

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 720 876**

(51) Int. Cl.:  
**A62C 35/64** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2006 E 11156625 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2322250**

(54) Título: **Sistemas de rociadores secos sólo en el techo y procedimientos para abordar un incendio en emplazamiento de 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:

**25.07.2019**

(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:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

**ES 2 720 876 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 en el techo y procedimientos para abordar un incendio en emplazamiento de almacenamiento

5

## **Sector técnico**

La presente invención se refiere, en general, a sistemas de protección contra incendios de rociadores secos y al procedimiento de su diseño e instalación. Más específicamente, la presente invención da a conocer un sistema de rociadores secos, adecuado para la protección de emplazamientos de almacenamiento, que utiliza un efecto de rodeo y ahogo para abordar una situación de incendio. La presente invención se refiere, además, al procedimiento de diseñar e instalar tales sistemas.

## ***Antecedentes de la invención***

15 Los sistemas de rociadores secos se conocen bien en la materia. Un sistema de rociadores secos incluye un entramado de rociadores que tiene una pluralidad de cabezales de rociador. El entramado de rociadores está conectado 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 razón de aire  
20 con respecto a agua, válvula de diluvio o válvula de preacción tal como se conoce en la materia. Los cabezales de rociador incluyen normalmente válvulas sensibles a la temperatura normalmente cerradas. Las válvulas normalmente cerradas de los cabezales de rociador se abren cuando se calientan lo suficiente o se dispara mediante una fuente térmica tal como un incendio. El cabezal de rociador abierto, solo o en combinación con un indicador de humo o incendio, hace que la válvula de suministro de agua primaria se abra, permitiendo así que el  
25 agua de servicio fluya al interior de las líneas de flujo de fluido del entramado de rociadores de tuberías secas (desplazando el aire en las mismas), y a través del cabezal de rociador abierto para controlar el incendio, reducir la fuente de humo y/o minimizar cualquier daño a partir de los mismos. El agua fluye a través del sistema y hacia fuera por el cabezal de rociador abierto (y cualquier otro cabezal de rociador que se abra posteriormente), hasta que el cabezal de rociador se cierra por sí mismo, si se restablece automáticamente, o hasta que se cierra el suministro de  
30 agua.

En cambio, un sistema de rociadores de tuberías húmedas tiene líneas de flujo de fluido que están previamente llenas con agua. El agua se retiene en el entramado de rociadores mediante las válvulas en los cabezales de rociador. En cuanto se abre un cabezal de rociador, el agua en el entramado de rociadores fluye inmediatamente hacia fuera por el cabezal de rociador. Además, la válvula de agua primaria en el sistema de rociadores húmedo es la válvula de cierre principal, que está en el estado normalmente abierto.

40 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 tuberías secas, de preacción y de diluvio. Un sistema de tuberías secas incluye tuberías de flujo de fluido que están cargadas con aire a presión y, cuando el sistema de tuberías secas detecta calor procedente de un incendio, los cabezales de rociador se abren dando como resultado una disminución de la presión de aire. La disminución resultante de la presión de aire activa la fuente de suministro de agua y permite que entre agua en el sistema de tuberías y salga a través de los cabezales de rociador.

45 En un sistema de diluvio, las tuberías de flujo de fluido permanecen libres de agua, emplea cabezales de rociador que permanecen abiertos, y utiliza detectores neumáticos o eléctricos para detectar una indicación de incendio tal como, por ejemplo, humo o calor. La red de tuberías en un sistema de diluvio no contiene habitualmente aire de supervisión, sino que en vez de eso contendrá aire a presión atmosférica. Una vez que los detectores neumáticos o eléctricos detectan calor, la fuente de suministro de agua proporciona agua a las tuberías y los cabezales de rociador.  
50 Un sistema de preacción tiene tuberías que están libres de agua, emplea cabezales de rociador que permanecen cerrados, tiene aire de supervisión y utiliza detectores neumáticos o eléctricos para detectar una indicación de incendio tal como, por ejemplo, calor o humo. Sólo cuando el sistema detecta un incendio se introduce agua en la red de tuberías y cabezales de rociador de otro modo secos.

55 Cuando un sistema de rociadores de tuberías secas se vuelve "húmedo" (es decir, se hace que la válvula de suministro de agua primaria se abra y se permite que el agua llene las líneas de suministro de flujo de fluido), se abre un cabezal 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 razón de aire con respecto a agua de tuberías secas alcanza un desequilibrio hidráulico/neumático específico para abrir la válvula y liberar el suministro de agua al interior de la red de tuberías. Se puede tardar hasta 120 segundos en alcanzar este estado, dependiendo del volumen de todo el sistema de rociadores, el suministro de agua y la presión de aire. Cuanto mayor es el suministro de agua, mayor es el suministro de aire necesario para mantener cerrada la válvula de razón de aire con respecto a agua. Además, si el sistema es grande y/o si el sistema se carga hasta una presión típica tal como 40 psig, debe escaparse o expulsarse un volumen considerable de aire desde el cabezal de rociador abierto antes de que se alcance el desequilibrio hidráulico específico para abrir la válvula de agua primaria. El suministro de agua se desplaza a través del entramado de tuberías, desplazando el gas a presión hasta

descargarse finalmente a través del rociador abierto.

El tiempo de desplazamiento tanto del gas de escape como del suministro de fluido a través de la red proporciona un retardo de suministro de fluido en sistemas de rociadores secos que no está presente en sistemas de rociadores húmedos. Actualmente, existe una opinión en toda la industria de que, en sistemas de rociadores secos, es mejor minimizar, o si es posible evitar, el retardo de suministro de fluido. Esta opinión ha conducido a una percepción en toda la industria de que los sistemas de rociadores secos son inferiores a los sistemas húmedos. Los estándares de diseño aceptados en la industria actuales intentan abordar o minimizar el impacto del retardo de suministro de fluido imponiendo un límite sobre la cantidad de retardo que puede haber en el sistema. Por ejemplo, NFPA-13, en las secciones 7 y 11 que el agua debe suministrarse desde la válvula de control de agua primaria para descargarse hacia fuera por el cabezal de rociador a la presión de funcionamiento en menos de sesenta segundos y más específicamente, menos de cuarenta segundos. Para fomentar el suministro rápido de agua en sistemas de rociadores secos, la sección 7 de NFPA-13 da a conocer además que, para sistemas de rociadores secos que tienen volúmenes de sistema de entre 500 y 750 galones, puede evitarse el límite de tiempo de descarga siempre que el sistema incluya dispositivos de apertura rápida tales como aceleradores.

Los estándares de NFPA proporcionan otros criterios de diseño diversos para sistemas de rociadores tanto húmedos como secos utilizados en emplazamientos de almacenamiento. En NFPA-13 se incluyen curvas de densidad-área y puntos de densidad-área que definen el caudal de descarga requerido del sistema a lo largo de un área de diseño dada. Una curva o punto de densidad-área pueden especificarse o limitarse en el diseño de sistema para la protección de un tipo dado de bien clasificado mediante clase o mediante grupos tal como se expone en NFPA-13 - secciones 5.6.3 y 5.6.4. Por ejemplo, NFPA-13 da a conocer criterios para las siguientes clases de bienes: clase I; clase II; clase III y clase IV. Además, NFPA-13 da a conocer criterios para los siguientes grupos para definir los grupos de plásticos, elastómeros o cauchos como grupo A; grupo B y grupo C.

NFPA-13 da a conocer disposiciones adicionales en el diseño de sistemas de protección secos utilizados para proteger bienes almacenados. Por ejemplo, NFPA requiere que el área de diseño para un sistema de rociadores secos aumente de tamaño en comparación con unos sistemas húmedos para la protección de la misma área o espacio. Específicamente, NFPA-13 - sección 12.1.6.1 da a conocer que el área de funcionamiento de rociador, el área de diseño, para un sistema seco, se aumentará en un 30 por ciento (sin revisar la densidad) en comparación con un sistema húmedo equivalente. Este aumento del área operativa de rociador establece una "penalización" para diseñar un sistema seco; reflejando de nuevo una opinión en la industria de que los sistemas de rociadores secos son inferiores a los húmedos.

Para proteger algunos bienes de almacenamiento, NFPA-13 da a conocer criterios de diseño para sistemas de rociadores sólo en el techo en los que la "penalización" de diseño es mayor del treinta por ciento. Por ejemplo, determinadas formas de almacenamiento en bastidor requieren que un sistema de rociadores en techo secos se complementen o soporte mediante rociadores en bastidor tal como se conoce en la materia. Un problema con los rociadores en bastidor es que puede ser difícil realizar su mantenimiento y son propensos a daños por montacargas o el movimiento de palés de almacenamiento. NFPA-13 da a conocer, en NFPA-13 - sección 12.3.3.1.5; figura 12.3.3.1.5(e), nota 4, estándares para la protección de plásticos de grupo A utilizando un sistema sólo en el techo, seco, que tiene rociadores K-16.8 indicados de manera apropiada para techos que no superan 30 ft de altura. Los criterios de diseño para un sistema de rociadores húmedos de almacenamiento sólo en el techo son de 0,8 gpm/ft<sup>2</sup> por 2000 ft<sup>2</sup>. Sin embargo, NFPA añade una penalización adicional para sistemas de rociadores sólo en el techo de sistema seco aumentando los criterios de diseño hasta 0,8 gpm/ft<sup>2</sup> por 4500 ft<sup>2</sup>. Este requisito de área aumentado es una penalización de densidad del 125 % con respecto a los criterios de diseño de sistema húmedo. Tal como se indica, se cree que las penalizaciones de diseño de NFPA-13 se dan a conocer para compensar el retardo de suministro de fluido inherente en un sistema de rociadores secos tras la activación térmica de rociador. Además, NFPA 13 da a conocer protección sólo en el techo limitada en configuraciones de almacenamiento en bastidor limitadas, y de lo contrario requiere rociadores en bastidor.

Cumpliendo con el aumento de área de diseño del treinta por ciento y otras "penalizaciones", los ingenieros y diseñadores de sistemas de protección contra incendios se ven obligados a prever la activación de más rociadores y por tanto, quizás proporcionar tuberías más grandes para transportar más agua, bombas más grandes para presurizar de manera apropiada el sistema, y depósitos más grandes para compensar la demanda de agua no satisfecha por el suministro de agua municipal. A pesar de la ventaja de diseño económico aparente de los sistemas húmedos con respecto a los secos, determinadas configuraciones de almacenamiento impiden la utilización de sistemas húmedos o hacen que de otro modo no resulten prácticos. Normalmente se emplean sistemas de rociadores secos con el fin de proporcionar protección de rociadores automática en estructuras y emplazamientos no calentados que pueden verse expuestos a temperaturas de congelación. Por ejemplo, en almacenes que utilizan almacenamiento en bastidor alto, es decir, almacenamiento de 25 ft de altura debajo de un techo de 30 ft de altura, tales almacenes pueden no estar calentados y por tanto son propensos a condiciones de congelación que hacen que los sistemas de rociadores húmedos no sean deseables. El almacenamiento en congelador presenta otro entorno que no puede utilizar sistemas húmedos porque el agua en las tuberías del sistema de protección contra incendios ubicado en el sistema de congelador se congelaría. Una solución al problema que se ha desarrollado es utilizar rociadores en combinación con anticongelante. Sin embargo, la utilización de anticongelante puede plantear

otras cuestiones tales como, por ejemplo, corrosión y fugas en el sistema de tuberías. Además, la alta viscosidad del anticongelante puede requerir un tamaño de tubería aumentado. Además, se ha mostrado que el anticongelante de propilenglicol (PG) no tiene las características de lucha contra incendios del agua y, en algunos casos, se ha sabido que acelera temporalmente el crecimiento del incendio.

En general, los sistemas de rociadores secos para almacenamiento se configuran para el control del incendio en el que un incendio tiene tamaño limitado por la distribución de agua desde uno o varios rociadores accionados térmicamente ubicados por encima del incendio para reducir la tasa de desprendimiento de calor y combustibles adyacentes previamente humedecidos mientras se controlan las temperaturas de gas en el techo para evitar daños estructurales. Sin embargo, con este modo de abordar un incendio, pueden arrastrarse o mantenerse gases calientes en la zona del techo por encima del incendio y permitirse que migren radialmente. Esto puede dar como resultado que se activen rociadores adicionales de manera remota del incendio y, por tanto, no tengan un impacto directamente sobre el incendio. Además, la descarga de fluido desde un rociador dado puede dar como resultado el impacto de gotitas de agua y/o la acumulación de condensación de vapor de agua sobre rociadores adyacentes y no accionados. El efecto resultante de rociadores no accionados dispersados entre rociadores accionados se conoce como omisión de rociadores. Una definición de omisión de rociadores es la "secuencia de funcionamiento de rociadores significativamente irregular en comparación con la secuencia esperada dictada por el comportamiento del flujo en el techo, suponiendo que ningún sistema de rociadores presenta funcionamiento erróneo". Ver PAUL A. CROCE y otros, An Investigation of the Causative Mechanism of Sprinkler Skipping, 15 J. FIRE PROT. ENGR. 107, 107 (mayo de 2005). Debido al accionamiento de rociadores remotos adicionales, los criterios de diseño actuales pueden requerir tuberías agrandadas y, por tanto, el volumen de descarga de agua al interior del área de almacenamiento puede ser mayor de lo que es necesario adecuadamente para abordar el incendio. Además, dado que el control del incendio simplemente reduce la tasa de desprendimiento de calor, puede activarse un gran número de rociadores en respuesta al incendio con el fin de mantener la reducción de tasa de desprendimiento de calor.

A pesar de la disponibilidad de suministro de fluido inmediato desde cada rociador en un sistema de rociadores húmedos, los sistemas de rociadores húmedos también pueden experimentar omisión de rociadores. Sin embargo, los sistemas de rociadores húmedos pueden configurarse para la supresión de incendio que reduce rápidamente la tasa de desprendimiento de calor de un incendio e impide su nuevo crecimiento por medio de una aplicación directa y suficiente de agua a través de la columna de fuego a la superficie de combustible que está quemándose. Por ejemplo, un sistema húmedo puede configurarse para utilizar rociadores de respuesta rápida de supresión temprana (ESFR). La utilización de rociadores ESFR, en general, no está disponible en sistemas de rociadores secos, hacerlo requeriría una indicación específica para el rociador tal como se requiere según la sección 8.4.6.1 de NFPA-13. Por tanto, configurar un sistema de rociadores secos para la supresión de incendios puede requerir superar la penalización adicional de una indicación específica para un rociador ESFR. Además, configurar hidráulicamente un sistema seco para la supresión puede requerir tuberías y bombas dimensionadas de manera adecuada cuyos costes pueden resultar ser 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 llevaron a cabo dos pruebas de incendio para determinar la capacidad de un sistema de preacción de enclamamiento doble o de tuberías secas de tres tipos empleando rociadores de gota grande sólo en el techo para proporcionar una protección contra incendios adecuada para almacenamiento en bastidor de un bien de clase II a una altura de almacenamiento de treinta y cuatro pies (34 ft) debajo de un techo que tenía una altura de techo de cuarenta pies. Una prueba de incendio mostró que el sistema, que empleaba un tiempo de retardo de agua de treinta segundos (30 s) o menos, podía proporcionar un control del incendio adecuado con una presión de agua de descarga de 55 psi. Sin embargo, además de la alta presión de funcionamiento de 55 psi, un sistema de este tipo requería un total de veinticinco (25) funcionamientos de rociador accionadas a lo largo de un periodo de diecisiete minutos. La segunda prueba de incendios empleó un tiempo de retardo de agua de sesenta segundos (60 s), sin embargo tal tiempo de retardo demostró ser demasiado largo, ya que el incendio se desarrolló hasta tal intensidad que no pudo lograrse un control del incendio adecuado. En la segunda prueba de incendio, se hicieron funcionar setenta y un (71) rociadores dando como resultado una presión de descarga máxima de 37 psi, y por tanto, no pudo alcanzarse la presión objetivo de 75 psi. Las 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", preparado para Americold Corp. y publicado en junio de 1995.

En un intento por entender y predecir el comportamiento del incendio, el Instituto nacional de normas y tecnología (NIST) ha desarrollado un programa de software titulado Fire Dynamics Simulator (FDS, simulador de dinámica de fuego), actualmente disponible del sitio web de NIST, Internet: <URL: <http://fire.nist.gov/fds/>>, que modeliza la solución de flujos impulsados por fuego, es decir el crecimiento de incendio, incluyendo, pero sin limitarse a las mismas, velocidad de flujo, temperatura, densidad de humo y tasa de desprendimiento de calor. Estas variables se utilizan adicionalmente en FDS para modelizar la respuesta de sistemas de rociadores frente a un incendio.

Puede utilizarse FDS para modelizar la activación o funcionamiento de rociadores de un sistema de rociadores secos en presencia de un incendio en crecimiento para un bien almacenado. Se ha llevado a cabo un estudio particular utilizando FDS para predecir el tamaño de crecimiento de incendio y los patrones de activación de

rociadores para dos bienes estándar y un intervalo de alturas de almacenamiento, alturas de techo y ubicaciones de instalación de rociadores. Los hallazgos y las conclusiones del estudio se comentan en un informe de David LeBlanc de Tyco Fire Products R&D titulado Dry Pipe Sprinkler Systems -- Effect of Geometric Parameters on Expected Number of Sprinkler Operation (2002) (en lo sucesivo en el presente documento "estudio de FDS").

El estudio de FDS evaluó modelos predictivos para sistemas de rociadores secos que protegen matrices de almacenamiento de bienes de grupo A y clase II. El estudio de FDS generó un modelo que simuló el crecimiento de incendio y la respuesta de activación de rociadores. El estudio verificó adicionalmente la validez de la predicción comparando los resultados simulados con pruebas experimentales reales. Tal como se describe en el estudio de FDS, las simulaciones de FDS pueden generar perfiles de desprendimiento de calor predictivos para un bien almacenado, configuración de almacenamiento y altura de bien dados que muestran en particular el cambio del desprendimiento de calor a lo largo del tiempo y otros parámetros tales como temperatura y velocidad dentro del dominio computacional para una zona tal como, por ejemplo, una zona cerca del techo. Además, las simulaciones de FDS pueden proporcionar perfiles de activación de rociadores para la red de rociadores simulada modelizados por encima del bien que muestran en particular la ubicación y el tiempo predichos de activación de rociadores. A partir del documento US 2005/072580 A1 se conoce un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo.

#### ***Divulgación de la invención***

Según un primer aspecto de la presente invención, se da a conocer un sistema seco sólo en el techo de protección contra incendios enemplazamiento de almacenamiento que comprende:

un entramado de rociadores de modo de control que definen una separación de rociador a rociador que oscila entre 2,4 m y 3,6 m (entre ocho pies y doce pies (8 ft - 12 ft)) adecuado para definir un área de cobertura por rociador que oscila entre aproximadamente 7,43 m<sup>2</sup> (ochenta pies cuadrados (80 ft<sup>2</sup>)) y aproximadamente 9,29 m<sup>2</sup> (cien pies cuadrados (100 ft<sup>2</sup>)), incluyendo cada rociador un cuerpo de rociador que tiene una entrada y una salida con un conducto dispuesto entre las mismas que define un factor K nominal de, como mínimo, uno de aproximadamente 17, 19, 22, 25 y 28 - 36, un conjunto de cierre, un conjunto disparador con clasificación térmica para soportar el conjunto de cierre adyacente a la salida del cuerpo de rociador, teniendo el conjunto disparador una clasificación de temperatura de aproximadamente 141,1 °C (286 °F), y un deflecto separado adyacente a la salida para definir una configuración erguida del rociador; y una red de tuberías que incluye, como mínimo, una tubería principal y una pluralidad de líneas de bifurcación separadas que interconectan el entramado de rociadores de modo de control, ubicando la red de tuberías el entramado de rociadores con respecto a una fuente de fluido en el que aproximadamente de catorce a veintiséis (14 - 26) rociadores hidráulicamente remotos en el entramado de rociadores de modo de control definen un área de diseño hidráulica del sistema, suministrando la red de tuberías, en utilización, tras la activación de un primer rociador hidráulicamente remoto una presión de funcionamiento mínima que oscila entre aproximadamente 103,42 y 310,26 kPa (entre quince y aproximadamente cuarenta y cinco libras por pulgada cuadrada (entre 15 psi y 45 psi)) de fluido desde la fuente de fluido hasta, cada uno, de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del intervalo de veinticinco a treinta segundos (25-30 s), siendo el sistema adecuado para proteger un bien de, como mínimo, clase I y clase II almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo máxima de desde 9,14 m hasta 13,72 m (desde treinta pies hasta cuarenta y cinco pies (30 ft - 45 ft)), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas; o, un bien de clase III almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo que oscila entre 9,14 m y 13,72 m (entre treinta pies y cuarenta y cinco pies (30 ft - 45 ft)), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas.

Según otro aspecto de la presente invención, se da a conocer un procedimiento de protección de un bien de una cualquiera de clase I, clase II o clase III almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo máxima de desde 9,14 m hasta 13,72 m (desde treinta pies hasta cuarenta y cinco pies (30 ft - 45 ft)), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas, comprendiendo el procedimiento:

proporcionar una pluralidad de rociadores de modo de control, incluyendo, cada uno, de los rociadores un cuerpo de rociador que tiene una entrada y una salida con un conducto dispuesto entre las mismas que define un factor K nominal de, como mínimo, uno de aproximadamente 17, 19, 22, 25 y de 28 a 35, un conjunto de cierre, un conjunto disparador con clasificación térmica para soportar el conjunto de cierre adyacente a la salida del cuerpo de rociador, teniendo el conjunto disparador una clasificación de temperatura de aproximadamente 141,1 °C (286 °F), y un deflecto separado adyacente a la salida para definir una configuración erguida del rociador; e interconectar la pluralidad de rociadores con una red de tuberías para definir un entramado de rociadores que tienen una separación de rociador a rociador que oscila entre 2,44 m y 3,66 m (entre ocho pies y doce pies (8 ft - 12 ft)) adecuado para definir un área de cobertura por rociador que oscila entre aproximadamente 7,43 m<sup>2</sup> (ochenta pies

cuadrados ( $80 \text{ ft}^2$ ) y aproximadamente  $9,29 \text{ m}^2$  (cien pies cuadrados ( $100 \text{ ft}^2$ )) para un bien de una de clase I, clase II o clase III almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo que oscila entre  $9,14 \text{ m}$  y  $13,72 \text{ m}$  (entre treinta pies y cuarenta y cinco pies ( $30 \text{ ft} - 45 \text{ ft}$ )), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas, la interconexión incluye interconectar la pluralidad de rociadores con, como mínimo, una tubería principal y una pluralidad de líneas de bifurcación separadas llenas con un gas de nitrógeno o aire a presión para ubicar el entramado de rociadores con respecto a una fuente de fluido de tal manera que aproximadamente de catorce a veintiséis (14 - 26) rociadores hidráulicamente remotos en el entramado de rociadores de modo de control definen un área de diseño hidráulica del sistema en el que, tras la activación de un primer rociador hidráulicamente remoto, se suministra una presión de funcionamiento mínima que oscila entre aproximadamente  $103,42$  y aproximadamente  $310,26 \text{ kPa}$  (entre aproximadamente quince y aproximadamente cuarenta y cinco libras por pulgada cuadrada (entre  $15 \text{ psi}$  y  $45 \text{ psi}$ ) de fluido desde la fuente de fluido hasta, cada uno, de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del intervalo de veinticinco a treinta segundos (25-30 s).

Se da a conocer un sistema de rociadores innovador para abordar incendios de una manera que no se conocía hasta ahora. Más específicamente, el sistema de rociadores es una tubería seca y, más preferentemente, sistema de rociadores de preacción secos configurado para abordar una situación de incendio con un área operativa de rociador de tamaño suficiente como para rodear y ahogar el incendio. El área operativa preferente se genera, preferentemente, activando uno o varios rociadores iniciales, retardando el flujo de fluido hasta los rociadores activados iniciales durante un periodo de retardo definido para permitir la activación térmica de uno o varios rociadores posteriores para formar el área operativa de rociador preferente. Los rociadores del área operativa están configurados, preferentemente, para proporcionar el enfriamiento y volumen de fluido suficientes para abordar la situación de incendio de una manera con rodeo y ahogo. Los rociadores tienen un factor K nominal de, como mínimo, uno de aproximadamente 17, 19, 22, 25 y 28 - 36. El periodo de retardo definido es un periodo definido que tiene un máximo y un mínimo. Rodeando y ahogando la situación de incendio, se somete y se supera eficazmente el incendio de tal manera que se reduce rápidamente el desprendimiento de calor a partir de la situación de incendio. El sistema de rociadores está adaptado para la protección contra incendios de bienes de almacenamiento y proporciona un sistema sólo en el techo que elimina o minimiza de otro modo las desventajas económicas y penalizaciones de diseño del diseño de sistema de rociadores secos actual. El sistema de rociadores lo hace minimizando la demanda hidráulica global del sistema.

Más específicamente, el área de diseño hidráulica para el sistema de rociadores sólo en el techo puede configurarse más pequeña que las áreas de diseño hidráulicas para sistemas de rociadores secos tal como se especifica en NFPA-13, eliminando por tanto, como mínimo, una "penalización" de diseño de rociadores secos. Más preferentemente, los sistemas de rociadores pueden diseñarse y configurarse con unas áreas de diseño hidráulicas, como mínimo, iguales a las áreas de diseño operativas de rociadores para sistemas de tuberías húmedas actualmente especificadas en NFPA-13. El área de diseño hidráulica define, preferentemente, un área para el rendimiento del sistema a través de la cual el sistema de rociadores proporciona, preferentemente, una característica de flujo deseada o predeterminada.

Por ejemplo, el área de diseño puede definir el área a través de la cual un sistema de rociadores de tuberías secas preferente debe proporcionar una densidad de descarga de agua o fluido especificada. Por consiguiente, el área de diseño preferente define criterios de diseño para sistemas de rociadores de tuberías secas alrededor de los cuales se proporciona una metodología de diseño. Dado que el área de diseño puede proporcionar un parámetro de diseño de sistema, como mínimo, equivalente al de un sistema húmedo, el área de diseño puede evitar el sobredimensionamiento de componentes de sistema que se cree que se produce en el diseño y la construcción de sistemas de rociadores de tuberías secas actuales. Un sistema de rociadores preferente que utiliza un área de diseño hidráulica reducida puede incorporar tuberías o componentes de bombeo más pequeños en comparación con sistemas de rociadores secos actuales que protegen un emplazamiento de almacenamiento configurado de manera similar, realizando así posiblemente ahorros económicos. Además, la metodología de diseño preferente que incorpora un área de diseño hidráulica preferente y un sistema construido según la metodología preferente, pueden demostrar que pueden diseñarse e instalarse sistemas de protección contra incendios de tuberías secas sin incorporación de las penalizaciones de diseño, anteriormente percibidas como una necesidad, según NFPA-13. Por consiguiente, el solicitante afirma que se ha eliminado o de otro modo se ha minimizado en gran medida la necesidad de penalizaciones en el diseño de sistemas de tuberías secas.

Para minimizar la demanda hidráulica del sistema de rociadores, se emplea un área operativa de rociador minimizada eficaz para superar y someter, para responder a un crecimiento de incendio en el área de almacenamiento. Para minimizar el número de activaciones de rociadores en respuesta al crecimiento de incendio, el sistema de rociadores emplea un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio que retarda la descarga de fluido o agua desde uno o varios rociadores activados térmicamente iniciales para permitir que el incendio crezca y active térmicamente el número mínimo de rociadores para formar el área operativa de rociador preferente eficaz para rodear y ahogar el incendio con una descarga de fluido que supera y somete. Dado que el número de rociadores activados se minimiza, preferentemente, en respuesta al incendio, el volumen de agua de descarga también puede minimizarse para evitar una descarga de agua innecesaria en el área de almacenamiento. El área

operativa de rociador preferente puede superar y someter adicionalmente un crecimiento de incendio minimizando la cantidad de omisión de rociadores y, de ese modo, concentrar los rociadores accionados en una zona inmediata o en el lugar de la columna de fuego. Más preferentemente, la cantidad de omisión de rociadores en el sistema de rociadores secos puede ser comparativamente menor que la cantidad de omisión de rociadores en el sistema húmedo.

Un sistema de rociadores secos sólo en el techo para la protección de un emplazamiento de almacenamiento y bien incluye una red de tuberías que tiene una porción húmeda y una porción seca conectada a la porción húmeda. La porción seca está configurada, preferentemente, para responder a un incendio con, como mínimo, un primer rociador activado para iniciar el suministro de fluido desde la porción húmeda hasta el, como mínimo, un rociador activado térmicamente. El sistema incluye además un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio configurado para retardar la descarga desde, como mínimo, el primer rociador activado de tal manera que el incendio crece para activar térmicamente, como mínimo, un segundo rociador en la porción seca. La descarga de fluido desde el primer y, como mínimo, el segundo rociador define un área operativa de rociador suficiente para rodear y ahogar una situación de incendio. En aún otra realización preferente, el primer rociador activado incluye, preferentemente, más de un rociador activado inicialmente para iniciar el suministro de fluido.

En otro sistema de rociadores secos sólo en el techo que no es según la invención, el sistema incluye una válvula de control de agua primaria y la porción seca incluye, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano con respecto a la válvula de control de agua primaria. El sistema está configurado, preferentemente, además, de tal manera que el suministro de fluido hasta el rociador hidráulicamente remoto define el periodo de retardo de suministro de fluido máximo para el sistema y el suministro de fluido hasta el rociador hidráulicamente cercano define el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo para el sistema. El periodo de retardo de suministro de fluido máximo está configurado, preferentemente, para permitir la activación térmica de una primera pluralidad de rociadores para formar un área operativa de rociador máxima para abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo. El periodo de retardo de suministro de fluido mínimo está configurado, preferentemente, para permitir la activación térmica de una segunda pluralidad de rociadores para formar un área operativa de rociador mínima suficiente para abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo.

En un aspecto del sistema de rociadores secos sólo en el techo, el sistema está configurado de tal manera que todos los rociadores activados en respuesta a un crecimiento de incendio se activan dentro del plazo de un periodo de tiempo predeterminado. Más específicamente, el sistema de rociadores está configurado de tal manera que el último rociador activado se produce dentro del plazo de diez minutos tras la activación térmica del primer rociador en el sistema. Más preferentemente, el último rociador se activa dentro del plazo de ocho minutos y, más preferentemente, el último rociador se activa dentro del plazo de cinco minutos desde la activación del primer rociador en el sistema.

Otro sistema de rociadores secos sólo en el techo que no es según la invención da a conocer la protección de un emplazamiento de almacenamiento que tiene una altura de techo y configurado para almacenar un bien de una clasificación y altura de almacenamiento dadas. El sistema de rociadores secos incluye una red de tuberías que tiene una porción húmeda configurada para suministrar un suministro de fluido y una porción seca que tiene una red de rociadores que tienen, cada uno, una presión de funcionamiento. La red de tuberías incluye además una porción seca conectada a la porción húmeda para definir, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto. El sistema incluye además un área de diseño hidráulica preferente definida por una pluralidad de rociadores en la porción seca incluyendo el, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto para soportar, responde a una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo. El sistema incluye además un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio definido por un transcurso de tiempo tras la activación de un primer rociador en el área de diseño hidráulica preferente hasta la descarga de fluido a la presión de funcionamiento desde sustancialmente todos los rociadores en el área de diseño hidráulica preferente. Preferentemente, el área de diseño hidráulica para un sistema que emplea un efecto de rodeo y ahogo es menor que un área de diseño hidráulica tal como se requiere actualmente por NFPA-13 para la clase de bien y altura de almacenamiento dadas.

Se da a conocer un procedimiento de diseño de un sistema de rociadores que emplea un efecto de rodeo y ahogo para superar y someter un incendio. El procedimiento incluye determinar un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio para el sistema tras la activación térmica de un rociador. Más preferentemente, el procedimiento incluye determinar un periodo de retardo de suministro de fluido máximo para el suministro de fluido hasta el rociador hidráulicamente más remoto e incluye además determinar el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo hasta el rociador hidráulicamente más cercano. El procedimiento de determinación del periodo de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo incluye además, preferentemente, modelizar un escenario de incendio para un sistema de rociadores secos sólo en el techo en un espacio de almacenamiento que incluye una red de rociadores y un bien almacenado por debajo de la red. El procedimiento incluye además determinar la activación de rociadores para cada rociador en respuesta al escenario y, preferentemente, representar gráficamente los tiempos de activación para generar un perfil de activación de rociadores predictivo.

El procedimiento también incluye determinar áreas operativas de rociador máxima y mínima preferentes para los

- sistemas que pueden abordar una situación de incendio con efecto de rodeo y ahogo. El área operativa de rociador máxima preferente es, preferentemente, equivalente a un área de diseño hidráulica minimizada para el sistema que se define mediante un número de rociadores. Más preferentemente, el área de diseño hidráulica es igual a o menor que el área de diseño hidráulica especificada por NFPA-13 para el mismo bien que está protegiéndose. El área operativa de rociador mínima preferente se define, preferentemente, por un número crítico de rociadores. El número crítico de rociadores es, preferentemente, de dos a cuatro rociadores, dependiendo de la altura de techo y la clase de bien o riesgo que está protegiéndose.
- El procedimiento proporciona además identificar periodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo a partir del perfil de activación de rociadores predictivo. Preferentemente, el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo se define por el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador y el tiempo de activación del último en el número crítico de rociadores. El periodo de retardo de suministro de fluido máximo se define, preferentemente, por el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador y el tiempo en el que el número de rociadores activados es igual a, como mínimo, el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima preferente definida. Los periodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo definen un intervalo de periodos de retardo de suministro de fluido disponibles que pueden implementarse en el sistema de rociadores secos sólo en el techo diseñado para provocar un efecto de rodeo y ahogo.
- Para diseñar el sistema de rociadores secos sólo en el techo, el procedimiento proporciona además diseñar de manera iterativa un sistema de rociadores que tiene una porción húmeda y una porción seca que tiene una red de rociadores con un rociador hidráulicamente remoto y un rociador hidráulicamente cercano con respecto a la porción húmeda. El procedimiento incluye, preferentemente, diseñar de manera iterativa el sistema de tal manera que el rociador hidráulicamente remoto experimenta el periodo de retardo de suministro de fluido máximo y el rociador hidráulicamente cercano experimenta el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo. Diseñar de manera iterativa el sistema incluye además, preferentemente, verificar que cada rociador dispuesto entre el rociador hidráulicamente remoto y el rociador hidráulicamente cercano experimenta un periodo de retardo de suministro de fluido que está entre el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo para el sistema.
- La metodología puede proporcionar criterios para diseñar un sistema de rociadores secos sólo en el techo preferente para abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo. Más específicamente, la metodología puede proporcionar un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio y área de diseño hidráulica para soportar el efecto de rodeo y ahogo y que puede incorporarse adicionalmente en un diseño de sistema de rociadores secos para definir unos criterios de rendimiento hidráulico en el que no se conocen actualmente tales criterios. En aún otra realización preferente un procedimiento para diseñar el sistema de rociadores preferente puede proporcionar aplicar el periodo de retardo de suministro de fluido a una pluralidad de rociadores térmicamente accionados inicialmente que se accionan térmicamente en una secuencia definida. Más preferentemente, el periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio se aplica a los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos en el sistema.
- Un rociador tiene una estructura y una clasificación. El rociador incluye, preferentemente, una estructura que tiene una entrada y una salida con un conducto dispuesto entre las mismas que define un factor K de once (11) o mayor. Se da a conocer un conjunto de cierre adyacente a la salida y se da a conocer, preferentemente, un conjunto disparador con clasificación térmica para soportar el conjunto de cierre adyacente a la salida. Además, el rociador preferente incluye un deflector dispuesto separado adyacente desde la salida. La clasificación del rociador garantiza, preferentemente, que el rociador está cualificado para su utilización en una aplicación de almacenamiento de protección contra incendios sólo en el techo que incluye un sistema de rociadores secos configurado para abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo para la protección de almacenamiento en bastidor de un bien almacenado a una altura de almacenamiento de, como mínimo, veinte pies (20 ft), en el que el bien que está almacenándose es, como mínimo, uno de bienes de clase I, II, III, IV y grupo A. Más preferentemente, el rociador está indicado, tal como se define en NFPA 13, sección 3.2.3 (2002), para su utilización en una aplicación de protección contra incendios sólo en el techo seca de un emplazamiento de almacenamiento.
- Por consiguiente, el rociador cualificado preferente es, preferentemente, un rociador sometido a prueba, sometido a prueba contra incendios por encima de un bien de almacenamiento dentro de un entramado de rociadores de cien rociadores en, como mínimo, una de una configuración de sistema de tuberías en árbol, en bucle y en entramado. Por tanto, preferentemente, se da a conocer además un procedimiento para cualificar y, más preferentemente, indicar un rociador, tal como se define en NFPA 13, sección 3.2.3 (2002), para su utilización en una aplicación de protección contra incendios sólo en el techo seca de un emplazamiento de almacenamiento, que tiene un bien almacenado a una altura de almacenamiento igual a o mayor de aproximadamente veinte pies (20 ft) y menor de aproximadamente cuarenta y cinco pies (45 ft). El rociador tiene, preferentemente, una entrada y una salida con un conducto entre las mismas para definir un factor K de, como mínimo, 11 o mayor. Preferentemente, el rociador incluye una presión de funcionamiento diseñada y un conjunto disparador con clasificación térmica para accionar el rociador y un deflector separado adyacente a la salida. El procedimiento incluye, preferentemente, someter a prueba contra incendios un entramado de rociadores formado a partir del rociador que va a cualificarse. El entramado está dispuesto por encima de una configuración de bien almacenado de, como mínimo, veinte pies. El procedimiento incluye además descargar fluido a la presión deseada desde una porción del entramado de rociadores para superar y someter el incendio de prueba, produciéndose la descarga a la presión de funcionamiento diseñada.

- Más específicamente, las pruebas contra incendios incluyen, preferentemente, realizar la ignición del bien, accionar térmicamente, como mínimo, un rociador inicial en el entramado por encima del bien, y retardar el suministro de fluido tras el accionamiento térmico del, como mínimo, un rociador accionado inicial durante un periodo para accionar térmicamente una pluralidad de rociadores posteriores adyacentes al, como mínimo, un rociador inicial de tal manera que la descarga se produce desde el rociador inicial y los accionados posteriormente. Preferentemente, las pruebas contra incendios se realizan a alturas de techo preferentes y para alturas de almacenamiento preferentes.
- 5            10 Se da a conocer un procedimiento para diseñar un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento en el que el sistema aborda un incendio con un efecto de rodeo y ahogo. El procedimiento preferente incluye definir, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano con respecto a una fuente de fluido, y definir un periodo de retardo de suministro de fluido máximo hasta el, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y definir un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo hasta el, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano para generar áreas operativas de rociador para rodear y ahogar una situación de incendio. Definir el, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano incluye además, preferentemente, definir un sistema de tuberías que incluye un conjunto de subida acoplado a la fuente de fluido, una cañería que se extiende desde el conjunto de subida y una pluralidad de tuberías de bifurcación, la pluralidad de tuberías de bifurcación y ubicar el, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano a lo largo de la pluralidad de tuberías de bifurcación con respecto al conjunto de subida. El procedimiento puede incluir además definir el sistema de tuberías como, como mínimo, una de una configuración en bucle y en árbol. Definir el sistema de tuberías incluye además definir un área de diseño hidráulica para soportar un efecto de rodeo y ahogo, tal como por ejemplo, proporcionar el número de rociadores en el área hidráulica y la separación de rociador a rociador. Preferentemente, el área de diseño hidráulica se define como una función de, como mínimo, un parámetro que caracteriza al área de almacenamiento, siendo los parámetros: altura de techo, altura de almacenamiento, clasificación de bien, configuración de almacenamiento y altura de separación.
- 15            20            25            30            35            40            45            50            55            60            65 Definir el área de diseño hidráulica puede incluir leer una tabla de consulta e identificar el área de diseño hidráulica basándose, como mínimo, en uno de los parámetros de almacenamiento. En otro aspecto, definir el periodo de retardo de suministro de fluido máximo incluye, preferentemente, modelizar computacionalmente un entramado de 10 x 10 rociadores que tiene el, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y el, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano por encima de un bien almacenado, incluyendo la modelización simular una quema no controlada del bien almacenado y la secuencia de activación de rociadores en respuesta a la quema no controlada. Preferentemente, el periodo de retardo de suministro máximo se define como el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador hasta aproximadamente la activación del decimosexto rociador. Además, el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo se define, preferentemente, como el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador hasta aproximadamente la activación del cuarto rociador. El procedimiento preferente también puede incluir diseñar de manera iterativa el sistema de rociadores de tal manera que el periodo de retardo de suministro de fluido máximo se experimenta en el rociador hidráulicamente más remoto, y el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo se experimenta en el rociador hidráulicamente más cercano. Más preferentemente, el procedimiento incluye realizar una simulación informática del sistema que incluye secuenciar las activaciones de rociadores del, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y, preferentemente, cuatro rociadores hidráulicamente más remotos, y también secuenciar las activaciones de rociadores del, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano y, preferentemente, para rociadores hidráulicamente más cercanos. La simulación informática está configurada, preferentemente, para calcular el tiempo de desplazamiento de fluido desde la fuente de fluido hasta el rociador activado.
- Definir el área de diseño hidráulica puede incluir leer una tabla de consulta e identificar el área de diseño hidráulica basándose, como mínimo, en uno de los parámetros de almacenamiento. En otro aspecto, definir el periodo de retardo de suministro de fluido máximo incluye, preferentemente, modelizar computacionalmente un entramado de 10 x 10 rociadores que tiene el, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y el, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano por encima de un bien almacenado, incluyendo la modelización simular una quema no controlada del bien almacenado y la secuencia de activación de rociadores en respuesta a la quema no controlada. Preferentemente, el periodo de retardo de suministro máximo se define como el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador hasta aproximadamente la activación del decimosexto rociador. Además, el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo se define, preferentemente, como el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador hasta aproximadamente la activación del cuarto rociador. El procedimiento preferente también puede incluir diseñar de manera iterativa el sistema de rociadores de tal manera que el periodo de retardo de suministro de fluido máximo se experimenta en el rociador hidráulicamente más remoto, y el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo se experimenta en el rociador hidráulicamente más cercano. Más preferentemente, el procedimiento incluye realizar una simulación informática del sistema que incluye secuenciar las activaciones de rociadores del, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto y, preferentemente, cuatro rociadores hidráulicamente más remotos, y también secuenciar las activaciones de rociadores del, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano y, preferentemente, para rociadores hidráulicamente más cercanos. La simulación informática está configurada, preferentemente, para calcular el tiempo de desplazamiento de fluido desde la fuente de fluido hasta el rociador activado.
- En un ejemplo del procedimiento que simula el sistema de rociadores secos sólo en el techo configurado para rodear y ahogar un situación de incendio, incluye simular la primera pluralidad de rociadores para incluir cuatro rociadores hidráulicamente remotos que tienen una secuencia de activación para definir una activación de primer rociador hidráulicamente remoto, una activación de segundo rociador hidráulicamente remoto, una activación de tercer rociador hidráulicamente remoto y una activación de cuarto rociador hidráulicamente remoto, produciéndose las activaciones de rociadores hidráulicamente cercanos segundo a cuarto dentro del plazo de diez segundos desde la activación de primer rociador hidráulicamente remoto. Además, la simulación define un primer retardo de suministro de fluido obligatorio de tal manera que no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el primer rociador hidráulicamente remoto en el momento en el que se acciona el primer rociador hidráulicamente remoto, no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el segundo rociador hidráulicamente remoto en el momento en el que se acciona el segundo rociador hidráulicamente remoto, no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el tercer rociador hidráulicamente remoto en el momento en el que se acciona el tercer rociador hidráulicamente remoto, y no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el cuarto rociador hidráulicamente remoto en el momento en el que se acciona el cuarto rociador hidráulicamente remoto. Más específicamente, los rociadores primero, segundo, tercero y cuarto están configurados, posicionados y/o secuenciados de otro modo de tal manera que ninguno de los cuatro rociadores hidráulicamente remotos experimenta la presión de funcionamiento diseñada antes, o en el momento, del accionamiento del cuarto rociador hidráulicamente más remoto.

Adicionalmente, el sistema se simula, preferentemente, además, de tal manera que la primera pluralidad de rociadores incluye cuatro rociadores hidráulicamente cercanos con una secuencia de activación tal como para definir una activación de primer rociador hidráulicamente cercano, una activación de segundo rociador hidráulicamente cercano, una activación de tercer rociador hidráulicamente cercano y una activación de cuarto rociador hidráulicamente cercano, produciéndose las activaciones de rociadores hidráulicamente cercanos segundo a cuarto dentro del plazo de diez segundos desde la activación de primer rociador hidráulicamente remoto. Además, el sistema se simula para definir un segundo retardo de suministro de fluido obligatorio que es de tal manera que no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el primer rociador hidráulicamente cercano en el momento en el que se acciona el primer rociador hidráulicamente remoto, no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el segundo rociador hidráulicamente cercano en el momento en el que se acciona el segundo rociador hidráulicamente cercano, no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el tercer rociador hidráulicamente cercano en el momento en el que se acciona el tercer rociador hidráulicamente cercano, y no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde el cuarto rociador hidráulicamente cercano en el momento en el que se acciona el cuarto rociador hidráulicamente cercano. Más específicamente, los rociadores primero, segundo, tercero y cuarto están configurados, posicionados y/o secuenciados de otro modo de tal manera que ninguno de los cuatro rociadores hidráulicamente cercanos experimentan la presión de funcionamiento diseñada antes, o en el momento, del accionamiento del cuarto rociador hidráulicamente más cercano.

