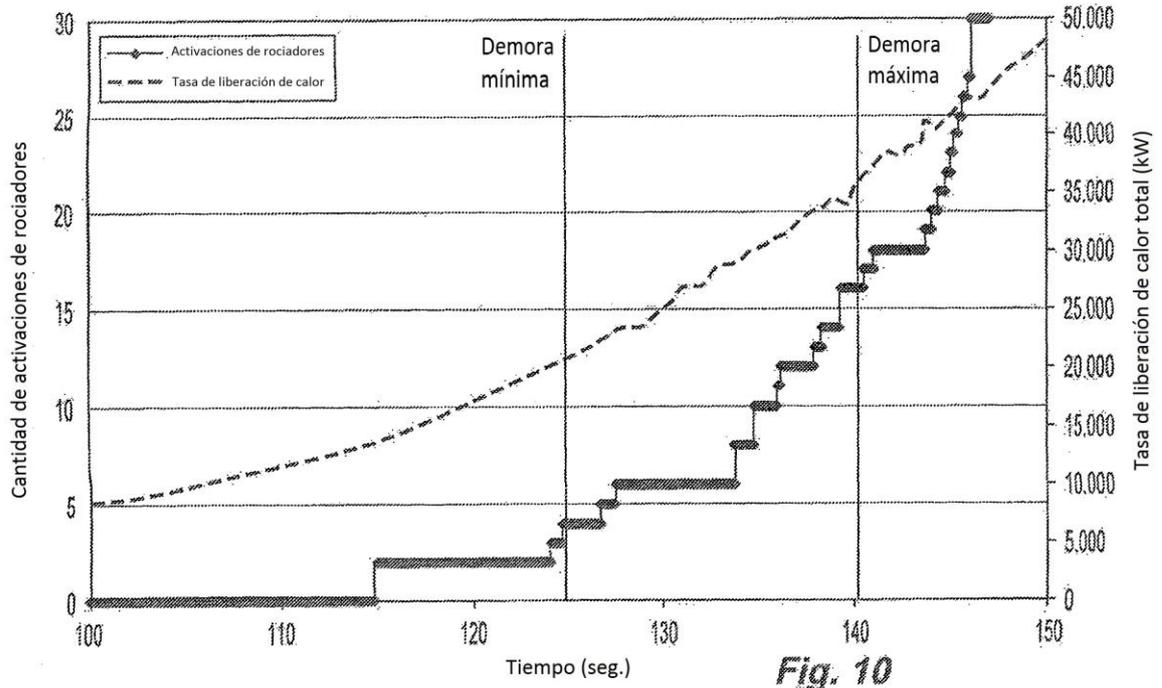


Fig. 10

Resultados del modelo: mercancía de Clase III; almacenamiento en estantería de doble fila; altura de almacenamiento de 35 pies; altura de techo 45 pies

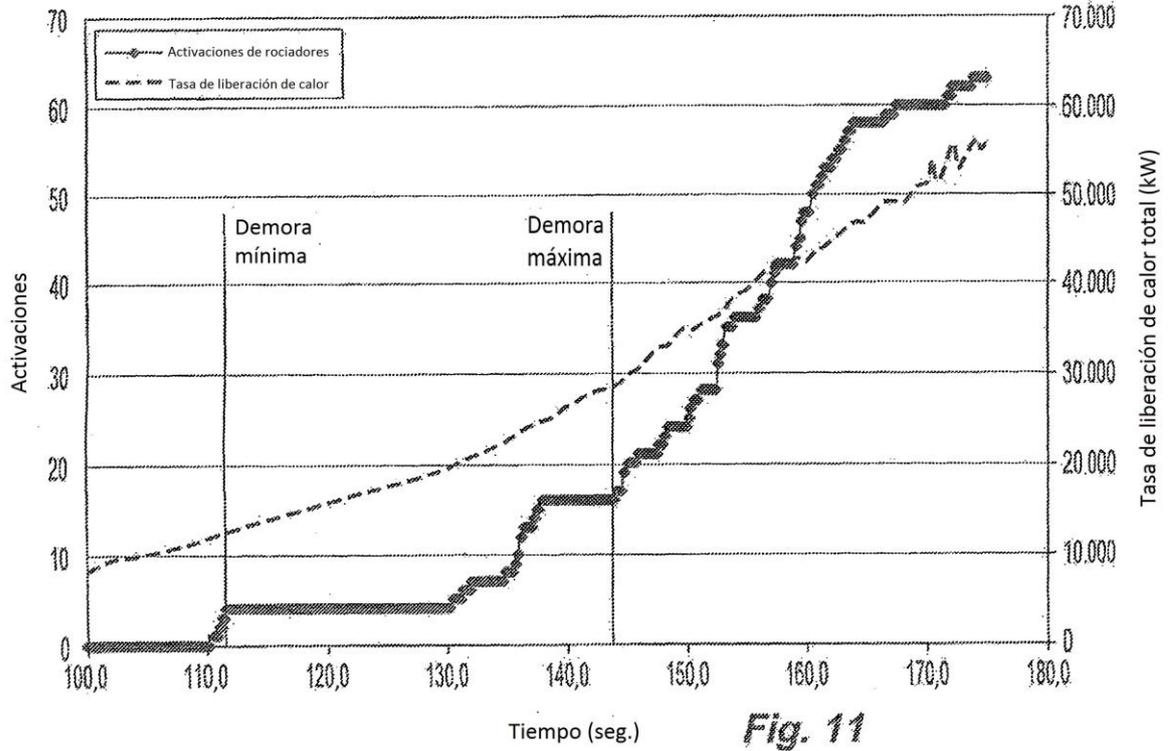


Fig. 11

Resultados del modelo: mercancía de Clase III; almacenamiento en estantería de doble fila; altura de almacenamiento de 35 pies; altura de techo de 45 pies