Se proporciona una base de datos, tabla de consulta o tabla de datos para diseñar un sistema de rociadores secos sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento. La tabla de datos incluye, preferentemente, una primera matriz de datos que caracteriza el emplazamiento de almacenamiento, una segunda matriz de datos que caracteriza un rociador, una tercera matriz de datos que identifica un área de diseño hidráulica en función de las matrices de datos primera y segunda, y una cuarta matriz de datos que identifica un periodo de retardo de suministro de fluido máximo y un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo que están, cada uno, en función de las matrices de datos primera, segunda y tercera. Preferentemente, la tabla de datos está configurada de tal manera que la tabla de datos está configurada como tabla de consulta en la que una cualquiera de las matrices de datos primera, segunda y tercera determina la cuarta matriz de datos. Alternativamente, la base de datos puede ser un único periodo de retardo de suministro de fluido máximo especificado que va a incorporarse en un sistema de rociadores secos sólo en el techo para abordar un incendio en un emplazamiento de almacenamiento con unas áreas operativas de rociador que tienen configuración de rodeo y ahogo con respecto a la situación de incendio para una altura de techo, altura de almacenamiento y/o clasificación de bien dadas.

Pueden proporcionarse uno o varios sistemas, subsistemas, componentes y/o procedimientos de protección contra incendios asociados. Por consiguiente, un proceso proporciona, preferentemente, sistemas y/o procedimientos para protección contra incendios. El procedimiento incluye, preferentemente, obtener un rociador cualificado para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento que tiene, como mínimo, una de: (i) clase I-III, grupo A, grupo B o grupo C con una altura de almacenamiento mayor de veinticinco pies; y (ii) clase IV con una altura de almacenamiento mayor de veintidós pies. El procedimiento incluye además, preferentemente, distribuir a un usuario el rociador para su utilización en una aplicación de protección contra incendios en emplazamiento de almacenamiento. Adicional o alternativamente, el proceso puede incluir obtener un sistema, subsistema, componente o procedimiento cualificado de protección contra incendios seco sólo en el techo para sistemas de almacenamiento y distribuir el sistema, subsistema, componente o procedimiento cualificado desde una primera parte hasta una segunda parte para su utilización en la aplicación de protección contra incendios.

Un kit para un sistema de rociadores secos sólo en el techo para protección contra incendios de un emplazamiento de almacenamiento. El kit incluye, preferentemente, un rociador cualificado para su utilización en un sistema de rociadores secos sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento que tiene alturas de techo de hasta aproximadamente cuarenta y cinco pies y bienes que tienen alturas de almacenamiento de hasta aproximadamente cuarenta pies. Además, el kit incluye, preferentemente, un conjunto de subida para controlar el suministro de fluido hasta el, como mínimo, un rociador. El kit preferente proporciona además una hoja de datos para el kit en el que la hoja de datos identifica parámetros para utilizar el kit, incluyendo los parámetros un área de diseño hidráulica, un periodo de retardo de suministro de fluido máximo para un rociador hidráulicamente más remoto y un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo hasta un rociador hidráulicamente más cercano. Preferentemente, el kit incluye un rociador erguido que tiene un factor K de aproximadamente diecisiete y una clasificación de temperatura de aproximadamente 286 °F. Más preferentemente, el rociador está cualificado para la protección del bien que es, como mínimo, uno de clase I, II, III, IV y plásticos de grupo A. El conjunto de subida incluye, preferentemente, una válvula de control que tiene una entrada y una salida, el conjunto de subida comprende además un commutador de presión para comunicación con la válvula de control. En otra realización preferente del kit, se incluye un panel de control para controlar la comunicación entre el commutador de presión y la válvula de control. Adicionalmente, se proporciona, como mínimo, una válvula de cierre para acoplarse, como mínimo, a una de la entrada y la salida de la válvula de control, y se da a conocer además, preferentemente, una válvula de retención para acoplarse a la salida de la válvula de control. Alternativamente, puede proporcionarse una disposición en la que la válvula de control y/ el conjunto de subida pueden configurarse con una cámara intermedia para eliminar la necesidad de una válvula de

retención. En aún otra realización preferente del kit, se proporciona un programa informático o aplicación de software para modelizar, diseñar y/o simular el sistema para determinar y verificar el periodo de retardo de suministro de fluido para uno o varios rociadores en el sistema. Más preferentemente, el programa informático o aplicación de software puede simular o verificar que el rociador hidráulicamente remoto experimenta el periodo de retardo de suministro de fluido máximo y el rociador hidráulicamente cercano experimenta el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo. Además, el programa informático o software está configurado, preferentemente, para modelizar y simular el sistema incluyendo secuenciar la activación de uno o varios rociadores y verificar que el suministro de fluido al uno o varios rociadores activados cumple con un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio deseado. Más preferentemente, el programa puede secuenciar la activación de, como mínimo, cuatro rociadores hidráulicamente remotos o alternativamente cuatro rociadores hidráulicamente cercanos en el sistema, y verificar el suministro de fluido a los cuatro rociadores.

El proceso preferente para proporcionar sistemas y/o procedimientos de protección contra incendios puede incluir, más específicamente, distribuir desde una primera parte hasta una segunda parte criterios de instalación para instalar el rociador en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento. Proporcionar criterios de instalación incluye, preferentemente, especificar, como mínimo, uno de clasificación de bien y configuración de almacenamiento, especificar una altura de separación mínima entre la altura de almacenamiento y un deflector del rociador, especificar un área de cobertura máxima y un área de cobertura mínima para cada rociador en el sistema, especificar los requisitos de separación de rociador a rociador en el sistema, especificar un área de diseño hidráulica y una presión de funcionamiento de diseño; y especificar un periodo de retardo de suministro de fluido diseñado. En otra realización preferente, especificar un retardo de suministro de fluido puede incluir especificar el retardo para fomentar un efecto de rodeo y ahogo para abordar una situación de incendio en el emplazamiento de almacenamiento. Más preferentemente, especificar un retardo de suministro de fluido diseñado incluye especificar un retardo de suministro de fluido que se encuentra entre un periodo de retardo de suministro de fluido máximo y un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo, en el que, más preferentemente, los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo se especifican para que se produzcan en los rociadores hidráulicamente más remotos e hidráulicamente más cercanos, respectivamente.

En otro aspecto preferente del proceso, la especificación de un retardo de suministro de fluido de diseño está, preferentemente, en función, como mínimo, de una de la altura de techo, clasificación de bien, configuración de almacenamiento, altura de almacenamiento y altura de separación. Por consiguiente, especificar el periodo de retardo de suministro de fluido diseñado incluye, preferentemente, proporcionar una tabla de datos de tiempos de retardo de suministro de fluido en función, como mínimo, de una de la altura de techo, clasificación de bien, configuración de almacenamiento, altura de almacenamiento y altura de separación.

En otro aspecto preferente del proceso, proporcionar los criterios de instalación incluye además especificar componentes de sistema para su utilización con el rociador, especificar componentes de sistema incluye, preferentemente, especificar un conjunto de subida para controlar el flujo de fluido hasta el sistema de rociadores y especificar un mecanismo de control para implementar el retardo de suministro de fluido diseñado. Además, el proceso puede incluir además especificar un dispositivo de detección de incendio para comunicación con el mecanismo de control para proporcionar criterios de instalación de preacción. El proceso también puede proporcionar que se proporcionen criterios de instalación en una hoja de datos, que puede incluir además publicar la hoja de datos, como mínimo, en uno de medios en papel y medios electrónicos.

Otro aspecto del proceso preferente incluye, preferentemente, obtener un rociador para su utilización en un sistema de rociadores secos sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento. En una realización del proceso, la obtención incluye, preferentemente, proporcionar el rociador. Proporcionar el rociador incluye, preferentemente, proporcionar un cuerpo de rociador que tiene una entrada y una salida con un conducto entre las mismas para definir un factor K de aproximadamente once o mayor, de manera preferente, aproximadamente diecisiete, y, más preferentemente, 16,8, y proporcionar además un conjunto disparador que tiene una clasificación térmica de aproximadamente 286 °F.

Otro aspecto proporciona, preferentemente, que la obtención incluye cualificar el rociador y, más preferentemente, indicar el rociador con una organización aceptable para una autoridad que tiene jurisdicción sobre el emplazamiento de almacenamiento, tal como por ejemplo, Underwriters Laboratories, Inc. Por consiguiente, obtener el rociador puede incluir someter a pruebas contra incendios el rociador para su cualificación. Las pruebas incluyen, preferentemente, definir criterios de prueba aceptables incluyendo demanda de fluido y presiones de funcionamiento de sistema diseñadas. Además, las pruebas incluyen ubicar una pluralidad del rociador en un entramado de rociadores en techo con una separación de rociador a rociador a una altura de techo, estando el entramado ubicado además por encima de un bien almacenado que tiene una clasificación de bien, configuración de almacenamiento y altura de almacenamiento. Preferentemente, la ubicación de la pluralidad del rociador incluye ubicar ciento sesenta y nueve (169) rociadores en un entramado con una separación de ocho pies por ocho pies (8 ft x 8 ft) o alternativamente cien (100) rociadores en el entramado de rociadores en techo con una separación de diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft). Alternativamente, cualquier número de rociadores pueden formar el entramado, siempre que la separación de rociador a rociador pueda proporcionar, como mínimo, un rociador por cada sesenta y cuatro pies cuadrados (1 rociador por 64 ft<sup>2</sup>) o alternativamente, un rociador por cada cien pies cuadrados (1 rociador por

100 ft<sup>2</sup>). Más en general, la ubicación de la pluralidad de rociadores proporciona, preferentemente, ubicar un número suficiente de rociadores para proporcionar, como mínimo, un anillo de rociadores no accionados que rodean a los rociadores accionados durante la prueba. En las pruebas se incluye además generar una situación de incendio en el bien, y retardar la descarga de fluido desde el entramado de rociadores para activar un número de rociadores y descargar un fluido desde cualquier rociador activado a la presión de funcionamiento de sistema diseñada para abordar la situación de incendio en una configuración de rodeo y ahogo. Además, definir los criterios de prueba aceptables incluye, preferentemente, definir la demanda de fluido en función de activaciones de rociadores diseñadas para superar y someter eficazmente un incendio con una configuración de rodeo y ahogo. Preferentemente, las activaciones de rociadores diseñadas son menos del cuarenta por ciento de los rociadores totales en el entramado. Más preferentemente, las activaciones de rociadores diseñadas son menos del treinta y siete por ciento de los rociadores totales en el entramado, incluso más preferentemente, menos del veinte por ciento de los rociadores totales en el entramado.

En una realización preferente del proceso, retardar la descarga de fluido incluye retardar la descarga de fluido durante un periodo de tiempo en función de, como mínimo, una de clasificación de bien, configuración de almacenamiento, altura de almacenamiento y una altura de separación de rociador a almacenamiento. El retardo de la descarga de fluido puede incluir además determinar el periodo de retardo de fluido a partir de un modelo computacional del bien y el emplazamiento de almacenamiento, en el que el modelo resuelve para una quema no controlada tiempos de activación de rociadores de tal manera que el retardo de suministro de fluido es el transcurso de tiempo entre una activación de primer rociador y, como mínimo, uno de: (i) un número crítico de activaciones de rociadores; y (ii) un número de rociadores equivalentes a un área operativa que puede rodear y ahogar una situación de incendio.

La distribución desde una primera parte hasta una segunda parte de uno cualquiera del sistema, subsistema, componente, preferentemente, rociador y/o procedimiento preferentes puede incluir la transferencia del sistema, subsistema, componente, preferentemente, rociador y/o procedimiento preferente a, como mínimo, uno de un minorista, proveedor, instalador de sistemas de rociadores u operario de almacenamiento. La distribución puede incluir la transferencia mediante, como mínimo, uno de distribución por tierra, distribución por aire, distribución por mar y distribución en línea.

#### **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en el presente documento y constituyen parte de la presente memoria descriptiva, ilustran realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, y junto con la descripción general facilitada anteriormente y la descripción detallada facilitada a continuación, sirven para explicar las características de la presente invención. Debe entenderse que las realizaciones preferentes no suponen la totalidad de la presente invención sino que son ejemplos de la presente invención tal como se da a conocer por las reivindicaciones adjuntas.

La figura 1 es una realización ilustrativa de un sistema de rociadores secos preferente ubicado en un área de almacenamiento que tiene un bien almacenado.

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

Las figuras 2A-2C son vistas esquemáticas en planta, lateral y desde arriba respectivas del área de almacenamiento de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama de flujo ilustrativo para generar perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos.

La figura 4 es un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores ilustrativo.

La figura 5 es un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para un bien almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 5A es un perfil de activación de rociadores a partir de una prueba de incendio real del bien almacenado de la figura 5.

La figura 6 es otro perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para otro bien almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 6A es un perfil de activación de rociadores a partir de una prueba de incendio real del bien almacenado de la figura 6.

La figura 7 es otro perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para otro bien almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 7A es un perfil de activación de rociadores a partir de una prueba de incendio real del bien almacenado de la figura 7.

La figura 8 es otro perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para otro bien almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 9 es otro perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para otro bien almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 9A es un perfil de activación de rociadores a partir de una prueba de incendio real del bien almacenado de la figura 9.

La figura 10 es otro perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para otro bien

almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 10A es un perfil de activación de rociadores a partir de una prueba de incendio real del bien almacenado de la figura 10.

La figura 11 es otro perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para otro bien almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 12 es otro perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo para otro bien almacenado en un área de almacenamiento de prueba.

La figura 12A es un perfil de activación de rociadores a partir de una prueba de incendio real del bien almacenado de la figura 12.

10 La figura 13 es un diagrama de flujo ilustrativo de una metodología de diseño preferente.

La figura 13A es un diagrama de flujo ilustrativo alternativo para diseñar un sistema de rociadores preferente.

La figura 13B son unos criterios y punto de diseño hidráulico preferentes.

La figura 14 es un diagrama de flujo ilustrativo para diseñar y modelizar dinámicamente un sistema de rociadores.

15 La figura 15 es una vista en sección transversal de un rociador preferente para su utilización en el sistema de rociadores de la figura 1.

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 subida instalado para su utilización en el sistema de la figura 1.

20 La figura 17A es un diagrama de flujo de funcionamiento ilustrativo para el sistema y conjunto de subida de la figura 17.

La figura 18 es una vista esquemática de un dispositivo de procesamiento informático para poner en práctica uno o varios aspectos de los sistemas y procedimientos de protección contra incendios preferentes.

Las figuras 18A-18C son vistas lateral, de frente y en planta de un sistema de protección contra incendios preferente.

25 La figura 19 es una vista esquemática de una red para poner en práctica uno o varios aspectos de los sistemas y procedimientos de protección contra incendios preferentes.

La figura 20 es un diagrama de flujo esquemático de las líneas de distribución de los sistemas y procedimientos preferentes.

30 La figura 21 es una vista en sección transversal de una válvula de control preferente para su utilización en el conjunto de subida de la figura 17.

### ***Modo(s) para llevar a cabo la invención***

#### **Sistema de protección contra incendios configurado para abordar un incendio con una configuración de rodeo y ahogo**

35 Un sistema de rociadores secos preferente -10-, tal como se observa en la figura 1, está configurado para la protección de un bien almacenado -50- en un emplazamiento o área de almacenamiento -70-. El sistema -10- incluye una red de tuberías que tienen una porción húmeda -12- y una porción seca -14-, preferentemente, acopladas entre sí mediante una válvula de control de agua primaria -16- que es, preferentemente, una válvula de diluvio o de preacción o, alternativamente, una válvula de razón de aire con respecto a agua. La porción húmeda -12- está conectada, preferentemente, a un suministro de líquido de lucha contra incendios tal como, por ejemplo, una cañería de agua. La porción seca -14- incluye una red de rociadores -20- interconectados mediante una red de tuberías llenas con aire u otro gas. La presión de aire dentro de la porción seca sola o en combinación con otro mecanismo de control controla el estado abierto/cerrado de la válvula de control de agua primaria -16-. Abrir la válvula de control de agua primaria -16- libera agua desde la porción húmeda -12- al interior de la porción seca -14- del sistema para descargarse a través de un rociador abierto -20-. La porción húmeda -12- puede incluir además dispositivos adicionales (no mostrados) tales como, por ejemplo, bombas contra incendios o elementos de prevención de flujo de retorno para suministrar el agua a la porción seca -14- a un caudal y/o presión deseado.

50 El sistema de rociadores preferente -10- está configurado para proteger el bien almacenado -50- abordando un crecimiento de incendio -72- en el área de almacenamiento -70- con un área operativa de rociador preferente -26-, tal como se observa en la figura 1. Un área operativa de rociador -26- se define, preferentemente, mediante un número mínimo de rociadores activados disparados térmicamente por el crecimiento de incendio -72- que rodean y ahogan un crecimiento o situación de incendio -72-. Más específicamente, el área operativa de rociador preferente -26- está formada por un número mínimo de rociadores activados y separados de manera apropiada configurados para suministrar un volumen de agua u otro fluido de lucha contra incendios que tiene características de flujo adecuadas, es decir caudal y/o presión, para superar y someter el incendio desde arriba. Preferentemente, el número de rociadores activados térmicamente -20- que definen el área operativa -26- es sustancialmente menor que el número total de rociadores disponibles -20- en la porción seca -14- del sistema -10-. El número de rociadores activados que forman el área operativa de rociador -26- se minimiza tanto para abordar eficazmente un incendio como para minimizar adicionalmente el grado de descarga de agua desde el sistema. "Activado", utilizado en el presente documento, significa que el rociador está en un estado abierto para el suministro de agua.

65 En funcionamiento, el sistema de rociadores secos sólo en el techo -10- está configurado, preferentemente, para abordar un incendio con un efecto de rodeo y ahogo, responderá inicialmente a un incendio por debajo con, como mínimo, una activación térmica de rociador. Tras la activación del rociador -20-, el aire u otro gas comprimido en la

red de tuberías se escapará, y solo o en combinación con un indicador de humo o incendio, activará que se abra la válvula de control de agua primaria -16-. La válvula de control de agua primaria abierta -16- permite que agua u otro fluido de lucha contra incendios llene la red de tuberías y se desplace hasta los rociadores activados -20-. A medida que el agua se desplaza 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 desprendiendo calor adicional en el área de almacenamiento -70-. El agua llega eventualmente al grupo de rociadores activados -20- y comienza a descargarse sobre el incendio desde el área operativa preferente -26- acumulándose hasta la presión de funcionamiento pero permitiendo un aumento continuado de la tasa de desprendimiento de calor. El calor añadido continúa el disparo térmico de rociadores adicionales próximos al rociador inicialmente disparado para definir, preferentemente, el área operativa de rociador deseada -26- y configuración para rodear y ahogar el incendio. La descarga de agua alcanza la presión de funcionamiento completa fuera del área operativa -26- en una configuración de rodeo y ahogo para superar y someter el incendio. Tal como se utiliza en el presente documento, "rodear y ahogar" significa rodear sustancialmente un área que está quemándose con una descarga de agua para reducir rápidamente la tasa de desprendimiento de calor. Además, el sistema está configurado de tal manera que todos los rociadores activados que forman el área de funcionamiento -26- se activan, preferentemente, dentro de un periodo de tiempo predeterminado. Más específicamente, el último rociador activado se produce dentro del plazo de diez minutos tras la activación térmica de primer rociador en el sistema -10-. Más preferentemente, el último rociador se activa dentro del plazo de ocho minutos y, más preferentemente, el último rociador se activa dentro del plazo de cinco minutos 20 desde la activación de primer rociador en el sistema -10-.

Minimizar o eliminar el periodo de retardo de suministro de fluido podría introducir agua en el área de almacenamiento -70- de manera prematura, inhibir el crecimiento de incendio y prevenir la formación del área operativa de rociador deseada -26-. Sin embargo, introducir agua demasiado tarde en el área de almacenamiento -70- podría permitir que el incendio crezca hasta volverse tan grande que el sistema -10- no podría superar y someter de manera adecuada el incendio, o en el mejor de los casos, sólo pueda servir para ralentizar el crecimiento de la tasa de desprendimiento de calor. Por consiguiente, el sistema -10- requiere necesariamente un periodo de retardo de suministro de agua o fluido de una duración adecuada para formar eficazmente un área operativa de rociador -26- suficiente para rodear y ahogar el incendio. Para formar el área operativa de rociador deseada -26-, el sistema de rociadores -10- incluye, como mínimo, un rociador -20- con un periodo de retardo de suministro de fluido configurado de manera apropiada. Más preferentemente, para garantizar que se activa térmicamente un número suficiente de rociadores -20- para formar un área operativa de rociador -26- en cualquier parte en el sistema -10- suficiente para rodear y ahogar el crecimiento de incendio -72-, cada rociador en el sistema -10- tiene un periodo de retardo de suministro de fluido configurado de manera apropiada. El periodo de retardo de suministro de fluido se mide, preferentemente, desde el momento tras la activación térmica de, como mínimo, un rociador -20- hasta el momento de la descarga de fluido desde el uno o varios rociadores que forman el área operativa de rociador deseada -26-, preferentemente, a la presión de funcionamiento de sistema. El periodo de retardo de suministro de fluido, tras la activación térmica de, como mínimo, un rociador -20- en respuesta a un incendio por debajo del rociador, permite que el incendio crezca sin obstáculos mediante la introducción del agua u otro fluido de lucha contra incendios. Los inventores han descubierto que el periodo de retardo de suministro de fluido puede configurarse de tal manera que el incendio en crecimiento resultante dispara térmicamente rociadores adicionales adyacentes a, próximos a o que rodean el rociador disparado inicialmente -20-. La descarga de agua a partir de las activaciones de rociadores resultantes define el área operativa de rociador deseada -26- para rodear y ahogar y, de ese modo, superar y someter el incendio. Por consiguiente, el tamaño de un área operativa -26- está, preferentemente, relacionado directamente con la duración del periodo de retardo de suministro de fluido. Cuanto más largo es el periodo de retardo de suministro de fluido, mayor es el crecimiento de incendio dando como resultado más activaciones de rociadores para formar un área operativa de rociador resultante mayor -26-. A la inversa, cuanto menor es el periodo de retardo de suministro de fluido, menor es el área operativa resultante -26-.

Dado que el periodo de retardo de suministro de fluido es, preferentemente, una función del tiempo de desplazamiento de fluido tras la activación de primer rociador, el periodo de retardo de suministro de fluido es, preferentemente, una función del tiempo de tiempo de activación para la válvula de control de agua primaria -16-, el tiempo de transición de agua a través del sistema, y la compresión. Estos factores de retardo de suministro de fluido se comentan más exhaustivamente en una publicación de TYCO FIRE & BUILDING PRODUCTS titulada A Technical Analysis: Variables That Affect the Performance of Dry Pipe Systems (2002) de James Golinveaux, que se incorpora en su totalidad como referencia. El tiempo de activación de válvula se controla, en general, mediante la presión de aire en la línea, la ausencia o presencia de un acelerador, y en el caso de una válvula de razón de aire con respecto a agua, la presión de activación de válvula. El tiempo de transición de fluido desde la válvula de control primaria -16- hasta los rociadores activados tiene un impacto adicional sobre el periodo de retardo de suministro de fluido. El tiempo de transición viene dictado por la presión de suministro de fluido, aire/gas en las tuberías, y volumen y disposición de tuberías del sistema. La compresión es la medida del tiempo desde que el agua alcanza el rociador activado hasta el momento en el que la presión de agua o fluido de lucha contra incendios de descarga se mantiene a aproximadamente, o por encima de, la presión de funcionamiento mínima para el rociador.

Debe entenderse que, dado que el periodo de retardo de suministro de fluido preferente es un retardo obligatorio o de diseño, preferentemente, de una duración definida, es distinto de cualquier retardo aleatorizado y/o inherente que

pueda experimentarse en sistemas de rociadores secos actuales. Más específicamente, la porción seca -14- puede diseñarse y disponerse para implementar el retardo deseado, por ejemplo, modificando o configurando el volumen de sistema, distancia de tuberías y/o tamaño de tuberías.

- 5 La porción seca -14- y su red de tuberías incluye, preferentemente, una tubería de subida principal conectada a la válvula de control de agua primaria -16-, y una tubería principal -22- a la que están conectadas una o varias tuberías de bifurcación separadas -24-. La red de tuberías puede incluir además conexiones de tuberías tales como conectores, acodamientos y elementos de subida, etc., para conectar porciones de la red y formar bucles y/o configuraciones en árbol en la porción seca -14-. Por consiguiente, la porción seca -14- puede tener elevaciones o transiciones en pendiente variables de una sección de la porción seca a otra sección de la porción seca. Los rociadores -20- están montados, preferentemente, en, y separados a lo largo de, las tuberías de bifurcación separadas -24- para formar una separación de rociadores deseada.
  - 10
  - 15 La separación de rociador a rociador puede ser de 1,8 m x 1,8 m (seis pies por seis pies (6 ft x 6 ft)); 2,4 m x 2,4 m (ochos pies por ocho pies (8 ft x 8 ft)), 3,0 m x 3,0 m (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)), 6,1 m x 6,1 m (veinte pies por veinte pies (20 ft x 20 ft de separación)) y cualquier combinación de las mismas o intervalo entre las mismas, dependiendo de los requisitos de diseño hidráulico de sistema. Basándose en la configuración de la porción seca -14-, la red de rociadores -20- incluye, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto o con mayor demanda hidráulica -21- y, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano o con menor demanda hidráulica -23-, es decir, el rociador menos remoto, con respecto a la válvula de control de agua primaria -16- que separa la porción húmeda -12- de la porción seca -14-. En general, un rociador adecuado para su utilización en un sistema de rociadores secos configurado proporciona suficiente volumen, enfriamiento y control para abordar un incendio con un efecto de rodeo y ahogo. Más específicamente, los rociadores -20- son, preferentemente, rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos que tienen un factor K que oscila entre aproximadamente 11 y aproximadamente 36; sin embargo alternativamente, los rociadores -20- pueden estar configurados como rociadores colgantes secos. Más preferentemente, los rociadores tienen un factor K nominal de 16,8. Tal como se entiende en la materia, el factor K nominal identifica características de descarga de rociador tal como se proporciona en la tabla 6.2.3.1 de NFPA-13 que se incorpora específicamente en el presente documento como referencia. Alternativamente, los rociadores -20- pueden tener cualquier factor K nominal siempre que se instalen y configuren en un sistema para suministrar un flujo de fluido según los requisitos de 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 más, siempre que si el rociador tiene un factor K nominal mayor de 28, el rociador aumente el flujo en incrementos del 100 por ciento en comparación con un rociador con un factor K nominal de 5,6 tal como se requiere por NFPA-13, sección 6.2.3.3, que se incorpora específicamente en el presente documento como referencia. Además, los rociadores -20- pueden especificarse según la sección 12.1.13 de NFPA-13 que se incorpora específicamente en el presente documento como referencia. Preferentemente, los rociadores -20- están configurados para dispararse térmicamente a 414 °K (286 °F) sin embargo los rociadores pueden especificarse para tener una clasificación de temperatura adecuada para la aplicación de almacenamiento dada, incluyendo clasificaciones de temperatura de más de 414 °K (286 °F). Por tanto, los rociadores -20- pueden especificarse dentro del intervalo de clasificaciones y categorías de temperatura tal como se indica en la tabla 6.2.5.1 de NFPA-13 que se incorpora específicamente en el presente documento como referencia. Además, los rociadores -20- tienen, preferentemente, una presión de funcionamiento mayor de 0,10 MPa (15 psi), preferentemente, que oscila entre aproximadamente 01. MPa y aproximadamente 0,41 MPa (entre aproximadamente 15 psi y aproximadamente 60 psi), más preferentemente, que oscila entre aproximadamente 0,10 MPa y aproximadamente 0,31 MPa (entre aproximadamente 15 psi y aproximadamente 45 psi), incluso, más preferentemente, que oscila entre aproximadamente 0,14 MPa y aproximadamente 0,24 MPa (entre aproximadamente 20 psi y aproximadamente 35 psi), y aún más preferentemente, que oscila entre aproximadamente 0,15 MPa y aproximadamente 0,21 MPa (entre aproximadamente 22 psi y aproximadamente 30 psi).
  - 20
  - 25
  - 30
  - 35
  - 40
  - 45
  - 50
  - 55
  - 60
  - 65
- Preferentemente, el sistema -10- está configurado para incluir un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo y un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo. Los periodos de retardo de suministro de fluido obligatorios mínimo y máximo pueden seleccionarse de un intervalo de periodos de retardo aceptables tal como se describe en más detalle a continuación en el presente documento. El periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo es el periodo de tiempo tras la activación térmica del, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto -21- hasta el momento de la descarga desde el, como mínimo, un rociador hidráulicamente remoto -21- a la presión de funcionamiento de sistema. El periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo está configurado, preferentemente, para definir una duración de tiempo tras la activación térmica del rociador hidráulicamente más remoto -21- que permite la activación térmica de un número suficiente de rociadores que rodean al rociador hidráulicamente más remoto -21- que juntos forman el área operativa de rociador máxima -27- para el sistema -10- eficaz para rodear y ahogar un crecimiento de incendio -72- tal como se muestra esquemáticamente en la figura 1A.
- El periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo es el periodo de tiempo tras la activación térmica para el, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano -23- hasta el momento de la descarga desde el, como mínimo, un rociador hidráulicamente cercano -23- a la presión de funcionamiento de sistema. El periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo está configurado, preferentemente, para definir una duración de tiempo

tras la activación térmica del rociador hidráulicamente más cercano -23- que permite la activación térmica de un número suficiente de rociadores que rodean al rociador hidráulicamente más cercano -23- para formar juntos el área operativa de rociador mínima -28- para el sistema -10- eficaz para rodear y ahogar un crecimiento de incendio -72-. Preferentemente, el área operativa de rociador mínima -28- se define mediante un número crítico de rociadores que incluyen el rociador hidráulicamente más cercano -23-. El número crítico de rociadores puede definirse como el número mínimo de rociadores que pueden introducir agua en el área de almacenamiento -70-, tener un impacto sobre el crecimiento de incendio, pero permitir que el incendio continúe creciendo y disparando un número adicional de rociadores para formar el área operativa de rociador deseada -26- para rodear y ahogar el crecimiento de incendio.

Con los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo afectados en los rociadores hidráulicamente más remoto y cercano -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 retardo de suministro de fluido en el intervalo entre el período de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo y el período de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo. Siempre que los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo den como resultado, respectivamente, las áreas operativas de rociador máxima y mínima -27-, -28-, los períodos de retardo de suministro de fluido de cada rociador facilitan la formación de un área operativa de rociador -26- para abordar un crecimiento de incendio -72- con una configuración de rodeo y ahogo.

El período de retardo de suministro de fluido de un rociador -20- es, preferentemente, una función de la distancia de rociador o longitud de tubería desde la válvula de control de agua primaria -16- y puede ser adicionalmente una función del volumen de sistema (aire atrapado) y/o tamaño de tubería. Alternativamente, el período de retardo de suministro de fluido puede ser una función de un dispositivo de control de fluido configurado para retardar el suministro de agua desde la válvula de control de agua primaria -16- hasta el rociador activado térmicamente -20-. El período de retardo de suministro de fluido obligatorio también puede ser una función de varios otros factores del sistema -10- incluyendo, por ejemplo, la demanda de agua y los requisitos de flujo de bombas de suministro de agua u otros componentes a lo largo del sistema -10-. Para incorporar un período de retardo de suministro de fluido especificado en el sistema de rociadores -10-, preferentemente, se incorporan tuberías de una longitud y área en sección transversal determinadas en el sistema -10- de tal manera que el rociador hidráulicamente más remoto -21- experimenta el período de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo y el rociador hidráulicamente más cercano -23- experimenta el período de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo. Alternativamente, el sistema de tuberías -10- puede incluir cualquier otro dispositivo de control de fluido tal como, por ejemplo, un acelerador o acumulador con el fin de que el rociador hidráulicamente más remoto -21- experimente el período de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo y el rociador hidráulicamente más cercano -23- experimente el período de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo.

Alternativamente, para configurar el sistema -10- de tal manera que el rociador hidráulicamente más remoto -21- experimenta el período de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo y el rociador hidráulicamente más cercano -23- experimenta el período de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo, el sistema -10- puede configurarse de tal manera que cada rociador en el sistema -10- experimenta un período de retardo de suministro de fluido que se encuentra entre o dentro del intervalo de retardo definido por el período de retardo de suministro de fluido obligatorio máximo y el período de retardo de suministro de fluido mínimo. Por consiguiente, el sistema -10- puede formar un área operativa de rociador máxima -27- menor de lo esperado que si se incorpora el período de retardo de suministro de fluido máximo. Además, el sistema -10- puede experimentar un área operativa de rociador mínima -28- mayor de lo esperado si se hubiera empleado el período de retardo de suministro de fluido mínimo.

En las figuras 2A-2C se muestran esquemáticamente vistas en planta, lateral y desde arriba respectivas del sistema -10- en el área de almacenamiento -70- que ilustran diversos factores que pueden tener un impacto sobre el crecimiento de incendio -72- y la respuesta de activación de rociadores. La activación térmica de los rociadores -20- del sistema -10- puede ser una función de varios factores incluyendo, por ejemplo, desprendimiento de calor a partir del crecimiento de incendio, altura de techo del área de almacenamiento -70-, ubicación de rociador con respecto al techo, la clasificación del bien -50- y la altura de almacenamiento del bien -50-. Más específicamente, se muestra el sistema de rociadores de tuberías secas -10- instalado en el área de almacenamiento -70- como un sistema de rociadores de tuberías secas sólo en el techo suspendido por debajo de un techo que tiene una altura de techo de H1. El techo puede ser de cualquier configuración incluyendo una cualquiera de: un techo plano, techo horizontal, techo inclinado o combinaciones de los mismos. La altura de techo está definida, preferentemente, por la distancia entre el suelo y el lado inferior del techo por encima (o tejado) dentro del área que va a protegerse, y, más preferentemente, define la altura máxima entre el suelo y el lado inferior del techo por encima (o tejado). Los rociadores individuales incluyen, preferentemente, un deflector ubicado desde el techo a una distancia S. En el área de almacenamiento -70- está ubicado el bien almacenado configurado como una matriz -50- de bienes, preferentemente, de un tipo C, que puede incluir uno cualquiera de bienes de clase I, II, III o IV definidas en NFPA-13, alternativamente plásticos, elastómeros y cauchos de grupo A, grupo B o grupo C, o además de manera alternativa cualquier tipo de bien cuyo comportamiento de combustión puede caracterizarse. La matriz -50- puede caracterizarse mediante uno o varios de los parámetros proporcionados y definidos en la sección 3.9.1 de NFPA-13 que se incorpora específicamente en el presente documento como referencia. La matriz -50- puede almacenarse hasta una altura de almacenamiento H2 para definir una separación de techo L. La altura de almacenamiento define,

preferentemente, la altura máxima del almacenamiento. La altura de almacenamiento puede definirse alternativamente para caracterizar de manera apropiada la configuración de almacenamiento. Preferentemente, la altura de almacenamiento  $H_2$  es de 6,1 m (veinte pies) o mayor. Además, la matriz -50- almacenada define, preferentemente, una disposición de almacenamiento en bastidor en múltiples filas; más preferentemente, una disposición de almacenamiento en bastidor en doble fila pero otras configuraciones de almacenamiento son posibles tales como, por ejemplo, en el suelo, en bastidor sin repisas macizas, en palés, contenedor, repisa, o bastidor en una única fila. El área de almacenamiento también puede incluir almacenamiento adicional de un bien igual o diferente separado con una anchura de pasillo  $W$  en una configuración igual o diferente.

- 5      10 Para identificar los períodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo para la incorporación en el sistema -10- y los intervalos disponibles entre los mismos, pueden utilizarse perfiles de respuesta de activación de rociadores predictivos para un sistema de rociadores, bien, altura de almacenamiento y altura de techo de área de almacenamiento particulares. Preferentemente, el perfil de respuesta de activación de rociadores predictivo para un sistema de rociadores secos -10- en un espacio de almacenamiento -70-, por ejemplo, tal 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 de incendio simulado que está ardiendo a lo largo de un periodo de tiempo sin la introducción de agua para alterar el perfil de desprendimiento de calor del crecimiento de incendio -72-. A partir de estos perfiles, un operario de sistema o diseñador de rociador puede predecir o aproximar cuánto tardan en formarse las áreas operativas de rociador máxima y mínima -27-, -28- descritas anteriormente tras una activación de primer rociador para rodear y ahogar una situación de incendio. La especificación de las áreas de funcionamiento de rociador máxima y mínima deseadas -27-, -28- y el desarrollo de los perfiles predictivos se describen en más detalle a continuación en el presente documento.

- 15     25 Dado que los perfiles predictivos indican el tiempo para activar térmicamente cualquier número de rociadores -20- en el sistema -10-, un usuario puede utilizar un perfil de activación de rociadores para determinar los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo. Con el fin de identificar el periodo de retardo de suministro de fluido máximo, un diseñador u otro usuario puede consultar el perfil de activación de rociadores predictivo para identificar el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador hasta el momento en el que se activan térmicamente el número de rociadores que forman el área operativa de rociador máxima especificada -27-. De 30     35 manera similar, para identificar el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo, un diseñador u otro usuario puede consultar el perfil de activación de rociadores predictivo para identificar el transcurso de tiempo entre la activación de primer rociador hasta el momento en el que se activan térmicamente el número de rociadores que forman el área operativa de rociador mínima especificada -28-. Los períodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo definen un intervalo de períodos de retardo de suministro de fluido que pueden incorporarse en el sistema -10- para formar, como mínimo, un área operativa de rociador -26- en el sistema -10-.

- 40     45 El sistema de rociadores secos -10- descrito anteriormente está configurado para formar áreas operativas de rociador -26- para superar y someter crecimientos de incendios en la protección de emplazamientos de almacenamiento. Los inventores han descubierto, que utilizando un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio en un sistema de rociadores secos, puede configurarse un área operativa de rociador para responder a un incendio con una configuración de rodeo y ahogo. El periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio es, preferentemente, un periodo de tiempo predicho o diseñado durante el cual el sistema retarda el suministro de agua u otro fluido de lucha contra incendios a cualquier rociador activado. El periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio para un sistema de rociadores secos configurado con un área operativa de rociador es distinto de los 50     55 tiempos de agua máximos obligados en procedimientos de diseño de suministro de tuberías secas actuales. Específicamente, el periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio garantiza que se expulsa agua desde un rociador activado en un momento predeterminado o periodo de tiempo definido para formar un área operativa de rociador de rodeo y ahogo.

## 50     **Generación de perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos**

- 55     60 Para generar los perfiles de activación de rociadores predictivos para identificar los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para un sistema de rociadores dado ubicado en un espacio de almacenamiento -70-, puede modelizarse un crecimiento de incendio en el espacio -70- y puede determinarse el perfil a lo largo del tiempo del desprendimiento de calor a partir del crecimiento de incendio. A lo largo del mismo periodo de tiempo, pueden calcularse, resolverse y representarse gráficamente respuestas de activación de rociadores. El diagrama de flujo de la figura 3 muestra un proceso preferente -80- para generar los perfiles predictivos de desprendimientos de calor y activaciones de rociadores utilizados en la determinación de períodos de retardo de suministro de fluido y la figura 4 muestra el perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo -400- ilustrativo. Desarrollar los perfiles predictivos incluye modelizar el bien que va a protegerse en un escenario de incendio simulado por debajo de un sistema de rociadores. Para modelizar el escenario de incendio, se consideran, como mínimo, tres aspectos físicos del sistema que va a modelizarse: (i) la disposición geométrica del escenario que está modelizándose; (ii) las características de combustible de los materiales combustibles implicados en el escenario; y (iii) características de rociador del sistema de rociadores que protege el bien. El modelo se desarrolla, preferentemente, de manera computacional y por tanto, para traducir el espacio de almacenamiento del dominio físico al dominio computacional, también deben considerarse características numéricas no físicas.

La modelización computacional se realiza, preferentemente, utilizando FDS, tal como se describió anteriormente, que puede predecir el desprendimiento de calor a partir de un crecimiento de incendio y predecir además el tiempo de activación de rociadores. Actualmente están disponibles publicaciones del NIST que describen las capacidades funcionales y requisitos para modelizar escenarios de incendio en FDS. Estas publicaciones incluyen: NIST Special Publication 1019: Fire Dynamics Simulator (versión 4) User's Guide (marzo de 2006) y NIST Special Publication 1018: Fire Dynamics Simulator (versión 4) Technical Reference Guide (marzo de 2006) cada una de las cuales se incorpora en su totalidad como referencia. Alternativamente, puede utilizarse cualquier otro simulador de modelización de incendios, siempre que el simulador pueda predecir la detección o activación de rociadores.

Tal como se describe en FDS Technical Reference Guide, FDS es un modelo de dinámica de fluido computacional (CFD) de flujo de fluido impulsado por incendio. El modelo resuelve numéricamente una forma de las ecuaciones de Navier-Stokes para flujo impulsado térmicamente a baja velocidad con énfasis en el transporte de humo y calor a partir de incendios. Las derivadas parciales de las ecuaciones de conservación de masa de masa, momento y energía se aproximan como diferencias finitas, y se actualiza la solución en el tiempo en un entramado rectilíneo tridimensional. Por consiguiente, entre los parámetros de entrada requeridos por FDS se incluye información sobre el entramado numérico. El entramado numérico es una o varias mallas rectilíneas a las que deben ajustarse todas las características geométricas. Además, el dominio computacional es, preferentemente, más refinado en las áreas dentro de la matriz de combustible en las que está produciéndose la quema. Fuera de esta región, en áreas en las que el cálculo es limitado con respecto a la transferencia de calor y masa predicha, el entramado puede ser menos refinado. En general, el entramado computacional debe resolverse de manera suficiente como para permitir, como mínimo, uno, o más preferentemente, dos o tres, elementos computacionales completos dentro de los espacios de salida de humo longitudinal y transversal entre los bienes modelizados. El tamaño de los elementos individuales del entramado de malla puede ser uniforme, sin embargo, preferentemente, los elementos individuales son elementos ortogonales teniendo el lado mayor una dimensión de entre 100 y 150 milímetros, y una relación de aspecto de menos de 0,5.

En la primera etapa -82- del procedimiento de modelización predictivo, el bien se modeliza, preferentemente, en su configuración de almacenamiento para tener en cuenta los parámetros de disposición geométrica del escenario. Estos parámetros incluyen, preferentemente, ubicaciones y tamaños de materiales combustibles, la ubicación de ignición del crecimiento de incendio, y otras variables de espacio de almacenamiento tales como altura de techo y volumen de recinto. Además, el modelo incluye, preferentemente, variables que describen configuraciones de matriz de almacenamiento incluyendo el número de filas de matriz, dimensiones de matriz incluyendo altura de matriz de bienes y tamaño de un paquete almacenado de bienes individuales, y configuraciones de ventilación.

En un ejemplo de modelización, tal como se describe en el estudio de FDS, un modelo de entrada para la protección de plásticos de grupo A incluyó modelizar un área de almacenamiento de 34 m por 34 m (110 ft por 110 ft); alturas de techo que oscilaban entre 6,1 m y 12 m (entre veinte pies y cuarenta pies). Se modelizó el bien como un bien de almacenamiento en bastidor en doble fila que media 10 m de longitud por 2,3 m de anchura (33 ft de longitud por 7-1/2 ft de anchura). Se modelizó el bien a diversas alturas incluyendo entre 7,6 m y 12 m (veinticinco pies y cuarenta pies).

En la etapa de modelizado -84- se modeliza el sistema de rociadores para incluir características de rociador tales como tipo de rociador, ubicación y separación de rociadores, número total de rociadores, y distancia de montaje desde el techo. El tamaño físico total del dominio computacional viene dictado, preferentemente, por el número previsto de funcionamientos de rociador antes del suministro de fluido. Además, el número de rociadores en techo y asociados simulados es, preferentemente, lo suficientemente grande de tal manera que sigue habiendo, como mínimo, un anillo continuo de rociadores no activados alrededor de la periferia del techo simulado. En general, pueden excluirse las paredes exteriores de la simulación de tal manera que los resultados se aplican a un volumen no limitado, sin embargo, si la geometría que está estudiándose se limita a un volumen comparativamente pequeño, entonces, preferentemente, se incluyen las paredes. Preferentemente, también se incluyen propiedades térmicas del rociador tales como, por ejemplo, índice de tiempo de respuesta funcional (RTI) y temperatura de activación. Más preferentemente, se conoce el RTI para el elemento térmico del rociador modelizado antes de su instalación en el rociador. Pueden definirse características de rociador adicionales para generar el modelo incluyendo detalles referentes a la estructura de pulverización de agua y caudal desde el rociador. Haciendo de nuevo referencia al estudio de FDS, por ejemplo, se modelizó un sistema de rociadores con un entramado de doce por doce de rociadores Central Sprinkler ELO-231 con una separación de 3,0 m por 3,0 m (10 ft por 10 ft) para un total de 144 rociadores. Se modelizaron los rociadores con una temperatura de activación de 414 °K (286 °F) con un RTI de 170 m<sup>1/2</sup>s<sup>1/2</sup> (300 (ft-s)<sup>1/2</sup>). El entramado de rociadores en el estudio de FDS estaba dispuesto a dos alturas diferentes desde el techo: 0,25 m y 0,10 m (10 pulgadas y 4 pulgadas).