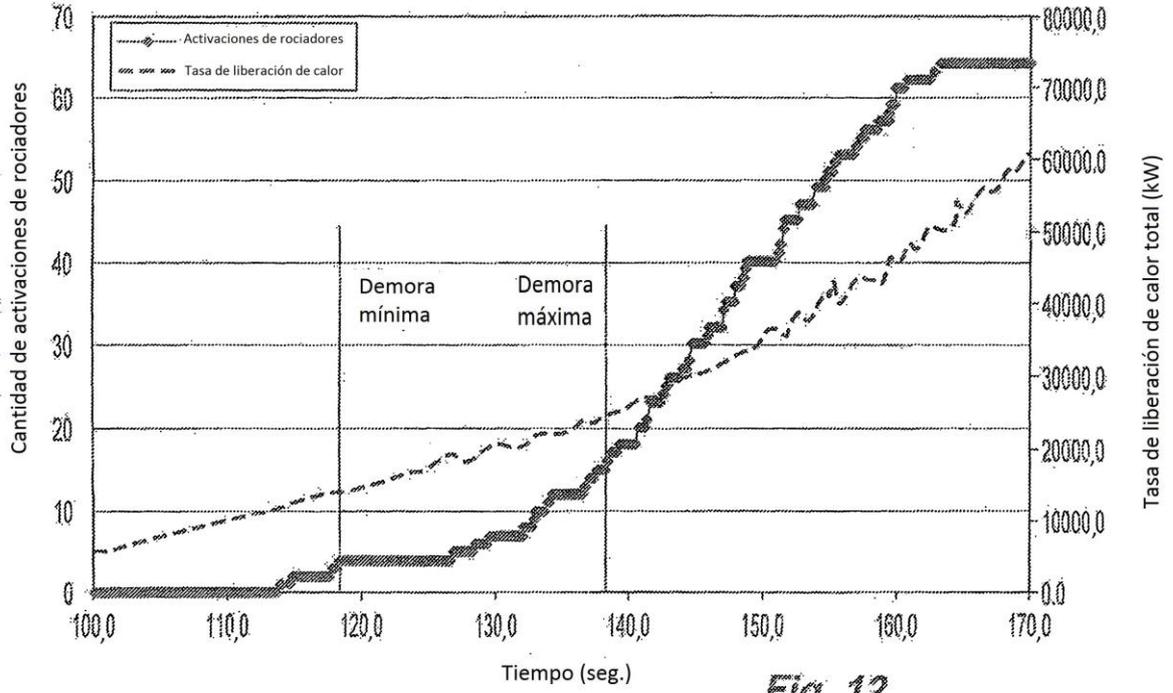


Fig. 12

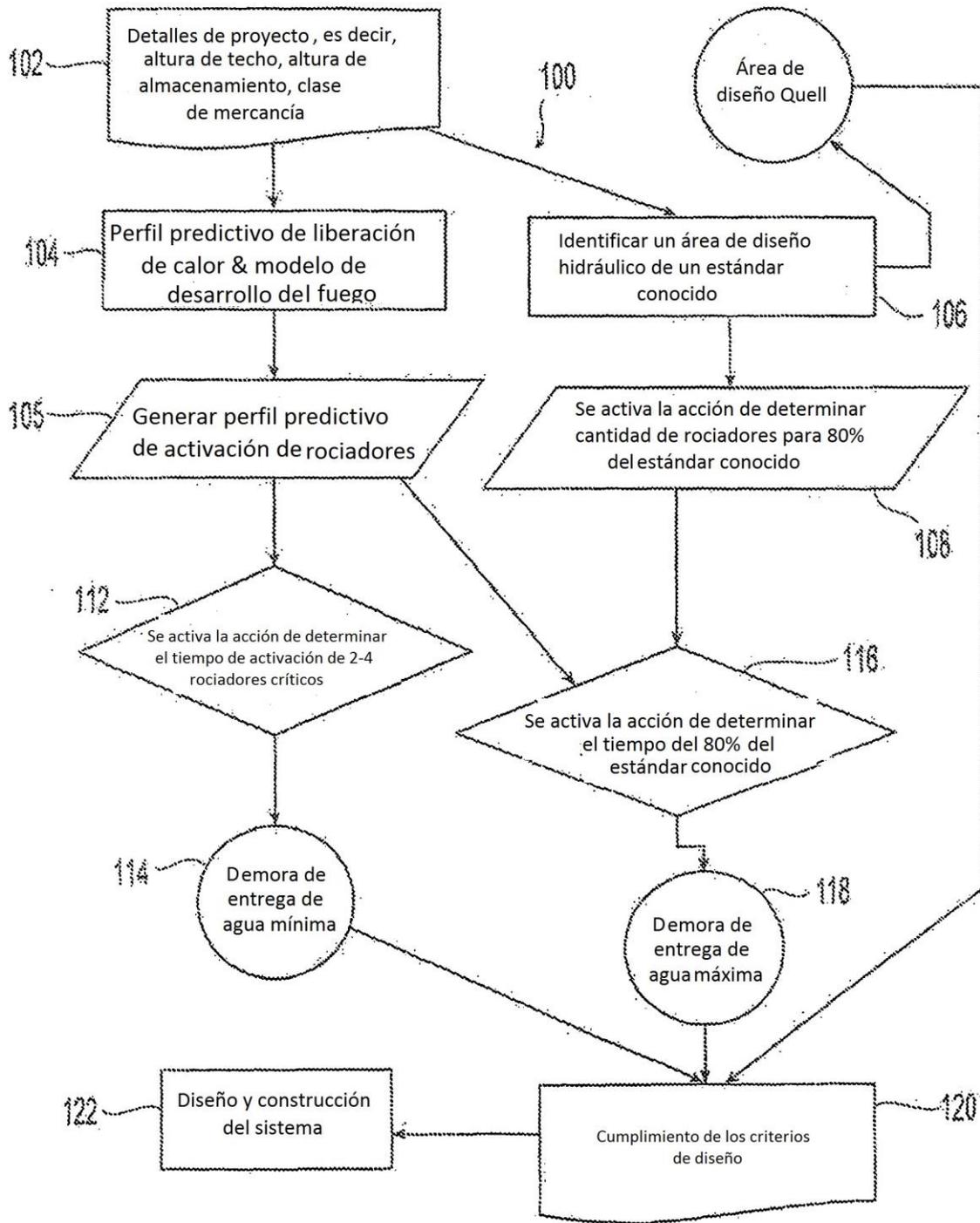