Un tercer aspecto -86- para desarrollar los perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos proporciona, preferentemente, simular un incendio dispuesto en la matriz de almacenamiento de bienes a lo largo de un periodo de tiempo. Específicamente, el modelo puede incluir características de combustible para describir el comportamiento de ignición y quema de los materiales combustibles que van a modelizarse. En general, para describir el comportamiento del combustible, se requiere una descripción precisa de la transferencia de calor al

interior del combustible.

Las masas de combustible simuladas pueden tratarse como térmicamente gruesas, es decir se establece un gradiente de temperatura a través de la masa del bien, o como térmicamente delgadas, es decir se establece una temperatura uniforme a través de la masa del bien. Por ejemplo, en el caso de cajas de cartón, típicas de almacenes, puede suponerse que la pared de la caja de cartón tiene una temperatura uniforme a través de su sección transversal, es decir que es térmicamente delgada. Los parámetros de combustible, que caracterizan combustibles de clase A sólidos térmicamente delgados, tales como la clase II, clase III y plásticos estándar de grupo A, incluyen preferentemente: (i) desprendimiento de calor por unidad de área; (ii) calor específico; (iii) densidad; (iv) grosor; y (v) temperatura de ignición. El parámetro de desprendimiento de calor por unidad de área permite ignorar los detalles específicos de la estructura interna del combustible y tratar el volumen total del combustible como una masa homogénea con una salida de energía conocida basándose en el porcentaje de área de superficie de combustible que se predice que está quemándose. El calor específico se define como la cantidad de calor requerida para aumentar la temperatura de una unidad de masa del combustible en una unidad de temperatura. La densidad es la masa por unidad de volumen del combustible, y el grosor es el grosor de la superficie del bien. La temperatura de ignición se define como la temperatura a la que la superficie comenzará a quemarse en presencia de una fuente de ignición.

Para combustibles que no pueden tratarse como térmicamente delgados, tales como un haz sólido de combustible, pueden requerirse parámetros adicionales o alternativos. Los parámetros adicionales o alternativos pueden incluir conductividad térmica que puede medir la capacidad de un material para conducir el calor. Pueden requerirse otros parámetros dependiendo del combustible específico que está caracterizándose. Por ejemplo, los combustibles líquidos necesitan tratarse de una manera muy diferente a los combustibles sólidos, y como resultado los parámetros son diferentes. Otros parámetros que pueden ser específicos para determinados combustibles o configuraciones de combustibles incluyen: (i) emisividad, que es la razón de la radiación emitida por una superficie con respecto a la radiación emitida por un cuerpo negro a la misma temperatura y (ii) calor de vaporización que se define como la cantidad de calor requerida para convertir una unidad de masa de un líquido a su punto de ebullición en vapor sin un aumento de la temperatura. Uno cualquiera de los parámetros anteriores pueden no ser valores fijos, sino que en vez de eso pueden variar dependiendo del tiempo u otra influencia externa tal como flujo de calor o temperatura. Para estos casos, el parámetro de combustible puede describirse de una manera compatible con la variación conocida de la propiedad, tal como en un formato en tabla o ajustando una función matemática (normalmente) lineal al parámetro.

En general, cada palé de bienes puede tratarse como un paquete homogéneo de combustible, omitiéndose los detalles del palé y bastidores físicos. En la tabla de parámetros de combustión a continuación se resumen parámetros de combustión a modo de ejemplo, basándose en la clase de bien.

**Tabla de parámetros de combustión**

	Clase II	Clase III	Plástico del grupo A
Desprendimiento de calor por unidad de área ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )	170-180	180-190	500
Calor específico*densidad*grosor (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 software FDS u otro código computacional resuelve los efectos de desprendimiento de calor y calor resultante incluyendo una o varias activaciones de rociadores para cada unidad de tiempo tal como se proporciona en las etapas -88-, -90-. Las activaciones de rociadores pueden ser simultáneas o secuenciales. Debe entenderse además que las soluciones de desprendimiento de calor definen un nivel de crecimiento de incendio a través del bien almacenado. Se entiende además que los rociadores modelizados se activan térmicamente en respuesta al perfil de desprendimiento de calor. Por tanto, para un crecimiento de incendio dado existe un número correspondiente de rociadores que se abren o activan térmicamente. De nuevo, la simulación proporciona, preferentemente, que tras la activación de rociadores no se suministra nada de agua. Modelizar los rociadores sin la descarga de agua garantiza que el perfil de desprendimiento de calor y, por tanto, el crecimiento de incendio no se ve alterado por la introducción de agua. Las soluciones de desprendimiento de calor y activación de rociadores se representan de manera gráfica, preferentemente, como perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos -400- basados en el tiempo en las etapas -88-, -90- tal como se observa, por ejemplo, en la figura 4. Alternativa o adicionalmente al desprendimiento de calor y perfil de activación de rociadores, puede generarse una representación gráfica esquemática de las activaciones de rociadores que muestra ubicaciones de rociadores activados con respecto a la matriz de almacenamiento y punto de ignición, tiempo de activación y desprendimiento de calor en el momento de la activación.

Los perfiles -400- predictivos de la figura 4 proporcionan ejemplos ilustrativos de perfil de desprendimiento de calor predictivo -402- y perfil de activación de rociadores predictivo -404-. Específicamente, el perfil de desprendimiento de calor predictivo -402- muestra la cantidad de desprendimiento de calor prevista en el área de almacenamiento -70- a

lo largo del tiempo, medida en kilovatios (KW), a partir del bien almacenado en un escenario de incendio modelizado. El perfil de desprendimiento de calor proporciona una caracterización del crecimiento de un incendio a medida que quema el bien y puede medirse en otras unidades de energía tales como, por ejemplo, unidades térmicas británicas (BTU). El modelo de incendio caracteriza, preferentemente, un crecimiento de incendio que quema el bien -50- en el área de almacenamiento -70- resolviendo el cambio de desprendimiento de calor previsto o calculado a lo largo del tiempo. Se muestra que el perfil de activación de rociadores predictivo -404- incluye, preferentemente, un punto que define un área operativa de rociador máxima -27- diseñada o especificada por el usuario. Puede especificarse que un área operativa de rociador máxima especificada -27- es, por ejemplo, de aproximadamente 190 m<sup>2</sup> (aproximadamente 2.000 pies cuadrados), lo cual es equivalente a veinte (20) activaciones de rociadores basándose en una separación de rociadores de 3 m x 3 m (diez por diez pies). La especificación del área operativa de rociador máxima -27- se describe en más detalle a continuación en el presente documento. El perfil de activación de rociadores -404- muestra el periodo de retardo de suministro de fluido máximo  $\Delta t_{máx}$ . El tiempo cero,  $t_0$ , se define, preferentemente, por el momento de activación de rociadores inicial, y preferentemente, el periodo de retardo de suministro de fluido máximo  $\Delta t_{máx}$  se mide desde el tiempo cero hasta el momento en el que se activa el ochenta por ciento (80 %) del área operativa de rociador máxima -27- especificada por el usuario, tal como se observa en la figura 4. En este ejemplo, el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima -27- se produce en el punto de dieciséis (16) activaciones de rociadores. Medido desde el tiempo cero  $t_0$ , el periodo de retardo de suministro de fluido máximo  $\Delta t_{máx}$  es de aproximadamente doce segundos. Establecer el periodo de retardo de suministro de fluido máximo en el punto del ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima proporciona un tiempo de amortiguación para permitir la introducción de agua en el sistema -10- y para acumular presión de sistema tras la descarga desde el área operativa de rociador máxima -27-, es decir compresión. Alternativamente, el periodo de retardo de suministro de fluido máximo  $\Delta t_{máx}$  puede definirse en el momento del 100 % de activación térmica del área operativa de rociador máxima especificada -27-.

La activación de rociadores predictiva -402- también define el punto en el que se forma un área operativa de rociador mínima -28- definiendo así adicionalmente el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo  $\Delta t_{mín}$ . Preferentemente, el área operativa de rociador mínima -28- se define mediante un número crítico de activaciones de rociadores para el sistema -10-. El número crítico de activaciones de rociadores se define, preferentemente, mediante un área de funcionamiento de rociador inicial mínima que aborda un incendio con una descarga de agua o líquido a la que el incendio continúa creciendo en respuesta de tal manera que se activan térmicamente un número adicional de rociadores para formar un área operativa de rociador completa -26- para una configuración de rodeo y ahogo. Introducir agua en el área de almacenamiento antes de la formación del número crítico de rociadores puede impedir, quizás, el crecimiento de incendio impidiendo así la activación térmica de todos los rociadores críticos en el área operativa de rociador mínima. El número crítico de activaciones de rociadores depende, preferentemente, de la altura del sistema de rociadores -10-. Por ejemplo, cuando la altura hasta el sistema de rociadores es menor de 9,1 m (treinta pies), el número crítico de activaciones de rociadores es de aproximadamente dos a cuatro (2-4) rociadores. En áreas de almacenamiento en las que el sistema de rociadores se instala a una altura de 9,1 m (treinta pies) o por encima, el número crítico de activaciones de rociadores es de aproximadamente cuatro rociadores. Medido desde la activación del primer rociador predicha en el tiempo cero  $t_0$ , el tiempo hasta la activación de rociadores crítica predicha, es decir de dos a cuatro activaciones de rociadores, define, preferentemente, el periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo  $\Delta t_{mín}$ . En el ejemplo de la figura 4, el área operativa de rociador mínima está definida por cuatro activaciones de rociadores que se muestra que se predice que se produzcan tras un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo  $\Delta t_{mín}$  de aproximadamente dos a tres segundos.

Tal como se describió anteriormente, los periodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo para un sistema -10- dado pueden seleccionarse de un intervalo de periodos de retardo de suministro de fluido aceptables. Más específicamente, la selección de un periodo de suministro de fluido mínimo y uno máximo para su incorporación en un sistema físico -10- puede realizarse de tal manera que los periodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo se encuentran dentro del intervalo de  $\Delta t_{mín}$  y  $\Delta t_{máx}$  determinados a partir de los perfiles de activación de rociadores predictivos. Por consiguiente, en un sistema de este tipo, el retardo de agua máximo, que es de menos de  $\Delta t_{máx}$  en el perfil de activación de rociadores predictivo, dará como resultado un área operativa de rociador máxima menor del área operativa de rociador aceptable máxima en el perfil de activación de rociadores predictivo. Además, el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo que es de más de  $\Delta t_{mín}$  en el perfil de activación de rociadores predictivo, dará como resultado un área operativa de rociador mínima mayor del área operativa de rociador aceptable mínima en el perfil de activación de rociadores predictivo.

#### Pruebas para verificar el funcionamiento del sistema basándose en el periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio

Los inventores han llevado a cabo pruebas de incendios para verificar que sistemas de rociadores secos configurados con un retardo de suministro de fluido obligatorio daban como resultado la formación de un área operativa de rociador -26- para abordar satisfactoriamente el incendio de prueba en una configuración de rodeo y ahogo. Estas pruebas se llevaron a cabo para diversos bienes, configuraciones de almacenamiento y alturas de almacenamiento. Además, las pruebas se llevaron a cabo para sistemas de rociadores instalados por debajo de techos a lo largo de un intervalo de alturas de techo.

Haciendo de nuevo referencia a las figuras 2A, 2B y 2C, una planta de prueba a modo de ejemplo de un bien almacenado y sistema de rociadores secos puede construirse tal como se muestra esquemáticamente. Simulando un área de almacenamiento -70- tal como se describió anteriormente, la planta de prueba incluye un sistema de rociadores de tuberías secas -10- instalado como un sistema de rociadores de tuberías secas sólo en el techo soportado desde un techo a una altura de  $H_1$ . El sistema -10- se construye, preferentemente, con una red de cabezales de rociador -12- diseñada con una separación de entramado para suministrar una densidad de descarga nominal  $D$  especificada a una presión de descarga nominal  $P$ . Los rociadores individuales -20- incluyen, preferentemente, un deflector ubicado desde el techo a una distancia  $S$ . En la planta a modo de ejemplo está ubicada una matriz -50- de bienes almacenados de un tipo C que puede incluir uno cualquiera de bienes de clase I, II o III definidas en NFPA-13 o alternativamente plásticos, elastómeros y cauchos de grupo A, grupo B o grupo C. La matriz -50- puede almacenarse hasta una altura de almacenamiento  $H_2$  para definir una separación de techo  $L$ . Preferentemente, la matriz almacenada -50- define una disposición de almacenamiento en bastidor en múltiples filas; más preferentemente, una disposición de almacenamiento en doble fila, pero son posibles otras configuraciones de almacenamiento. También se incluye, como mínimo, una matriz objetivo -52- del mismo bien almacenado u otro bien almacenado separada alrededor de, o adyacente a, la matriz -50- a una distancia de pasillo  $W$ . Tal como se observa más específicamente en la figura 2C, la matriz almacenada -50- se almacena por debajo del sistema de rociadores -10-, preferentemente, por debajo de cuatro rociadores -20- en una configuración desviada.

20 Pueden generarse perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos para la planta de prueba para identificar periodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo y el intervalo entre los mismos para el sistema -10- y las configuraciones dadas de emplazamiento de almacenamiento y bien almacenado. Puede seleccionarse un periodo de retardo de suministro de fluido individual  $\Delta t$  para realizar pruebas para evaluar si incorporar el retardo de suministro de fluido de prueba seleccionado en el sistema -10- generó, como mínimo, un área operativa de rociador -26- a lo largo del incendio de prueba eficaz para superar y someter el incendio de prueba en una configuración de rodeo y ahogo.

30 La prueba de incendio puede iniciarse mediante una ignición en la matriz almacenada -50- y permitirse que se desarrolle durante un periodo de prueba  $T$ . Durante el periodo de prueba  $T$  la matriz -50- se quema para activar térmicamente uno o varios rociadores -12-. El suministro de fluido hasta cualquiera de los rociadores activados se retarda durante el periodo de retardo de suministro de fluido  $\Delta t$  seleccionado para permitir que el incendio quemé y active térmicamente un número de rociadores. Si la prueba da como resultado el rodeo y ahogo satisfactorios del incendio, el conjunto resultante de rociadores activados al final del periodo de retardo de suministro de fluido definen el área operativa de rociador -26-. Al final del periodo de prueba  $T$ , puede contarse el número de rociadores 35 activados que forman el área operativa de rociador -26- y compararse con el número de rociadores que se predice que van a activarse en el tiempo  $\Delta t$  a partir del perfil de activación de rociadores predictivo. A continuación se proporciona una evaluación de ocho escenarios de prueba utilizados para ilustrar el efecto del retardo de suministro de fluido para formar eficazmente un área operativa de rociador -26- para abordar un incendio con una configuración de rodeo y ahogo. Se proporcionan detalles de las pruebas, su configuración y resultados en el informe de pruebas 40 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 for Tyco Fire & Building Products 06-02-2006" que se incorpora en el presente documento en su totalidad como referencia.

#### **45 EJEMPLO 1**

Se construyó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de clase II como planta de prueba y se modelizó para generar los perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos. La sala de planta de prueba media 37 m x 37 m (120 ft x 120 ft) y 16 m (54 ft) de altura. La planta de prueba incluía un techo de altura ajustable de 30 m x 30 m (100 ft x 100 ft) que permitió establecer de manera variable la altura de techo de la planta. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase II en disposición en bastidor en múltiples filas almacenado hasta una altura de aproximadamente 10 m (aproximadamente treinta y cuatro pies (34 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 12 m (aproximadamente cuarenta pies (40 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento -20- específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 que tenían un RTI nominal de 50  $100 \text{ m}^{\frac{1}{2}} \text{s}^{\frac{1}{2}}$  ( $190 \text{ (ft-s)}^{\frac{1}{2}}$ ) y una clasificación térmica de  $414 ^\circ\text{K}$  ( $286 ^\circ\text{F}$ ) con una separación de diez pies por 3,0 m x 3,0 m (diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores -10- se ubicó aproximadamente 0,18 m (aproximadamente siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo y se alimentó con un sistema de tuberías en bucle. El sistema de rociadores -10- se configuró para proporcionar un suministro de fluido que tenía una densidad de descarga nominal de aproximadamente  $0,54 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$  (aproximadamente  $0,8 \text{ gpm}/\text{ft}^2$ ) a una presión de descarga nominal de 60 aproximadamente 0,15 MPa (22 psi).

65 Se modelizó la planta de prueba para desarrollar el perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 5. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que se formaría el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima especificada -26- representando un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de aproximadamente cuarenta

5 segundos (40 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente cuatro segundos (4 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica predicha del área operativa de rociador mínima -28- formada por cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada  $H1$  de 12 m (cuarenta pies (40 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente dos minutos y catorce segundos (2:14) tras la ignición. Se seleccionó un periodo de retardo de suministro de fluido de treinta segundos (30 s) del intervalo entre los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.

10 En la planta de prueba, la matriz -50- de bienes principal y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase II se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de 9,8 m por 0,91 m (32 ft de longitud por 3 ft) de anchura se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de múltiples filas con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft) y siete hileras en cuatro filas. Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Una única matriz objetivo -52- estaba separada a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 ft)) desde la matriz principal. La matriz objetivo -52- consistía en un bastidor de una única fila industrial utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio nominal de salida de humo longitudinal y transversal de 15,2 cm (seis pulgadas) a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían una altura de aproximadamente 10 m (33 pies) y consistían en siete compartimentos verticales. El bien de clase II se construyó a partir de cajas de cartón corrugado de tres paredes dobles con elementos rigidizantes de acero de cinco lados insertados para estabilidad. Las medidas de caja de cartón exterior eran de manera nominal 1,1 m de anchura x 1,1 m de longitud x 1,1 m de altura (42 in de anchura x 42 in de longitud x 42 in de altura) en un único palé de entrada de dos bandejas de madera dura nominal de 1,1 m de anchura x 1,1 m de longitud x 0,13 m de altura (42 in de anchura x 42 in de longitud x 5 in de altura). La caja de cartón de tres paredes doble pesaba aproximadamente 38 kg (aproximadamente 84 lb) y cada palé pesaba aproximadamente 23 kg (aproximadamente 52 lb). La altura de almacenamiento global era de 10,36 m (34 ft - 2 in) (de manera nominal 10 m (34 ft)), y el techo móvil se estableció a 12 m (40 ft).

35 Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 cm (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -54- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con 0,11 kg (4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de treinta segundos (30 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 1 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 1 proporciona el área operativa de rociador y el periodo de retardo de suministro de fluido predichos junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

**Tabla 1**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Bastidor de múltiples filas</b>	<b>Bastidor de múltiples filas</b>
Tipo de bien	Clase II	Clase II
Altura de almacenamiento nominal ( $H2$ )	10,4 m (34 ft)	10,4 m (34 ft)
Altura de techo nominal ( $H1$ )	12,2 m (40 ft)	12,2 m (40 ft)
Separación nominal ( $L$ )	1,8 m (6 ft)	1,8 m (6 ft)
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura °F	414K (286)	414K (286)
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta ( $\text{ft}\cdot\text{s}^{-1/2}$ )	105 $\text{ms}^{1/2}$ (190)	105 $\text{ms}^{1/2}$ (190)
Deflector hasta el techo (S)	0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador nominal ( $\text{gpm}/\text{psi}^{1/2}$ )	13 $\text{dm}^3/\text{MPa}^{1/2}\text{s}$ (16,8)	13 $\text{dm}^3/\text{MPa}^{1/2}\text{s}$ (16,8)
Presión de descarga nominal (psi)	0,15 MPa (22)	0,15 MPa (22)
Densidad de descarga nominal ( $\text{gpm}/\text{ft}^2$ )	0,54 $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ (0,79)	0,54 $\text{dm}^3/\text{m}^2\text{s}$ (0,79)

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Bastidor de múltiples filas</b>	<b>Bastidor de múltiples filas</b>
Anchura de pasillo (W)	2,4 m (8 ft)	2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)	3x3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Periodo de retardo de suministro de fluido ( $\Delta t$ )	30 s	30 s
<b>RESULTADOS</b>		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)	2:14	2:31
Aqua a rociadores (min:s)		3:01
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido	Aprox.	10
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)		3:11
Presión de sistema a 0,15 MPa (22 psi)		3:11
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema	19	14
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		1.235 (1.763)
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		858 (1.085)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		508 (455)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		396 (254)
Propagación de incendio a través del pasillo		No
Propagación de incendio más allá de ambos extremos		No

Los resultados de prueba verifican que un suministro de fluido especificado de treinta segundos (30 s) puede modificar un crecimiento de incendio para activar un conjunto de rociadores y formar un área operativa de rociador -26- para abordar un incendio en una configuración de rodeo y ahogo. Más específicamente, el perfil de activación

- 5 de rociadores predictivo identificó un crecimiento de incendio dando como resultado aproximadamente diez (10) activaciones de rociadores, tal como se muestra en la figura 5, inmediatamente tras el periodo de retardo de suministro de fluido de treinta segundos. En la prueba de incendio real, resultaron diez (10) activaciones de rociadores tras el periodo de retardo de suministro de fluido de treinta segundos (30 s), tal como se predijo. Se activaron cuatro rociadores adicionales en los diez segundos (10 s) siguientes, punto en el cual el sistema de rociadores alcanzó la presión de descarga de 0,15 MPa (22 psi) para tener un impacto significativo sobre el crecimiento de incendio. Por consiguiente, se activó un total de catorce rociadores para formar un área operativa de rociador -26- cuarenta segundos (40 s) tras la activación de primer rociador. El modelo predijo, a lo largo del mismo periodo de cuarenta segundos una activación de rociadores total de aproximadamente diecinueve rociadores. La correspondencia entre las activaciones de rociadores modelizada y real es más próxima de lo que parece debido al hecho de que se predijo que los tres últimos de los diecinueve rociadores activados en el modelo se activaban en el segundo treinta y nueve del periodo de cuarenta segundos. Además, el modelo proporciona un resultado conservativo ya que el modelo no tiene en cuenta el periodo de transición entre la llegada de agua suministrada al área operativa de rociador y el momento en el que se alcanza la presión de descarga completa.

- 10 20 Los resultados de prueba muestran que un retardo de suministro de fluido predicho correctamente da como resultado la formación de un área operativa de rociador real -26- compuesta por catorce rociadores activados que abordaron eficazmente el incendio según se predijo tal como se demuestra por el hecho de que la última activación térmica de un rociador se produjo en un poco más de 3 minutos desde el momento de ignición y no se produjeron activaciones de rociadores adicionales durante los siguientes 26 minutos del periodo de prueba. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos -10- tales como, por ejemplo, el grado de daño en el bien o el comportamiento del incendio con respecto al almacenamiento. Para la prueba resumida en la tabla 1, se observó que el incendio y el daño permanecieron limitados a la matriz principal -50- de bienes.

En la figura 5A se muestra una representación gráfica de las activaciones de rociadores que indica la ubicación de cada rociador accionado con respecto al lugar de ignición. La representación gráfica proporciona un indicador de la cantidad de omisión de rociadores, si la hay. Más específicamente, la representación gráfica muestra gráficamente los anillos concéntricos de activaciones de rociadores próximos al lugar de ignición, y la ubicación de rociadores no accionados dentro de uno o varios anillos para indicar una omisión de rociadores. Según la representación gráfica de la figura 5A correspondiente a la tabla 1, no hubo ninguna omisión.

## **EJEMPLO 2**

- 10 En una segunda prueba de incendio, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de clase III y se sometió a prueba en la sala de planta de prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase III en una disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 9,1 m (treinta pies (30 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 10,7 m (treinta y cinco pies (35 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 que tenían un RTI nominal de  $105 (\text{ms})^{1/2}$  ( $190 (\text{ft}\cdot\text{s})^{1/2}$ ) y una clasificación térmica de  $414 ^\circ\text{K}$  ( $286 ^\circ\text{F}$ ) con una separación de  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores se ubicó aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo.
- 15 20 Se modelizó el sistema -10- según se normalizó para desarrollar un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 6. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima -27-, que representa un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores se producía tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de aproximadamente treinta y cinco segundos (35 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente cinco segundos (5 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica predicha de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada  $H_1$  de 10,7 m (treinta y cinco pies (35 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente un minuto y cincuenta y cinco segundos (1:55) tras la ignición. Se seleccionó un periodo de retardo de suministro de fluido de treinta y tres segundos (33 s) del intervalo entre los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.
- 25 30 En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase III se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispusieron los elementos de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Dos matrices objetivo -52- se separaron cada una a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 ft)) alrededor de la matriz principal. Cada matriz objetivo -52- consistía en un bastidor industrial de una única fila utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio nominal de salida de humo longitudinal y transversal de seis pulgadas a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían aproximadamente 29 pies de altura y consistían en seis compartimentos verticales. El bien de clase III estándar se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, tamaño de 0,23 kg (8 oz)) compartimentados en cajas de cartón corrugado de pared individual que median 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 in x 21 in x 21 in). Cada caja contenía 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró con hojas de cartón corrugado de pared individual para separar las cinco capas y divisores de cartón corrugado de pared individual de enclavamiento vertical para separar las cinco filas y cinco columnas de cada capa. Se cargan ocho cajas en un palé de madera dura de dos entradas, aproximadamente 1,2 m x 1,1 m x 0,13 m (42 in x 42 in x 5 in). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 lb) de los cuales aproximadamente el 20 % son vasos de papel, el 43 % es madera y el 37 % es cartón corrugado. La altura de almacenamiento global era de 9,1 m (30 ft), y el techo móvil se estableció a 10,7 m (35 ft).
- 35 40 45 50 55 60 65 Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 m (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -114- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de 7,6 cm por 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con 0,11 kg (4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de treinta y tres segundos (33 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 2 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 2 proporciona el área operativa de rociador predicha -26- y el periodo de retardo de suministro de fluido seleccionado junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

**Tabla 2**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Tipo de bien	Clase III	Clase III
Altura de almacenamiento nominal (H2)	9,1 m (30 ft)	9,1 m (30 ft)
Altura de techo nominal (HI)	10,7 m (35 ft)	10,7 m (35 ft)
Separación nominal (L)	1,5 m (5 ft)	1,5 m (5 ft)
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura °K ( °F)	414 (286)	414 (286)
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta ( $ms^{1/2}$ ) ( $ft \cdot s$ ) $^{1/2}$	105 (190)	105 (190)
Deflector hasta el techo (S)	0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador 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 ( $dm^3/m^2s$ ) ( $gpm/ft^2$ )	0,54 (0,79)	0,54 (0,79)
Anchura de pasillo (W)	2,4 m (8 ft)	2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Periodo de retardo de suministro de fluido ( $\Delta t$ )	33 s	33 s
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)	1:55	2:03
Agua a rociadores (min:s)		2:36
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido	Aprox. 16	16
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)		2:03
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Presión de sistema a 0,15 MPa (22 psi)		2:40
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema	16	16
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		1.221 (1.738)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		1.035 (1.404)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		586 (596)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		514 (466)
Propagación de incendio a través del pasillo		No
Propagación de incendio más allá de ambos extremos		No

Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento de incendio correspondiente a una predicción de aproximadamente catorce (14) activaciones de rociadores tras un retardo de suministro de fluido de treinta y tres segundos. La prueba de incendio real dio como resultado 16 activaciones de rociadores inmediatamente tras el periodo de retardo de suministro de fluido de treinta y tres segundo (33 s). No se activaron rociadores adicionales en los dos segundos (2 s) posteriores, punto en el cual el sistema de rociadores alcanzó la presión de descarga de 0,15 MPa (22 psi) para tener un impacto significativo sobre el crecimiento de incendio. Por consiguiente, se activó un total de dieciséis rociadores para formar un área operativa de rociador -26-, treinta y cinco segundos (35 s) tras la activación de primer rociador. El modelo predijo a lo largo del mismo periodo de treinta y cinco segundos, una

activación de rociadores total también de aproximadamente dieciséis rociadores tal como se indica en la figura 6.

Emplear un periodo de retardo de suministro de fluido en el sistema -10- dio como resultado la formación de un área operativa de rociador real -26-, compuesta por dieciséis (16) rociadores activados, que abordó eficazmente el incendio según se predijo tal como se demuestra por el hecho de que la última activación térmica de un rociador se produjo en poco menos de tres minutos desde el momento de ignición y no se produjeron activaciones de rociadores adicionales durante los siguientes veintisiete minutos del periodo de prueba. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos -10- tales como, por ejemplo, el grado de daño en el bien o el comportamiento del incendio con respecto al almacenamiento. Para la prueba resumida en la tabla 2, se observó que el incendio y el daño permanecieron limitados a la matriz principal -54- de bienes.

En la figura 6A se muestra la representación gráfica de los accionamientos de rociador que indica la ubicación de cada rociador accionado con respecto al lugar de ignición. La representación gráfica muestra dos anillos concéntricos de activación de rociadores que emanan radialmente desde el lugar de ignición. No se observa omisión de rociadores.

### **EJEMPLO 3**

En una tercera prueba de incendio, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bienes de almacenamiento de clase III y se sometió a prueba en la sala de planta de prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase III en una disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 13,1 m (cuarenta y tres pies (43 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 que tenían un RTI nominal de  $150 \text{ (ms)}^{1/2}$  ( $190 \text{ (ft-s)}^{1/2}$ ) y una clasificación térmica de  $414^\circ\text{K}$  ( $286^\circ\text{F}$ ) con una separación de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores se ubicó aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo.

Se modelizó la planta de prueba según se normalizó para desarrollar un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 7. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima especificada -27-, que representa un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores, se producía tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de aproximadamente treinta y nueve segundos (39 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente veinte a aproximadamente veintitrés segundos (20-23 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica predicha de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada  $H_1$  de 13,1 m (cuarenta y tres pies (43 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente un minuto y cincuenta y cinco segundos (1:55) tras la ignición. Se seleccionó un periodo de retardo de suministro de fluido de veintiún segundos (21 s) del intervalo entre los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.

En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase III se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de 2,4 m (5 ft) por encima del suelo. Dos matrices objetivo -52- se separaron cada una a una distancia de 2,4 m (ochos pies (8 ft)) alrededor de la matriz principal. Cada matriz objetivo -52- consistía en un bastidor industrial de una única fila utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio nominal de salida de humo longitudinal y transversal de seis pulgadas a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían aproximadamente 11,6 m (38 pies) de altura y consistían en ocho compartimentos verticales. El bien de clase III estándar se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, tamaño de 0,23 kg (8 oz)) compartmentados en cajas de cartón corrugado de pared individual que medían 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 in x 21 in x 21 in). Cada caja contenía 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartmentación se logró con hojas de cartón corrugado de pared individual para separar las cinco capas y divisores de cartón corrugado de pared individual de enclavamiento vertical para separar las cinco filas y cinco columnas de cada capa. Se cargan ocho cajas en un palé de madera dura de dos entradas, aproximadamente 1,1 m x 1,1 m x 0,13 m (42 in x 42 in x 5 in). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 lb) de los cuales aproximadamente el 20 % son vasos de papel, el 43 % es madera y el 37 % es cartón corrugado. La altura de almacenamiento global era de 11,91 (de manera nominal 11,9 m (39 ft - 1 in (de manera nominal 40 ft)), y el techo móvil se estableció a 13,1 m (43 ft).

Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 m (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -114- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron

dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con 0,11 kg (4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de veintiún segundos (21 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 3 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 3 proporciona el área operativa de rociador predicha -26- y el periodo de retardo de suministro de fluido seleccionado junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

10

**Tabla 3**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Tipo de bien	Clase III	Clase III
Altura de almacenamiento nominal (H2)	12,2 m (40 ft)	12,2 m (40 ft)
Altura de techo nominal (H1)	13,1 m (43 ft)	13,1 m (43 ft)
Separación nominal (L)	0,91 m (3 ft)	0,91 m (3 ft)
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura °K ( °F)	414 (286)	414 (286)
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta (ms) <sup>1/2</sup> (ft-s) <sup>1/2</sup>	105 (190)	105 (190)
Deflector hasta el techo (S)	0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador nominal dm <sup>3</sup> /MPa <sup>1/2</sup> s (gpm/psi <sup>1/2</sup> )	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de descarga nominal MPa (psi)	0,21 (30)	0,21 (30)
Densidad de descarga nominal dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s (gpm/ft <sup>2</sup> )	0,62 (0,92)	0,62 (0,92)
Anchura de pasillo (W)	2,4 m (8 ft)	2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)	3x3 (10 x 10)	3x3 (10 x 10)
Periodo de retardo de suministro de fluido (Δt)	21 s	21 s
<b>RESULTADOS</b>		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)	1:55	1:54
Agua a rociadores (min:s)		2:15
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido	Aprox. 12	--
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)		2:33
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Presión de sistema a 0,15 MPa (22 psi)		2:40
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema	16	21
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		1.051 (1.432)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		863 (1.094)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		531 (496)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		486 (383)
Propagación de incendio a través del pasillo		No
Propagación de incendio más allá de ambos extremos		No

Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento de incendio que dio como resultado aproximadamente de dos (2) a tres (3) activaciones de rociadores predichas tras un retardo de suministro de fluido de veintiún segundos. No se activaron rociadores adicionales en los dos segundos (2 s) posteriores, punto en el cual el sistema de rociadores alcanzó la presión de descarga de 0,15 MPa (22 psi) para tener un impacto significativo sobre el crecimiento de incendio. Por consiguiente, se activó un total de veinte (20) rociadores para formar un área operativa de rociador -26-, treinta segundos (30 s) tras la activación de primer rociador. El modelo predijo a lo largo del mismo periodo de treinta segundos una activación de rociadores total también de aproximadamente seis (6) rociadores tal como se indica en la figura 7.

En la figura 7A se muestra la representación gráfica de los accionamientos de rociador que indica la ubicación de cada rociador accionado con respecto al lugar de ignición. La representación gráfica muestra dos anillos concéntricos de activación de rociadores que emanan radialmente desde el lugar de ignición. Se observa una única omisión de rociador en el primer anillo.

#### **EJEMPLO 4**

En una cuarta prueba de incendio, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de clase III y se sometió a prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase III en una disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 13,8 m (cuarenta y cinco pies (45,25 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 que tenían un RTI nominal de  $105 \text{ (ms)}^{1/2}$  ( $190 \text{ (ft-s)}^{1/2}$ ) y una clasificación térmica de  $414^\circ\text{K}$  ( $286^\circ\text{F}$ ) con una separación de 3 m por 3 m (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores se ubicó aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo.

Se modelizó la planta de prueba según se normalizó para desarrollar un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 8. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima -27- que tiene un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores se producía tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de aproximadamente veintiocho segundos (28 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente diez segundos (10 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada  $H_1$  de 14 m (cuarenta y cinco pies (45 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente dos minutos (2:00) tras la ignición. Se seleccionó un periodo de retardo de suministro de fluido de dieciséis segundos (16 s) del intervalo entre los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.

En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase III se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Dos matrices objetivo -52- se separaron cada una a una distancia de 2,4 m (ochos pies (8 ft)) alrededor de la matriz principal. Cada matriz objetivo -52- consistía en un bastidor industrial de una única fila utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. El sistema de bastidor de 9,8 m por 0,91 m (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispuso para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio de salida de humo longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían aproximadamente 11,6 m (38 pies) de altura y consistían en ocho compartimentos verticales. El bien de clase III estándar se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, tamaño de 0,23 kg (8 oz)) compartmentados en cajas de cartón corrugado de pared individual que median 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 in x 21 in x 21 in). Cada caja contenía 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró con hojas de cartón corrugado de pared individual para separar las cinco capas y divisores de cartón corrugado de pared individual de enclavamiento vertical para separar las cinco filas y cinco columnas de cada capa. Se cargan ocho cajas en un palé de madera dura de dos entradas, aproximadamente 1,1 m x 1,1 m x 0,13 m (42 in x 42 in x 5 in). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 lb) de los cuales aproximadamente el 20 % son vasos de papel, el 43 % es madera y el 37 % es cartón corrugado. La altura de almacenamiento global era de 11,91 m (de manera nominal 11,9 m (39 ft - 1 in (de manera nominal 40 ft)), y el techo móvil se estableció a 13,79 m (45,25 ft).

Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 m (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -114- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con 0,11 kg

(4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de dieciséis segundos (16 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 4 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 4 proporciona el área operativa de rociador predicha -26- y el periodo de retardo de suministro de fluido seleccionado junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

5

**Tabla 4**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Tipo de bien	Clase III	Clase III
Altura de almacenamiento nominal (H2)	12,2 m (40 ft)	12,2 m (40 ft)
Altura de techo nominal (H1)	13,8 m (45,25 ft)	13,8 m (45,25 ft)
Separación nominal (L)	1,5 m (5 ft)	1,5 m (5 ft)
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura °K ( °F)	414 (286)	414 (286)
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta (ms) <sup>1/2</sup> (ft-s) <sup>1/2</sup>	105 (190)	105 (190)
Deflector hasta el techo (S)	0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador nominal dm <sup>3</sup> /MPa <sup>1/2</sup> s (gpm/psi <sup>1/2</sup> )	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de descarga nominal MPa (psi)	0,21 (30)	0,21 (30)
Densidad de descarga nominal dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s (gpm/ft <sup>2</sup> )	0,62 (0,92)	0,62 (0,92)
Anchura de pasillo (W)	2,4 m (8 ft)	2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Periodo de retardo de suministro de fluido ( $\Delta t$ )	--	16 s
<b>RESULTADOS</b>		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)	2:00	1:29
Agua a rociadores (min:s)		1:45
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido	Aprox. 6	--
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)		5:06
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Presión de sistema a 0,15 MPa (22 psi)		1:50
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema	8	19
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		144 (1.600)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		820 (1.017)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		444 (339)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		382 (228)
Propagación de incendio a través del pasillo		Sí
Propagación de incendio más allá de ambos extremos		No

10 Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento de incendio correspondiente a aproximadamente trece (13)

activaciones de rociadores predichas tras un retardo de suministro de fluido de diecisésis segundos (16 s). Sin embargo, con el fin de analizar el modelo predictivo para esta prueba y el impacto del retardo de suministro de fluido de diecisésis segundos sobre abordar el incendio, el periodo relevante para el análisis es el tiempo desde la activación de primer rociador hasta el momento en el que se alcanza la presión de funcionamiento completa. Para este periodo relevante el modelo predijo ocho activaciones de rociadores. Según la prueba de incendio, se activaron cuatro rociadores desde el momento de activación de primer rociador hasta el momento en el que se suministró agua a la presión de funcionamiento de 0,21 MPa (30 psi). Se produjeron activaciones de rociadores adicionales después de que el sistema alcanzara la presión de funcionamiento. Un total de diecinueve rociadores estaban funcionando a la presión de sistema tres minutos y treinta y siete segundos (3:37) tras la activación de primer rociador para tener un impacto significativo sobre el crecimiento de incendio. Por consiguiente, se activó un total de diecinueve (19) rociadores para formar un área operativa de rociador -26-, tres minutos y treinta y siete segundos (3:37) tras la activación de primer rociador.

Emplear un periodo de retardo de suministro de fluido en el sistema -10- dio como resultado la formación de un área operativa de rociador real -26-, compuesta por diecinueve (19) rociadores activados, que abordó eficazmente el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos -10- tales como, por ejemplo, el grado de daño en el bien o el comportamiento del incendio con respecto al almacenamiento. Para la prueba resumida en la tabla 4, se observó que el incendio se desplazó desde la matriz principal -54- hasta la matriz objetivo -56-; sin embargo, no se observó que el daño se desplazara hasta los extremos de las matrices.

## EJEMPLO 5

En una quinta prueba de incendio, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de plástico de grupo A y se sometió a prueba en la sala de planta de prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de grupo A en una disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 6,1 m (veinte pies (20 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 9,1 m (treinta pies (30 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 que tenían un RTI nominal de  $105 \text{ (ms)}^{1/2} (190 \text{ (ft-s)}^{1/2})$  y una clasificación térmica de  $414^\circ\text{K}$  ( $286^\circ\text{F}$ ) con una separación de 3,0 m x 3,0 m (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores se ubicó aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo.

Se modelizó la planta de prueba según se normalizó para desarrollar un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 9. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima especificada -27-, que representa un total de aproximadamente diecisésis (16) rociadores, se producía tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de aproximadamente treinta y cinco segundos (35 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente diez segundos (10 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada  $H1$  de 9,1 m (treinta pies (30 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente un minuto, cincuenta y cinco segundos (1:55-1:56) tras la ignición. Se seleccionó un periodo de retardo de suministro de fluido de veintinueve segundos (29 s) del intervalo entre los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.

En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de grupo A se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Dos matrices objetivo -52- se separaron cada una a una distancia de 2,4 m (ochos pies (8 ft)) alrededor de la matriz principal. Cada matriz objetivo -52- consistía en un bastidor de una única fila industrial utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio de salida de humo longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían aproximadamente 5,8 m (19 pies) de altura y consistían en ocho compartimentos verticales. El bien de plástico de grupo A estándar se construyó a partir de vasos de poliestireno cristalino rígidos (vacíos, tamaño de 0,45 kg (16 oz)) envasados en cajas de cartón corrugado de pared individual compartimentadas. Se dispusieron los vasos en cinco capas, 25 por capa para un total de 125 por caja. La compartimentación se logró con hojas de cartón corrugado de pared individual para separar las cinco capas y divisores de cartón corrugado de pared individual de enclavamiento vertical para separar las cinco filas y cinco columnas de cada capa. Ocho cajas cúbicas de 0,53 m (21 in), dispuestas en 2 x 2 x 2, forman una carga de palé. Cada carga de palé está soportada por un palé de madera dura de listones de dos entradas de 1,1 m por 1,1 m por 0,13 m (42 in por 42 in por 5 in). Un palé pesa aproximadamente 75 kg (165 lb) de los cuales aproximadamente el 40 % es plástico, el 31 % es madera y el 29 %

es cartón corrugado. La altura de almacenamiento global era de manera nominal de 6,1 m (20 ft), y el techo móvil se estableció a 30 ft.

Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 m (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -114- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con 0,11 kg (4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de veintinueve segundos (29 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 5 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 5 proporciona el área operativa de rociador predicha -26- y el periodo de retardo de suministro de fluido seleccionado junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

15

**Tabla 5**

<b>PARÁMETROS</b>		<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>		<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Tipo de bien		Grupo A	Grupo A
Altura de almacenamiento nominal (H2)	6,1 m (20 ft)	6,1 m (20 ft)	
Altura de techo nominal (H1)	9,1 m (30 ft)	9,1 m (30 ft)	
Separación nominal (L)	3,0 m (10 ft)	3,0 m (10 ft)	
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación	
Clasificación de temperatura °K ( °F)	414 (286)	414 (286)	
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta (ms) <sup>1/2</sup> (ft-s) <sup>1/2</sup>	105 (190)	105 (190)	
Deflector hasta el techo (S)	0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)	
Coeficiente K de descarga de rociador nominal dm <sup>3</sup> /MPa <sup>1/2</sup> s (gpm/psi <sup>1/2</sup> )	13 (16,8)	13 (16,8)	
Presión de descarga nominal MPa (psi)	0,15 (22)	0,15 (22)	
Densidad de descarga nominal dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s (gpm/ft <sup>2</sup> )	0,54 (0,79)	0,54 (0,79)	
Anchura de pasillo (W)	1,2 m (4 ft)	1,2 m (4 ft)	
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)	3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)	
Periodo de retardo de suministro de fluido ( $\Delta t$ )	--	29 s	
<b>RESULTADOS</b>			
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00	
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)	1:56	1:47	
Aqua a rociadores (min:s)		2:11	
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido		--	
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)		2:26	
<b>PARÁMETROS</b>		<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Presión de sistema a 0,15 MPa (22 psi)			2:50
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema			15
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			1.314 (1.905)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			992 (1.326)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			582 (588)

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		508 (454)
Propagación de incendio a través del pasillo		Sí
Propagación de incendio más allá de ambos extremos		No

Según los resultados de prueba, el sistema de rociadores estaba dentro del cinco por ciento de la presión de funcionamiento de sistema (0,15 Mpa) (22 psi) treinta segundos (30 s) tras la activación de primer rociador, y se alcanzó la presión de sistema en el plazo de 3 minutos tras la ignición. La presión de descarga de 0,15 MPa (22 psi)

5 se obtuvo por el sistema de tal manera que la densidad de descarga del rociador 16 igualó aproximadamente 0,54 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>s (0,79 gpm/ft<sup>2</sup>) correspondiente sustancialmente a los criterios de diseño especificados. A lo largo del periodo de treinta segundos tras la activación de primer rociador, se produjeron trece activaciones de rociadores. Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento de incendio que dio como resultado aproximadamente de doce a diez (12-13) activaciones de rociadores tras un retardo de suministro de fluido de veintinueve segundos (29 s). Un total de quince rociadores estaban funcionando treinta y nueve segundos (39 s) tras la activación de primer rociador para tener un impacto significativo sobre el crecimiento de incendio. Por consiguiente, se activó un total de quince (15) rociadores para formar un área operativa de rociador -26-, treinta y nueve segundos (39 s) tras la activación de primer rociador. Por tanto, se activó menos del 20 % de los rociadores disponibles totales. Los quince (15) rociadores activados se activaron dentro de un intervalo de entre 110 s y 250 s tras la ignición inicial.

10 15 Emplear un periodo de retardo de suministro de fluido en el sistema -10- dio como resultado la formación de un área operativa de rociador real -26-, compuesta por quince (15) rociadores activados, que abordó eficazmente el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos -10- tales como, por ejemplo, el grado de daño en el bien o el comportamiento del incendio con respecto al almacenamiento. Para la prueba resumida en la tabla 5, se observó que el incendio se desplazó desde la matriz principal -54- hasta la matriz objetivo -56; sin embargo el incendio no rebasó los extremos de la disposición de prueba.

20 25 En la figura 9A se muestra la representación gráfica de los accionamientos de rociador que indica la ubicación de cada rociador accionado con respecto al lugar de ignición. La representación gráfica muestra dos anillos concéntricos de activación de rociadores que emanan radialmente desde el lugar de ignición. No se observa omisión de rociadores.

#### EJEMPLO 6

30 35 40 En una sexta prueba de incendio, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de clase II y se sometió a prueba en la sala de planta de prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase II en disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 10,4 m (treinta y cuatro pies (34 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento -20- específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 en un sistema de tuberías en bucle que tenían un RTI nominal de  $105(ms)^{1/2}$  (190 (ft-s)<sup>1/2</sup>) y una clasificación térmica de 414 °K (286 °F) con una separación de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores -10- se ubicó aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo. El sistema de rociadores -10- se configuró para proporcionar un suministro de fluido que tenía una densidad de descarga nominal de aproximadamente 0,54 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>s (0,8 gpm/ft<sup>2</sup>) a una presión de descarga nominal de aproximadamente 0,15 MPa (22 psi).

45 50 Se modelizó la planta de prueba para desarrollar el perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 10. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima especificada -26-, que representa un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores, se formaba tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de aproximadamente veinticinco segundos (25 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente diez segundos (10 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica predicha del área operativa de rociador mínima -28- formada por cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada H1 de 12,2 m (cuarenta pies (40 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente un minuto y cincuenta y cinco segundos (1:55) tras la ignición. Un periodo de retardo de suministro de fluido de treinta y un segundos (31 s), fuera del intervalo de retardo de suministro de fluido predicho de los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.

55 En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase II se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de 1,5 m

(5 ft) por encima del suelo. Dos matrices objetivo -52- se separaron cada una a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 ft)) alrededor de la matriz principal. Cada matriz objetivo -52- consistía en un bastidor industrial de una única fila utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio de salida de humo longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían aproximadamente 10,1 m (33 pies) de altura y consistían en siete compartimentos verticales. El bien de clase II se construyó a partir de cajas de cartón corrugado de tres paredes dobles con elementos rigidizantes de acero de cinco lados insertados para estabilidad. Las medidas de caja de cartón exterior eran de manera nominal 1,1 m de anchura x 1,1 m de longitud x 1,1 m de altura (42 in de anchura x 42 in de longitud x 42 in de altura) en un único palé de entrada de dos bandejas de madera dura nominal de 1,1 m de anchura x 1,1 m de longitud x 0,13 m de altura (42 in de anchura x 42 in de longitud x 5 in de altura). La caja de cartón de tres paredes doble pesaba aproximadamente 38 kg (84 lb) y cada palé pesaba aproximadamente 24 kg (52 lb). La altura de almacenamiento global era de 10,4 m (34 ft - 2 in (de manera nominal 34 ft)), y el techo móvil se estableció a 12,2 m (40 ft).

Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 m (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -54- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con 0,11 kg (4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de treinta segundos (30 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 6 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 6 proporciona el área operativa de rociador y el periodo de retardo de suministro de fluido predichos junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

**Tabla 6**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Tipo de bien	Clase II	Clase II
Altura de almacenamiento nominal (H2)	10,4 m (34 ft)	10,4 m (34 ft)
Altura de techo nominal (H1)	12,2 m (40 ft)	12,2 m (40 ft)
Separación nominal (L)	1,8 m (6 ft)	1,8 m (6 ft)
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura °K ( °F)	414 (286)	414 (286)
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta ( $ms$ ) $^{1/2}$ ( $ft \cdot s$ ) $^{1/2}$	105 (190)	105 (190)
Deflector hasta el techo (S)	0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador 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 $dm^3/m^2s$ (gpm/ft $^2$ )	0,54 (0,79)	0,54 (0,79)
Anchura de pasillo (W)	2,4 m (8 ft)	2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)	3x3 (10 x 10)	3x3 (10 x 10)
Periodo de retardo de suministro de fluido ( $\Delta t$ )	25 s	31 s
<b>RESULTADOS</b>		
Duración de la prueba (min:s)	30:00	30:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)		2:13
Agua a rociadores (min:s)		2:44
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido		
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)		3:00*

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Presión de sistema a 0,15 MPa (22 psi)		3:11
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema		36
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		1.221 (1.738)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		1.035 (1.404)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		586 (596)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		514 (466)
Propagación de incendio a través del pasillo		No
Propagación de incendio más allá de ambos extremos		No

\*A 3:00 la presión de descarga de rociador era de aproximadamente 0,10 MPa (15 psig) (el 80 % de la tasa de descarga de diseño).

El sistema de rociadores alcanzó la presión de descarga de 0,10 MPa (15 psi) a aproximadamente tres minutos tras la ignición. Se activó un total de treinta y seis rociadores para formar un área operativa de rociador -26- treinta y ocho segundos (38 s) tras la activación de primer rociador. Debe observarse que el sistema alcanzó una presión de

5 funcionamiento de aproximadamente 0,09 MPa (13 psig) a aproximadamente dos minutos cuarenta y nueve segundos (2:49) tras la ignición, y se proporcionó un ajuste manual de la velocidad de bomba desde 2:47 hasta aproximadamente 3:21. A los tres minutos tras la ignición, la presión de descarga de rociador era de aproximadamente 0,10 MPa (quince, 15 psig).

10 El resultado de activación de rociadores del ejemplo 6 demuestra un escenario en el que se formó un área de funcionamiento de rociador de rodeo y ahogo; sin embargo, el área de funcionamiento se formó mediante treinta y seis funcionamientos de rociador lo cual es menos eficiente que un área de funcionamiento de rociador preferente de veintiséis y, más preferentemente, veinte o menos rociadores. Debe observarse además que los treinta y seis funcionamientos de rociador se hicieron funcionar y estaban descargando a la presión de funcionamiento diseñada dentro del plazo de un intervalo de tiempo aceptable para un sistema de rociadores secos configurado para abordar un incendio con una configuración de rodeo y ahogo. Más específicamente, el área de funcionamiento de rociador completa se formó y estaba descargando a la presión de funcionamiento diseñada en menos de cinco minutos -- tres minutos y once segundos (3:11). Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos -10- tales como, por ejemplo, el grado de daño en el bien o el comportamiento del incendio con respecto al almacenamiento. Para la prueba resumida en la tabla 6, se observó que el incendio y el daño permanecieron limitados a la matriz principal -50- de bienes.

15 En la figura 10A se muestra la representación gráfica de los accionamientos de rociador que indica la ubicación de cada rociador accionado con respecto al lugar de ignición. La representación gráfica muestra dos anillos concéntricos de activación de rociadores que emanan radialmente desde el lugar de ignición. No se observa omisión de rociadores.

#### **EJEMPLO 7**

20 En una séptima prueba de incendio, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de clase III y se sometió a prueba en la sala de planta de prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase III en una disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 10,7 m (treinta y cinco pies (35 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 13,7 m (cuarenta y cinco pies (45 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 en un sistema de tuberías en bucle que tenían un RTI nominal de  $105 \text{ (ms)}^{1/2}$  ( $190 \text{ (ft-s)}^{1/2}$ ) y una clasificación térmica de 414 °K (286 °F) con una separación de 3 m por 3 m (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores se ubicó de tal manera que los deflectores de los rociadores estaban aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo.

25 35 40 Se modelizó la planta de prueba según se normalizó para desarrollar un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 11. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima -27-, que tiene un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores, se producía tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de

aproximadamente veintiséis a aproximadamente treinta y dos segundos (26-32 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente uno a dos segundos (1-2 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada  $H_1$  de 13,7 m (cuarenta y cinco pies (45 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente un minuto cincuenta segundos (1:50) tras la ignición. Se sometió a prueba un periodo de retardo de suministro de fluido de aproximadamente veintitrés segundos (23 s) a partir del intervalo entre los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.

En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase III se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hiladas verticales en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Dos matrices objetivo -52- se separaron cada una a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 ft)) alrededor de la matriz principal. Cada matriz objetivo -52- consistía en un bastidor industrial de una única fila utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio de salida de humo longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían una altura de aproximadamente 10 m (33 pies) y consistían en siete compartimentos verticales. El bien de clase III estándar se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, tamaño de 0,23 kg (8 oz)) compartimentados en cajas de cartón corrugado de pared individual que medían 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 in x 21 in x 21 in). Cada caja contenía 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró con hojas de cartón corrugado de pared individual para separar las cinco capas y divisores de cartón corrugado de pared individual de enclavamiento vertical para separar las cinco filas y cinco columnas de cada capa. Se cargan ocho cajas en un palé de madera dura de dos entradas, aproximadamente 1,2 m x 1,1 m x 0,13 m (42 in x 42 in x 5 in). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 lb) de los cuales aproximadamente el 20 % son vasos de papel, el 43 % es madera y el 37 % es cartón corrugado. La altura de almacenamiento global era de 10,4 m (34 ft - 2 in (de manera nominal 35 ft)), y el techo móvil se estableció a 13,7 m (45 ft).

Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 m (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -114- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de 7,6 cm x 7,6 cm (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con 0,11 kg (4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de veintitrés segundos (23 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 7 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 7 proporciona el área operativa de rociador predicha -26- y el periodo de retardo de suministro de fluido seleccionado junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

45

**Tabla 7**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Tipo de bien	Clase III	Clase III
Altura de almacenamiento nominal ( $H_2$ )	10,7 m (35 ft)	10,7 m (35 ft)
Altura de techo nominal ( $H_1$ )	13,7 m (45 ft)	13,7 m (45 ft)
Separación nominal (L)	3 m (10 ft)	3 m (10 ft)
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura °K ( °F)	414 (286)	414 (286)
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta ( $ms$ ) $^{1/2}$ ( $ft \cdot s$ ) $^{1/2}$	105 (190)	105 (190)
Deflector hasta el techo (S)	0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador nominal $dm^3/MPa^{1/2} \cdot s$ ( $gpm/psi^{1/2}$ )	13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de descarga nominal MPa (psi)	0,21 (30)	0,21 (30)

<b>PARÁMETROS</b>		<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>		<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Densidad de descarga nominal dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s (gpm/ft <sup>2</sup> )		0,62 (0,92)	0,62 (0,92)
Anchura de pasillo (W)		2,4 m (8 ft)	2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (ft x ft)		3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Periodo de retardo de suministro de fluido ( $\Delta t$ )		23 s	23 s
<b>RESULTADOS</b>			
Duración de la prueba (min:s)		30:00	30:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)			2:02
Agua a rociadores (min:s)			2:25
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido			
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)			2:32
Presión de sistema a 0,21 MPa (30 psi)			2:29*
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema			14
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			1.198 (1.697)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			915 (1.188)
<b>PARÁMETROS</b>		<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			525 (485)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			440 (333)
Propagación de incendio a través del pasillo			No
Propagación de incendio más allá de ambos extremos			No

\* La presión de diseño de 0,21 MPa (30 psig) se alcanzó a 2:29 y la presión completa a 0,28 MPa (40 psig) se alcanzó a 2:32, tras lo cual se redujo la presión durante los 24 segundos posteriores hasta 0,21 MPa (30 psig)

Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento de incendio correspondiente a aproximadamente dieciséis (16) activaciones de rociadores predichas tras un retardo de suministro de fluido de veintiséis a treinta y dos segundos.

5 Según observaciones de la prueba de incendio, un total de doce rociadores estaban funcionando a la presión de sistema veintinueve segundos (29 s) tras la activación de primer rociador para tener un impacto significativo sobre el crecimiento de incendio. Posteriormente, se activaron dos rociadores adicionales para formar un área operativa de rociador -26- que representaba un total de catorce rociadores treinta segundos (30 s) tras la activación de primer rociador.

10 Emplear un periodo de retardo de suministro de fluido en el sistema -10- dio como resultado la formación de un área operativa de rociador real -26-, compuesta por catorce (14) rociadores activados, que abordó eficazmente el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos -10- tales como, por ejemplo, el grado de daño en el bien o el comportamiento del incendio con respecto al almacenamiento. Para la prueba resumida en la tabla 7, se observó que la propagación de incendio se limitó a los dos compartimentos centrales de la matriz principal -54-, y la humectación previa de las matrices objetivo -56- previno la ignición. No se observó ninguna omisión de rociadores.

#### **EJEMPLO 8**

20 En una octava prueba de incendio, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de clase III y se sometió a prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase III en una disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 10,7 m (treinta y cinco pies (35 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies (40 ft)). El sistema de rociadores secos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 en un sistema de tuberías en bucle que tenían un RTI nominal de

$105 \text{ (ms)}^{1/2}$  ( $190 \text{ (ft-s)}^{1/2}$ ) y una clasificación térmica de  $414 \text{ }^{\circ}\text{K}$  ( $286 \text{ }^{\circ}\text{F}$ ) con una separación de  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$  (diez pies por diez pies ( $10 \text{ ft} \times 10 \text{ ft}$ )). El sistema de rociadores se ubicó de tal manera que los deflectores de los rociadores estaban aproximadamente  $0,18 \text{ m}$  (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo.

- 5 Se modelizó la planta de prueba según se normalizó para desarrollar un perfil de desprendimiento de calor y activación de rociadores predictivo tal como se observa en la figura 12. A partir de los perfiles predictivos, se predijo que el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima -27-, que tenía un total de aproximadamente dieciséis (16) rociadores, se producía tras un periodo de retardo de suministro de fluido máximo de aproximadamente veintisiete segundos (27 s). Se identificó un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente seis segundos (6 s) como el transcurso de tiempo hasta la activación térmica de los cuatro rociadores críticos para la altura de techo dada  $H_1$  de  $12 \text{ m}$  (cuarenta pies (40 ft)). Se predijo que la activación de primer rociador se producía a aproximadamente un minuto cincuenta y cuatro segundos (1:54) tras la ignición. Se seleccionó un periodo de retardo de suministro de fluido de veintisiete segundos (27 s) del intervalo entre los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para las pruebas.
- 10
- 15 En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase III se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de  $9,8 \text{ m}$  de longitud por  $0,91 \text{ m}$  de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de  $2,4 \text{ m}$  (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de  $1,5 \text{ m}$  (5 ft) por encima del suelo. Dos matrices objetivo -52- se separaron cada una a una distancia de  $2,4 \text{ m}$  (ocho pies (8 ft)) alrededor de la matriz principal. Cada matriz objetivo -52- consistía en un bastidor industrial de una única fila utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de  $9,8 \text{ m}$  de longitud por  $0,91 \text{ m}$  de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de  $2,4 \text{ m}$  (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas del bastidor de la matriz objetivo -52- sobre el suelo y en incrementos de  $1,5 \text{ m}$  (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio de salida de humo longitudinal y transversal nominal de  $0,15 \text{ m}$  (seis pulgadas) a través de la matriz. Los bastidores de matriz principal y objetivo tenían aproximadamente  $10,1 \text{ m}$  (33 pies) de altura y consistían en siete compartimentos verticales. El bien de clase III estándar se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, tamaño de  $0,23 \text{ kg}$  (8 oz)) compartimentados en cajas de cartón corrugado de pared individual que medían  $0,53 \text{ m} \times 0,53 \text{ m} \times 0,53 \text{ m}$  (21 in x 21 in x 21 in). Cada caja contenía 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró con hojas de cartón corrugado de pared individual para separar las cinco capas y divisores de cartón corrugado de pared individual de enclavamiento vertical para separar las cinco filas y cinco columnas de cada capa. Se cargan ocho cajas en un palé de madera dura de dos entradas, aproximadamente  $1,1 \text{ m} \times 1,1 \text{ m} \times 0,13 \text{ m}$  (42 in x 42 in x 5 in). El palé pesa aproximadamente  $54 \text{ kg}$  (119 lb) de los cuales aproximadamente el 20 % son vasos de papel, el 43 % es madera y el 37 % es cartón corrugado. La altura de almacenamiento global era de  $10,4 \text{ m}$  (34 ft - 2 in (de manera nominal 35 ft)), y el techo móvil se estableció a  $12,2 \text{ m}$  (40 ft).
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- Se inició una prueba de incendio real desviado  $0,53 \text{ m}$  (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -114- y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). La fuente de ignición fueron dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar. Los elementos de ignición se construyeron a partir de un haz de celulosa larga de  $7,6 \text{ cm} \times 7,6 \text{ cm}$  (tres pulgadas por tres pulgadas (3 in x 3 in)) empapado con  $0,11 \text{ kg}$  (4 oz) de gasolina y envuelto en una bolsa de polietileno. Tras la activación térmica del primer rociador en el sistema -10-, se retardó el suministro y la descarga de fluido durante un periodo de veintisiete segundos (27 s) mediante una válvula de solenoide ubicada tras la válvula de control de agua primaria. La tabla 8 a continuación proporciona una tabla de resumen tanto del modelo como de los parámetros de prueba. Además, la tabla 8 proporciona el área operativa de rociador predicha -26- y el periodo de retardo de suministro de fluido seleccionado junto a los resultados medidos a partir de la prueba.

**Tabla 8**

PARÁMETROS	MODELO	PRUEBA
Tipo de almacenamiento	Bastidor de doble fila	Bastidor de doble fila
Tipo de bien	Clase III	Clase III
Altura de almacenamiento nominal ( $H_2$ )	$10,7 \text{ m}$ (35 ft)	$10,7 \text{ m}$ (35 ft)
Altura de techo nominal ( $H_1$ )	$12,2 \text{ m}$ (40 ft)	$12,2 \text{ m}$ (40 ft)
Separación nominal ( $L$ )	$3 \text{ m}$ (10 ft)	$3 \text{ m}$ (10 ft)
Ubicación de ignición	Debajo de 4, desviación	Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura $^{\circ}\text{K}$ ( $^{\circ}\text{F}$ )	414 (286)	414 (286)

<b>PARÁMETROS</b>		<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>		<b>Bastidor de doble fila</b>	<b>Bastidor de doble fila</b>
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta (ms) <sup>1/2</sup> (ft-s) <sup>1/2</sup>		105 (190)	105 (190)
Deflector hasta el techo (S)		0,18 m (7 in)	0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador nominal dm <sup>3</sup> /MPa <sup>1/2</sup> s (gpm/psi <sup>1/2</sup> )		13 (16,8)	13 (16,8)
Presión de descarga nominal MPa (psi)		0,15 (22)	0,15 (22)
Densidad de descarga nominal dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s (gpm/ft <sup>2</sup> )		0,54 (0,79)	0,54 (0,79)
Anchura de pasillo (W)		2,4 m (8 ft)	2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)		3 x 3 (10 x 10)	3 x 3 (10 x 10)
Periodo de retardo de suministro de fluido ( $\Delta t$ )		27 s	27 s
<b>RESULTADOS</b>			
Duración de la prueba (min:s)		30:00	30:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)			1:41
Agua a rociadores (min:s)			2:08
Número de rociadores en el momento de suministro de fluido			
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)			2:13
<b>PARÁMETROS</b>		<b>MODELO</b>	<b>PRUEBA</b>
Presión de sistema a 0,21 MPa (30 psi)			2:22
Número de rociadores en techo que han funcionado en el momento de presión de sistema			26
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			1.159 (1.627)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			905 (1.170)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			549 (528)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)			478 (401)
Propagación de incendio a través del pasillo			Sí
Propagación de incendio más allá de ambos extremos			No

Los perfiles predictivos identificaron un crecimiento de incendio correspondiente a aproximadamente dieciséis (16) activaciones de rociadores predichas tras un retardo de suministro de fluido de veintisiete segundos (27 s). Según observaciones de la prueba de incendio, los veintiséis rociadores activados se activaron antes de que el sistema alcanzara la presión de sistema a los treinta y dos segundos (32 s) tras la activación de primer rociador para tener un impacto significativo sobre el crecimiento de incendio. Por consiguiente, se activaron veintiséis rociadores para formar un área operativa de rociador -26- dos minutos y trece segundos (2:13) tras la ignición inicial.

Emplear un periodo de retardo de suministro de fluido en el sistema -10- dio como resultado la formación de un área operativa de rociador real -26-, compuesta por veintiséis (26) rociadores activados, que abordó eficazmente el incendio. Se observaron características adicionales del rendimiento del sistema de rociadores secos -10- tales como, por ejemplo, el grado de daño en el bien o el comportamiento del incendio con respecto al almacenamiento. Para la prueba resumida en la tabla 8, se observó que el incendio se propagó a través del pasillo hasta la parte superior de la matriz objetivo -52- pero se extinguío inmediatamente tras la descarga de fluido.

Cada una de las pruebas verificó que un sistema de rociadores secos, configurado con un retardo obligatorio apropiado, puede responder a un crecimiento de incendio -72- con la activación térmica de un número suficiente de rociadores para formar un área operativa de rociador -26-. Se mostró adicionalmente que la descarga de agua a la presión de sistema a partir del área operativa de rociador -26- rodeaba y ahogaba el crecimiento de incendio -72-

5

10

15

superando y sometiendo el incendio desde arriba.

En general, cada una de las áreas operativas de rociador resultantes -26- estaba formada por veintiséis o menos rociadores. Las áreas operativas de rociador resultantes y los rendimientos demuestran que pueden abordarse eficazmente incendios en emplazamiento de almacenamiento con sistemas sólo en el techo en los que tradicionalmente se han requerido sistemas en bastidor. Además, cuando las áreas operativas de rociador resultantes -26- estaban formadas por veinte o menos rociadores, los resultados de prueba indican que pueden configurarse sistemas secos/de preacción con áreas de diseño hidráulicas más pequeñas que lo anteriormente requerido según NFPA (2002). Minimizando la demanda hidráulica se minimiza, preferentemente, el volumen global de descarga de agua al interior del espacio de almacenamiento. Finalmente, las pruebas demuestran que retardar el suministro de fluido para permitir un crecimiento de incendio adecuado puede localizar la activación de rociadores a un área próxima al incendio y evitar o minimizar de otro modo las activations de rociadores remotos desde el incendio que no tienen necesariamente un impacto directo sobre el incendio y añaden volumen de descarga adicional.

Dado que cada una de las pruebas dio como resultado la formación y respuesta satisfactorias de un área operativa de rociador -26-, cada una de las pruebas define, como mínimo, un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio para el bien y la condición de almacenamiento correspondientes. Estas pruebas se llevaron a cabo para aquellos bienes que se sabe que tienen un alto riesgo y/o propiedades combustibles, y las pruebas se llevaron a cabo para una variedad de configuraciones y alturas de almacenamiento y para una variedad de separaciones de techo a bien. Además, estas pruebas se llevaron a cabo con una realización preferente del rociador -20- a dos presiones de funcionamiento o de descarga diferentes. Por consiguiente, la demanda hidráulica global de un sistema de rociadores secos/de preacción -10- es, preferentemente, una función de uno o varios factores de emplazamientos de almacenamiento, incluyendo: el periodo de retardo de suministro de fluido real, clase de bien, factor K de rociador, estilo de suspensión de rociador, respuesta térmica de rociador, presión de descarga de rociador y número total de rociadores activados. Dado que las ocho pruebas de incendio anteriores se llevaron a cabo con el mismo rociador y configuración de rociador, el número resultante de funcionamientos de rociador en cualquier prueba dada fue función de uno o varios de: el periodo de retardo de suministro de fluido real, clase de bien, configuración de almacenamiento y presión de descarga de funcionamiento o rociador.

Con respecto a bienes de clase II y de clase III, dado que se considera que la clase II presenta un incendio menos difícil que la clase III, un sistema -10- configurado para la protección de clase III es aplicable a los emplazamientos de almacenamiento para clase II. Los resultados de prueba demuestran que una configuración de bastidor de doble fila presenta un crecimiento de incendio más rápido en comparación con una disposición de múltiples filas. Por tanto, si se presenta con el mismo periodo de retardo de suministro de fluido y, más específicamente, el mismo periodo de retardo de suministro de fluido real, se espera que funcionen más rociadores antes de alcanzar la presión de funcionamiento en el escenario de bastidor de doble fila en comparación con la disposición de múltiples filas.

Cada una de las pruebas se llevaron a cabo con disposiciones de almacenamiento en bastidor, y, en cada prueba, el área operativa de rociador resultante -26- superó y sometió eficazmente el incendio. Los sistemas -10- de prueba eran todos sistemas de rociadores sólo en el techo sin ayuda por parte de rociadores en bastidor. Basándose en los resultados de la prueba, se cree que pueden usarse sistemas de rociadores secos configurados para abordar un incendio con un área operativa de rociador -26-, como sistemas de protección de rociador sólo en el techo para el almacenamiento en bastidor, eliminando así la necesidad de rociadores en bastidor.

Dado que los periodos de retardo de suministro de fluido obligatorios sometidos a prueba dieron como resultado la formación apropiada de áreas operativas de rociador -26- que tenían, preferentemente, menos de treinta rociadores y, más frecuentemente, menos de veinte rociadores, se cree que los emplazamientos de almacenamiento protegidos mediante un sistema de rociadores secos que tiene un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio pueden soportarse o diseñarse hidráulicamente con una capacidad hidráulica menor. En cuanto al área operativa de rociador, se ha mostrado que las áreas operativas de rociador resultantes son iguales o inferiores a áreas de diseño hidráulicas utilizadas en estándares de diseño de sistemas húmedos o secos actuales. Por consiguiente, un sistema de rociadores secos que tiene un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio puede producir un efecto de rodeo y ahogo en respuesta a un crecimiento de incendio y puede configurarse o dimensionarse además hidráulicamente con un volumen de agua menor que los sistemas secos actuales.

Debe observarse además que todos los rociadores que sirven para proporcionar el efecto de rodeo y ahogo se accionan térmicamente dentro del plazo de un periodo de tiempo predeterminado. Más específicamente, el sistema de rociadores está configurado de tal manera que el último rociador activado se produce dentro del plazo de diez minutos tras la activación térmica de primer rociador en el sistema. Más preferentemente, el último rociador se activa dentro del plazo de ocho minutos y, más preferentemente, el último rociador se activa dentro del plazo de cinco minutos desde la activación de primer rociador en el sistema. Por consiguiente, incluso cuando el sistema de rociadores secos incluye un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio fuera del intervalo de suministro de fluido mínimo y máximo preferente que proporciona un área de funcionamiento más eficiente hidráulicamente, puede formarse un área operativa de rociador para responder a un incendio con un efecto de rodeo y ahogo, tal como se observa, por ejemplo, en la prueba n.º 6, aunque puede activarse térmicamente un número mayor de rociadores.

La prueba anterior ilustra además que la metodología preferente puede proporcionar un sistema de rociadores secos que elimina o, como mínimo, minimiza el efecto de omisión de rociadores. De las representaciones gráficas de activación proporcionadas, sólo una representación gráfica (figura 7A) mostró una única omisión de rociador. Con fines comparativos, se llevó a cabo una prueba de incendio con sistema húmedo y se representó gráficamente la activación de rociadores. Para la prueba con sistema húmedo, se modelizó un sistema de rociadores -10- para la protección de bien de almacenamiento de clase III y se sometió a prueba. Los parámetros de sistema incluyeron bien de clase III en una disposición de bastidor en doble fila almacenado hasta una altura de aproximadamente 13,7 m (cuarenta pies (40 ft)) ubicado en un área de almacenamiento que tenía una altura de techo de aproximadamente 12,2 m (cuarenta y cinco pies (45 ft)). El sistema de rociadores húmedos -10- incluía cien rociadores de almacenamiento específicos de aplicación erguidos con un factor K de 16,8 que tenían un RTI nominal de  $105(ms)^{1/2}$  (190 (ft-s) $^{1/2}$ ) y una clasificación térmica de 414 °K (286 °F) con una separación de 3 m x 3 m (diez pies por diez pies (10 ft x 10 ft)). El sistema de rociadores se ubicó de tal manera que los deflectores de los rociadores estaban aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)) por debajo del techo. El sistema de tuberías húmedas -10- se estableció como cabezal cerrado y se presurizó.

En la planta de prueba, la matriz principal -50- de bienes y su centro geométrico se almacenó por debajo de cuatro rociadores en una configuración desviada. Más específicamente, la matriz principal -54- de bienes de clase III se almacenó sobre bastidores industriales utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Los elementos de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) se dispusieron para proporcionar un bastidor principal de doble fila con cuatro compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores a alturas de hileras verticales en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Una matriz objetivo -52- estaba separada a una distancia de 2,4 m (ocho pies (8 ft)) desde la matriz principal. La matriz objetivo -52- consistía en un bastidor industrial de una única fila utilizando una construcción de vigas de acero y montantes de acero. Se dispuso el sistema de bastidor de 9,8 m de longitud por 0,91 m de anchura (32 ft de longitud por 3 ft de anchura) para proporcionar un bastidor objetivo en una única fila con tres compartimentos de 2,4 m (8 ft). Se posicionaron las partes superiores de vigas en los bastidores de la matriz objetivo -52- a alturas de hileras verticales en incrementos de 1,5 m (5 ft) por encima del suelo. Los compartimentos de las matrices principal y objetivo -14-, -16- se cargaron para proporcionar un espacio de salida de humo longitudinal y transversal nominal de 0,15 m (seis pulgadas) a través de las matrices. Los bastidores principal y objetivo de las matrices -50-, -52- tenían aproximadamente 11,6 m (38 ft) de altura y consistían en ocho compartimentos verticales. La altura de almacenamiento global era de 11,9 m (de manera nominal 12 m) (39 ft -1 in (de manera nominal 40 ft)) y la altura de techo móvil se estableció a 45 ft. Se cargó bien de clase III estándar en cada una de las matrices principal y objetivo -50-, -52-. El bien de clase III estándar se construyó a partir de vasos de papel (vacíos, tamaño de 0,23 kg (8 oz)) compartimentados en cajas de cartón corrugado de pared individual que medían 0,53 m x 0,53 m x 0,53 m (21 in x 21 in x 21 in). Cada caja contenía 125 vasos, 5 capas de 25 vasos. La compartimentación se logró con hojas de cartón corrugado de pared individual para separar las cinco capas y divisores de cartón corrugado de pared individual de enclavamiento vertical para separar las cinco filas y cinco columnas de cada capa. Se cargan ocho cajas en un palé de madera dura de dos entradas, aproximadamente 1,1 m x 1,1 m x 0,13 m (42 in x 42 in x 5 in). El palé pesa aproximadamente 54 kg (119 lb) de los cuales aproximadamente el 20 % son vasos de papel, el 43 % es madera y el 37 % es cartón corrugado. Se tomaron muestras del bien para determinar el contenido en humedad aproximado. Se pesaron inicialmente las muestras, se colocaron en un horno a 378 °K (220 °F) durante aproximadamente 36 horas y después se pesaron de nuevo. El contenido en humedad aproximado del bien es el siguiente: caja - 7,8 % y vaso el 6,9 %.

Se inició una prueba de incendio real desviado 0,53 m (veintiuna pulgadas) desde el centro de la matriz principal -114- utilizando dos elementos de ignición de algodón de celulosa semiestándar, y se ejecutó la prueba durante un periodo de prueba  $T$  de treinta minutos (30 min). Los elementos de ignición se construyeron a partir de haz de celulosa de 7,6 cm x 7,6 cm (3 in x 3 in de longitud) empapado con 0,11 kg (4 oz) de gasolina envuelto en una bolsa de polietileno. La tabla 9 a continuación proporciona una tabla de resumen de los parámetros y resultados de prueba.

Tabla 9

PARÁMETROS		PRUEBA
Tipo de almacenamiento		Bastidor de doble fila
Tipo de bien		Clase III
Altura de almacenamiento nominal (H2)		12,2 m (40 ft)
Altura de techo nominal (H1)		13,7 m (45 ft)
Separación nominal (L)		1,5 m (5 ft)
Ubicación de ignición		Debajo de 4, desviación
Clasificación de temperatura °K ( °F)		414 (286)

<b>PARÁMETROS</b>		<b>PRUEBA</b>
<b>Tipo de almacenamiento</b>		<b>Bastidor de doble fila</b>
Nominal 5 mm, bombilla de vidrio – Índice de tiempo de respuesta (ms) <sup>1/2</sup> (ft·s) <sup>1/2</sup>		105 (190)
Deflector hasta el techo (S)		0,18 m (7 in)
Coeficiente K de descarga de rociador nominal dm <sup>3</sup> /MPa <sup>1/2</sup> s (gpm/psi <sup>1/2</sup> )		13 (16,8)
Presión de descarga nominal MPa (psi)		0,21 (30)
Densidad de descarga nominal dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s (gpm/ft <sup>2</sup> )		0,62 (0,92)
Anchura de pasillo (W)		2,4 m (8 ft)
Separación de rociadores (m x m) (ft x ft)		3 x 3 (10 x 10)
<hr/>		
Duración de la prueba (min:s)		32:00
Funcionamiento de primer rociador en techo (min:s)		2:12
Funcionamiento de último rociador en techo (min:s)		6:26
Número de rociadores de techo que se hacen funcionar		20
Temperatura de gas pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		1.082 (1.488)
Temperatura de gas promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		561 (550)
Temperatura de acero pico en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		462 (372)
Temperatura de acero promedio en 1 minuto máxima en el techo por encima de la ignición °K ( °F)		406 (271)
Propagación de incendio a través del pasillo		Sí
Propagación de incendio más allá de ambos extremos		No

Según observaciones de la prueba de incendio, los cinco (5) primeros rociadores se hicieron funcionar dentro del plazo de un intervalo de treinta segundos (30 s). Estos cinco rociadores no pudieron abordar de manera adecuada el incendio que creció y accionó térmicamente catorce (14) rociadores adicionales 185 segundos tras el primer funcionamiento.

El funcionamiento de último rociador se produjo 254 segundos tras el funcionamiento de primer rociador. Se observó además que con la excepción del funcionamiento de quinto rociador, el segundo anillo de rociadores completo con respecto al lugar de ignición se sometió a humectación a partir del grupo inicial de rociadores accionados y no se activó (omisión de rociadores). Una vez que se hizo funcionar el tercer anillo de rociadores, se proporcionó suficiente flujo de agua como para impedir la activación de rociadores adicionales. El tercero anillo de rociadores está ubicado a un mínimo de aproximadamente 7,6 m (veinticinco pies (25 ft)) desde el eje de la ubicación de ignición, y se accionaron rociadores alejados hasta 10,7 m (treinta y cinco pies (35 ft)) de la ignición. La figura 12A muestra una representación gráfica de las activaciones de rociadores en la prueba con sistema húmedo. Simplemente mediante comparación por observación con esta prueba con sistema húmedo, parece que el procedimiento y sistema preferentes de un sistema de rociadores secos configurado para abordar un incendio con una configuración de rodeo y ahogo utilizando un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio, puede proporcionar menos omisión de rociadores a lo largo de un sistema húmedo que suministra fluido inmediatamente.

#### Configurar hidráulicamente el sistema para emplazamiento de almacenamiento

En la figura 1A se muestra esquemáticamente el sistema de rociadores secos -10- que incluye uno o varios rociadores hidráulicamente remotos -21- que definen un área de diseño hidráulica preferente -25- para soportar el sistema -10- en respuesta a una situación de incendio con una configuración de rodeo y ahogo. El área de diseño hidráulica preferente -25- es un área operativa de rociador diseñada en el sistema -10- para suministrar una densidad de descarga nominal D especificada, desde los rociadores hidráulicamente más remotos -21- a una presión de descarga nominal P. El sistema -10- es, preferentemente, un sistema diseñado hidráulicamente que tiene un tamaño de tubería seleccionado basándose en una pérdida de presión para proporcionar una densidad de agua recomendada, en litros por segundo por metro cuadrado (en galones por minuto por pie cuadrado), o alternativamente un flujo o presión de descarga mínimo recomendado por rociador, distribuido con un grado

razonable de uniformidad a lo largo de un área de diseño hidráulica preferente -25-. El área de diseño hidráulica -25- para el sistema -10- se diseña o especifica, preferentemente, para un bien y altura de almacenamiento de techo dados para los rociadores o área hidráulicamente más remotos en el sistema -10-.

- 5 En general, el área de diseño hidráulica preferente -25- está dimensionada y configurada alrededor de los rociadores hidráulicamente más remotos en el sistema -10- para garantizar que se satisface la demanda hidráulica del resto del sistema. Además, el área de diseño hidráulica preferente -25- está dimensionada y configurada de tal manera que puede generarse eficazmente un área operativa de rociador -26- en cualquier lugar en el sistema -10- por encima de un crecimiento de incendio. Preferentemente, el área de diseño hidráulica preferente -25- puede derivarse a partir de pruebas de incendio satisfactorias tales como las descritas anteriormente en el presente documento. En una prueba de incendio satisfactoria, el suministro de fluido a través de los rociadores activados, preferentemente, supera y somete el crecimiento de incendio y el incendio permanece localizado en el área de ignición, es decir el incendio, preferentemente, no salta la matriz o migra de otro modo por las matrices principal y objetivo -50-, -52-.
- 10 15 Los resultados de pruebas de incendio satisfactorias, utilizadas para evaluar la eficacia de un retardo de suministro de fluido para formar un área operativa de rociador -26-, definen además, preferentemente, el área hidráulica operativa de rociador -25-. Resumiendo los resultados de activación de las ocho pruebas comentadas anteriormente, se produjo la siguiente tabla:

20

**Tabla de resumen de áreas de diseño**

		Área de diseño (n. ° de rociadores)			
Altura de almacenamiento m (ft)	Altura de techo m (ft)	Clase II – fila doble	Clase II – múltiples filas	Clase III – fila doble	Grupo A – fila doble
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
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

El número de rociadores activados identificados, junto con su separación de rociadores conocida, identifican, cada uno, un área de diseño hidráulica preferente -25- para un bien dado, a las alturas de almacenamiento y de techo dadas para soportar un sistema de rociadores secos sólo en el techo -10- configurado para abordar una situación de incendio con una configuración de rodeo y ahogo. Una revisión de los resultados muestra adicionalmente que el número de activaciones de rociadores oscila, en general, entre catorce y veinte rociadores. Aplicando la metodología de modelización descrita anteriormente, acoplado con la selección de un rociador sensible y clasificado térmicamente de manera apropiada que puede producir un flujo adecuado para un nivel de desafío de incendio previsto, puede identificarse un área de diseño hidráulica -25- para un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo que puede abordar una situación de incendio en un emplazamiento de almacenamiento con una configuración de rodeo y ahogo. Por tanto, puede extrapolarse un intervalo de valores E, cuando se indica en la tabla anterior, para identificar un área de diseño hidráulica preferente -25-. Por tanto, pueden proporcionarse áreas de diseño hidráulicas -25- para todas las permutaciones de bienes, alturas de almacenamiento y de techo, por ejemplo, las condiciones de almacenamiento indicadas pero no sometidas a prueba en la tabla de resumen de áreas de diseño. Además, pueden extrapolarse adicionalmente áreas de diseño hidráulicas para las condiciones que ni se sometieron a prueba ni se indicaron anteriormente.

Tal como se indicó anteriormente, un área hidráulica operativa de rociador preferente -25- puede oscilar entre aproximadamente catorce y aproximadamente veinte rociadores y, más preferentemente, entre aproximadamente dieciocho y aproximadamente veinte rociadores. Añadiendo un factor de seguridad a la extrapolación, se cree que el área hidráulica operativa de rociador -25- puede dimensionarse desde aproximadamente veinte hasta aproximadamente veintidós rociadores. Con una separación de rociadores de 3 m x 3 m (diez por diez pies), esto se traduce en un área de diseño hidráulica preferente de aproximadamente 189 metros cuadrados a aproximadamente 232 metros cuadrados (de aproximadamente 2.000 pies cuadrados a aproximadamente 2.500 pies cuadrados) y, más preferentemente, de aproximadamente 204 metros cuadrados (2.200 pies cuadrados).

De manera notable, los estándares de NFPA-13 actuales especifican áreas de diseño hasta el área hidráulicamente más remota de sistemas de rociadores húmedos en la protección de áreas de almacenamiento hasta aproximadamente 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados). Por consiguiente, se cree que un sistema de rociadores -10- configurado para abordar un incendio con un área operativa de rociador -26- puede configurarse con un área de diseño, como mínimo, igual a la de sistemas húmedos según NFPA-13 para condiciones de

almacenamiento similares. Tal como ya se ha mostrado, un sistema de rociadores configurado para abordar un incendio con un efecto de rodeo y ahogo puede reducir las demandas hidráulicas en el sistema -10- en comparación con sistemas de rociadores secos actuales que incorporan el factor de diseño de seguridad o "penalización". Preferentemente, el área de diseño hidráulica preferente -25- del sistema -10- puede reducirse adicionalmente de tal manera que el área de diseño hidráulica preferente -25- es menor que áreas de diseño para sistemas de rociadores húmedos conocidos. En, como mínimo, una prueba indicada anteriormente, se mostró que un sistema de rociadores secos para la protección de plásticos de grupo A debajo de una altura de techo de 9,1 m (treinta pies) o menos puede soportarse hidráulicamente por quince rociadores que definen un área de diseño hidráulica de menos de los 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados) especificados en los estándares de diseño para sistemas húmedos.

Más específicamente, se cree que los datos de pruebas de incendios demuestran que un bastidor de doble fila de plásticos de grupo A con un almacenamiento de 6,1 m (20 ft) de altura, que tiene altas demandas de protección, se protege con un sistema de rociadores de tuberías secas basado en la apertura de un número limitado de rociadores. Se cree además que los criterios de diseño para sistemas húmedos se establecieron basándose en resultados de pruebas que abrieron un número similar de rociadores al resultado de prueba para plástico de grupo A descrito anteriormente. Por tanto, se ha demostrado que el área de diseño de un sistema de rociadores secos puede ser la misma o menor que el área de diseño de un sistema de rociadores húmedos. Dado que se sabe, en general, que las pruebas de almacenamiento en bastidor son más intensas que las pruebas en palés, los resultados también son aplicables a pruebas en palés, y a incendios de alto desafío en general. Además, basándose en la demostración del solicitante de que el área de diseño para un sistema de rociadores secos puede ser igual a o menor que la de un sistema húmedo, se cree que el área de diseño puede extenderse a bienes que tienen demandas de protección menos rigurosas.

Dado que el sistema -10- utiliza, preferentemente, la activación de un pequeño número de rociadores -20- para producir un efecto de rodeo y ahogo para superar y someter un incendio, el área de diseño hidráulica preferente -25- del sistema de rociadores secos -10- también puede basarse en áreas de diseño hidráulicas reducidas para sistemas de rociadores secos especificadas según NFPA-13. Por tanto cuando, por ejemplo, la sección 12.2.2.1.4 de NFPA-13 especifica criterios de protección de modo de control para bienes de clase I a IV en almacenamiento en palés, pilas sólidas, contenedor o repisa, un área de diseño de 242 metros cuadrados (2.600 pies cuadrados) que tiene una densidad de agua de  $0,10 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  ( $0,15 \text{ gpm}/\text{ft}^2$ ), el área de diseño hidráulica preferente -25- se especifica, preferentemente, en el estándar húmedo a 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados) que tiene una densidad de  $0,10 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  ( $0,15 \text{ gpm}/\text{ft}^2$ ). En consecuencia, el área de diseño hidráulica preferente -25- es, preferentemente, menor que áreas de diseño para sistemas de rociadores secos -10- conocidos. Las densidades de diseño para el sistema -10- son, preferentemente, las mismas que las especificadas en la sección 12 de NFPA-13 para un bien, altura de almacenamiento y altura de techo dados. La reducción de áreas de diseño hidráulicas actuales utilizadas en el diseño y la construcción de sistemas de rociadores secos puede reducir los requisitos y/o las demandas de presión de bombas u otros dispositivos en el sistema -10-. En consecuencia, las tuberías y el dispositivo del sistema pueden especificarse para ser más pequeños. Sin embargo, debe apreciarse que los sistemas de rociadores secos -10- pueden tener un área de diseño hidráulica preferente -25- dimensionada para ser tan grande como áreas de diseño especificadas en los estándares actuales disponibles de NFPA-13 para sistemas de rociadores secos. Tales sistemas -10- todavía pueden gestionar un incendio con un efecto de rodeo y ahogo y minimizar la descarga de agua siempre que el sistema -10- incorpore un periodo de retardo de suministro de fluido tal como se comentó anteriormente. Por consiguiente, existe un intervalo de áreas de diseño para dimensionar un área de diseño hidráulica preferente -25-, como mínimo, el área de diseño hidráulica preferente -25- puede ser, como mínimo, el tamaño de un área operativa de rociador activada -26- proporcionada por datos de pruebas de incendios disponibles y el área de diseño hidráulica -25- puede ser, como máximo, tan grande como lo permita el sistema siempre que puedan satisfacerse los requisitos de periodo de retardo de suministro de fluido.