Fig. 13

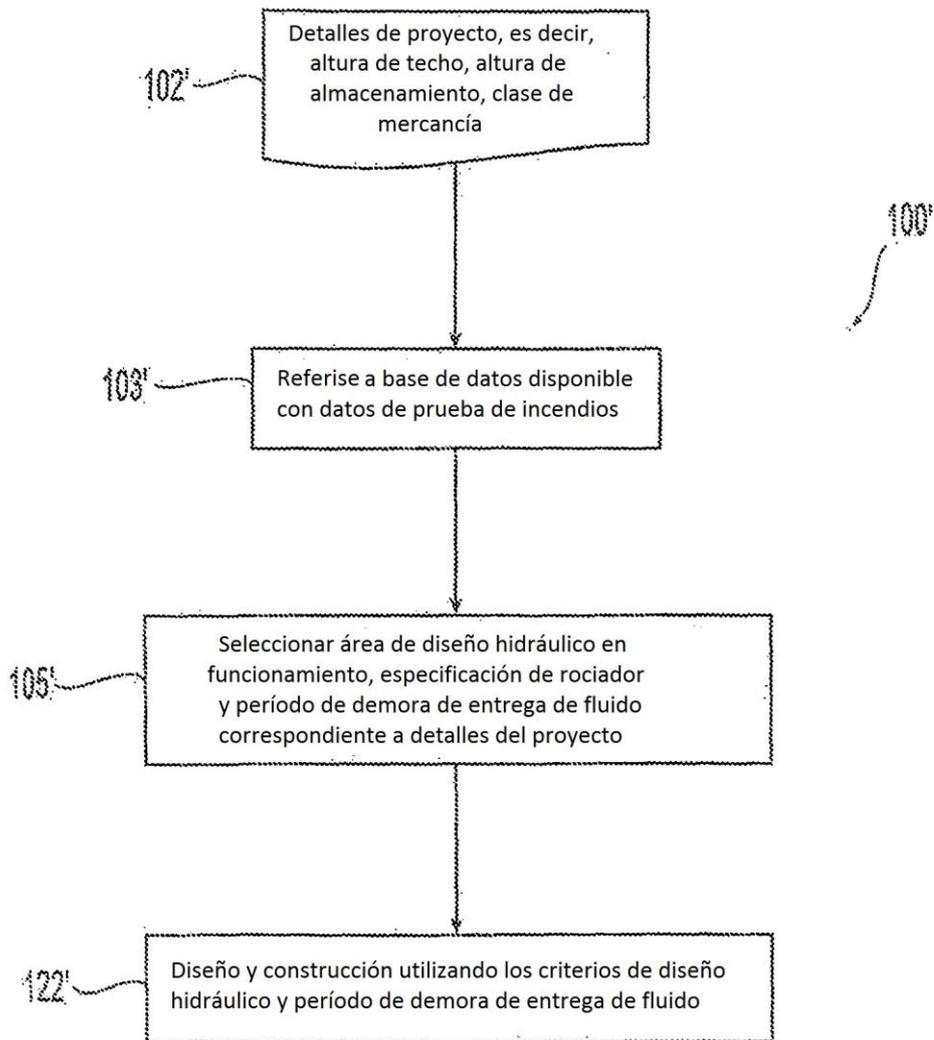


Fig. 13A

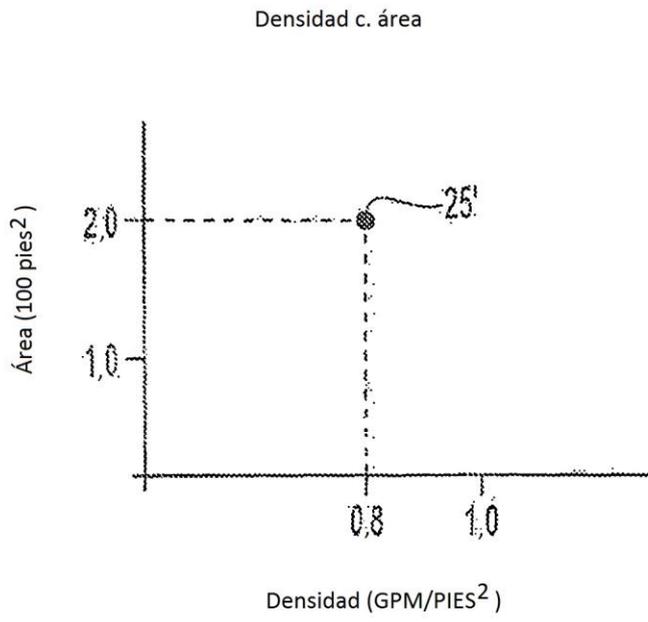
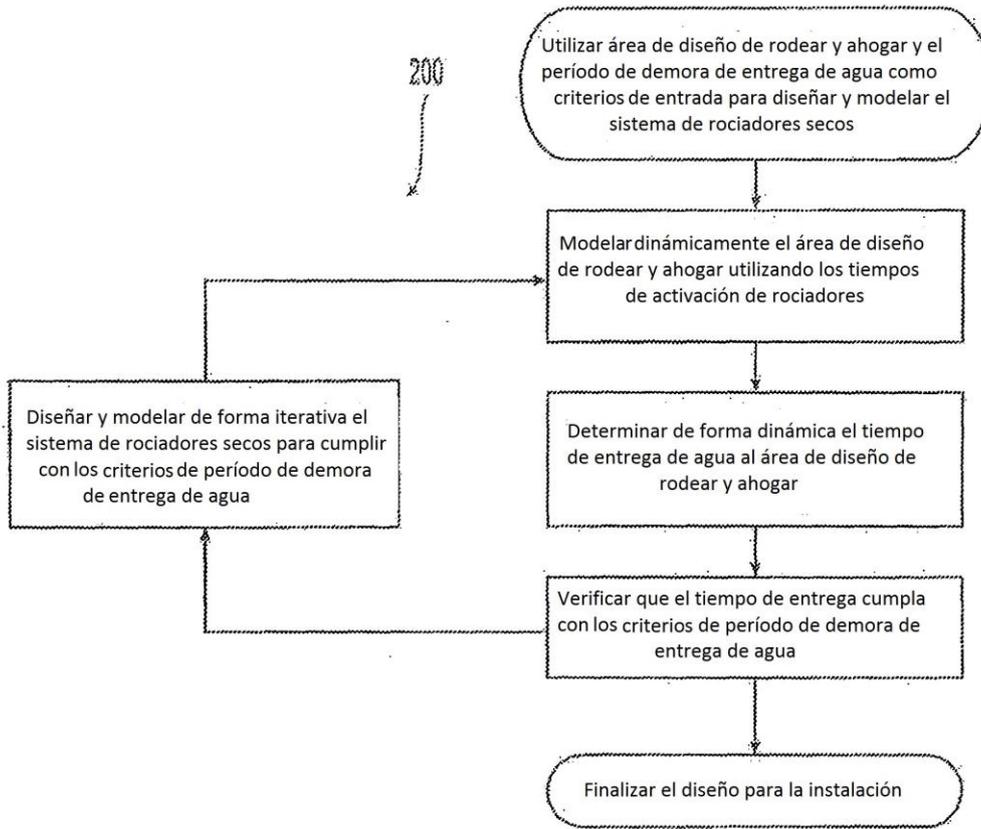