Según los resultados de prueba, configurar sistemas de rociadores secos -10- con un área operativa de rociador -26- formada mediante la inclusión de un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio puede superar las penalizaciones de diseño convencionalmente asociadas con sistemas de rociadores secos. Más específicamente, los sistemas de rociadores secos -10- pueden diseñarse y configurarse con áreas de diseño hidráulicas preferentes -25- iguales a las áreas de diseño de funcionamiento de rociador especificadas para sistemas de tuberías húmedas en NFPA-13. Por tanto, el área de diseño hidráulica preferente -25- puede utilizarse para diseñar y construir un sistema de rociadores de tuberías secas que evita las "penalizaciones" de tuberías secas anteriormente comentadas tal como se recomienda por NFPA-13 al diseñarse para funcionar hidráulicamente, como mínimo, de la misma manera que un sistema húmedo diseñado según NFPA-13. Dado que se cree que pueden diseñarse e instalarse sistemas de protección contra incendios de tuberías secas sin incorporación de las penalizaciones de diseño, anteriormente percibidas como una necesidad, según NFPA-13, pueden minimizarse o de otro modo eliminarse las penalizaciones de diseño para sistemas de tuberías secas. Además, las pruebas indican que la metodología de diseño puede utilizarse eficazmente para protección contra incendios mediante sistema de rociadores secos de bienes en los que no existe ningún estándar para ningún sistema. Específicamente, pueden incorporarse periodos de retardo de suministro de fluido obligatorios y áreas de diseño hidráulicas preferentes en un diseño de sistema de rociadores secos para definir criterios de rendimiento hidráulico en los que no se conoce ningún criterio de este tipo. Por ejemplo, NFPA-13 sólo proporciona estándares de sistema húmedo para determinadas clases de bienes tales como bienes de clase III. La metodología preferente puede utilizarse para establecer un sistema de rociadores secos

sólo en el techo estándar para bienes de clase III especificando un área de diseño hidráulica requerida y un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio.

5 Un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio junto con un área de diseño hidráulica preferente -25- pueden proporcionar criterios de diseño a partir de los cuales puede diseñarse y construirse, preferentemente, un sistema de rociadores secos. Más preferentemente, periodos de retardo de suministro de fluido obligatorios máximo y mínimo, junto con el área de diseño hidráulica preferente -25-, pueden proporcionar criterios de diseño a partir de los cuales puede diseñarse y construirse, preferentemente, un sistema de rociadores secos. Por ejemplo, puede diseñarse y construirse un sistema de rociadores secos preferente -10- para su instalación en un espacio de almacenamiento -70- identificando o especificando el área de diseño hidráulica preferente -25- para un conjunto dado de parámetros de bien y especificaciones de espacio de almacenamiento. Especificar el área de diseño hidráulica preferente -25- incluye, preferentemente, identificar el número de rociadores -20- en el área hidráulicamente más remota del sistema -10- que puede satisfacer de manera colectiva los requisitos hidráulicos del sistema. Tal como se comentó anteriormente, la especificación del área de diseño hidráulica preferente -25- puede extrapolarse a partir de pruebas de incendios o derivarse de otro modo a partir de las áreas de diseño de sistema húmedo dadas a conocer en los estándares de NFPA-13.

#### **Procedimiento de implementación de sistema para emplazamiento de almacenamiento**

20 ***Procedimiento para generar criterios de diseño de sistema***

Una metodología preferente para diseñar un sistema de protección contra incendios da a conocer el diseño de un sistema de rociadores secos para proteger un bien, equipo u otros artículos ubicados en un área de almacenamiento. La metodología incluye establecer criterios de diseño alrededor de los cuales el sistema de rociadores preferente configurado para una respuesta de rodeo y ahogo puede modelizarse, simularse y construirse. Una metodología de diseño de sistema de rociadores preferente puede emplearse para diseñar el sistema de rociadores -10-. La metodología de diseño incluye en general, preferentemente, establecer, como mínimo, tres criterios de diseño o parámetros: el área de diseño hidráulica preferente -25- y los períodos de retardo de suministro de fluido obligatorios mínimo y máximo para el sistema -10- utilizando perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos para el bien almacenado que está protegiéndose.

En la figura 13 se muestra un diagrama de flujo -100- de la metodología preferente para diseñar y construir el sistema de rociadores secos -10- que tiene un área operativa de rociador -26-. La metodología preferente incluye, preferentemente, una etapa de compilación -102- que recopila los parámetros del almacenamiento y el bien que va a protegerse. Estos parámetros incluyen, preferentemente, la clase de bien, la configuración de bien, la altura de almacenamiento de techo y cualquier otro parámetro que tenga un impacto sobre el crecimiento de incendio y/o la activación de rociadores. El procedimiento preferente incluye además una etapa de desarrollo -104- para desarrollar un modelo de incendio y un perfil de desprendimiento de calor predictivo -402- tal como se observa, por ejemplo, en la figura 4 y se describió anteriormente. En una etapa de generación -105-, se utiliza el perfil de desprendimiento de calor predictivo para resolver los tiempos de activación de rociadores predichos para generar un perfil de activación de rociadores predictivo -402- tal como se observa en la figura 4 y se describió anteriormente. Los parámetros de almacenamiento y del bien compilados en la etapa -102- se utilizan además para identificar un área de diseño hidráulica preferente -25-, tal como se indica en la etapa -106-. Más preferentemente, el área de diseño hidráulica preferente -25- se extrae a partir de datos de pruebas de incendios disponibles, tal como se describió anteriormente, o alternativamente se selecciona a partir de áreas de diseño hidráulicas conocidas dadas a conocer por NFPA-13 para sistemas de rociadores húmedos. El área de diseño hidráulica preferente -25- de la etapa -106- define el número requerido de activaciones de rociadores a través de los cuales el sistema -10- debe poder suministrar, como mínimo, uno de: (i) un caudal de agua requerido u otro material de lucha contra incendios; o (ii) una densidad especificada tal como, por ejemplo,  $0,54 \text{ dm}^3/\text{M}^2\text{s}$  ( $0,8 \text{ galones por minuto por pie cuadrado}$ ).

50 Por tanto, en una realización preferente de la metodología -100-, se dan a conocer criterios de diseño para un sistema de protección contra incendios de rociadores secos que protege un bien almacenado y pueden ser sustancialmente los mismos que los de un sistema húmedo especificado según NFPA-13 para un bien similar. Preferentemente, el bien para el que está diseñado, preferentemente, el sistema seco es un bastidor de doble fila de 7,6 m (25 ft) de altura de bien de plástico de grupo A. Alternativamente, el bien puede ser cualquier clase o grupo de bien indicado según NFPA-13 cap. 5.6.3 y 5.6.4. De otra manera alternativa, adicionalmente, pueden protegerse otros bienes tales como aerosoles y líquidos inflamables. Por ejemplo, NFPA-30 Flammable and Combustible Liquids Code (2003 ed.) y NFPA 30b Code for the Manufacture and Storage of Aerosol Products (2002 ed.), cada uno, de los cuales se incorpora en su totalidad como referencia. Además, según NFPA-13, bienes adicionales que va a protegerse pueden incluir, por ejemplo, neumáticos de caucho, palés apilados, algodón empacado y papel en rollo. Más preferentemente, el procedimiento preferente -100- incluye diseñar el sistema como un sistema de rociadores de tuberías secas sólo en el techo para proteger el bastidor en un recinto. El recinto tiene, preferentemente, un techo de 9,1 m (30 ft) de altura. Diseñar el rociador seco incluye, preferentemente, especificar un entramado de red de rociadores que tiene un factor K de aproximadamente 16,8. El entramado de red incluye un área de diseño de funcionamiento de rociador preferente de aproximadamente  $189 \text{ m}^2$  ( $2.000 \text{ ft}^2$ ), y el procedimiento puede incluir además modificar el modelo para ser, preferentemente, como mínimo, el equivalente hidráulico de un

sistema húmedo tal como se especifica mediante NFPA-13. Por ejemplo, el modelo puede incorporar un área de diseño para corresponder sustancialmente a los criterios de diseño según NFPA-13 para la protección con sistema húmedo de un almacenamiento en bastidor en fila doble de un bien de plástico de grupo A apilado a 7,6 m (25 ft) de altura bajo una altura de techo de 9,1 m (30 ft).

- 5 La metodología de diseño -100- y la extrapolación a partir de datos de pruebas de incendios disponibles, tal como se describió anteriormente, pueden dar a conocer además un punto de diseño hidráulico preferente. En la figura 13B se muestra un gráfico de densidad-área ilustrativo para su utilización en el diseño de sistemas de rociadores contra incendios. Más específicamente, se muestra un punto de diseño -25'- que tiene un valor de  $0,54 \text{ dm}^3/\text{m}^2$  (0,8 galones por minuto por pie cuadrado ( $\text{gpm}/\text{ft}^2$ )) para definir una cantidad requerida de agua descargada fuera de un rociador a lo largo de un periodo de tiempo dado y un área dada siempre que se mantenga de manera apropiada la separación de rociadores para el sistema. Según el gráfico -10-, el área de diseño preferente es de aproximadamente  $189 \text{ m}^2$  ( $2.000 \text{ ft}^2$ ), definiendo por tanto un requisito de área de diseño u operativa de rociador en el que un sistema de rociadores secos preferente puede diseñarse para proporcionar  $0,54 \text{ dm}^3/\text{m}^2\text{s}$  (0,8  $\text{gpm}/\text{ft}^2$ ) por  $189 \text{ m}^2$  ( $2.000 \text{ ft}^2$ ). El punto de diseño -25'- puede ser un punto de área-densidad preferente utilizado en cálculos hidráulicos para diseñar un sistema de rociadores de tuberías secas según la metodología preferente descrita en el presente documento. Se ha mostrado que el punto de diseño -25'- preferente descrito anteriormente supera el aumento de penalización de área del 125 % porque el punto de diseño -25'- da a conocer un rendimiento de sistema seco, como mínimo, equivalente al rendimiento de sistema húmedo. Por consiguiente, una metodología de diseño que incorpora el área de diseño preferente y un sistema construido según la metodología preferente demuestran que los sistemas de protección contra incendios de tuberías secas pueden diseñarse e instalarse sin incorporación de las penalizaciones de diseño, anteriormente percibidas como una necesidad, según NFPA-13. Por consiguiente, el solicitante afirma que se ha eliminado la necesidad de penalizaciones en el diseño de sistemas de tuberías secas.
- 10 25 Además de dar a conocer un sistema de protección de rociadores secos con un suministro de agua deseado, la metodología de diseño preferente -100- puede configurarse para cumplir otros requisitos de NFPA-13 tales como, por ejemplo, tiempos de suministro de agua requeridos. Por tanto, el área de diseño -25- y la metodología -100- preferentes pueden configurarse para tener en cuenta el suministro de fluido hasta los rociadores activados hidráulicamente más remotos dentro de un intervalo de aproximadamente 15 segundos a aproximadamente 30 segundos de activación de rociadores. Más preferentemente, la metodología -100- identifica un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio preferente, tal como se comentó anteriormente, para configurar el sistema -10- para abordar una situación de incendio con una configuración de rodeo y ahogo. Por consiguiente, la metodología de diseño -100- incluye, preferentemente, una etapa de amortiguación -108- que identifica una fracción del área operativa de rociador máxima especificada -27- que va a formarse por periodo de retardo de suministro de fluido máximo. Preferentemente, el área operativa de rociador máxima -27- es igual al área de diseño hidráulica preferente disponible mínima -25- para el sistema -10-. Alternativamente, el área operativa de rociador máxima es igual al área de diseño especificada según NFPA-13 para un sistema húmedo que protege el mismo bien, a la misma altura de almacenamiento y de techo.
- 15 35 40 45 50 55 60 65 La etapa de amortiguación proporciona, preferentemente, que tiene que activarse el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima especificada -27- en el periodo de retardo de suministro de fluido máximo. Por tanto, por ejemplo, cuando se especifica que el periodo de retardo de suministro de fluido máximo de veinte rociadores o 189 metros cuadrados (2.000 pies cuadrados), la etapa de amortiguación identifica que debe producirse el suministro de fluido inicial en el momento predicho en el que se activarán dieciséis rociadores. La etapa de amortiguación -108- reduce el número de activaciones de rociadores requeridas para iniciar o formar el área operativa de rociador máxima completa -27- de modo que puede introducirse agua en el espacio de almacenamiento -70- antes que si se requiriera activar el 100 por ciento de los rociadores en el área operativa de rociador máxima -27- antes del suministro de fluido. Además, el suministro de fluido más temprano permite que el agua descargada llegue hasta una presión de sistema deseada, es decir tiempo de compresión, para producir el caudal requerido, momento en el cual, preferentemente, se activan sustancialmente todos los rociadores requeridos del área operativa de rociador máxima -27-.
- En la etapa de determinación -116-, se determina el tiempo para el que se predice que se formará el ochenta por ciento del área operativa de rociador máxima -27-. Haciendo de nuevo referencia a la figura 4, el transcurso de tiempo medido desde la activación predicha del primer rociador en el sistema -10- hasta la última activación que forma el ochenta por ciento (80 %) preferente del área operativa de rociador máxima -27- define el retardo de suministro de fluido máximo  $\Delta t_{máx}$  tal como se proporciona en la etapa -118-. La utilización de la etapa de amortiguación -108- también tiene en cuenta cualquier variable y su impacto sobre la activación de rociadores que no se captan fácilmente en los perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos. Dado que se cree que el área operativa de rociador máxima -27- es el área operativa de rociador más grande para el sistema -10- que puede abordar eficazmente un incendio con un efecto de rodeo y ahogo, se introduce agua en el sistema más temprano en vez de más tarde, minimizando así la posibilidad de que se suministre agua demasiado tarde como para formar el área operativa de rociador máxima -27- y abordar el crecimiento de incendio previsto. Si se introduce agua demasiado tarde, el crecimiento del incendio puede ser demasiado grande como para abordarse eficazmente por el área operativa de rociador o de otro modo el sistema puede volver a una configuración de modo de control en la que se disminuye la tasa de desprendimiento de calor.

Haciendo de nuevo referencia al diagrama de flujo -100- de la figura 13 y al perfil -400- de la figura 4, el tiempo al que se forma el área operativa de rociador mínima -28- puede determinarse en la etapa -112- utilizando los perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predictivos basados en el tiempo. Preferentemente, el área operativa de rociador mínima -28- se define mediante un número crítico de activaciones de rociadores para el sistema -10-. El número crítico de activaciones de rociadores proporciona, preferentemente, un área de funcionamiento de rociador inicial mínima que aborda un incendio con una descarga de agua o líquido a la que el incendio continúa creciendo en respuesta de tal manera que se activa térmicamente un número adicional de rociadores para formar un área operativa de rociador completa -26-. El número crítico de activaciones de rociadores depende, preferentemente, de la altura del sistema de rociadores -10-. Por ejemplo, cuando la altura hasta el sistema de rociadores es menor de 9,1 m (treinta pies), el número crítico de activaciones de rociadores es de, aproximadamente, dos a cuatro (2-4) rociadores. En áreas de almacenamiento en las que el sistema de rociadores está instalado a una altura de 9,1 m (treinta pies) o más, el número crítico de activaciones de rociadores es de, aproximadamente, cuatro rociadores. Medido desde la activación de primer rociador predicha, este tiempo hasta la activación de rociadores crítica predicha, es decir de dos a cuatro activaciones de rociadores, define, preferentemente, el periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio mínimo  $\Delta t_{min}$  tal como se indica en la etapa -114-. Introducir agua en el área de almacenamiento de manera prematura puede impedir, quizás, el crecimiento de incendio impidiendo, de ese modo, la activación térmica de todos los rociadores críticos en el área operativa de rociador mínima.

Por tanto, puede proporcionarse un sistema de rociadores secos con criterios de diseño para producir un efecto de rodeo y ahogo utilizando el procedimiento descrito anteriormente. Debe observarse que las etapas del procedimiento preferente pueden ponerse en práctica en cualquier orden aleatorio, siempre que las etapas se pongan en práctica para generar los criterios de diseño apropiados. Por ejemplo, el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo puede determinarse antes de la etapa de determinación de periodo de retardo de suministro de fluido máximo, o el área de diseño hidráulica puede determinarse antes de cualquiera de los periodos de retardo de suministro de fluido mínimo o máximo. Pueden diseñarse múltiples sistemas recopilando múltiples entradas y parámetros para uno o varios emplazamientos de almacenamiento que van a protegerse. Los múltiples sistemas diseñados pueden utilizarse para determinar la configuración más práctica y/o económica para proteger el emplazamiento. Además, si se desarrolla una serie de modelos predictivos, pueden utilizarse porciones del procedimiento para evaluar y/o determinar los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo aceptables.

Además, en una práctica comercial, pueden utilizarse las series de modelos para crear una base de datos de tablas de consulta para determinar los periodos de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo para una variedad de condiciones de emplazamiento de almacenamiento y bien. Por consiguiente, la base de datos puede simplificar el proceso de diseño eliminando etapas de modelización. Tal 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 operario o diseñador puede diseñar y/o construir un sistema de rociadores -10-. Una etapa adicional -102'- proporciona identificar y compilar detalles de proyecto tales como, por ejemplo, parámetros del almacenamiento y el bien que va a protegerse. Estos parámetros incluyen, preferentemente, la clase de bien, la configuración de bien, la altura de almacenamiento de techo. Una etapa de referencia -103'- proporciona consultar una base de datos de datos de pruebas de incendios para una o varias configuraciones de emplazamiento de almacenamiento y bien almacenado. A partir de la base de datos, puede realizarse una etapa de selección -105- para identificar un área de diseño hidráulica y un periodo de retardo de suministro de fluido que fueron eficaces para una configuración de emplazamiento de almacenamiento y bien almacenado correspondiente a los parámetros compilados en la etapa de compilación -102'- para respaldar y crear un área operativa de rociador -26- para abordar un incendio de prueba. Las áreas de diseño hidráulicas y el periodo de retardo de suministro de fluido identificados pueden implementarse en un diseño de sistema para la construcción de un sistema de rociadores secos sólo en el techo que puede proteger un emplazamiento de almacenamiento con un efecto de rodeo y ahogo.

#### **50      *Procedimiento de utilización de criterios de diseño para desarrollar parámetros de sistema para emplazamiento de almacenamiento.***

La metodología preferente -100- identifica por consiguiente los tres criterios de diseño tal como se comentó anteriormente: un área de diseño hidráulica preferente, un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo y un periodo de retardo de suministro de fluido máximo. La incorporación del periodo de retardo de suministro de fluido mínimo y máximo en el diseño y la construcción del sistema de rociadores -10- es, preferentemente, un proceso iterativo mediante el cual puede modelizarse dinámicamente un sistema -10- para determinar si los rociadores dentro del sistema -10- experimentan un retardo de suministro de fluido que se encuentra dentro del intervalo de los periodos de retardo de suministro de fluido obligatorios máximo y mínimo identificados. Preferentemente, todos los rociadores experimentan un periodo de retardo de suministro de fluido dentro del intervalo de los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo identificados. Sin embargo, alternativamente, el sistema -10- puede configurarse de tal manera que uno o unos pocos seleccionados de los rociadores -20- están configurados con un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio que proporciona la activación térmica de un número mínimo de rociadores que rodean a, cada uno, de los rociadores seleccionados para formar un área operativa de rociador -26-.

Preferentemente, un sistema de rociadores secos -10- que tiene un área de diseño hidráulica -25- para soportar un efecto de rodeo y ahogo puede modelizarse matemáticamente para incluir uno o varios rociadores activados. El modelo puede caracterizar adicionalmente el flujo de líquido y gas a través del sistema -10- a lo largo del tiempo tras un acontecimiento que dispara una activación de la válvula de control de agua primaria. El modelo matemático puede utilizarse para resolver las presiones de descarga de líquido y tiempos de descarga desde cualquier rociador activado. Los tiempos de descarga de agua desde el modelo pueden evaluarse para determinar el cumplimiento del sistema con los tiempos de suministro de fluido obligatorios. Además, el sistema modelizado puede alterarse y las características de descarga de líquido pueden resolverse de manera repetida para evaluar cambios en el sistema -10- y llevar el sistema al cumplimiento con los criterios de diseño de un área de diseño hidráulica preferente y el periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio. Para facilitar la modelización del sistema de rociadores secos -10- y resolver las características y tiempos de descarga de líquido, un usuario puede utilizar software computacional que puede construir y resolver el rendimiento hidráulico del rociador -10-. Alternativamente, para diseñar y modelizar de manera iterativa el sistema -10-, un usuario puede construir físicamente un sistema -10- y modificar el sistema -10- cambiando, por ejemplo, longitudes de tubería o introduciendo otros dispositivos para lograr los retardos de suministro de fluido diseñados para cada rociador en el circuito. Entonces puede someterse a prueba el sistema activando cualquier rociador en el sistema y determinando si el suministro de fluido desde la válvula de control de agua primaria hasta el rociador de prueba está dentro de los criterios de diseño de los periodos de retardo de suministro de fluido obligatorios mínimo y máximo.

El área de diseño hidráulica preferente -25- y los periodos de retardo de suministro de fluido obligatorios definen criterios de diseño que pueden incorporarse para su utilización en la etapa de compilación -120- de la metodología de diseño preferente -100- tal como se muestra en el diagrama de flujo de la figura 10. Los criterios de la etapa -120- pueden utilizarse en una etapa de diseño y construcción -122- para modelizar e implementar el sistema -10-. Más específicamente, puede modelizarse un sistema de rociadores de tuberías secas -10- para la protección de un bien almacenado para capturar las características de tubería, conexiones de tuberías, fuente de líquido, elementos de subida, rociadores y diversas configuraciones de bifurcación o de tipo árbol mientras se tiene en cuenta el área de diseño hidráulica preferente y el periodo de retardo de suministro de fluido. El modelo puede incluir además cambios en las elevaciones de tubería, bifurcación de tubería, aceleradores u otros dispositivos de control de fluido. El sistema de rociadores secos diseñado puede modelizarse matemática y dinámicamente para capturar y simular los criterios de diseño, incluyendo el área de diseño hidráulica preferente y el periodo de retardo de suministro de fluido. El periodo de retardo de suministro de fluido puede resolverse y simularse utilizando un programa informático descrito, por ejemplo, en la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 10/942.817 presentada el 17 de septiembre de 2004, publicada como publicación de patente de Estados Unidos n.º 2005/0216242, y titulada "System and Method For Evaluation of Fluid Flow in a Piping System", que se incorpora como referencia en su totalidad. Para modelizar un sistema de rociadores según los criterios de diseño, puede utilizarse otro programa de software que puede secuenciar la activación de rociadores y simular el suministro de fluido para modelizar eficazmente la formación y el rendimiento del área de diseño hidráulica preferente -25-. Tal 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", que tiene el número de expediente S-FB-00091WO (73434-029WO) y que reivindica prioridad de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos 60/722.401 presentada el 3 de octubre de 2005. En el mismo se describe un programa informático y su algoritmo y motores computacionales subyacentes que realiza diseño de un sistema de rociadores, secuenciación de rociadores y simula el suministro de fluido. Por consiguiente, un programa informático de este tipo puede diseñar y modelizar dinámicamente un sistema de rociadores para protección contra incendios de un bien dado en un área de almacenamiento dada. El sistema de rociadores diseñado y modelizado puede simular y secuenciar además las activaciones de rociadores según el perfil de activación de rociadores predictivo basado en el tiempo -404-, comentado anteriormente, para modelizar dinámicamente el sistema -10-. La aplicación de software/programa informático preferente también se muestra y se describe en el manual de usuario titulado "SprinkFDT™ SprinkCALC™: SprinkCAD Studio User Manual" (septiembre de 2006).

El modelo dinámico puede simular, basándose en la activación de rociadores y configuraciones de tuberías, el desplazamiento de agua a través del sistema -10- a una presión especificada para determinar si se satisfacen los criterios de diseño hidráulicos y los criterios de tiempo de suministro de fluido obligatorios mínimo y máximo. Si la descarga de agua no logra producirse tal como se predice, puede modificarse el modelo en consecuencia para suministrar agua dentro de los requisitos del área de diseño hidráulica preferente y los periodos de suministro de fluido obligatorios. Por ejemplo, pueden acortarse o alargarse las tuberías en el sistema modelizado con el fin de que se descargue agua al caducar el periodo de retardo de suministro de fluido. Alternativamente, el sistema de tuberías diseñado puede incluir una bomba para cumplir con los requisitos de suministro de fluido. En un aspecto, el modelo puede diseñarse y simularse con activación de rociadores en el rociador hidráulicamente más remoto para determinar si el suministro de fluido cumple con el tiempo de suministro de fluido máximo especificado de tal manera que el área de diseño hidráulica -25- puede dispararse térmicamente. Además, el sistema simulado puede proporcionar secuenciación de las activaciones térmicas de, preferentemente, los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos para resolver un periodo de retardo de suministro de fluido simulado. Alternativamente, el modelo puede simularse con activación en el rociador hidráulicamente más cercano para determinar si el suministro de fluido cumple con un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo para disparar térmicamente el número crítico de rociadores. De nuevo adicionalmente, el sistema simulado puede proporcionar la secuenciación de las activaciones

térmicas de, preferentemente, los cuatro rociadores hidráulicamente más cercanos para resolver un periodo de retardo de suministro de fluido simulado. Por consiguiente, el modelo y la simulación del sistema de rociadores pueden verificar que el suministro de fluido a cada rociador en el sistema se encuentra dentro del intervalo de los tiempos de suministro de fluido máximo y mínimo. La modelización y la simulación dinámicas de un sistema de rociadores permiten utilizar técnicas de diseño iterativo para llevar el rendimiento del sistema de rociadores al cumplimiento con criterios de diseño en vez de basarse en modificaciones tras la construcción de plantas físicas para corregir los incumplimientos con especificaciones de diseño.

En la figura 14 se muestra un diagrama de flujo ilustrativo -200- para diseño iterativo y modelización dinámica de un sistema de rociadores secos -10- propuesto. Puede construirse un modelo para definir un sistema de rociadores secos -10- como una red de rociadores y tuberías. Puede especificarse la separación de entramado entre rociadores y líneas de bifurcación del sistema, por ejemplo, 3 m por 3 m (10 ft por 10 ft), 3 m por 2,4 m (10 ft por 8 ft), o 2,4 m por 2,4 m (8 ft por 8 ft) entre rociadores. El sistema puede modelizarse para incorporar rociadores específicos tales como, por ejemplo, rociadores erguidos de 414 °K (286 °F) con un factor K de 16,8 que tienen una aplicación específica para el almacenamiento tal como el rociador ULTRA K17 proporcionado por Tyco Fire and Building Products y mostrado y descrito en la hoja de datos TFP331 titulada "Ultra K17 – 16.8 K-factor: Upright Specific Application Control Mode Sprinkler Standard Response, 286 °F/141 °C" (marzo de 2006) que se incorpora en su totalidad como referencia. Sin embargo, puede utilizarse cualquier rociador adecuado siempre que el rociador pueda proporcionar suficiente volumen de fluido y efecto de enfriamiento como para provocar el efecto de rodeo y ahogo. Más específicamente, el rociador adecuado proporciona un volumen de descarga de fluido, vector de velocidad de descarga de fluido (dirección y magnitud) y distribución de tamaño de gotitas de fluido satisfactorios. Los ejemplos de otros rociadores adecuados incluyen, pero no se limitan a los mismos, los siguientes rociadores proporcionados por Tyco Fire & Building Products: la serie ELO-231 – rociadores colgantes y erguidos con un factor K de 11,2, respuesta estándar, cobertura estándar (hoja de datos TFP340 (enero de 2005)); el modelo K17-231- rociadores colgantes y erguidos con un factor K de 16,8, respuesta estándar, cobertura estándar (hoja de datos TFP332 (enero de 2005)); el modelo EC-25- rociadores erguidos con densidad de área de cobertura extendida con un factor K de 25,2 (hoja de datos TFP213 (septiembre de 2004)); modelos ESFR-25- factor K de 25,2 (hoja de datos TFP312 (enero de 2005), ESFR-17- factor K de 16,8 (hoja de datos TFP315 (enero de 2005)) (hoja de datos TFP316 (abril de 2004)), y ESFR-1- factor K de 14,0 (hoja de datos TFP318 (julio de 2004)) rociadores colgantes y erguidos de respuesta rápida de supresión temprana, cada uno, de los cuales se muestra y se describe en sus hojas de datos respectivas que se incorporan como referencia en su totalidad. Además, el modelo de un 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 modelizada -12- puede incluir los dispositivos de una válvula de control de agua primaria, elemento de prevención de flujo de retorno, bomba contra incendios, válvulas y tuberías asociadas. El sistema de rociadores secos puede estar configurado además como un sistema sólo en techo en árbol o en árbol con bucle.

El modelo del sistema de rociadores secos puede simular la formación del área operativa de rociador -26- simulando un conjunto de rociadores activados para un efecto de rodeo y ahogo. Las activaciones de rociadores pueden secuenciarse según parámetros definidos por el usuario tales como, por ejemplo, una secuencia que sigue el perfil de activación de rociadores predicho. El modelo puede incorporar además el periodo de retardo de suministro de fluido preferente simulando el desplazamiento de fluido y gas a través del sistema -10- y hacia fuera desde los rociadores activados que definen el área de diseño hidráulica preferente -25-. Los tiempos de suministro de fluido modelizados pueden compararse con los períodos de retardo de suministro de fluido obligatorios especificados y el sistema puede ajustarse en consecuencia de tal manera que los tiempos de suministro de fluido cumplen con el periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio. A partir de un sistema -10- modelizado de manera apropiada y conforme, puede construirse un sistema de rociadores secos real -10-.

En la figura 18A, la figura 18B y la figura 18C se muestra un sistema de tuberías secas de protección contra incendios preferente -10'- diseñado según la metodología de diseño preferente descrita anteriormente. El sistema -10'- está configurado, preferentemente, para la protección de un emplazamiento de almacenamiento. El sistema -10'- incluye una pluralidad de rociadores -20'- dispuestos sobre un área de protección y debajo de un techo. Dentro del área de almacenamiento hay, como mínimo, un bastidor -50- de un bien almacenado. Preferentemente, el bien se clasifica según las clases de bien de NFPA-13: clase I, clase II, clase III y/o plásticos de grupo A, grupo B y grupo C. El bastidor -50- está ubicado entre el área de protección y la pluralidad de rociadores -20'-. El sistema -10'- incluye una red de tuberías -24'- que están configuradas para suministrar agua a la pluralidad de rociadores -20'-. La red de tuberías -24'- está diseñada, preferentemente, para suministrar agua a un área de diseño hidráulica -25'-. El área de diseño -25'- está configurada para incluir el rociador hidráulicamente más remoto en la pluralidad de rociadores -20'-. La red de tuberías -24'- se llenan, preferentemente, con un gas hasta que se activa, como mínimo, uno de los rociadores -20'- o se acciona una válvula de control primaria. Según la metodología de diseño descrita anteriormente, el área de diseño corresponde, preferentemente, a las áreas de diseño dadas a conocer en NFPA-13 para sistemas de rociadores húmedos. Más preferentemente, el área de diseño es equivalente a 189 metros cuadrados ( $2.000 \text{ ft}^2$ ). En una realización alternativa, el área de diseño es menor que las áreas de diseño dadas a conocer en NFPA-13 para sistemas de rociadores húmedos.

Alternativamente, en contraposición a construir un nuevo sistema de rociadores para emplear un efecto de rodeo y

ahogo, los sistemas de rociadores húmedos y secos existentes pueden readaptarse para emplear un área operativa de rociador para proteger un emplazamiento de almacenamiento con el efecto de rodeo y ahogo. Para sistemas húmedos existentes, una conversión al sistema deseado para un efecto de rodeo y ahogo puede lograrse convirtiendo el sistema en un sistema seco mediante inclusión de una válvula de control de agua primaria y componentes necesarios para garantizar que se alcanza un periodo de retardo de suministro de fluido obligatorio al rociador hidráulicamente más remoto. Dado que los inventores han descubierto que el área de diseño hidráulica en la realización preferente del sistema de rociadores de rodeo y ahogo preferente puede ser equivalente al área de diseño hidráulica de un sistema húmedo diseñado según NFPA-13, los expertos en la materia pueden aplicar fácilmente las enseñanzas de la técnica de rodeo y ahogo a sistemas húmedos existentes. Por tanto, los solicitantes han dado a conocer un procedimiento realista y económico para convertir sistemas de rociadores húmedos existentes en sistemas de rociadores secos preferentes.

Además, los expertos pueden aprovechar la descarga hidráulica reducida del área operativa de rociador preferente en un sistema de rodeo y ahogo para modificar sistemas secos existentes para producir la misma área operativa que puede rodear y ahogar un incendio. En particular, pueden añadirse componentes tales como, por ejemplo, acumuladores o aceleradores, a sistemas de rociadores secos existentes para garantizar que el rociador hidráulicamente más remoto en el sistema experimenta un retardo de suministro de fluido obligatorio tras la activación de los rociadores. Los inventores creen que un sistema de rociadores húmedos o secos existente reconfigurado para abordar un incendio con un efecto de rodeo y ahogo puede eliminar o minimizar de otro modo las desventajas económicas de los sistemas de rociadores actuales. Abordando incendios con una configuración de rodeo y ahogo puede evitarse una descarga de agua innecesaria. Además, los inventores creen que la protección contra incendios proporcionada por el área operativa de rociador preferente puede proporcionar una mejor protección contra incendios que los sistemas existentes.

En vista del descubrimiento de los inventores de un sistema que emplea una configuración de rodeo y ahogo para abordar un incendio y el desarrollo adicional de los inventores de metodologías para implementar tal sistema, ahora están disponibles diversos sistemas, subsistemas y procesos para proporcionar componentes, sistemas, enfoques de diseño y aplicaciones de protección contra incendios, preferentemente, para emplazamientos de almacenamiento, a una o varias partes tales como intermediarios o usuarios finales tales como, por ejemplo, fabricantes, proveedores, contratistas, instaladores, dueños de edificios y/o arrendatarios de protección contra incendios. Por ejemplo, puede proporcionarse un proceso para un procedimiento de un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo que utiliza el efecto de rodeo y ahogo. Adicional o alternativamente puede proporcionarse un rociador cualificado para su utilización en tal sistema. Puede proporcionarse además un sistema de protección contra incendios sólo en el techo, completo, que emplea el efecto de rodeo y ahogo y su enfoque de diseño. Pueden implementarse adicionalmente ofertas de sistemas de protección contra incendios y su metodologías que emplean un efecto de rodeo y ahogo en aplicaciones de diseño e interempresariales para productos y servicios de protección contra incendios.

En un aspecto ilustrativo de proporcionar un dispositivo y procedimiento de protección contra incendios, se obtiene, preferentemente, un rociador para su utilización en un sistema de protección contra incendios sólo de techo, preferentemente, de rociadores secos, para la protección de un emplazamiento de almacenamiento. Más específicamente, se obtiene, preferentemente, un rociador -20- cualificado para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento -70- a lo largo de un intervalo de alturas de techo H1 disponibles para la protección de un bien almacenado -50- que tiene una gama de clasificaciones e intervalo de alturas de almacenamiento H2. Más preferentemente, el rociador -20- se indica por una organización aprobada por una autoridad que tiene jurisdicción tal como, por ejemplo, NFPA o UL, para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo para protección contra incendios, por ejemplo, de un bien de una cualquiera de clase I, II, III y IV con una altura de almacenamiento que oscila entre aproximadamente 6,1 m y aproximadamente 12,2 m (entre aproximadamente veinte pies y aproximadamente cuarenta pies (20-40 ft)) o alternativamente, un bien de plástico de grupo A que tiene una altura de almacenamiento de aproximadamente 6,1 m (veinte pies). Incluso más preferentemente, el rociador -20- está cualificado para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo, tal como el sistema de rociadores -10- descrito anteriormente, configurado para abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo.

Obtener el rociador, preferentemente, indicado puede incluir más específicamente diseñar, fabricar y/o adquirir el rociador -20- para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo -10-. Diseñar o fabricar el rociador -20- incluye, tal como se observa, por ejemplo, en las figuras 15 y 16, un rociador preferente -320- que tiene un cuerpo -322- del rociador con una entrada -324-, una salida -326- y un conducto -328- entre las mismas para definir un factor K de once (11) o más y, más preferentemente, de aproximadamente diecisiete e incluso, más preferentemente, de aproximadamente 16,8. El rociador preferente -320- está configurado, preferentemente, como un rociador erguido aunque otras configuraciones de instalación son posibles. Preferentemente, está dispuesto dentro de la salida -326- un conjunto de cierre -332- que tiene un elemento de placa -332a- y un elemento de tapón -332b-. Una realización del rociador preferente -320- se proporciona como el rociador ULTRA K17 de Tyco Fire & Building Products, tal como se muestra y se describe en la hoja de datos de TFP331.

- El conjunto de cierre -332- está soportado, preferentemente, en su sitio mediante un conjunto disparador con clasificación térmica -330-. El conjunto disparador -330- tiene, preferentemente, una clasificación térmica de aproximadamente 414 °K (286 °F) de tal manera que ante tal temperatura, el conjunto disparador -330- se acciona para desplazar el conjunto de cierre -332- desde la salida -326- para permitir la descarga a partir del cuerpo de rociador. Preferentemente, el conjunto disparador está configurado como un conjunto disparador de tipo bombilla con un índice de tiempo de respuesta de 105 (ms)<sup>1/2</sup> (190 (ft-s)<sup>1/2</sup>). El RTI del rociador puede estar configurado alternativamente de manera apropiada para adaptarse a la configuración de rociador y separación de rociador a rociador del sistema.
- 5      10      15      20      25      30      35      40      45      50      55
- El rociador preferente -320- está configurado con una presión de descarga o de funcionamiento diseñada para proporcionar una distribución de fluido para abordar eficazmente una situación de incendio. Preferentemente, la presión de descarga de diseño oscila entre aproximadamente 0,1 MPa y aproximadamente 0,41 MPa (entre aproximadamente quince libras por pulgada cuadrada y aproximadamente sesenta libras por pulgada cuadrada (15-60 psi)), oscilando, preferentemente, entre aproximadamente 0,1 MPa y aproximadamente 0,31 MPa (entre aproximadamente quince libras por pulgada cuadrada y aproximadamente cuarenta y cinco libras por pulgada cuadrada (15-45 psi)), oscilando, más preferentemente, entre aproximadamente 0,14 MPa y aproximadamente 0,24 MPa (entre aproximadamente veinte libras por pulgada cuadrada y aproximadamente treinta cinco libras por pulgada cuadrada (20-35 psi)) y oscilando incluso, más preferentemente, entre aproximadamente 0,14 MPa y aproximadamente 0,21 MPa (entre aproximadamente veintidós libras por pulgada cuadrada y aproximadamente treinta libras por pulgada cuadrada (22-30 psi)). El rociador -320- incluye además, preferentemente, un conjunto de deflector -336- para distribuir el fluido a lo largo de un área de protección de una manera que supera y somete un incendio cuando se emplea en un sistema de protección seco sólo en el techo -10- configurado para un efecto de rodeo y ahogo.
- 20      25      30      35      40      45      50      55
- Otro aspecto preferente del proceso de obtener el rociador -320- puede incluir cualificar el rociador para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo -10- para emplazamiento de almacenamiento configurado para rodear y ahogar un incendio. Más preferentemente, el rociador preferente -20- puede someterse a pruebas de incendios de una manera sustancialmente similar a las ocho pruebas de incendios a modo de ejemplo descritas anteriormente. Por consiguiente, el rociador -320- puede ubicarse en un sistema de rociadores de planta de prueba que tiene un emplazamiento de almacenamiento a una altura de techo por encima de un bien de prueba a una altura de almacenamiento. Una pluralidad del rociador -320- está dispuesta, preferentemente, dentro de un sistema de entramado de rociadores suspendido desde el techo del emplazamiento de almacenamiento para definir una altura de deflector de rociador a techo y definir además una altura de separación de rociador a bien. En cualquier prueba de incendio dada, se somete el bien a ignición para iniciar el crecimiento de llama y activar inicialmente de manera térmica uno o varios rociadores. El suministro de fluido se retarda durante un periodo de retardo diseñado para el uno o varios rociadores accionados inicialmente de manera térmica para permitir el accionamiento térmico de un conjunto posterior de rociadores para formar un área operativa de rociador a una presión de descarga o de funcionamiento de rociador diseñada que puede superar y someter la prueba de incendio.
- 40      45      50      55
- El rociador -320- está cualificado, preferentemente, para su utilización en un sistema de rociadores secos sólo en el techo para una gama de clasificaciones de bien y alturas de almacenamiento. Por ejemplo, el rociador -320- se somete a pruebas de incendios para uno cualquiera de bienes de clase I, II, III o IV o plásticos de grupo A, grupo B o grupo C para un intervalo de alturas de almacenamiento, preferentemente, que oscilan entre 6,1 m y 12,2 m (entre veinte pies y cuarenta pies (20-40 ft)). El sistema de rociadores de planta de prueba puede disponerse y someterse a pruebas de incendios a alturas de techo variables que oscilan, preferentemente, entre 7,6 m y 13,7 m (entre veinticinco pies y aproximadamente cuarenta y cinco pies (25-45 ft)) para definir intervalos de separaciones de rociador a almacenamiento. Por consiguiente, el rociador -320- puede someterse a pruebas de incendios dentro del sistema de rociadores de planta de prueba a diversas alturas de techo, para una variedad de bienes, diversas configuraciones de almacenamiento y alturas de almacenamiento para cualificar el rociador para su utilización en sistemas de protección contra incendios sólo en techo de diversas permutaciones sometidas a prueba de altura de techo, clasificaciones de bien, configuraciones de almacenamiento y altura de almacenamiento y combinaciones entre los mismos. En lugar de someter a prueba o cualificar un rociador -320- para una gama de configuraciones de emplazamiento de almacenamiento y bien almacenado, el rociador -320- puede someterse a prueba y cualificarse para un único parámetro tal como un periodo de retardo de suministro de fluido preferente para una altura de almacenamiento y altura de techo dadas.
- 60      65
- Más preferentemente, el rociador -320- puede cualificarse de tal manera como para estar "indicado", lo cual se define por NFPA-13, sección 3.2.3 (2002) como equipo, material o servicios incluidos en una lista publicada por una organización que es aceptable para la autoridad que tiene jurisdicción y se encarga de la evaluación de productos o servicios y cuyas listas indican que el equipo, material o servicio cumple estándares diseñados apropiados o se ha sometido a prueba y se ha encontrado que es adecuado para un fin específico. Por tanto, una organización de indicación en listas tal como, por ejemplo, Underwriters Laboratories, Inc., preferentemente, indica el rociador -320- para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo de un emplazamiento de almacenamiento a lo largo de la gama de clasificaciones de bien, alturas de almacenamiento, alturas de techo y separaciones de rociador a deflector sometidas a prueba. Además, la lista garantizará que el rociador -320- está

aprobado o cualificado para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en techo para una gama de clasificaciones de bien y configuraciones de almacenamiento a las alturas de techo y alturas de almacenamiento que se encuentran entre los valores sometidos a prueba.

5 En un aspecto de los sistemas y procedimientos de protección contra incendios, un rociador preferente, tal como por ejemplo, el rociador cualificado -320- descrito anteriormente, puede implementarse, obtenerse y/o envasarse en un sistema de protección contra incendios sólo en el techo preferente -500- para su utilización en la protección contra incendios de un emplazamiento de almacenamiento. Tal como se observa por ejemplo, en la figura 17, se muestra esquemáticamente el sistema -500- para la protección sólo en el techo de un emplazamiento de almacenamiento para abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo. Preferentemente, el sistema -500- incluye un conjunto de subida -502- para proporcionar comunicación controlada entre un fluido o porción húmeda -512- del sistema -500- y, preferentemente, la porción seca del sistema -514-.

10 El conjunto de subida -502- incluye, preferentemente, una válvula de control -504- para controlar el suministro 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 de lucha contra incendios desde la porción húmeda -512- e incluye además una salida para la descarga del fluido. Preferentemente, la válvula de control -504- es una válvula de diluvio accionada por solenoide accionada mediante el solenoide -505-, pero pueden utilizarse otros tipos de válvulas de control tales como, por ejemplo, válvulas de control de enclavamiento mecánico o eléctrico. De manera adicionalmente alternativa, la válvula de control -504- puede ser una válvula de control de razón de aire con respecto a agua, por ejemplo, tal como se muestra y se describe en la patente de Estados Unidos n.º 6.557.645 que se incorpora en su totalidad como referencia. Un tipo de válvula de control preferente es el modelo DV-5 válvula de diluvio de Tyco Fire & Building Products, mostrada y descrita en la hoja de datos de 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 de 2006), que se incorpora en el presente documento en su totalidad como referencia. Adyacente a la salida de la válvula de control está dispuesta, preferentemente, una válvula de retención para proporcionar una cámara o área intermedia abierta a la presión atmosférica. Para aislar la válvula de diluvio -504-, el conjunto de subida incluye además, preferentemente, dos válvulas aislantes dispuestas alrededor de la válvula de diluvio -504-. Otras válvulas de control de diafragma -504- que pueden utilizarse en el conjunto de subida -502- se muestran y describen en las patentes de Estados Unidos n.ºs 6.095.484 y 7.059.578 y la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 11/450.891.