Fig. 13B



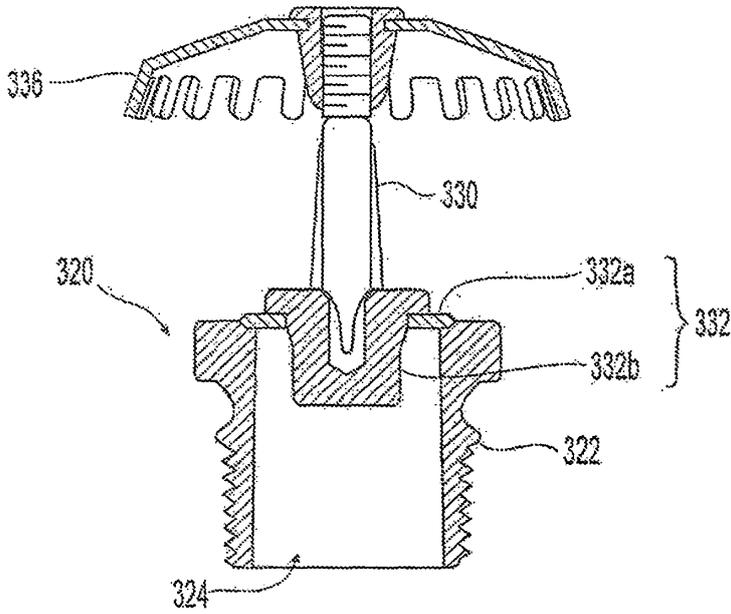


Fig. 15

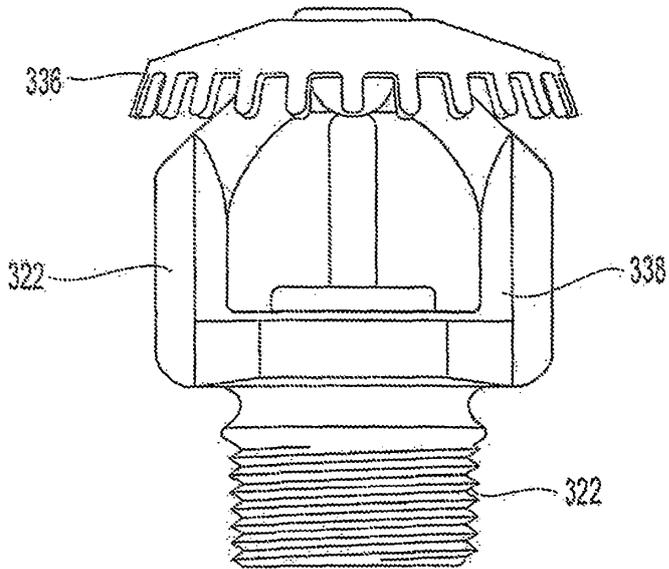


Fig. 16

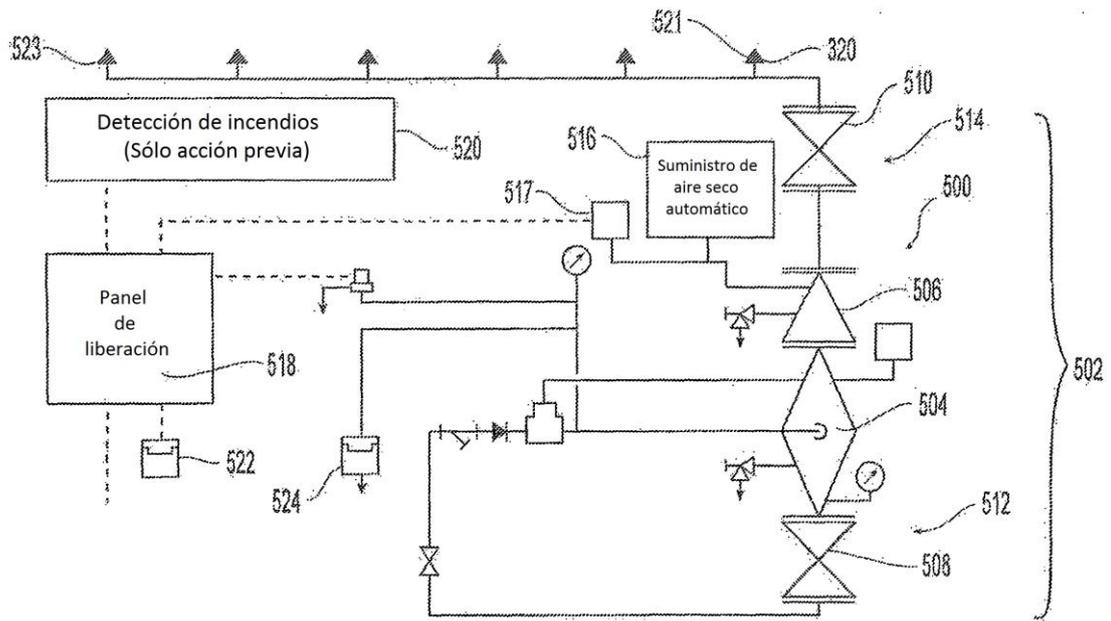


Fig. 17

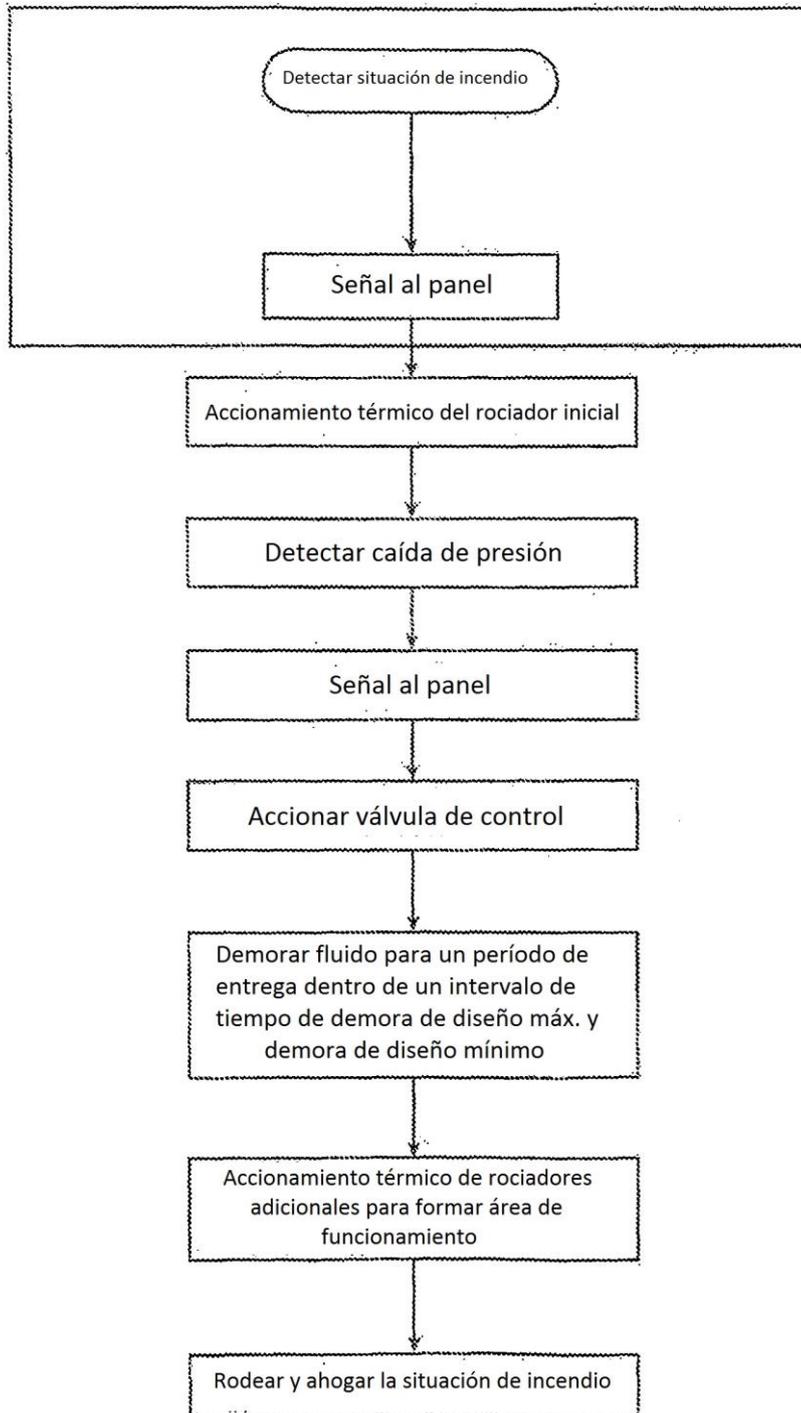


Fig. 17A

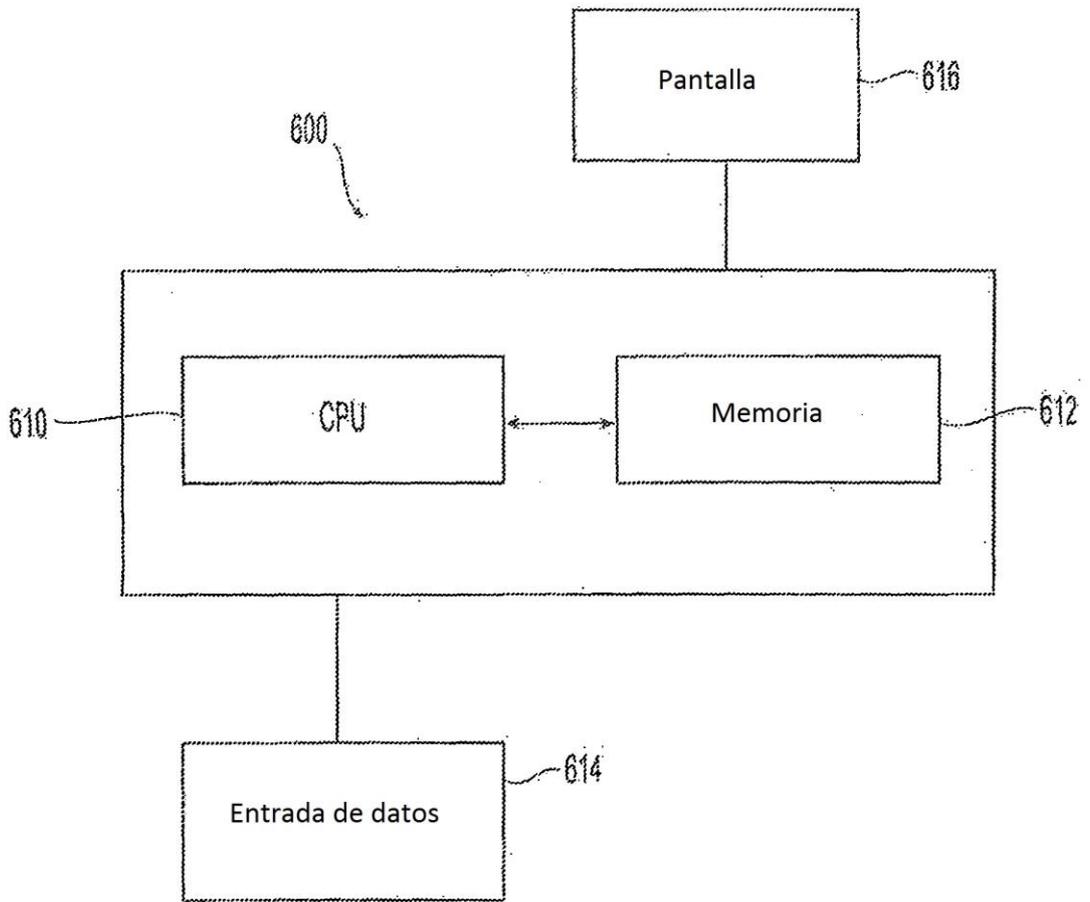