15 En una configuración alternativa, el conjunto de subida o la válvula de control -504- puede incluir una válvula de control de tipo diafragma modificada para incluir una cámara independiente, es decir una cámara neutra, para definir un asiento de aire o gas eliminando así la necesidad de la válvula de retención independiente. En la figura 21 se muestra una realización ilustrativa de una válvula de control preferente -710-. La válvula -710- incluye un cuerpo de válvula -712- a través del cual puede fluir fluido de una manera controlada. Más específicamente, la válvula de control -710- da a conocer una válvula de control hidráulica de tipo diafragma para controlar, preferentemente, la liberación y mezcla de un primer volumen de fluido que tiene una primera presión de fluido, tal como, por ejemplo, una cañería de agua, con un segundo volumen de fluido a una segunda presión de fluido, tal como por ejemplo, gas comprimido contenido en una red de tuberías. Por consiguiente, la válvula de control -710- puede proporcionar control de fluido entre líquidos, gases o combinaciones de los mismos.

20 El cuerpo de válvula -712- se construye, preferentemente, a partir de dos partes: (i) una porción de cubierta -712a- y (ii) una porción de cuerpo inferior -712b-. El "cuerpo inferior" se utiliza en el presente documento como referencia a una porción del cuerpo de válvula -712- acoplada a la porción de cubierta -712a- cuando la válvula de control está totalmente ensamblada. Preferentemente, el cuerpo de válvula -712- y, más específicamente, la porción de cuerpo inferior -712b- incluye una entrada -714- y una salida -716-.

25 En la figura 21 se muestra una realización ilustrativa de la válvula de control -710-. El cuerpo de válvula -712- incluye un drenaje -718- para desviar el primer fluido que entra en la válvula -710- a través de la entrada -714- hasta fuera del cuerpo de válvula. El cuerpo de válvula -712- incluye además, preferentemente, una abertura de entrada -720- para introducir el segundo fluido en el cuerpo -712- para descargarse hacia fuera por la salida -716-. La válvula de control -710- también incluye un puerto -722-. El puerto -722- puede proporcionar medios para que un sistema de alarma monitoree la válvula para detectar cualquier comunicación de fluido no deseada desde y/o entre la entrada -714- y la salida -716-. Por ejemplo, el puerto -722- puede utilizarse para proporcionar un puerto de alarma a la válvula -710- de modo que pueda avisarse a individuos sobre cualquier fuga de gas o líquido desde el cuerpo de válvula -712-. En particular, el puerto -722- puede acoplarse con una disposición de caudalímetro y alarma para detectar la fuga de fluido o gas en el cuerpo de válvula. El puerto -722- está, preferentemente, abierto a la atmósfera y en comunicación con una cámara intermedia -724d- dispuesta entre la entrada -714- y la salida -716-.

30 La cubierta -712a- y el cuerpo inferior -712b- incluyen, cada uno, una superficie interior de tal manera que, cuando la porción de cubierta y de cuerpo inferior -712a-, -712b- se unen entre sí, las superficies interiores definen además una cámara -724-. La cámara -724-, que está en comunicación con la entrada -714- y la salida -716-, define además un conducto a través del cual puede fluir un fluido, tal como agua. Dentro de la cámara -724- está dispuesto un elemento flexible, preferentemente, elastomérico -800- para controlar el flujo de fluido a través del cuerpo de válvula -712-. El elemento elastomérico -800- es, más preferentemente, un elemento de diafragma configurado para

proporcionar comunicación selectiva entre la entrada -714- y la salida -716-. Por consiguiente, el diafragma tiene, como mínimo, dos posiciones dentro de la cámara -724: (i) una posición de sellado o totalmente cerrada más inferior y (ii) una posición totalmente abierta o más superior. En la posición de sellado o cerrada más inferior, el diafragma -800- encaja con un elemento de asiento -726- construido o formado como nervadura interna o brida central dentro de la superficie interior del cuerpo de válvula -712- sellando así la comunicación entre la entrada -714- y la salida -716-. Con el diafragma -800- en la posición cerrada, el diafragma -800- divide, preferentemente, la cámara -724- en, como mínimo, tres regiones o subcámaras -724a-, -724b- y -724c-. Más específicamente con el elemento de diafragma -800- en la posición cerrada se forma una primera cámara de entrada o suministro de fluido -724a- en comunicación con la entrada -714-, un segunda cámara de salida o suministro de fluido -724b- en comunicación con la salida -716- y una cámara de diafragma -724c-. La cubierta -712a- incluye, preferentemente, una abertura central -713- para introducir un fluido de ecualización en la cámara de diafragma -724c- para impulsar y mantener el elemento de diafragma -800- en la posición cerrada.

En funcionamiento de la válvula de control -800-, el fluido de ecualización puede aliviarse de la cámara de diafragma -724c-, preferentemente, de una manera controlada, eléctrica o mecánicamente, para impulsar el elemento de diafragma -800- a la posición totalmente abierta o accionada, en la que el elemento de diafragma -800- está separado del elemento de asiento -726- permitiendo así el flujo de fluido entre la entrada -714- y la salida -716-. El elemento de diafragma -800- incluye una superficie superior -802- y una superficie inferior -804-. Cada una de las áreas de superficie superior e inferior -802-, -804- tienen, en general, un tamaño suficiente para sellar la comunicación de la cámara de entrada y de salida -824a-, -824b- con respecto a la cámara de diafragma -824c-. La superficie superior -802- incluye, preferentemente, un elemento de anillo interior o centralizado y desde el mismo se extienden radialmente uno o varios elementos de nervadura tangenciales -806-. Las nervaduras tangenciales -806- y el anillo interior están configurados, preferentemente, para impulsar el diafragma -800- a la posición de sellado, por ejemplo, tras la aplicación de un fluido de ecualización a la superficie superior -802- del elemento de diafragma -800-. Adicionalmente, el diafragma -800- incluye, preferentemente, un elemento de anillo elastomérico exterior -808- para impulsar adicionalmente el elemento de diafragma -800- a la posición cerrada. La superficie exterior, preferentemente, inclinada del elemento de anillo flexible -808- encaja y proporciona contacto a presión con una porción del cuerpo de válvula -712- tal como, por ejemplo, la superficie interior de la cubierta -712a>.

En su posición cerrada, la superficie inferior -804- del elemento de diafragma -800- define, preferentemente, una porción abombada centralizada -810- presentando así, preferentemente, una superficie sustancialmente convexa y, más preferentemente, una superficie convexa esférica, con respecto al elemento de asiento -726- para sellar las cámaras de entrada y de salida -724a- y -724b-. La superficie inferior -804- del elemento de diafragma -800- incluye además, preferentemente, un par de salientes o elementos de sellado alargados -814a-, -814b- para formar un encaje sellado con el elemento de asiento -726- del cuerpo de válvula -712-. Los elementos de sellado -814a-, -814b- están, preferentemente, separados como para definir un hueco o canal entre los mismos. Los elementos de sellado -814a-, -814b- están configurados para encajar con el elemento de asiento -726- del cuerpo de válvula -712- cuando el diafragma está en la posición cerrada para sellar la comunicación entre la entrada -714- y la salida -716- y más específicamente sellar la comunicación entre la cámara de entrada -724a- y la cámara de salida -724b-. Además, los elementos de sellado -714a-, -714b- encajan con el elemento de asiento -726- de tal manera que el canal actúa conjuntamente con el elemento de asiento -726- para formar una cámara intermedia -724d- de una manera descrita en más detalle a continuación en el presente documento.

Extendiéndose a lo largo de una dirección desde la entrada hasta la salida hay elementos de sujeción o soporte -728a-, -728b- para soportar el elemento de diafragma -800-. El elemento de asiento -726- se extiende en perpendicular a la dirección de entrada a salida para dividir eficazmente la cámara -724- en el cuerpo de válvula inferior -712b- en las subcámaras, preferentemente, separadas y, preferentemente, de igual tamaño de la cámara de entrada -724a- y la cámara de salida -724b-. Además, la elongación del elemento de asiento -726- define, preferentemente, una superficie curvilínea o arco que tiene una longitud de arco que imita la superficie convexa de la superficie inferior -804- del diafragma -800-. Extendiéndose adicionalmente a lo largo de la longitud de arco preferente del elemento de asiento -726- hay una ranura construida o formada en la superficie del elemento de asiento -726-. La ranura corta la superficie de encaje del elemento de asiento -726-, preferentemente, de manera uniforme a lo largo de la longitud del elemento de asiento. Cuando el elemento de diafragma -800- está en la posición cerrada, los elementos de sellado alargados -814a-, -814b- encajan con la superficie cortada de los elementos de asiento -726-. El encaje de los elementos de sellado -814a-, -814b- con las superficies de encaje -726a-, -726b- del elemento de asiento -726- pone adicionalmente el canal del diafragma -800- en comunicación con la ranura.

El elemento de asiento -726- está formado, preferentemente, con un elemento de base central -732- que separa adicionalmente y espacia, preferentemente, las cámaras de entrada y de salida -724a-, -724b- y desvía fluido en una dirección entre el diafragma -800- y las superficies de encaje -726a-, -726b- del elemento de asiento. El puerto -722- está construido, preferentemente, a partir de uno o varios huecos formados en el elemento de base -732-. Preferentemente, el puerto -722- incluye una primera porción cilíndrica -722a- en comunicación con una segunda porción cilíndrica -722b-, formadas cada una en el elemento de base -732-. El puerto -722- interseca, preferentemente, y está en comunicación con la ranura del elemento de asiento -726-, y en el que cuando el elemento de diafragma -800- está en la posición cerrada, el puerto -722- está, preferentemente, además, en

comunicación sellada con el canal formado en el elemento de diafragma -800-.

La comunicación entre el canal de diafragma, la ranura del elemento de asiento y el puerto -722- está, preferentemente, vinculada al encaje sellado de los elementos de sellado -814a-, -814b- con las superficies -726a-, -726b- del elemento de asiento, para así definir, preferentemente, la cuarta cámara intermedia -724d-. La cámara intermedia -724d- está, preferentemente, abierta a la atmósfera definiendo así adicionalmente un asiento de fluido, preferentemente, un asiento de aire para separar las cámaras de entrada y de salida -724a-, -724b-. Proporcionar un asiento de aire entre las cámaras de entrada y de salida -724a-, -724b- permite llenar y presurizar cada una de las cámaras de entrada y de salida al tiempo que se evita el fallo del encaje sellado entre el elemento de sellado -814- y el elemento de asiento -726-. Por consiguiente, la válvula de tipo diafragma preferente -710- puede eliminar la necesidad de una válvula de retención aguas abajo. Más específicamente, dado que sobre cada elemento de sellado -814- actúa una fuerza de fluido únicamente en un lado del elemento y, preferentemente, presión atmosférica en el otro, la presión de fluido en la cámara de diafragma -724c- es eficaz para mantener el encaje sellado entre los elementos de sellado -814- y el elemento de asiento -726- durante la presurización de las cámaras de entrada y de salida -724a-, -724b-.

La válvula de control -710- y el conjunto de subida -502- al que está conectada pueden ponerse en servicio llevando, preferentemente, la válvula -710- a la posición normalmente cerrada y llevando posteriormente la cámara de entrada -724a- y la cámara de salida -724b- a la presión de funcionamiento. En una instalación preferente, la fuente de fluido primario está inicialmente aislada de la cámara de entrada -724a- mediante una válvula de control de cierre tal como, por ejemplo, una válvula de control manual ubicada aguas arriba desde la entrada -714-. Preferentemente, la fuente de fluido secundario está inicialmente aislada de la cámara de salida -724b- mediante una válvula de control de cierre ubicada aguas arriba de la abertura de entrada -720-. Despues se introduce, preferentemente, un fluido de ecualización, tal como agua desde la fuente de fluido primario, en la cámara de diafragma -724c- a través de la abertura central -713- en la cubierta -712a-. Se introduce fluido continuamente en la cámara -724c- hasta que el fluido ejerce suficiente presión  $P_1$  como para llevar el elemento de diafragma -800- a la posición cerrada en la que la superficie inferior -804- encaja con el elemento de asiento -726- y los elementos de sellado -814a-, -814b- forman un encaje sellado alrededor del elemento de asiento -726-.

Con el elemento de diafragma -800- en la posición cerrada, las cámaras de entrada y de salida -724a-, -724b- pueden presurizarse respectivamente mediante los fluidos primario y secundario. Más específicamente, la válvula de cierre que aísla el fluido primario puede abrirse para introducir fluido a través de la entrada -14- y al interior de la cámara de entrada -724a- para alcanzar, preferentemente, una presión estática  $P_2$ . La válvula de cierre que aísla el gas comprimido puede abrirse para introducir el fluido secundario a través de la abertura de entrada -720- para presurizar la cámara de salida -724b- y el sistema normalmente cerrado acoplado a la salida -716- de la válvula de control -710- para alcanzar una presión estática  $P_3$ .

La presencia de la cámara intermedia -724d-, que separa la cámara de entrada y de salida -724a-, -724b- y que está normalmente abierta a la atmósfera, mantiene la presión de fluido primario  $P_2$  en un lado del elemento de sellado -814a- y la presión de fluido secundario  $P_3$  en un lado del otro elemento de sellado -814b-. Por tanto, el elemento de diafragma -800- y sus elementos de sellado -814a-, -814b- están configurados para mantener el encaje sellado con el elemento de asiento -726- bajo la influencia de la presión de cámara de diafragma  $P_1$ . Por consiguiente, las áreas de superficies de diafragma superior e inferior están dimensionadas, preferentemente, de tal manera que la presión  $P_1$  es lo suficientemente grande como para proporcionar una fuerza de cierre sobre la superficie superior del elemento de diafragma -800- como para superar las presiones de fluido primario y secundario  $P_2$ ,  $P_3$  que impulsan el elemento de diafragma -800- a la posición abierta. Sin embargo, preferentemente, la razón de la presión de diafragma con respecto a cualquiera de la presión de fluido primario  $P_1:P_2$  o la presión de fluido secundario  $P_1:P_3$  se minimiza de tal manera que la válvula -710- mantiene una respuesta de apertura rápida, es decir una baja razón de activación, para liberar fluido desde la cámara de entrada cuando se necesita. Más preferentemente, cada 6,9 kPa (1 psi) de presión de diafragma  $P_1$  es, como mínimo, eficaz para sellar aproximadamente 8,9 kPa (1,2 psi) de presión de fluido primario  $P_2$ .

La porción seca -514- del sistema -500- incluye, preferentemente, una red de tuberías que tiene una tubería principal y una o varias tuberías de bifurcación que se extienden desde la principal para disponerse por encima de un bien almacenado. La porción seca -514- del sistema -500- se mantiene además, preferentemente, en su estado seco mediante una fuente de aire a presión -516- acoplada a la porción seca -514-. A lo largo de las tuberías de bifurcación están separados los rociadores cualificados para la protección sólo en el techo en el emplazamiento de almacenamiento, tal como por ejemplo, el rociador preferente -320-. Preferentemente, la red de tuberías y los rociadores están dispuestos por encima del bien para definir una separación de rociador a almacenamiento mínima y, más preferentemente, una separación de deflecto a almacenamiento de aproximadamente 0,91 m (treinta y seis pulgadas). Cuando los rociadores -320- son rociadores erguidos, los rociadores -320- están montados, preferentemente, con respecto al techo de tal manera que los rociadores definen una distancia de deflecto a techo de aproximadamente 0,18 m (siete pulgadas (7 in)). Alternativamente, la distancia de deflecto a techo puede basarse en separaciones de deflecto a techo conocidas para rociadores existentes, tales como rociadores de gota grande tal como se dan a conocer por Tyco Fire & Building Products.

La porción seca -514- puede incluir una o varias cañerías transversales para definir una configuración en árbol o, más preferentemente, una configuración en bucle. La porción seca está configurada, preferentemente, con un área de diseño hidráulica compuesta por, aproximadamente, veinticinco rociadores. Por consiguiente, los inventores han descubierto un área de diseño hidráulica para un sistema de rociadores secos sólo en el techo. La separación de rociador a rociador puede oscilar entre un mínimo de aproximadamente 2,4 m (ocho pies) y un máximo de aproximadamente 3,7 m (12 pies) para una construcción sin obstrucciones y, más preferentemente, es de aproximadamente 3,0 m (diez pies) para una construcción con obstrucciones. Por consiguiente, la porción seca -514- puede estar configurada con un área de diseño hidráulica menor que los sistemas de protección contra incendios secos actuales especificados según NFPA-13 (2002). Preferentemente, la porción seca -514- está configurada para definir un área de cobertura basándose en cada rociador que oscila entre aproximadamente 7,4 metros cuadrados (ochenta pies cuadrados ( $80 \text{ ft}^2$ )) y aproximadamente 9,3 metros cuadrados (cien pies cuadrados ( $100 \text{ ft}^2$ )).

Tal como se describió anteriormente, se cree que el efecto de rodeo y ahogo depende de un retardo de suministro de fluido diseñado o controlado tras uno o varios rociadores inicialmente accionados térmicamente para permitir que una situación de incendio crezca y accione térmicamente además rociadores adicionales para formar un área operativa de rociador para superar y someter la situación de incendio. El suministro de fluido desde la porción húmeda -512- hasta la porción seca -514- se controla mediante accionamiento de la válvula de control -506-. Para controlar el accionamiento de la válvula de control, el sistema -500- incluye, preferentemente, un panel de control de liberación -518- para energizar la válvula de solenoide -505- para hacer funcionar la válvula de solenoide. Alternativamente, la válvula de control puede controlarse, cablearse o configurarse de otro modo de tal manera que la válvula de control está normalmente cerrada mediante una válvula de solenoide energizada y por consiguiente se acciona para abrirse mediante una señal de desenergización hacia la válvula de solenoide. El sistema -500- puede estar configurado como un sistema de preacción seco y está configurado, más preferentemente, como un sistema de preacción de enclavamiento doble basado, en parte, en una detección de una caída de presión de aire en la porción seca -514-. Para garantizar que la válvula de solenoide -505- se energiza de manera apropiada en respuesta a una pérdida de presión, el sistema -500- incluye además, preferentemente, un dispositivo acelerador -517- para reducir el tiempo de funcionamiento de la válvula de control en un sistema de preacción. El dispositivo acelerador -517- está configurado, preferentemente, para detectar una pequeña tasa de disminución de la presión de aire de la porción seca -514- para indicar al panel de liberación -518- que energice la válvula de solenoide -505-. Además, el dispositivo acelerador -517- puede ser un dispositivo programable para programar y realizar un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo adecuado. Una realización preferente del dispositivo acelerador es el modelo QRS Electronic Accelerator de Tyco Fire & Building Products tal como se muestra y se describe en la hoja de datos de Tyco TFP1100- titulada, "Model QRS Electronic Accelerator (Quick Opening Device) For Dry Pipe or Preaction Systems" (mayo de 2006). Pueden utilizarse otros dispositivos aceleradores siempre que el dispositivo acelerador sea compatible con la fuente presurizada y/o el panel de control de liberación cuando se emplean.

Cuando el sistema -500- está configurado, preferentemente, como un sistema de preacción de enclavamiento doble seco, el panel de control de liberación -518- puede estar configurado para su comunicación con uno o varios detectores de incendios -520- para enclavarse con el panel -518- al energizar la válvula de solenoide -505- para accionar la válvula de control -504-. Por consiguiente, uno o varios detectores de incendios -520- están separados, preferentemente, de los rociadores -320- a través del emplazamiento de almacenamiento de tal manera que los detectores de incendios funcionan antes que los rociadores en caso de incendio. Los detectores -520- pueden ser uno cualquiera de humo, calor o cualquier otro tipo que puede detectar la presencia de un incendio siempre que el detector -520- pueda generar una señal para su utilización por el panel de control de liberación -518- para energizar la válvula de solenoide para hacer funcionar la válvula de control -504-. El sistema puede incluir estaciones de tracción eléctricas o mecánicas manuales adicionales -522-, -524- que pueden establecer condiciones en el panel -518- para accionar la válvula de solenoide -505- y hacer funcionar la válvula de control -504- para el suministro de fluido. Por consiguiente, el panel de control -518- está configurado como un dispositivo que puede recibir información, datos o señales de sensor con respecto al sistema -500- y/o el emplazamiento de almacenamiento que procesa mediante relés, lógica de control, una unidad de procesamiento de control u otro módulo de control para enviar una señal de accionamiento para hacer funcionar la válvula de control -504- tal como, por ejemplo, energizar la válvula de solenoide -505-.

En relación con proporcionar un rociador preferente para su utilización en un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo o alternativamente proporcionar el propio sistema, el dispositivo, sistema o procedimiento de utilización preferente da a conocer además criterios de diseño para configurar el rociador y/o sistemas para realizar un área operativa de rociador que tiene una configuración de rodeo y ahogo para abordar una situación de incendio en un emplazamiento de almacenamiento. Un sistema de rociadores secos sólo en el techo preferente configurado para abordar una situación de incendio con una configuración de rodeo y ahogo, tal como por ejemplo, el sistema -500- descrito anteriormente, incluye una disposición de rociador con respecto a un conjunto de subida para definir uno o varios rociadores hidráulicamente más remotos o de mayor demanda -521- y además define uno o varios rociadores hidráulicamente cercanos o de menos demanda -523-. Preferentemente, los criterios de diseño dan a conocer los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para que el sistema esté ubicado respectivamente en los rociadores hidráulicamente más remotos -521- y los rociadores hidráulicamente más cercanos -523-. Los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo diseñados están configurados

para garantizar que cada rociador en el sistema -500- tiene un periodo de retardo de suministro de fluido diseñado dentro de los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo para permitir el crecimiento de incendio en presencia de un incendio incluso para accionar térmicamente un número suficiente de rociadores para formar un área operativa de rociador para abordar la situación de incendio.

5 Dado que, preferentemente, un sistema de protección contra incendios seco sólo en el techo está configurado hidráulicamente con un área de diseño hidráulica y presión de funcionamiento diseñada para un emplazamiento de almacenamiento, clasificación de bien y altura de almacenamiento dados, los periodos de suministro de fluido máximo y mínimo preferentes son, preferentemente, funciones de la configuración hidráulica, la altura de techo de emplazamiento y la altura de almacenamiento. Adicional o alternativamente, los periodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo pueden configurarse además en función de la configuración de almacenamiento, separación de rociador a almacenamiento y/o distancia de rociador a techo.

10 Los criterios de diseño de tiempo de suministro de fluido máximo y mínimo pueden implementarse en una base de datos, tabla de datos y/o tabla de consulta. Por ejemplo, a continuación se dan a conocer tablas de diseño de suministro de fluido generadas para bienes de clase II y de clase III a diversas alturas de almacenamiento y de techo para presiones de diseño y áreas de diseño hidráulicas dadas. Pueden configurarse tablas de datos configuradas de manera sustancialmente similar para otras clases de bienes.

15 **Tabla de periodo de retardo de suministro de fluido diseñado - clase II**

ALT. DE ALMACENAMIENTO M (FT) / ALT. DE TECHO M (FT)	PRESIÓN DE DISEÑO MPa (PSI)	ÁREA DE DISEÑO HIDR. (N. ° DE ROCIADORES)	PERÍODO DE SUMINISTRO DE FLUIDO MÁX. (S)	PERÍODO DE SUMINISTRO DE FLUIDO MÍN. (S)	APERTURA SECUENCIAL PARA PERÍODO DE RETARDO DE SUMINISTRO DE FLUIDO MÍNIMO (S)			
					1 °	2 °	3 °	4 °
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

**Tabla de periodo de retardo de suministro de fluido diseñado - clase III**

ALT. DE ALMACENAMIENTO M (FT) / ALT. DE TECHO M (FT)	PRESIÓN DE DISEÑO MPa (PSI)	ÁREA DE DISEÑO HIDR. (N. ° DE ROCIADORES)	PERÍODO DE SUMINISTRO DE FLUIDO MÁX. (S)	PERÍODO DE SUMINISTRO DE FLUIDO MÍN. (S)	APERTURA SECUENCIAL PARA PERÍODO DE RETARDO DE SUMINISTRO DE FLUIDO MÍNIMO (S)			
					1 °	2 °	3 °	4 °
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 dan a conocer, preferentemente, el período de retardo de suministro de fluido máximo para el uno o varios rociadores hidráulicamente más remotos -521- en un sistema -500-. Más preferentemente, la tabla de datos está configurada de tal manera que el período de retardo de suministro de fluido máximo está diseñado para aplicarse a los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos. Incluso más preferentemente, la tabla está configurada para verificar de manera iterativa que el suministro de fluido se retarda de manera apropiada en el momento de funcionamiento de rociador. Por ejemplo, cuando se ejecuta una simulación de funcionamiento de sistema, se secuencian los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos y se verifica la ausencia de descarga de fluido y, más específicamente, la ausencia de descarga de fluido a presión de diseño, en el momento del accionamiento de rociador. Por tanto, la simulación informática puede verificar que la descarga de fluido a la presión de funcionamiento diseñada no está presente en el primer rociador hidráulicamente más remoto a los cero segundos, que la descarga de fluido a la presión de funcionamiento diseñada no está presente en el segundo rociador hidráulicamente más cercano tres segundos después, que la descarga de fluido a la presión de funcionamiento diseñada no está presente en el tercer rociador hidráulicamente más remoto de cinco a seis segundos después del primer accionamiento dependiendo de la clase del bien, y que la descarga de fluido a la presión de funcionamiento diseñada no está presente en el cuarto rociador hidráulicamente más remoto de siete a ocho segundos después del accionamiento del primer rociador dependiendo de la clase del bien. Más preferentemente, la simulación verifica que no se descarga ningún fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde ninguno de los cuatro rociadores más remotos antes de, o en el momento de, la activación del cuarto rociador hidráulicamente más remoto.

El período de suministro de fluido mínimo presenta, preferentemente, el período de suministro de fluido mínimo para los cuatro rociadores críticos hidráulicamente más cercanos al conjunto de subida. La tabla de datos presenta además los cuatro tiempos de suministro de fluido mínimos para los cuatro rociadores hidráulicamente cercanos respectivos. Más preferentemente, la tabla de datos presenta una secuencia de funcionamiento de rociadores para simular el funcionamiento de sistema y verificar que el flujo de fluido se retarda de manera apropiada, es decir que no está presente fluido o, como mínimo, no se descarga a la presión de funcionamiento diseñada en el primer rociador hidráulicamente más cercano a los cero segundos, no se descarga fluido a la presión de funcionamiento diseñada en el segundo rociador hidráulicamente más cercano a los tres segundos después de la activación de primer rociador, no se descarga fluido a la presión de funcionamiento diseñada en el tercero rociador hidráulicamente más cercano de cinco a seis segundos

después de la activación de primer rociador dependiendo de la clase del bien, y no se descarga fluido a la presión de funcionamiento diseñada en el cuarto rociador hidráulicamente más cercano de siete a ocho segundos después de la activación de primer rociador dependiendo de la clase de bien. Más preferentemente, la simulación verifica que no se descarga fluido a la presión de funcionamiento diseñada desde ninguno de los cuatro rociadores hidráulicamente más cercanos antes de, o en el momento de, la activación del cuarto rociador hidráulicamente más cercano.

En la realización preferente de la tabla de datos, los períodos de retardo de suministro de fluido máximo y mínimo son, preferentemente, una función de la separación de rociador a almacenamiento. Realizaciones preferentes de la tabla de datos y sistema se muestran y se describen en la hoja de datos de producto TFP370 de Tyco Fire & Building Products titulada "QUELL™ Systems: Preactivation and Dry Pipe Alternatives For Eliminating In-Rack Sprinklers" (agosto de 2006, rev. A), que se incorpora en el presente documento en su totalidad como referencia. En la figura 17A se muestra un diagrama de flujo preferente de un procedimiento de funcionamiento para un sistema preferente configurado para abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo.

Por consiguiente, una tabla de datos preferente incluye una primera matriz de datos que caracteriza el emplazamiento de almacenamiento, una segunda matriz de datos que caracteriza un rociador, una tercera matriz de datos que identifica un área de diseño hidráulica en función de las matrices de datos primera y segunda, y una cuarta matriz de datos que identifica un periodo de retardo de suministro de fluido máximo y un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo que son, cada uno, una función de las matrices de datos primera, segunda y tercera.

La tabla de datos puede configurarse como una tabla de consulta en la que una cualquiera de las matrices de datos primera, segunda y tercera determina la cuarta matriz de datos. Alternativamente, la base de datos puede simplificarse para presentar un único periodo de retardo de suministro de fluido máximo especificado que va a incorporarse en un sistema de rociadores secos sólo en el techo para abordar un incendio en un emplazamiento de almacenamiento con unas áreas operativas de rociador que tienen una configuración de rodeo y ahogo con respecto a la situación de incendio para una altura de techo, altura de almacenamiento y/o clasificación de bien dadas. La base de datos simplificada preferente puede implementarse en una hoja de datos para un rociador que da a conocer un único periodo de retardo de suministro de fluido que da a conocer una cobertura de protección contra incendios de rodeo y ahogo para una o varias clasificaciones de bien y configuración de almacenamiento almacenadas en emplazamiento 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 boletín de ingeniería de FM 01-06 (20 de febrero de 2006) que se incorpora en el presente documento en su totalidad como referencia. La hoja de datos simplificada a modo de ejemplo da a conocer un único periodo de retardo de suministro de fluido máximo de treinta segundos (30 s) para protección de bienes de clase I y II hasta 12,7 m (treinta y cinco pies (35 ft)) en un emplazamiento de almacenamiento de 12,2 m (cuarenta pies (40 ft)) utilizando un rociador específico de aplicación de modo de control con un factor K de 16,8. La hoja de datos puede especificar además, preferentemente, que el periodo de retardo de suministro de fluido debe experimentarse en los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos para provocar un efecto de rodeo y ahogo.

Dados los datos de rendimiento de rociador descritos anteriormente, criterios de diseño de sistema y métricas conocidas para caracterizar sistemas de tuberías y componentes de tuberías, configuraciones, sistemas de protección contra incendios, una protección contra incendios configurada para abordar una situación de incendio con un área operativa de rociador en una configuración de rodeo y ahogo puede modelizarse en software de modelizado de sistemas/simulación de fluidos. El sistema de rociadores y sus rociadores pueden modelizarse y el sistema de rociadores puede secuenciarse para diseñar de manera iterativa un sistema que puede suministrar fluido, según los períodos de suministro de fluido diseñados. Por ejemplo, un sistema de rociadores secos sólo en el techo configurado para abordar una situación de incendio con una configuración de rodeo y ahogo puede modelizarse en un paquete de software tal 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", que tiene el número de expediente S-FB-00091WO (73434-029WO) que se incorpora como referencia en su totalidad. Las activaciones de rociadores hidráulicamente remotos e hidráulicamente más cercanos pueden secuenciarse, preferentemente, de una manera tal como se da a conocer en una tabla de datos tal como se mostró anteriormente para verificar que se produce suministro de fluido en consecuencia.

Alternativamente a diseñar, fabricar y/o cualificar un sistema de rociadores secos preferente sólo en el techo que tiene una respuesta de rodeo y ahogo a un incendio, o cualquiera de sus subsistemas o componentes, el proceso de obtener el sistema preferente o cualquiera de sus componentes cualificados puede conllevar, por ejemplo, adquirir tal sistema, subsistema o componente. Adquirir el rociador cualificado puede incluir además recibir un rociador cualificado -320-, un sistema de rociadores secos preferente -500- o los diseños y procedimientos de tal sistema tal como se describió anteriormente, por ejemplo, de un proveedor o fabricante en el transcurso de una transacción interempresarial, mediante una relación de cadena de suministro tal como, por ejemplo, entre un fabricante y un proveedor; entre un fabricante y un minorista; o entre un proveedor y un contratista/installador. Alternativamente la adquisición del sistema y/o sus componentes puede realizarse a través de una disposición contractual, por ejemplo, una transacción de propiedad de contratista/installador y dueño de emplazamiento de almacenamiento/operario, tal como, por ejemplo, acuerdo de ventas entre vendedor y comprador, o acuerdo de arrendamiento entre arrendador y arrendatario.

Además, el proceso preferente de proporcionar un procedimiento de protección contra incendios puede incluir la distribución del sistema de rociadores secos preferente sólo en el techo con una respuesta térmica de rodeo y ahogo, sus subsistemas, componentes y/o sus procedimientos de diseño, configuración y utilización en relación con la transacción de adquisición tal como se describió anteriormente. La distribución del sistema, subsistema y/o componentes, y/o sus procedimientos asociados, puede incluir el proceso de envasar, realizar el inventario o almacenar y/o enviar el sistema, subsistema, componentes y/o sus procedimientos asociados de diseño, configuración y/o utilización. El envío puede incluir transporte individual o a granel del rociador -20- por aire, tierra o mar. Las rutas de distribución de productos y servicios preferentes pueden incluir las mostradas esquemáticamente, por ejemplo, en la figura 20. La figura 20 ilustra cómo pueden transferirse los sistemas, subsistemas, componentes preferentes y procedimientos de protección contra incendios preferentes asociados de una parte a otra parte. Por ejemplo, el diseño de rociador preferente para un rociador cualificado para utilizarse en un rociador seco sólo en el techo para emplazamiento de almacenamiento configurado para abordar una situación de incendio con una configuración de rodeo y ahogo puede distribuirse de un diseñador a un fabricante. Los procedimientos de instalación y los diseños de sistema para un sistema de rociadores preferente que emplea el efecto de rodeo y ahogo pueden transferirse de un fabricante a un contratista/instalador.

En un aspecto preferente del proceso de distribución, el proceso puede incluir además la publicación del sistema de rociadores preferente que tiene una configuración de respuesta de rodeo y ahogo, los subsistemas, componentes y/o rociadores asociados, procedimientos y aplicaciones de protección contra incendios. Por ejemplo, el rociador -320- puede publicarse en un catálogo para una oferta de ventas por parte de uno cualquiera de un fabricante y/o proveedor de equipos. El catálogo puede ser un medio impreso, tal como un catálogo o folleto en papel o, alternativamente, el catálogo puede ser en formato electrónico. Por ejemplo, el catálogo puede ser un catálogo en línea disponible para un posible comprador o usuario a través de una red tal como, por ejemplo, una LAN, WAN o Internet.

La figura 18 muestra un dispositivo de procesamiento informático -600- que tiene una unidad de procesamiento central -610- para realizar funciones de almacenamiento en memoria con un dispositivo de almacenamiento en memoria -611-, y además para realizar procesamiento de datos o ejecutar simulaciones o resolver cálculos. La unidad de procesamiento y el dispositivo de almacenamiento pueden estar configurados para almacenar, por ejemplo, una base de datos de pruebas de incendios para construir una base de datos de criterios de diseño para configurar y diseñar un sistema de rociadores que emplea un periodo de retardo de suministro de fluido para generar un efecto de rodeo y ahogo. Además, el dispositivo -600- puede realizar funciones de cálculo tales como, por ejemplo, resolver el tiempo de activación de rociadores y tiempos de distribución de fluido desde un modelo de un sistema de rociadores construido. El dispositivo de procesamiento informático -600- puede incluir además un dispositivo de entrada de datos -612-, tal como, por ejemplo, un teclado informático y un dispositivo de visualización, tal como, por ejemplo, un monitor de ordenador con el fin de realizar tales procesos. El dispositivo de procesamiento informático -600- puede implementarse como una estación de trabajo, ordenador de sobremesa, ordenador portátil, dispositivo portátil o servidor en red.

Uno o varios dispositivos de procesamiento informáticos -600a-, -600h- pueden conectarse en red a través de una LAN, WAN o Internet tal como se observa, por ejemplo, tal como se observa en la figura 19 para su comunicación para realizar la distribución de productos y servicios de protección contra incendios preferentes asociados con abordar un incendio con un efecto de rodeo y ahogo. Por consiguiente, se dan a conocer, preferentemente, un sistema y procedimiento para transferir sistemas, subsistemas, componentes de sistema y/o procedimientos asociados de protección contra incendios que emplean el efecto de rodeo y ahogo tales como, por ejemplo, un rociador -320- para su utilización en un sistema de rociadores sólo en el techo preferente para proteger un emplazamiento de almacenamiento. La transferencia puede producirse entre una primera parte que utiliza un primer dispositivo de procesamiento informático -600b- y una segunda parte que utiliza un segundo dispositivo de procesamiento informático -600c-. El procedimiento incluye, preferentemente, ofrecer un rociador cualificado para su utilización en un sistema de rociadores secos sólo en el techo para un emplazamiento de almacenamiento hasta una altura de techo de aproximadamente 13,7 m (cuarenta y cinco pies) que tiene un bien almacenado hasta aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies) y suministrar el rociador cualificado en respuesta a una petición de un rociador para su utilización en un sistema de protección contra incendios sólo en el techo.

Ofrecer un rociador cualificado incluye, preferentemente, publicar el rociador cualificado en, como mínimo, una de una publicación en papel y una publicación en línea. Además, la publicación en una publicación en línea incluye, preferentemente, albergar una matriz de datos sobre el rociador cualificado en un dispositivo de procesamiento informático tal como, por ejemplo, un servidor -600a- y su dispositivo de almacenamiento en memoria -612a-, preferentemente, acoplado a la red para su comunicación con otro dispositivo de procesamiento informático -600g-, tal como, por ejemplo, -600d-. Alternativamente cualquier otro dispositivo de procesamiento informático tal como, por ejemplo, un ordenador portátil -600h-, teléfono celular -600f-, asistente digital personal -600e- o tableta -600d-, puede acceder a la publicación para recibir la distribución del rociador y la matriz de datos asociada. Albergar puede incluir además configurar la matriz de datos para incluir un elemento de autoridad de indicación en listas, un elemento de datos de factor K, un elemento de datos de clasificación de temperatura y un elemento de datos de configuración de rociador. Configurar la matriz de datos incluye, preferentemente, configurar el elemento de autoridad de indicación en listas como, por ejemplo, que es UL, configurar el elemento de datos de factor K como

que es de aproximadamente diecisiete, configurar el elemento de datos de clasificación de temperatura como que es de aproximadamente 414 °K (286 °F), y configurar el elemento de datos de configuración de rociador como erguido. Albergar una matriz de datos puede incluir además identificar parámetros para el sistema de rociadores secos sólo en el techo, incluyendo los parámetros: un área de diseño hidráulica que incluye una separación de rociador a rociador, un periodo de retardo de suministro de fluido máximo para un rociador hidráulicamente más remoto, y un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo para el rociador hidráulicamente más cercano.

El proceso de distribución preferente puede incluir además distribuir un procedimiento para diseñar un sistema de protección contra incendios para un efecto de rodeo y ahogo. Distribuir el procedimiento puede incluir la publicación de una base de datos de criterios de diseño como hoja de datos electrónica, tal como, por ejemplo, como mínimo, uno de un archivo .html, .pdf o archivo de texto editable. La base de datos puede incluir además, adicionalmente a los elementos de datos y parámetros de diseño descritos anteriormente, otra matriz de datos que identifica un conjunto de subida para su utilización con el rociador de la primera matriz de datos, e incluir incluso adicionalmente 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 intermedio de 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 como se observa en la figura 19 para descargar, subir, acceder a o interaccionar con un folleto de componentes o sistemas distribuidos, aplicaciones de software o criterios de diseño para practicar, aprender, implementar o adquirir el enfoque de rodeo y ahogo para protección contra incendios y sus productos asociados. Por ejemplo, un diseñador de sistemas u otro usuario intermedio puede acceder a una hoja de datos de producto para un sistema de protección contra incendios sólo en techo preferente configurado para abordar una situación de incendio en una respuesta de rodeo y ahogo, tal como, por ejemplo, TFP370 (agosto de 2006, rev. A) con el fin de adquirir o configurar tal sistema de rociadores para la respuesta a una situación de incendio con una configuración de rodeo y ahogo. Además un diseñador puede descargar o acceder a tablas de datos para periodos de retardo de suministro de fluido, tal como se describió anteriormente, y además utilizar o adquirir licencia de software de simulación, tal como, por ejemplo, el descrito 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", que tiene el número de expediente S-FB-00091WO (73434-029WO), para diseñar de manera iterativa un sistema de protección contra incendios que tiene un efecto de rodeo y ahogo.

Cuando el proceso de distribución da a conocer la publicación de los sistemas de rociadores secos sólo en el techo preferentes que tienen una configuración de respuesta de rodeo y ahogo, sus subsistemas y sus procedimientos asociados en un formato en medio impreso, el proceso de distribución puede incluir además la distribución de la información en catálogo con el producto o servicio que está distribuyéndose. Por ejemplo, puede incluirse una copia en papel de la hoja de datos para el rociador -320- en el envase para el rociador -320- para proporcionar información de instalación o configuración a un usuario. Alternativamente, puede proporcionarse una hoja de datos de sistema, tal como, por ejemplo, TFP 370 (agosto de 2006, rev. A), con una compra de un conjunto de subida de sistema preferente para soportar e implementar la configuración de respuesta de rodeo y ahogo. La hoja de datos impresa incluye, preferentemente, las tablas de datos y criterios de diseño hidráulicos necesarios para ayudar a un diseñador, instalador o usuario final a configurar un sistema de rociadores para emplazamiento de almacenamiento que emplea el efecto de rodeo y ahogo.

Por consiguiente, los solicitantes han dado a conocer un enfoque para la protección contra incendios basándose en abordar una situación de incendio con un efecto de rodeo y ahogo. Este enfoque puede implementarse en sistemas, subsistemas, componentes de sistema y metodologías de diseño para implementar tales sistemas, subsistemas y componentes. Aunque la presente invención se ha dado a conocer con referencia a determinadas realizaciones, numerosas modificaciones, alteraciones y cambios de las realizaciones descritas son posibles sin apartarse de la esfera y el alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, se pretende que la presente invención no se limite a las realizaciones descritas, sino que tenga el alcance completo definido por la redacción de las siguientes reivindicaciones y equivalentes de las mismas.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema (10) seco sólo en el techo de protección contra incendios en emplazamiento de almacenamiento, que comprende:

- 5 un entramado de rociadores de modo de control (20) que definen una separación de rociador a rociador que oscila entre 2,4 m y 3,6 m (entre ocho pies y doce pies (8 ft - 12 ft)) adecuado para definir un área de cobertura por rociador que oscila entre aproximadamente 7,43 m<sup>2</sup> (ochenta pies cuadrados (80 ft<sup>2</sup>)) y aproximadamente 9,29 m<sup>2</sup> (cien pies cuadrados (100 ft<sup>2</sup>)), incluyendo cada rociador (20) un cuerpo (322) del rociador que tiene una entrada (324) y una salida (326) con un conducto (328) dispuesto entre las mismas que define un factor K nominal de, como mínimo, uno de aproximadamente 17, 19, 22, 25 y 28 - 36, un conjunto de cierre (332), un conjunto disparador con clasificación térmica (330) para soportar el conjunto de cierre (332) adyacente a la salida (326) del cuerpo (322) del rociador, teniendo el conjunto disparador (330) una clasificación de temperatura de aproximadamente 141,1 °C (286 °F), y un deflector (336) separado adyacente a la salida (326) para definir una configuración erguida del rociador (20); y
- 10 una red de tuberías que incluye, como mínimo, una tubería principal y una pluralidad de líneas de bifurcación separadas que interconectan el entramado de rociadores de modo de control (20), ubicando la red de tuberías el entramado de rociadores (20) con respecto a una fuente de fluido en el que aproximadamente de catorce a veintiséis (14 - 26) rociadores hidráulicamente remotos en el entramado de rociadores de modo de control (20) definen un área de diseño hidráulica del sistema, suministrando la red de tuberías, en utilización, tras la activación de un primer rociador hidráulicamente remoto una presión de funcionamiento mínima que oscila entre aproximadamente 103,42 y 310,26 kPa (entre quince y aproximadamente cuarenta y cinco libras por pulgada cuadrada (entre 15 psi y 45 psi)) de fluido desde la fuente de fluido hasta, cada uno, de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del intervalo de veinticinco a treinta segundos (25-30 s), siendo el sistema (10) adecuado para proteger un bien de, como mínimo, clase I y clase II almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo máxima de desde 9,14 m hasta 13,72 m (de treinta pies a cuarenta y cinco pies (30 ft - 45 ft)), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas; o,
- 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65
- un bien de clase III almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo que oscila entre 9,14 m y 13,72 m (entre treinta pies y cuarenta y cinco pies (30 ft - 45 ft)), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas.
2. Sistema (10), según la reivindicación 1, en el que la red de tuberías incluye una tubería de subida principal que incluye una válvula de control para controlar el flujo de fluido entre la fuente de fluido y el entramado de rociadores.
3. Sistema (10), según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la red de tuberías definen para el sistema un periodo de retardo de suministro de fluido máximo y un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo, teniendo cada rociador un periodo de retardo de suministro de fluido entre el periodo de retardo de suministro de fluido máximo y el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo.
4. Sistema (10), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el área de diseño hidráulica comprende de aproximadamente dieciocho a aproximadamente veintiséis rociadores hidráulicamente remotos.
5. Sistema (10), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el área de diseño hidráulica comprende de aproximadamente veinte a aproximadamente veintiséis rociadores hidráulicamente remotos.
6. Sistema (10), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el área de diseño hidráulica comprende de aproximadamente veintidós a aproximadamente veintiséis rociadores hidráulicamente remotos.
7. Sistema (10), según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el área de diseño hidráulica comprende aproximadamente veinticinco (25) rociadores hidráulicamente remotos.
8. Sistema (10), según cualquier reivindicación anterior, en el que el área de diseño hidráulica es menor de aproximadamente 241,55 m<sup>2</sup> (2.600 pies cuadrados (2.600 ft<sup>2</sup>)).
9. Sistema (10), según cualquier reivindicación anterior en el que el bien define una altura de almacenamiento que oscila entre aproximadamente 6,10 m y 12,19 m (entre veinte pies y aproximadamente cuarenta pies (20 ft - 40 ft)).
10. Sistema (10), según cualquier reivindicación anterior, en el que el sistema está configurado como un sistema de preacción de enclavamiento doble, incluyendo el sistema además uno o varios detectores de incendios separados con respecto a la pluralidad de rociadores (20) de tal manera que, en caso de incendio, los detectores de incendios se activan antes de la activación de cualquier rociador, incluyendo el sistema un panel de control de liberación en comunicación con una válvula de control (16), siendo la válvula de control (16) una válvula de control accionada por solenoide, estando el panel de control de liberación configurado para recibir señales de una detección de incendio

para energizar de manera apropiada la válvula de solenoide para el accionamiento de la válvula de control (16).

11. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el sistema (10) está configurado como uno de un sistema de preacción de enclavamiento individual y de enclavamiento doble, incluyendo el sistema además un panel de control de liberación en comunicación con una válvula de control (16), siendo la válvula de control (16) una válvula de control accionada por solenoide, estando el panel de control de liberación configurado para recibir señales de una disminución de presión para energizar de manera apropiada la válvula de solenoide para el accionamiento de la válvula de control (16); y un dispositivo de liberación rápida en comunicación con el panel de control de liberación que puede detectar una pequeña tasa de disminución de presión de gas en la red de tuberías para indicar al panel de control de liberación tal disminución.

12. Sistema, según cualquier reivindicación anterior, en el que el emplazamiento de almacenamiento es un emplazamiento de almacenamiento de congelador.

13. Sistema, según cualquier reivindicación anterior, en el que el entramado de rociadores de modo de control (20) comprende una pluralidad de rociadores específicos de aplicación de modo de control erguidos.

14. Sistema, según cualquier reivindicación anterior, en el que la presión de funcionamiento mínima es una cualquiera de 103,42, 151,68 y 206,84 kPa (15, 22 y 30 psi).

15. Sistema, según cualquier reivindicación anterior, en el que la red de tuberías definen un periodo de suministro de fluido máximo de aproximadamente treinta segundos (30 s) y un periodo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente ocho segundos (8 s), siendo el periodo de suministro de fluido máximo el tiempo máximo para el suministro de fluido a la presión de funcionamiento mínima a los cuatro rociadores con mayor demanda hidráulica y siendo el periodo de suministro de fluido mínimo el tiempo para el suministro de fluido a la presión de funcionamiento mínima a los cuatro rociadores con menor demanda hidráulica.

16. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la red de tuberías suministra, tras la activación simultánea de cuatro rociadores hidráulicamente más remotos, la presión de funcionamiento mínima de 103,42 kPa (quince libras por pulgada cuadrada (15 psi)) de fluido desde la fuente de fluido hasta, cada uno, de los rociadores hidráulicamente remotos que definen el área de diseño dentro del plazo de veinticinco segundos (25 s).

17. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que el factor K es de aproximadamente 25 y la presión de funcionamiento mínima es de 103,42 kPa (15 psi) de fluido desde la fuente de fluido hasta, cada uno, de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del plazo de veinticinco (25 s).

18. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que el factor K es de aproximadamente 19 y la presión de funcionamiento mínima es de 206,84 kPa (30 psi) de fluido desde la fuente de fluido hasta, cada uno, de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del plazo de treinta (30 s).

19. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones 17 y 18, en el que el entramado de rociadores de modo de control (20) son rociadores específicos de aplicación de modo de control.

20. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, en el que la altura de techo oscila entre 9,14 m y 12,19 m (entre treinta pies y cuarenta pies (30 ft - 40 ft)).

21. Sistema, según la reivindicación 20, en el que la altura de techo es de 9,14 m (treinta pies).

22. Procedimiento de protección de un bien de una cualquiera de clase I, clase II o clase III, almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo máxima de, como mínimo, 9,14 m (treinta pies (30 ft)), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas, comprendiendo el procedimiento:

proporcionar una pluralidad de rociadores de modo de control (20), incluyendo, cada uno, de los rociadores un cuerpo (322) del rociador que tiene una entrada (324) y una salida (326) con un conducto (328) dispuesto entre las mismas que define un factor K nominal de, como mínimo, uno de aproximadamente 17, 19, 22, 25 y de 28 a 35, un conjunto de cierre (332), un conjunto disparador con clasificación térmica (330) para soportar el conjunto de cierre (332) adyacente a la salida (326) del cuerpo (322) del rociador, teniendo el conjunto disparador (330) una clasificación de temperatura de aproximadamente 141,1 °C (286 °F), y un deflector (326) separado adyacente a la salida para definir una configuración erguida del rociador (20); e interconectar la pluralidad de rociadores (20) con una red de tuberías para definir un entramado de rociadores (20) que tienen una separación de rociador a rociador que oscila entre 2,44 m y 3,66 m (entre ocho pies y doce pies (8 ft - 12 ft)) adecuado para definir un área de cobertura por rociador que oscila entre aproximadamente 7,43 m<sup>2</sup> (ochenta pies cuadrados (80 ft<sup>2</sup>)) y aproximadamente 9,29 m<sup>2</sup> (cien pies cuadrados (100 ft<sup>2</sup>)) para un bien de una de clase I, clase II o clase III almacenado debajo de un techo que tiene una altura de techo que oscila entre 9,14 m y 13,72 m

(entre treinta pies y cuarenta y cinco pies (30 ft - 45 ft)), teniendo el bien una configuración de almacenamiento de uno cualquiera de almacenamiento en bastidor, palé, contenedor y repisa, siendo el almacenamiento en bastidor uno cualquiera de almacenamiento en bastidor en una única fila, en doble fila y en múltiples filas, la interconexión incluye interconectar la pluralidad de rociadores con, como mínimo, una tubería principal y una pluralidad de líneas de bifurcación separadas llenas con un gas de nitrógeno o aire a presión para ubicar el entramado de rociadores con respecto a una fuente de fluido de tal manera que aproximadamente de catorce a veintiséis (14 - 26) rociadores hidráulicamente remotos en el entramado de rociadores de modo de control definen un área de diseño hidráulica del sistema en el que, tras la activación de un primer rociador hidráulicamente remoto, se suministra una presión de funcionamiento mínima que oscila entre aproximadamente 103,42 y aproximadamente 310,26 kPa (entre aproximadamente quince y aproximadamente cuarenta y cinco libras por pulgada cuadrada (entre 15 psi y 45 psi) de fluido desde la fuente de fluido hasta, cada uno, de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del intervalo de veinticinco a treinta segundos (25 - 30 s).

23. Procedimiento, según la reivindicación 22, en el que interconectar la pluralidad de rociadores (20) con la red de tuberías incluye instalar una tubería de subida principal que incluye una válvula de control (16) para controlar el flujo de fluido entre la fuente de fluido y el entramado de rociadores (20).

24. Procedimiento, según la reivindicación 22 o la reivindicación 23, que comprende además definir para el sistema un periodo de retardo de suministro de fluido máximo y un periodo de retardo de suministro de fluido mínimo en el que interconectar la pluralidad de rociadores con la red de tuberías se realiza de tal manera que cada rociador tiene un periodo de retardo de suministro de fluido entre el periodo de retardo de suministro de fluido máximo y el periodo de retardo de suministro de fluido mínimo.

25. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 24, en el que interconectar la pluralidad de rociadores dentro de la red de tuberías se realiza de tal manera que el área de diseño hidráulica comprende de aproximadamente dieciocho a aproximadamente veintiséis rociadores hidráulicamente remotos.

26. Procedimiento, según la reivindicación 25, en el que interconectar la pluralidad de rociadores (20) dentro de la red de tuberías se realiza de tal manera que el área de diseño hidráulica comprende de aproximadamente veinte a aproximadamente veintiséis rociadores hidráulicamente remotos.

27. Procedimiento, según la reivindicación 26, en el que el área de diseño hidráulica comprende de aproximadamente veintidós a aproximadamente veintiséis rociadores hidráulicamente remotos.

28. Procedimiento, según la reivindicación 27, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con la red de tuberías se realiza de tal manera que el área de diseño hidráulica comprende aproximadamente veinticinco (25) rociadores hidráulicamente remotos.

29. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 28, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con la red de tuberías se realiza de tal manera que el área de diseño hidráulica es menor de aproximadamente  $241.55 \text{ m}^2$  (2.600 pies cuadrados (2.600 ft<sup>2</sup>)).

30. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 29, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con la red de tuberías por encima del bien define una altura de almacenamiento que oscila entre aproximadamente 6,10 m y 12,19 m (entre veinte pies y aproximadamente cuarenta pies (20 ft - 40 ft)).

31. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 30, que comprende además configurar la interconexión de la pluralidad de rociadores con la red de tuberías como un sistema de preacción de enclavamiento doble que tiene uno o varios detectores de incendios separados con respecto a la pluralidad de rociadores de tal manera que, en caso de incendio, los detectores de incendios se activan antes que la activación de cualquier rociador, incluyendo la configuración colocar un panel de control de liberación en comunicación con una válvula de control accionada por solenoide de tal manera que, cuando el panel de control de liberación recibe señales de una detección de incendio, el panel de control energiza la válvula de solenoide para el accionamiento de la válvula de control.

32. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 30, que comprende además configurar la interconexión de la pluralidad de rociadores con la red de tuberías como uno de un sistema de preacción de enclavamiento individual y de enclavamiento doble, incluyendo la configuración colocar un panel de control de liberación en comunicación con una válvula de control accionada por solenoide de tal manera que, cuando el panel de control de liberación recibe señales de una disminución de presión, el panel de control energiza la válvula de solenoide para el accionamiento de la válvula de control; e incluyendo la configuración colocar un dispositivo de liberación rápida que puede detectar una pequeña tasa de disminución de presión de gas en la red de tuberías en comunicación con el panel de control de liberación para indicar al panel de control de liberación tal disminución.

33. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 32, en el que interconectar la pluralidad de rociadores ubica la pluralidad de rociadores en un emplazamiento de almacenamiento de congelador.

34. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 33, en el que proporcionar una pluralidad de rociadores de modo de control comprende proporcionar una pluralidad de rociadores específicos de aplicación de modo de control erguidos.
- 5      35. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 34, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con una red de tuberías garantiza que la presión de funcionamiento mínima es una cualquiera de 103,42, 137,90, 151,68 y 206,84 kPa (15, 20, 22 y 30 psi).
- 10     36. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 35, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con una red de tuberías define un periodo de suministro de fluido máximo de aproximadamente treinta segundos (30 s) y un periodo de suministro de fluido mínimo de aproximadamente ocho segundos (8 s), siendo el periodo de suministro de fluido máximo el tiempo máximo para el suministro de fluido a la presión de funcionamiento mínima a los cuatro rociadores con mayor demanda hidráulica y siendo el periodo de suministro de fluido mínimo el tiempo para el suministro de fluido a la presión de funcionamiento mínima a los cuatro rociadores con menor demanda hidráulica.
- 15     37. Procedimiento, según la reivindicación 36, en el que los periodos de suministro de fluido mínimo y máximo garantizan que la pluralidad de rociadores definen un área operativa de rociador para rodear y ahogar un incendio.
- 20     38. Procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 35, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con una red de tuberías garantiza que, tras la activación simultánea de los cuatro rociadores hidráulicamente más remotos, se suministra la presión de funcionamiento mínima que es de 103,42 kPa (quince libras por pulgada cuadrada (15 psi)) de fluido desde la fuente de fluido hasta cada uno de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del plazo de veinticinco segundos (25 s).
- 25     39. Procedimiento, según la reivindicación 22, en el que proporcionar la pluralidad de rociadores de modo de control garantiza que el factor K es de aproximadamente 25 y la presión de funcionamiento mínima es de 103,42 kPa (15 psi) de fluido desde la fuente de fluido hasta cada uno de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del plazo de veinticinco (25 s).
- 30     40. Procedimiento, según la reivindicación 22, en el que proporcionar la pluralidad de rociadores de modo de control garantiza que el factor K es de aproximadamente 19 y la presión de funcionamiento mínima es de 206,84 kPa (30 psi) de fluido desde la fuente de fluido hasta cada uno de los rociadores hidráulicamente remotos dentro del plazo de treinta (30 s).
- 35     41. Procedimiento, según la reivindicación 39 y 40, en el que proporcionar la pluralidad de rociadores de modo de control garantiza que la pluralidad de rociadores son rociadores específicos de aplicación de modo de control.
- 40     42. Procedimiento, según la reivindicación 41, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con la red de tuberías ubica la pluralidad de rociadores por debajo del techo en el que además la altura de techo oscila entre 9,14 m y 12,19 m (entre treinta pies y cuarenta pies (30 ft - 40 ft)).
- 45     43. Procedimiento, según la reivindicación 42, en el que interconectar la pluralidad de rociadores con la red de tuberías ubica la pluralidad de rociadores por debajo del techo, en el que además la altura de techo es de 9,14 m (treinta pies).

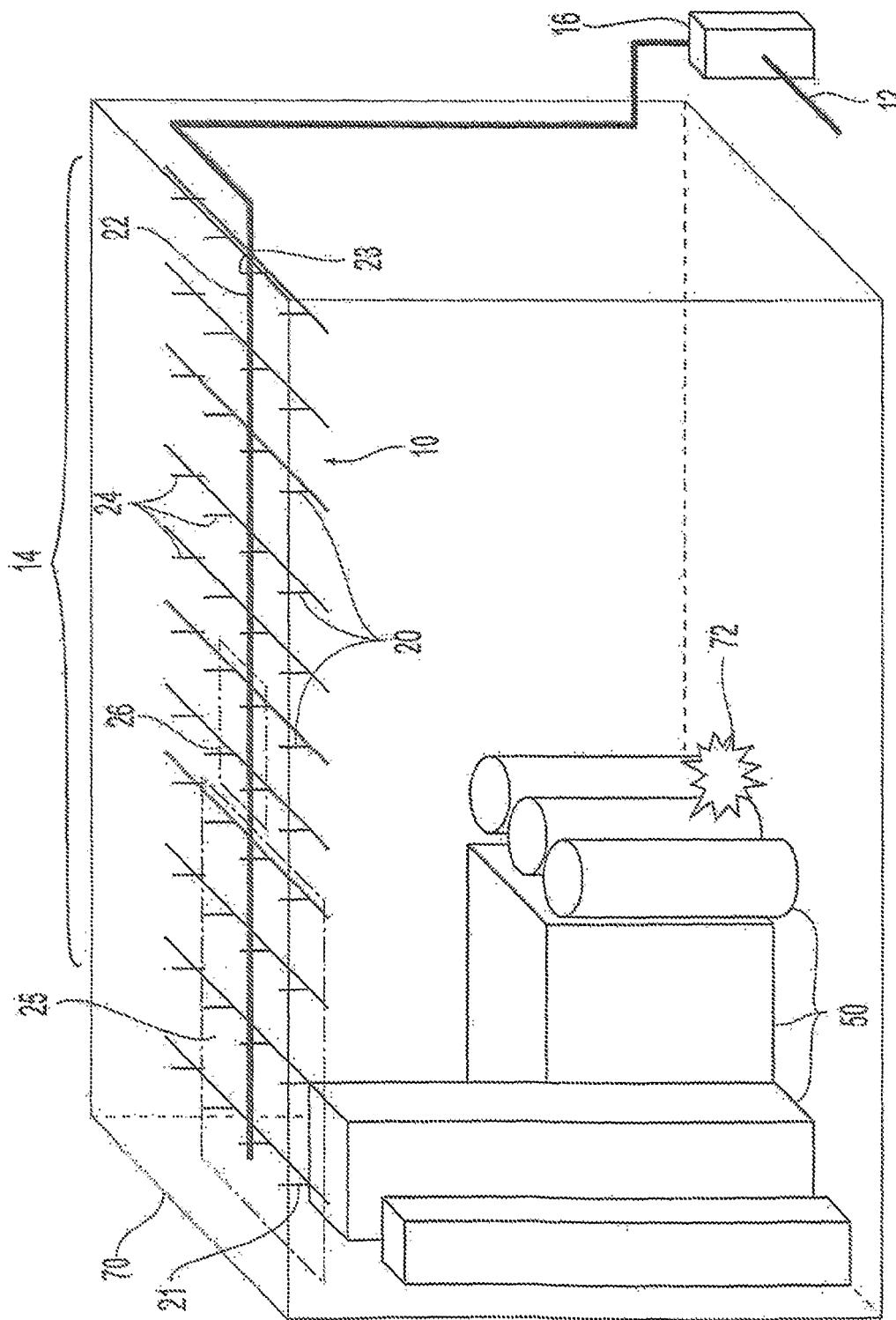
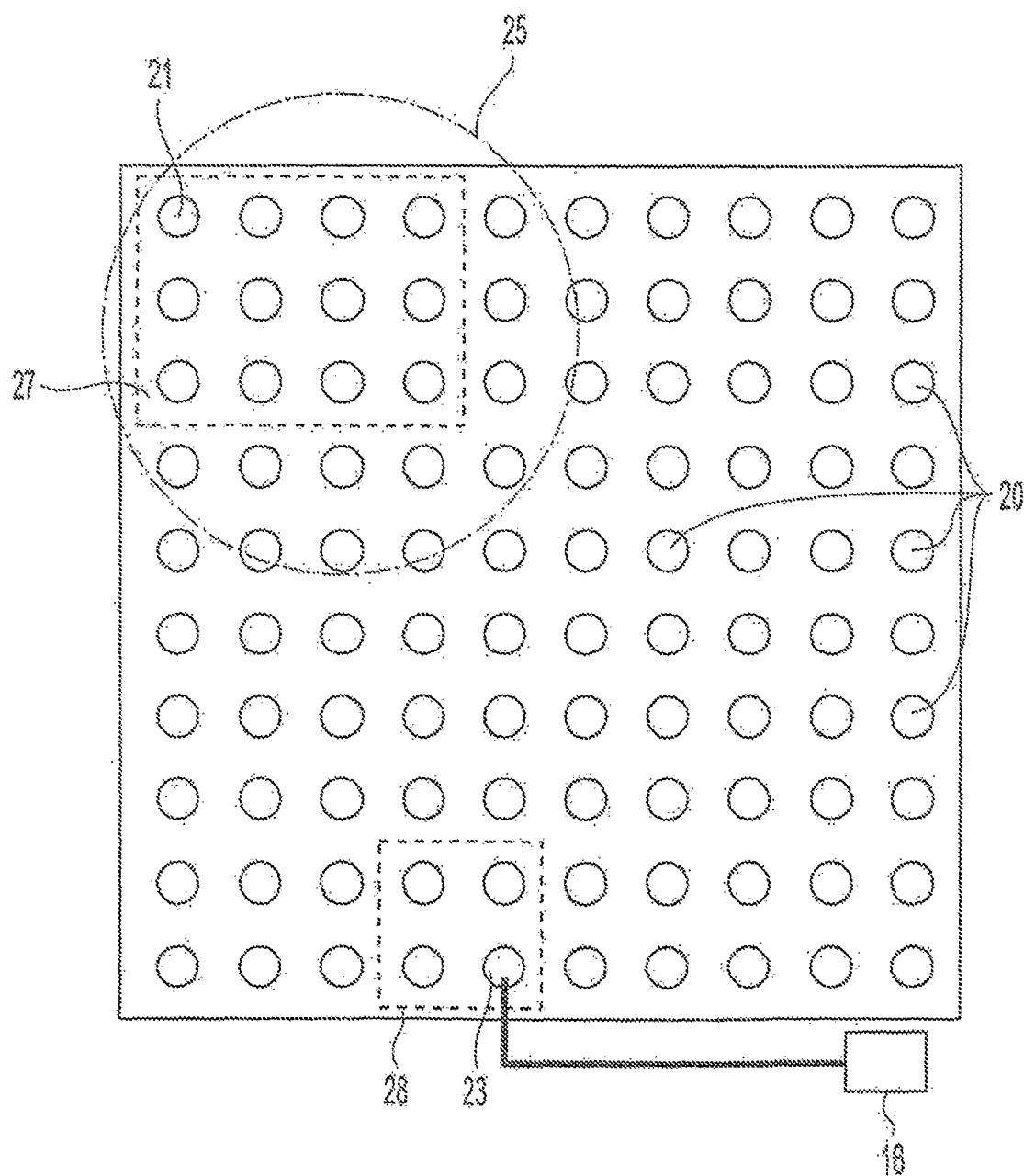
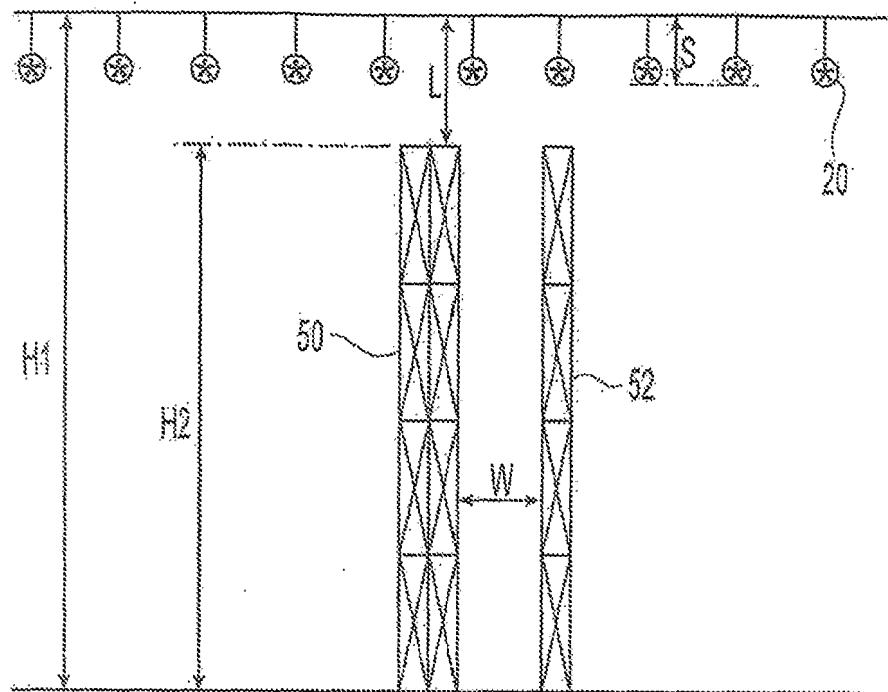


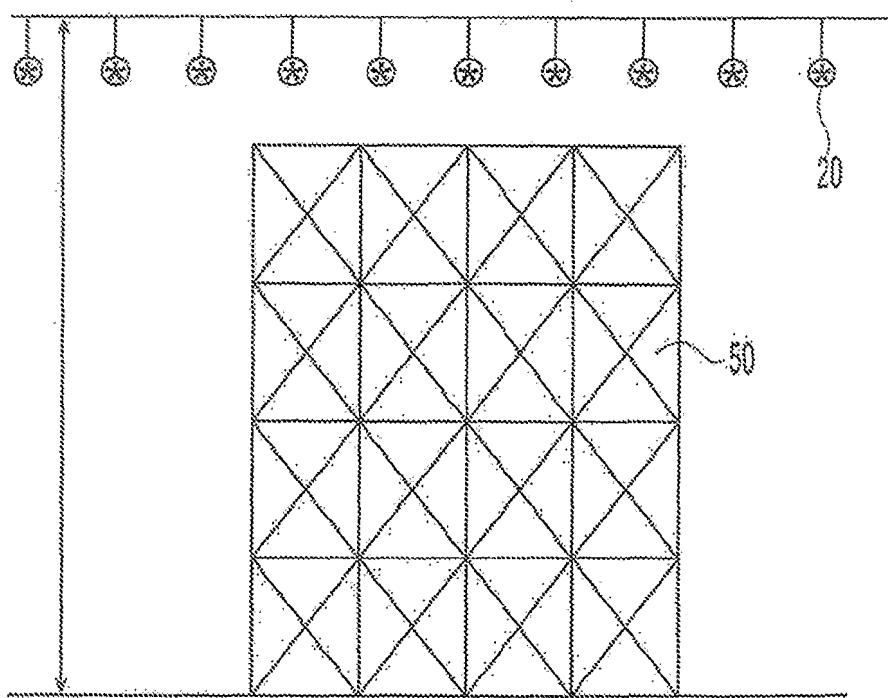
Fig. 1



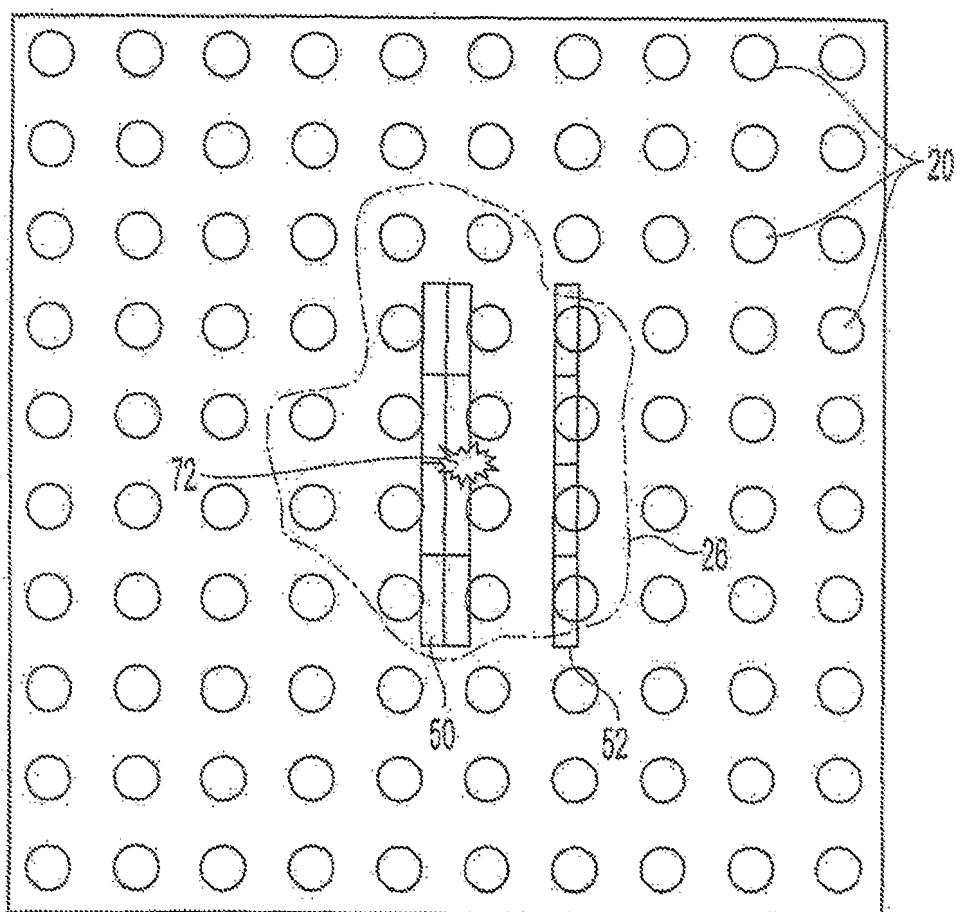
*Fig. 1A*



*Fig. 2A*



*Fig. 2B*



*Fig. 2C*

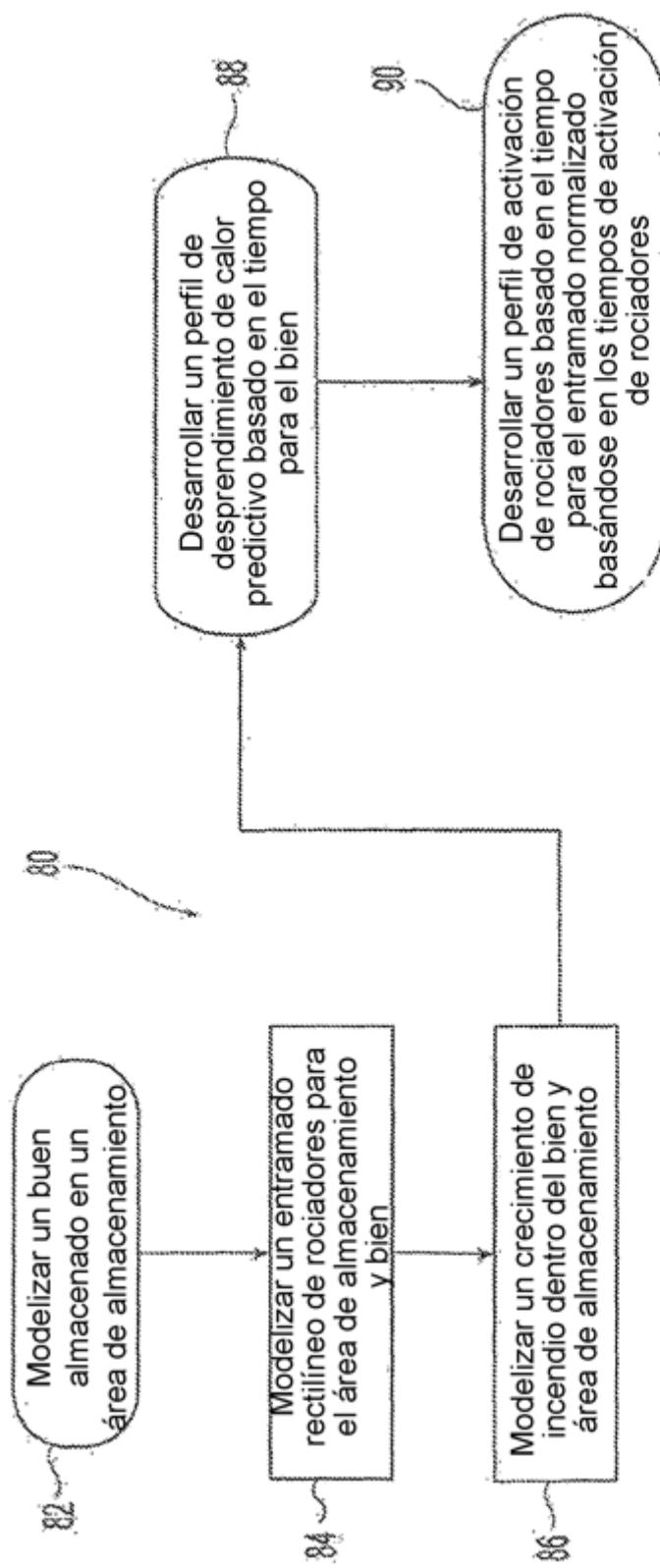


Fig. 3

Perfiles de desprendimiento de calor y de activación de rociadores predichos

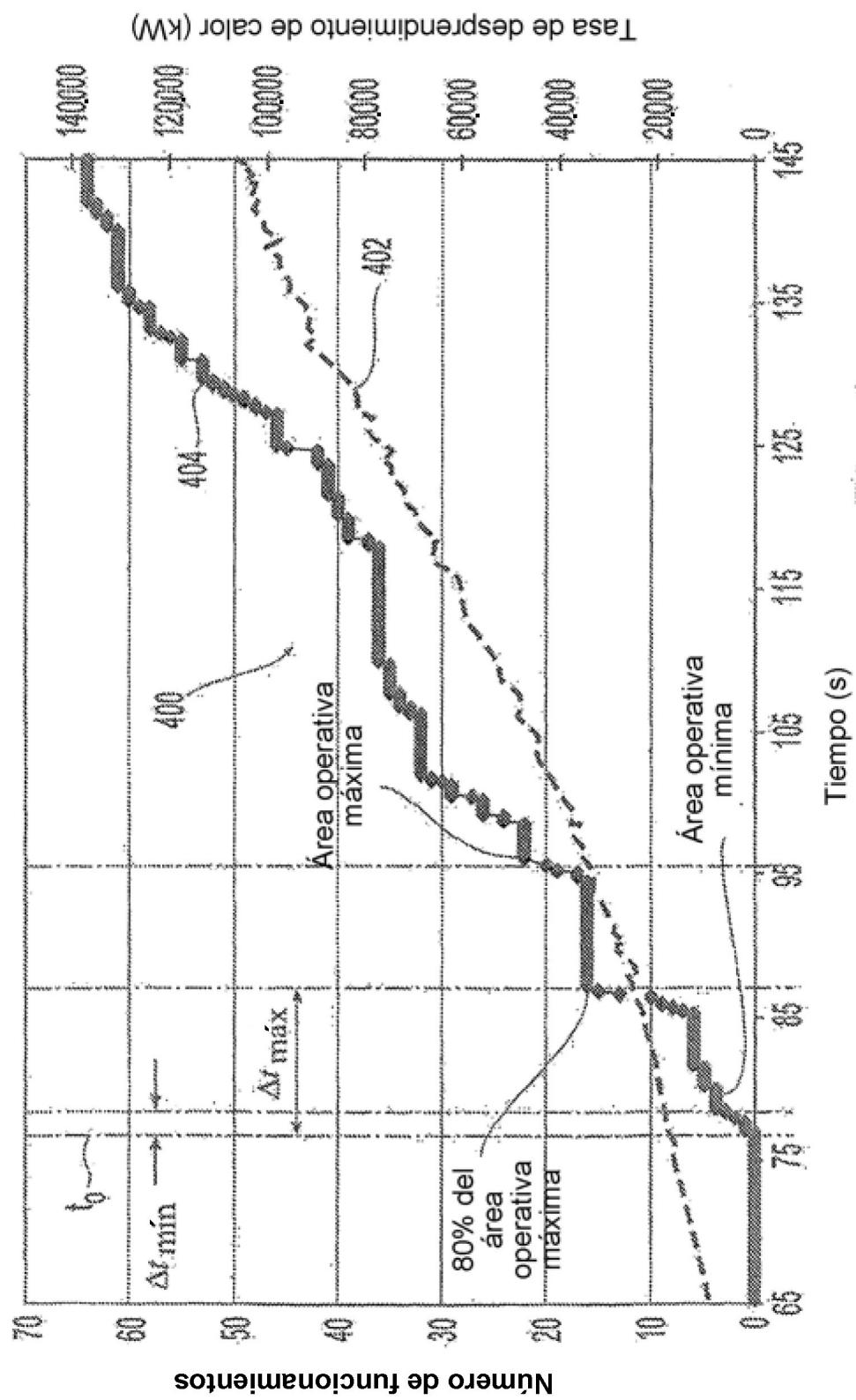


Fig. 4

Resultados de modelo: bien de clase II, almacenamiento en bastidor en múltiples filas,  
altura de almacenamiento de 34 ft, altura de construcción de 40 ft

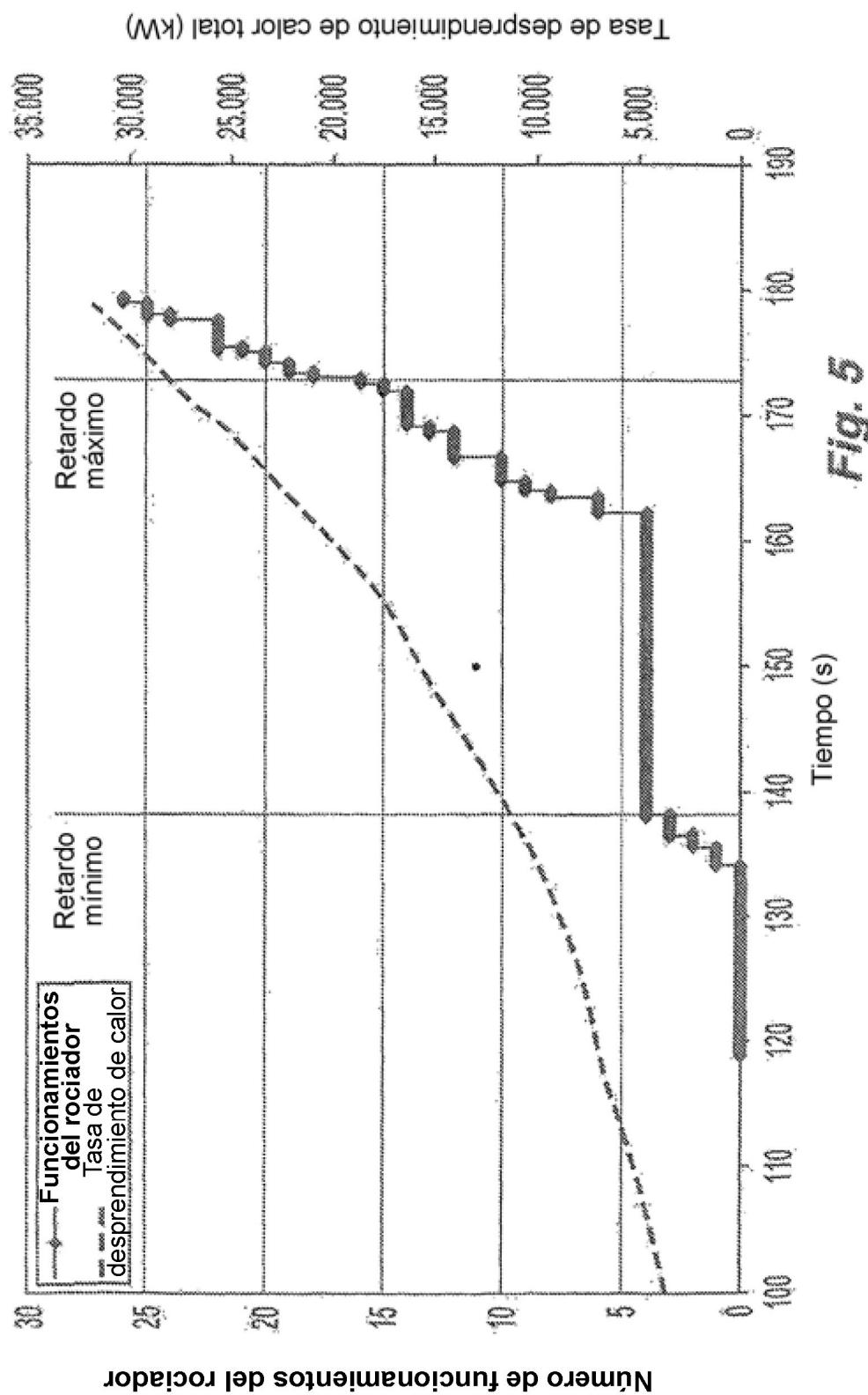
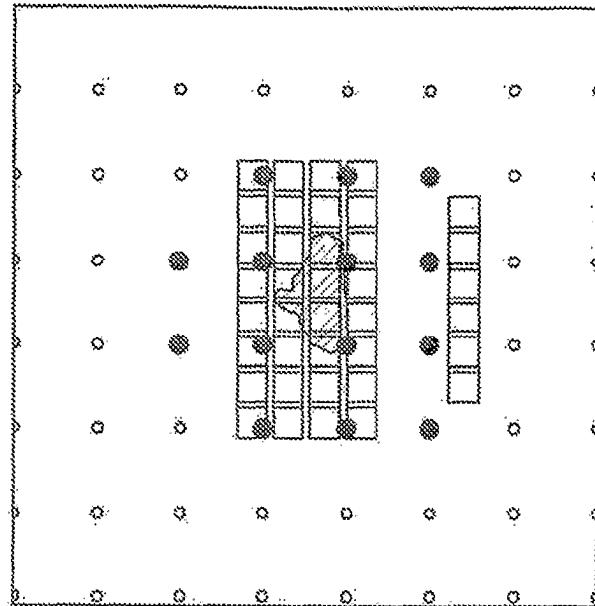
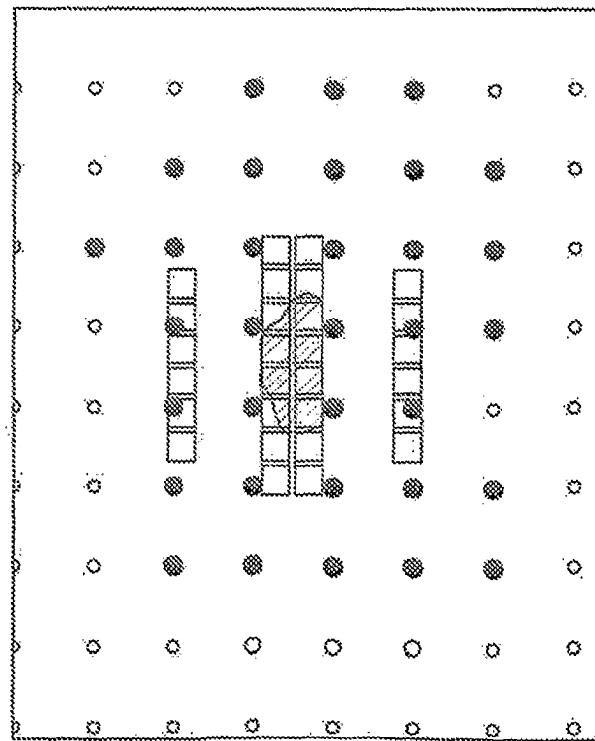