Fig. 18

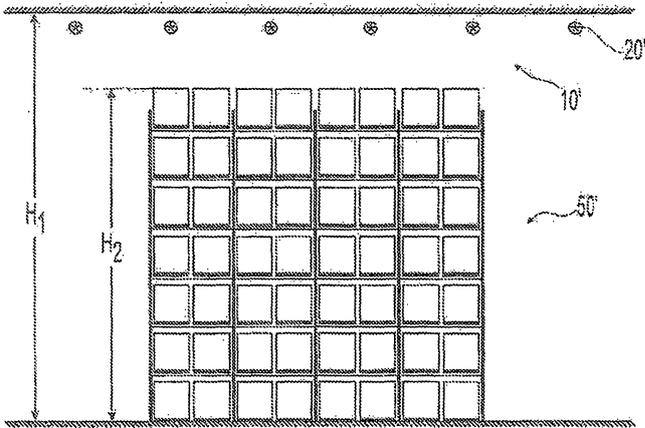


Fig. 18A

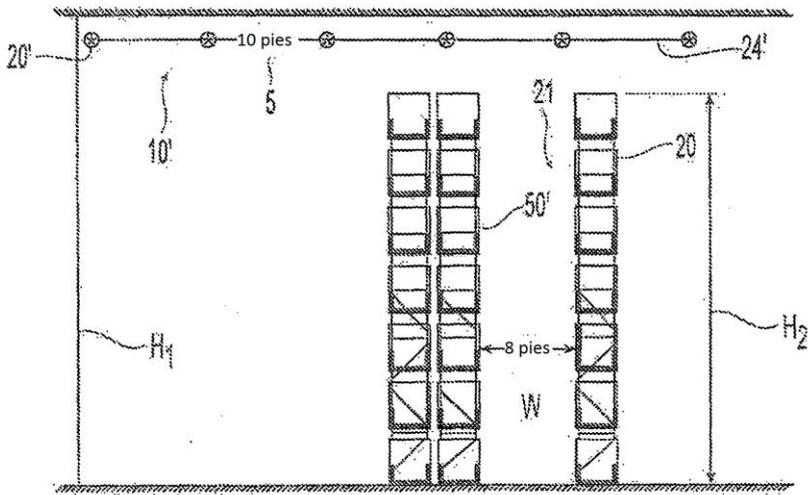


Fig. 18B

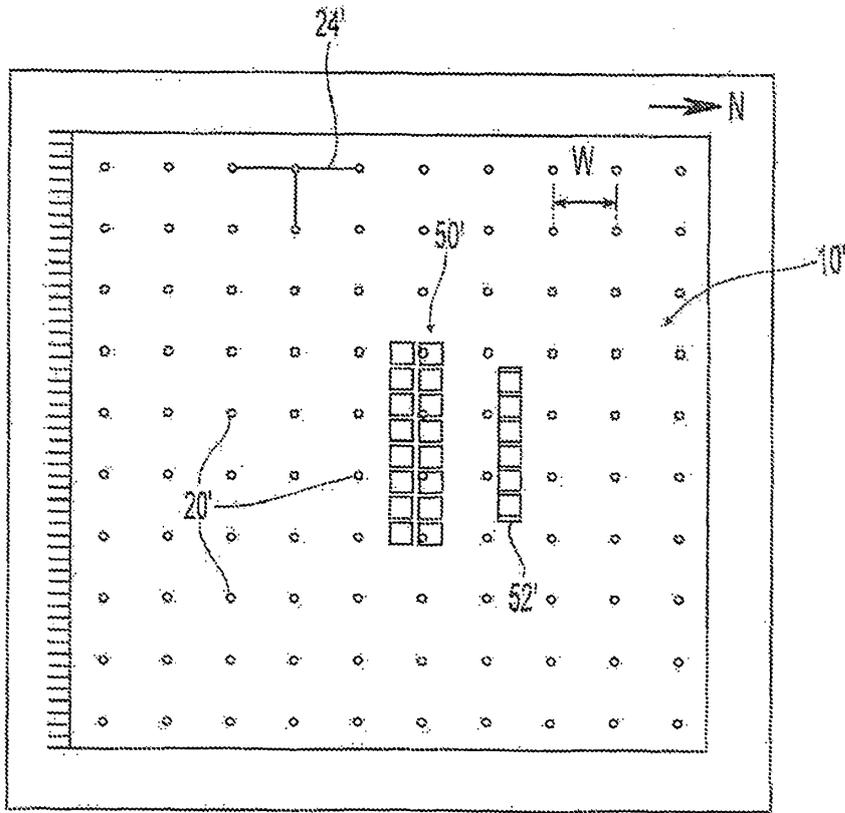


Fig. 18C

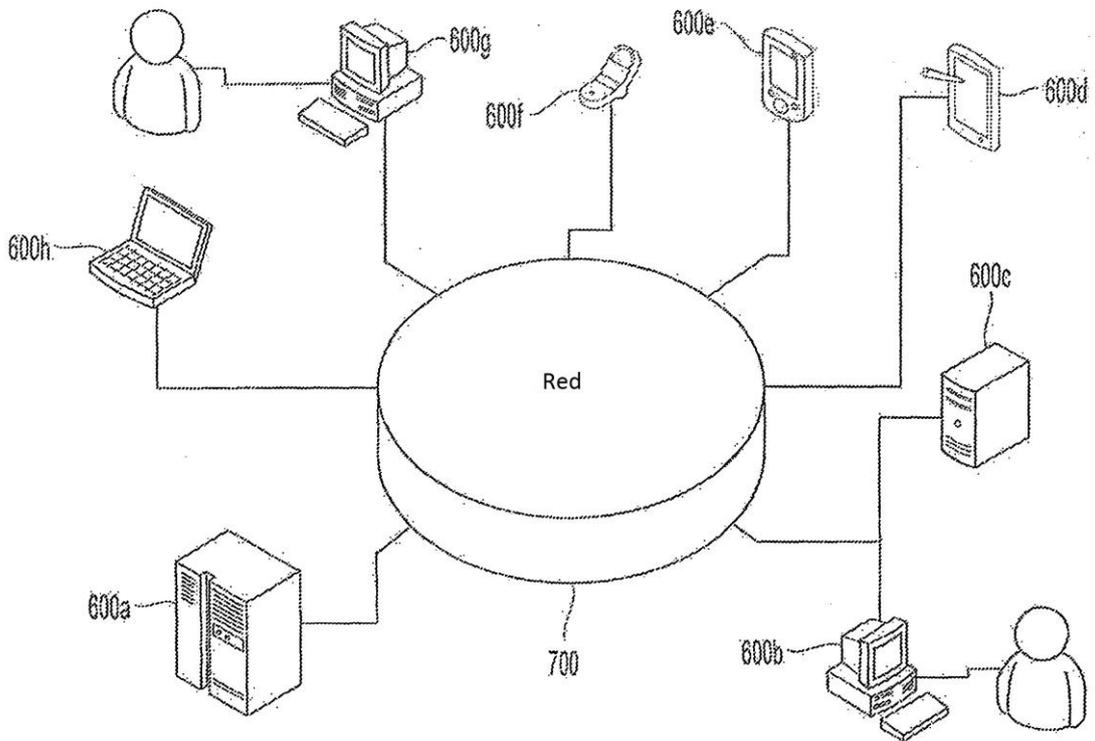


Fig. 19

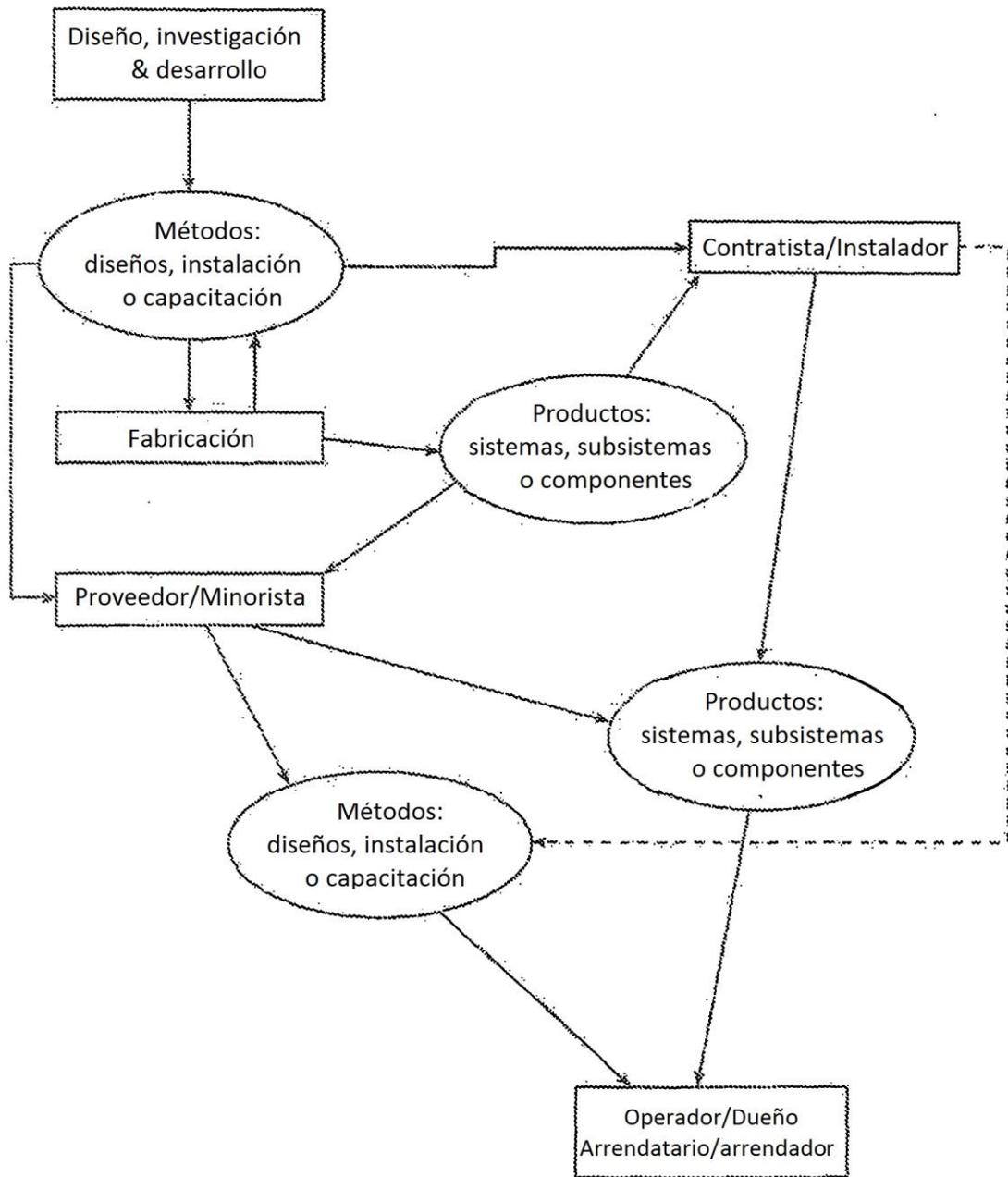


Fig. 20