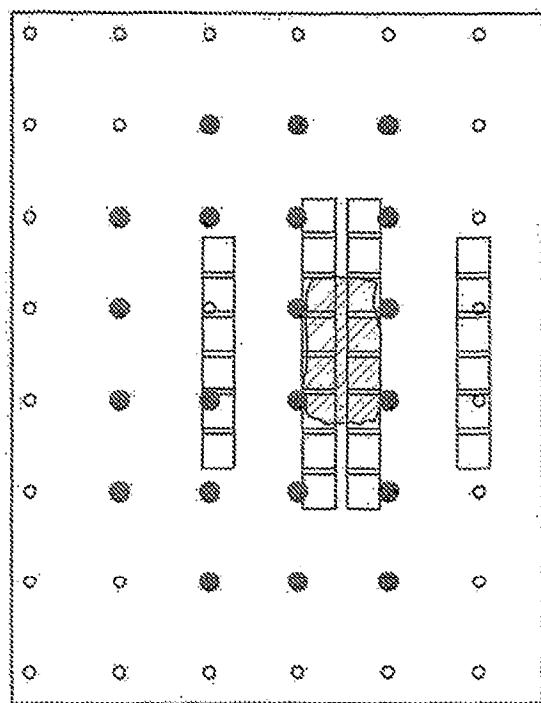
Fig. 5



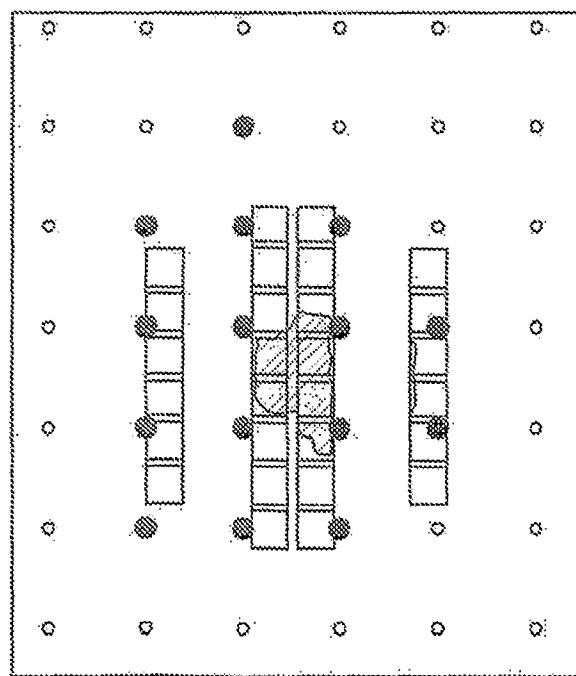
*Fig. 5A*



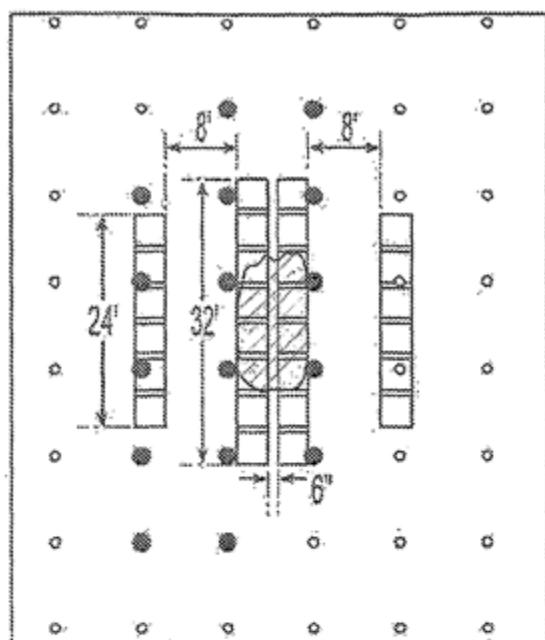
*Fig. 10A*



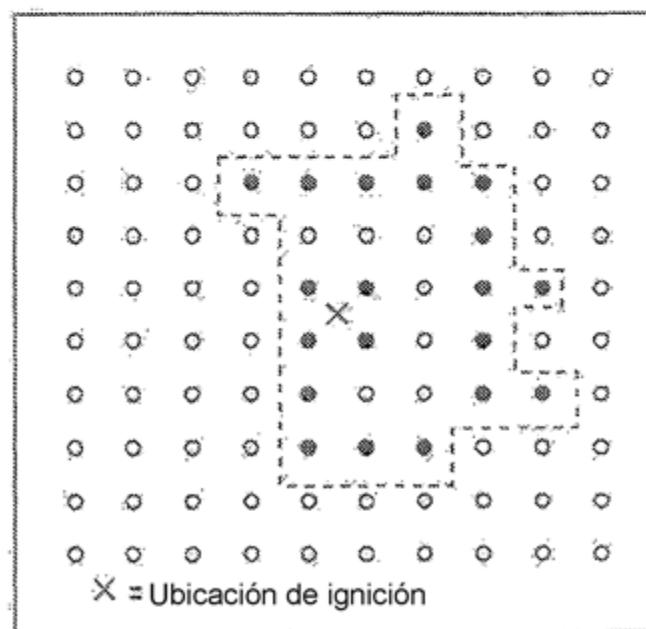
*Fig. 7A*



*Fig. 9A*

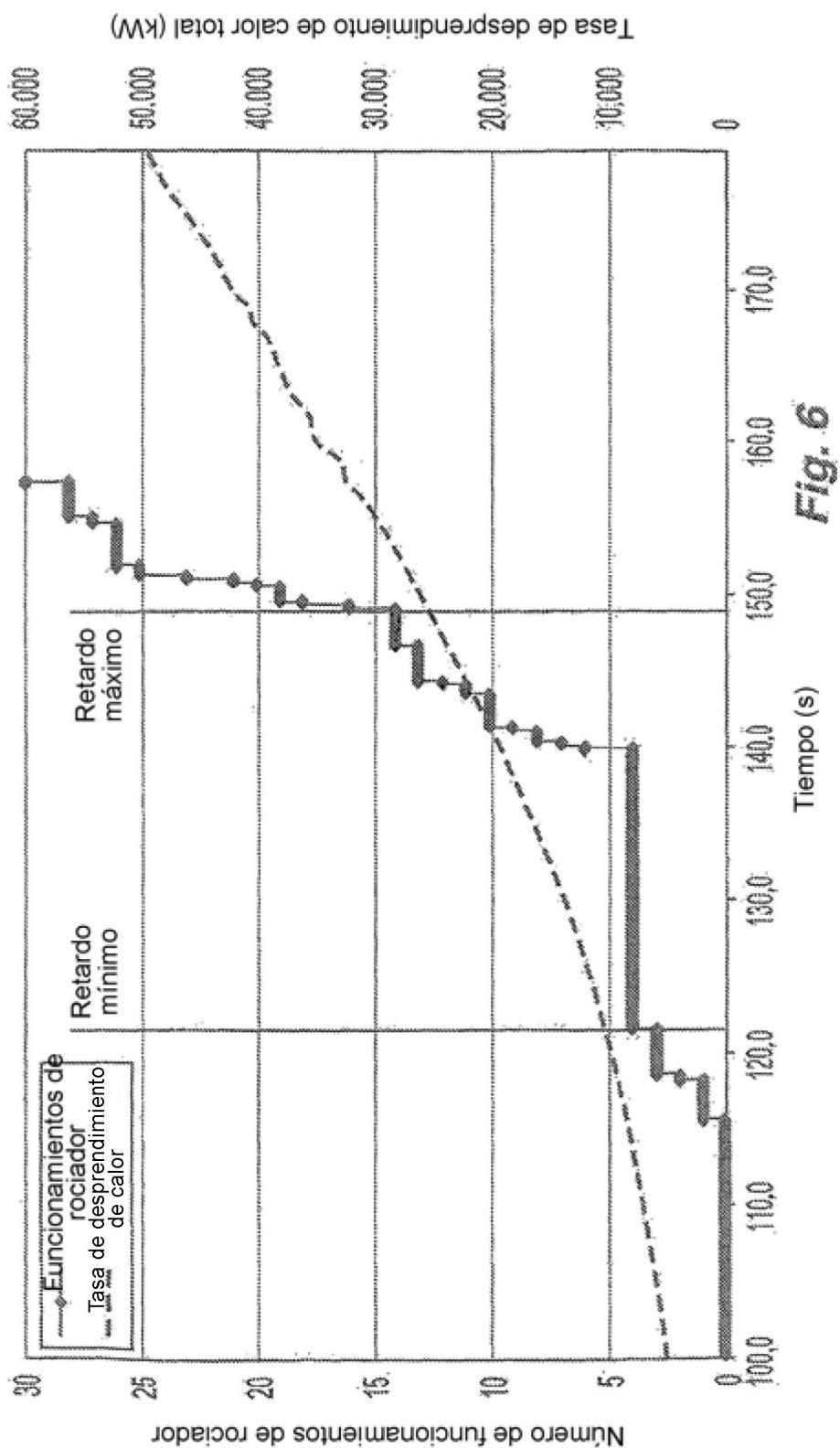


*Fig. 6A*

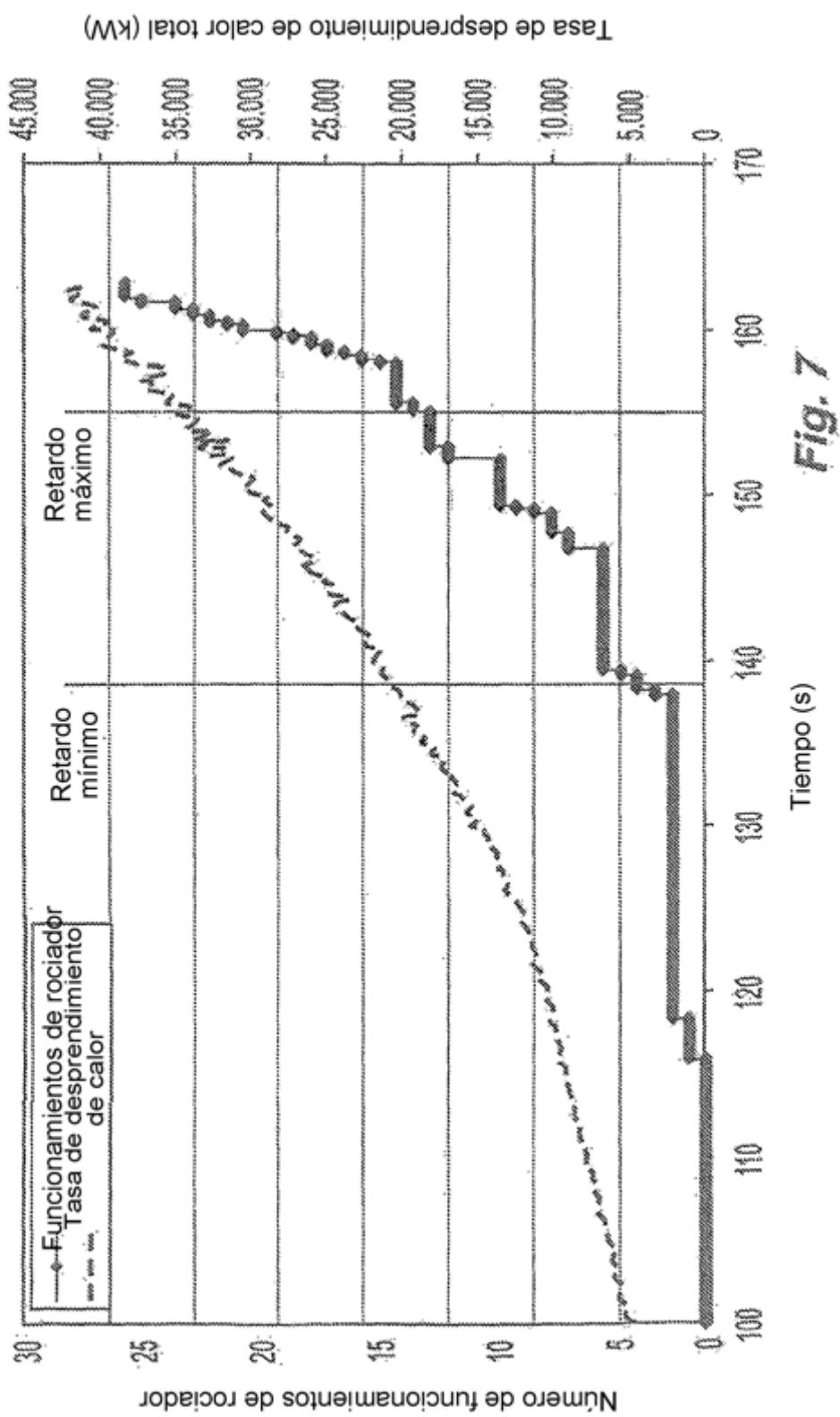


*Fig. 12A*

Resultados de modelo: bien de clase III, almacenamiento en bastidor en doble fila, altura de almacenamiento de 30 ft, altura de construcción de 35 ft



Resultados de modelo: bien de clase III, almacenamiento en bastidor en doble fila,  
altura de almacenamiento de 40 ft, altura de construcción de 43 ft



Resultados de modelo: bien de clase III, almacenamiento en bastidor en doble fila,  
altura de almacenamiento de 40 ft, altura de techo de 45 ft

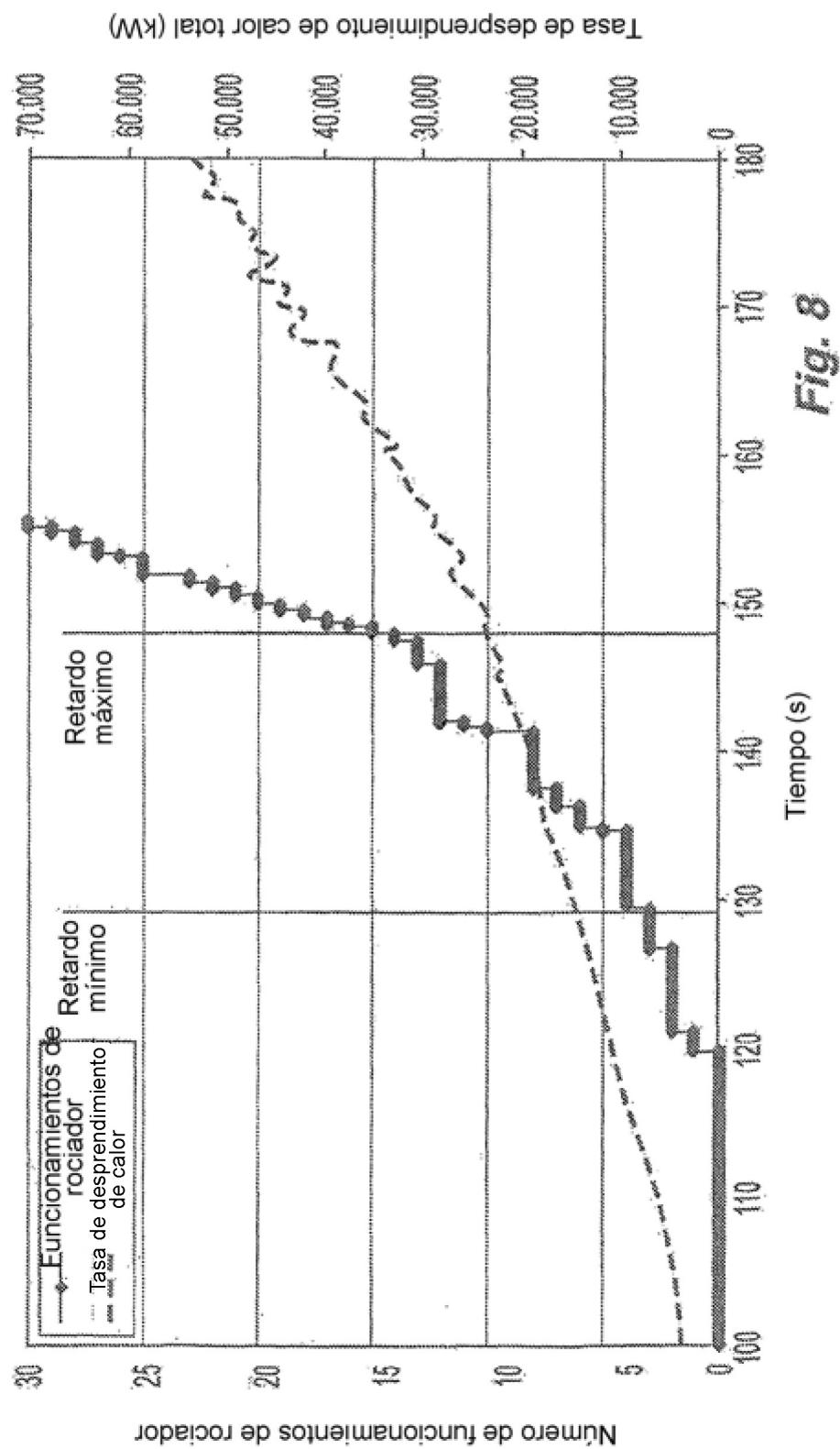
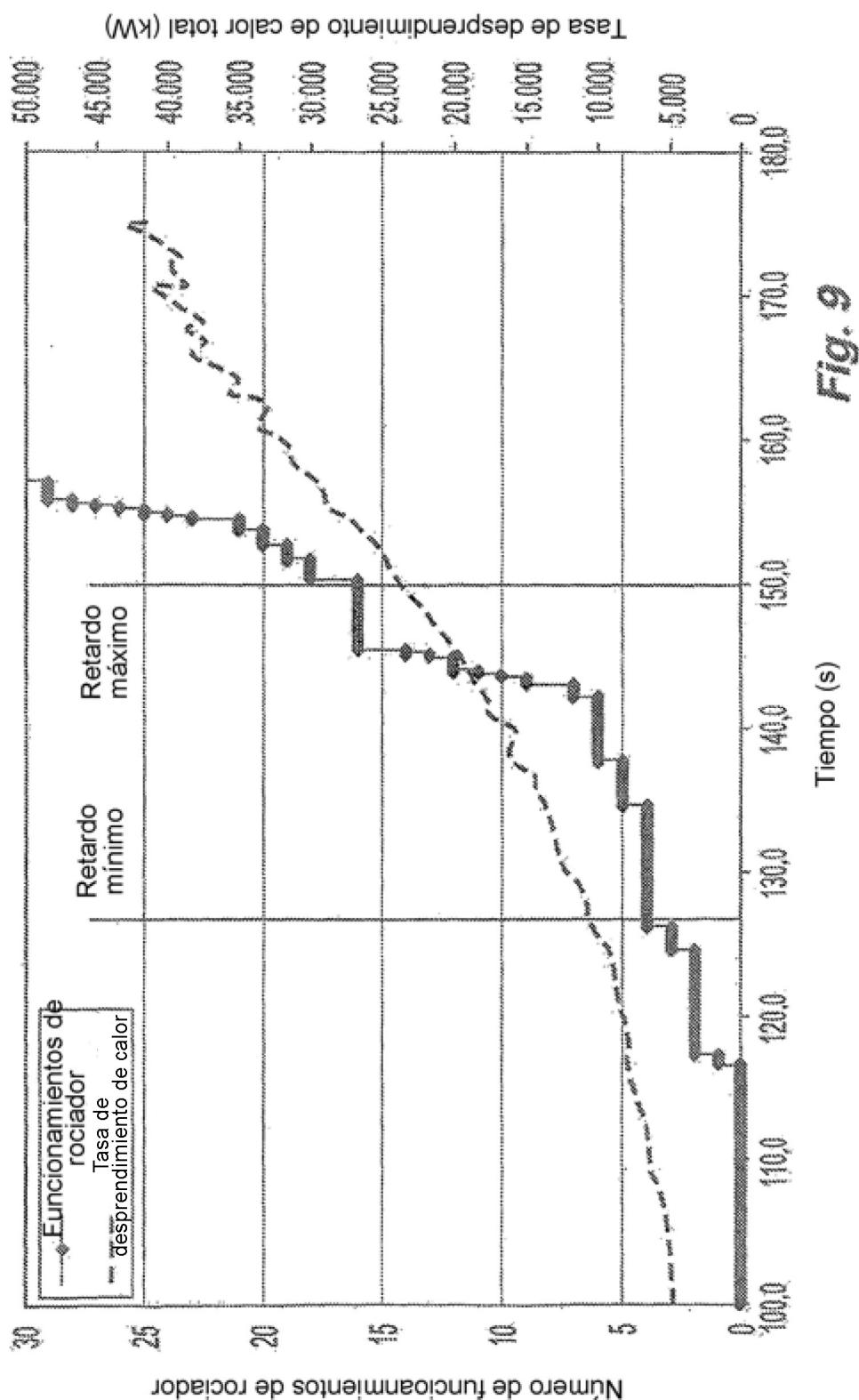


Fig. 8

Resultados de modelo: bien de plástico de grupo A, almacenamiento en bastidor en doble fila, altura de almacenamiento de 20 ft, altura de construcción de 30 ft



Resultados de modelo: bien de clase II, almacenamiento en bastidor en doble fila,  
altura de almacenamiento de 34 ft, altura de construcción de 40 ft

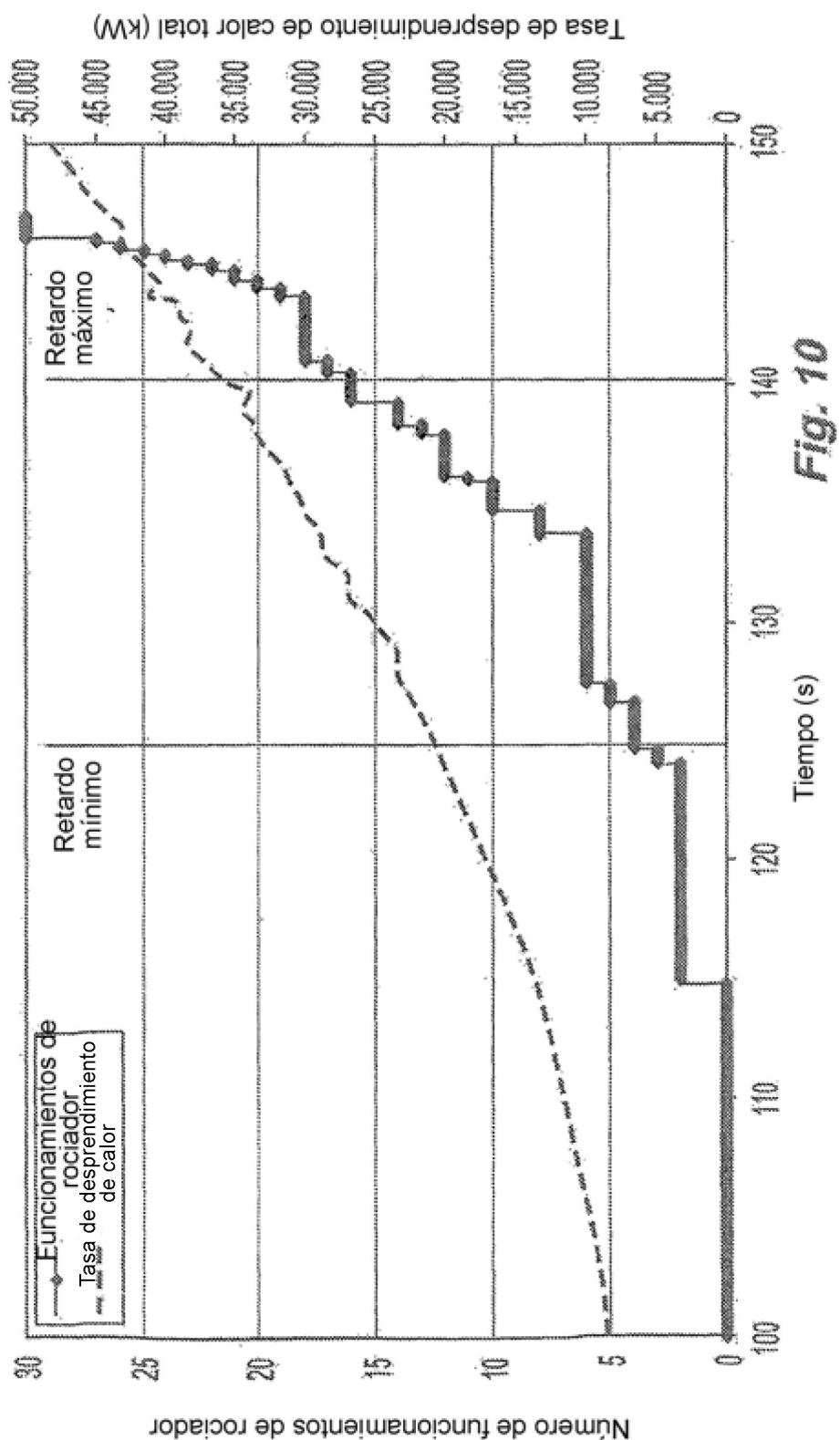


Fig. 10

Resultados de modelo: bien de clase III, almacenamiento en bastidor en doble fila,  
altura de almacenamiento de 35 ft, altura de techo de 45 ft

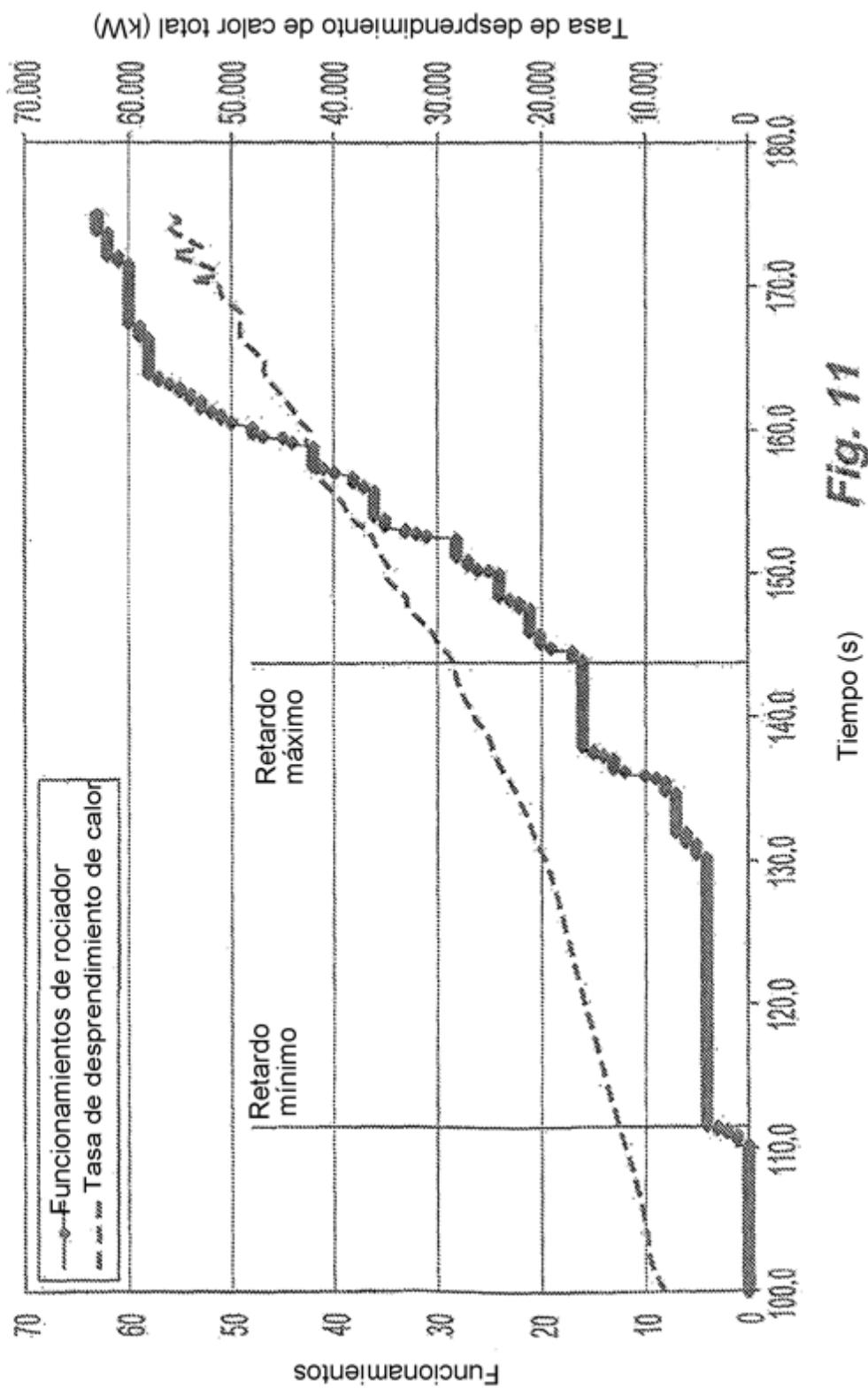


Fig. 11

Resultados de modelo: bien de clase III, almacenamiento en bastidor en doble fila,  
altura de almacenamiento de 35 ft, altura de techo de 45 ft

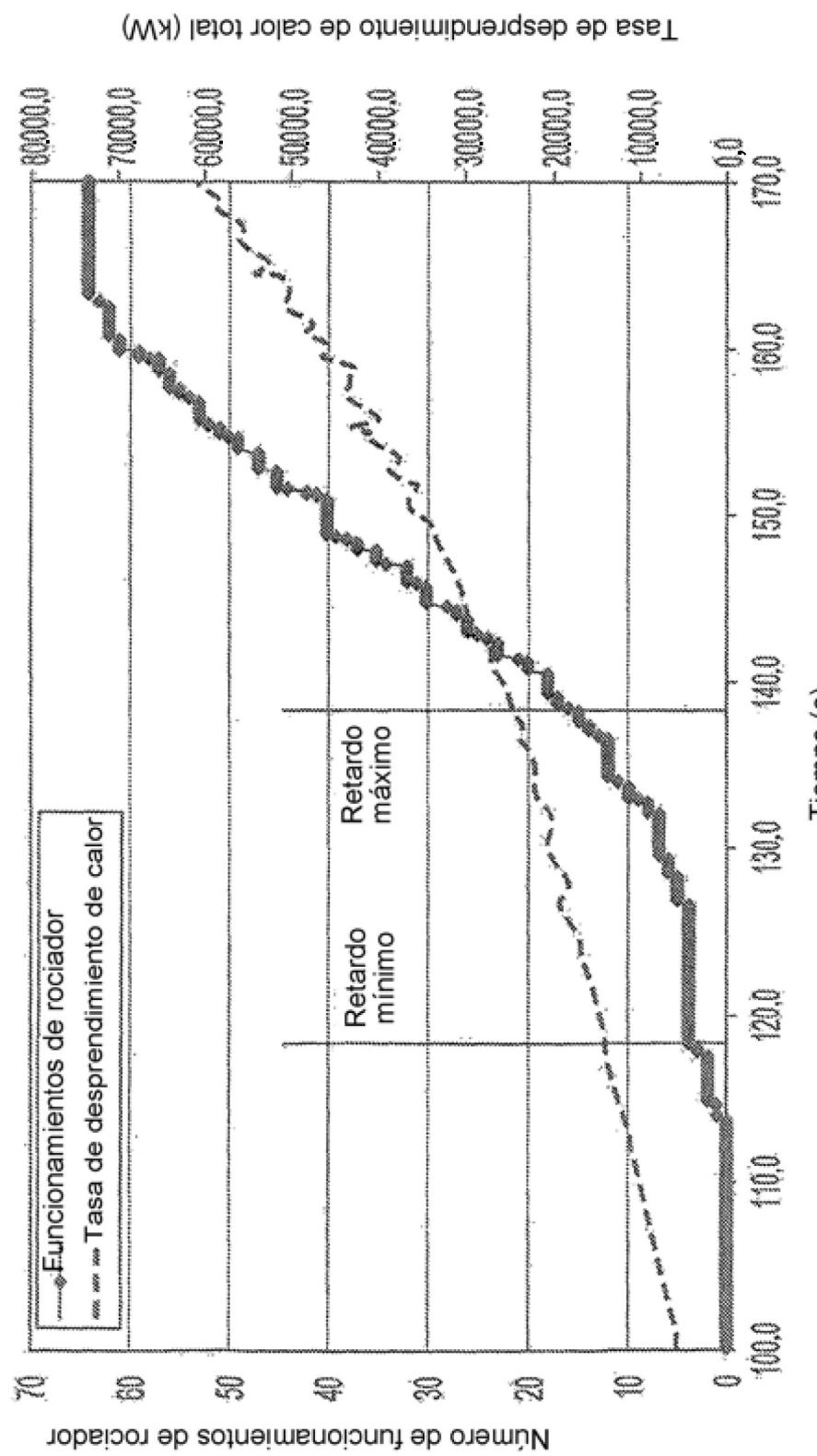


Fig. 12

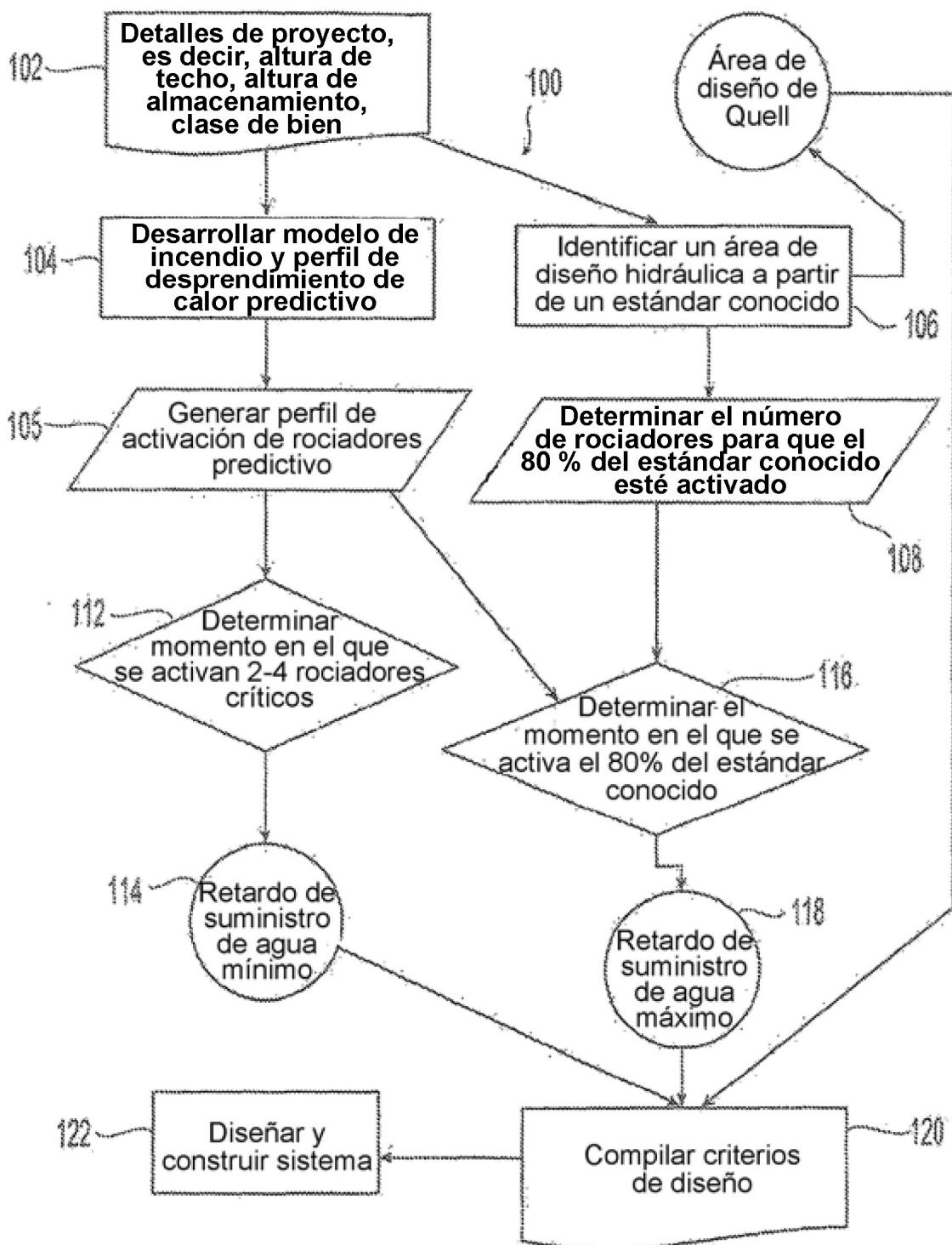
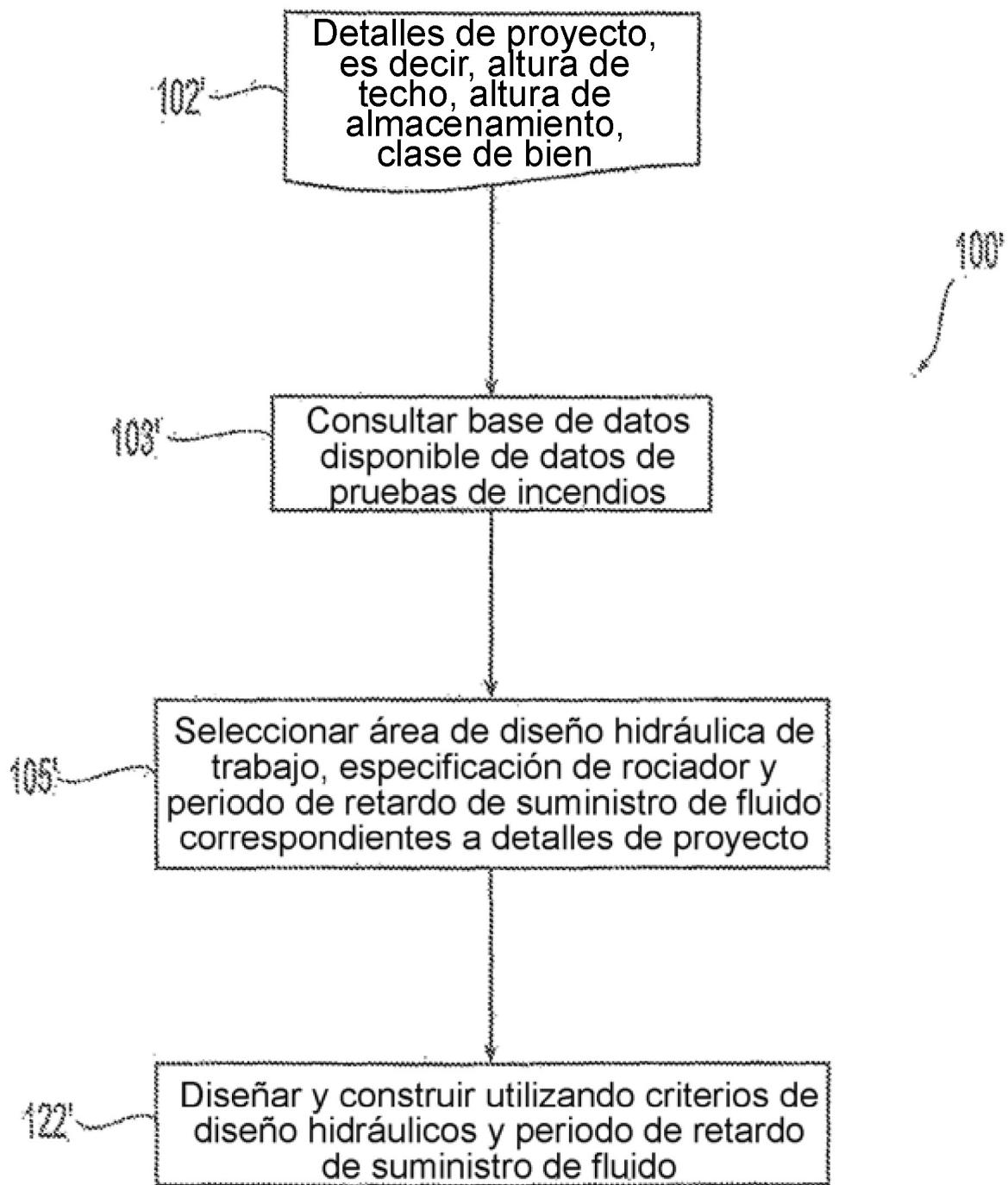
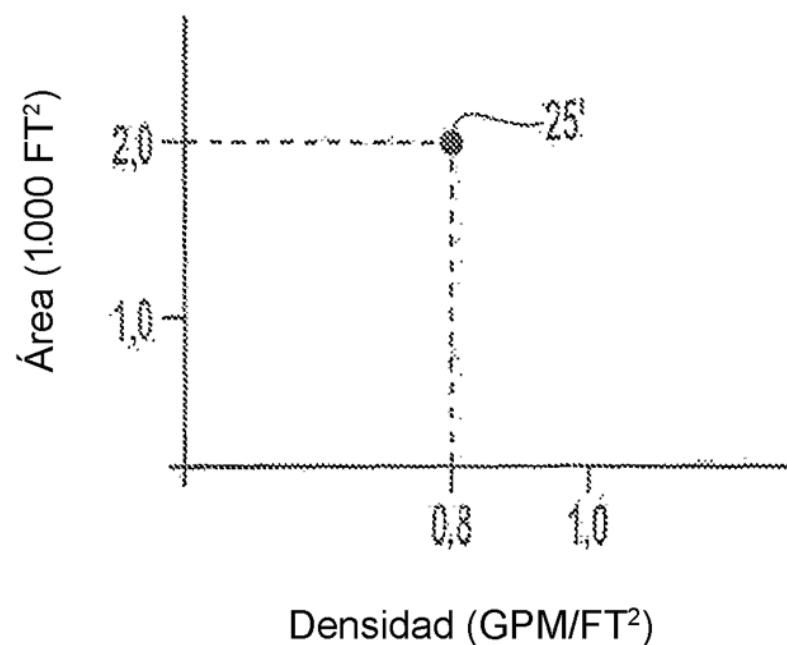


Fig. 13

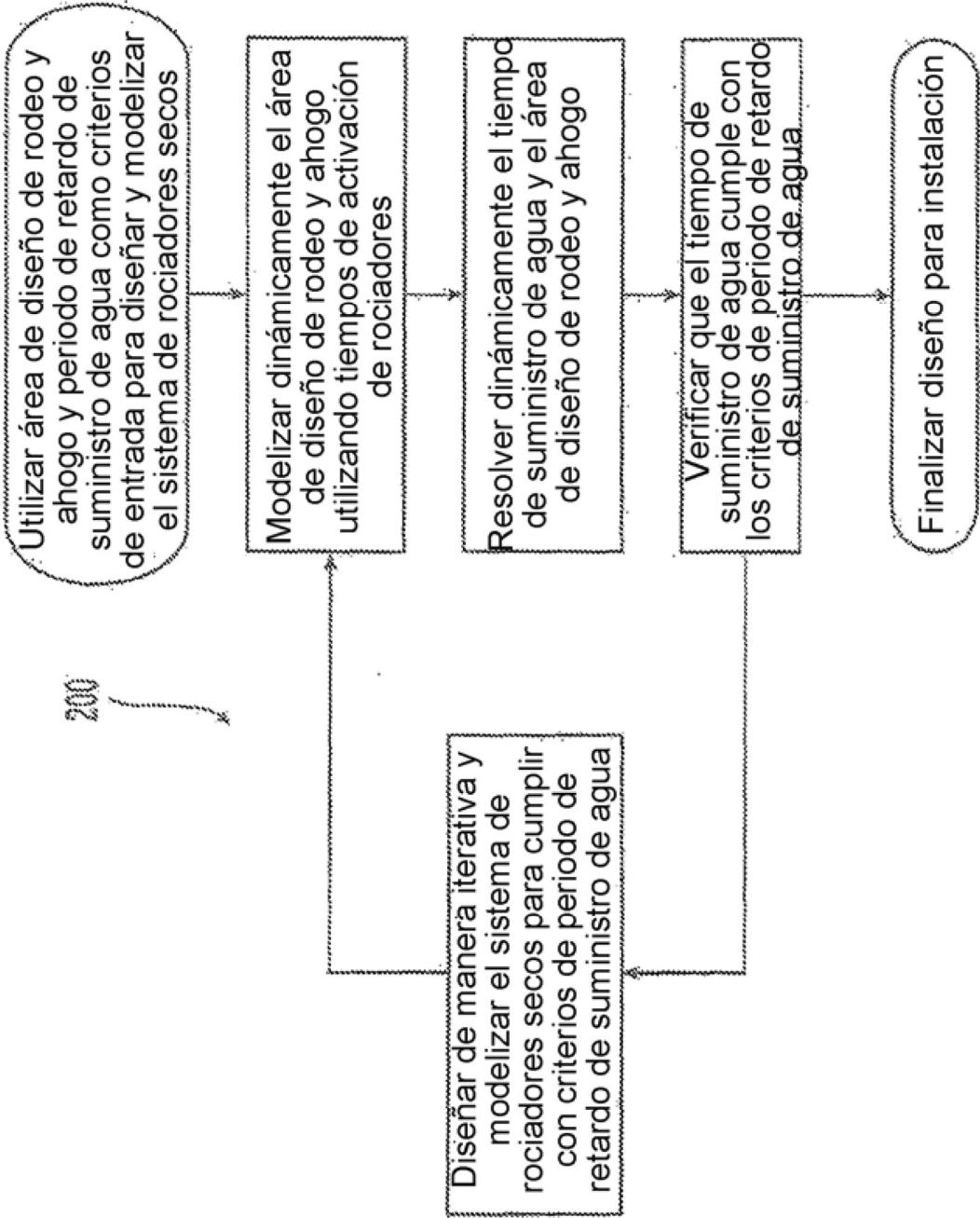


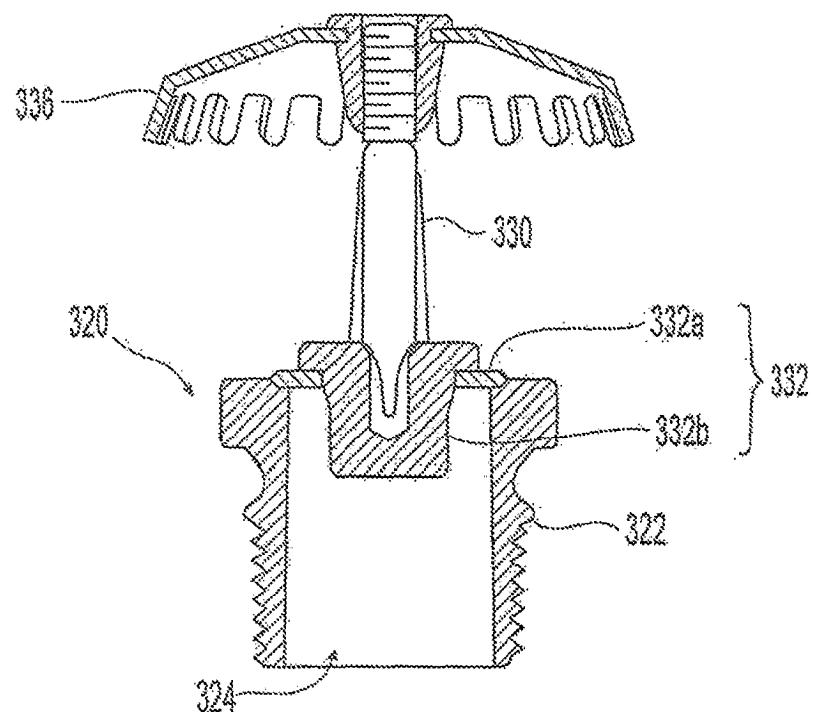
*Fig. 13A*

Densidad frente a área

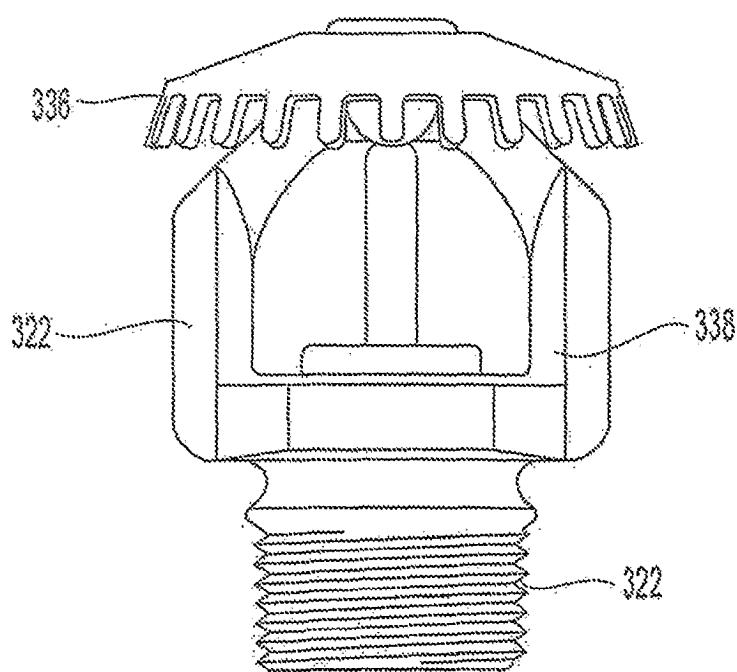


*Fig. 13B*





*Fig. 15*



*Fig. 16*

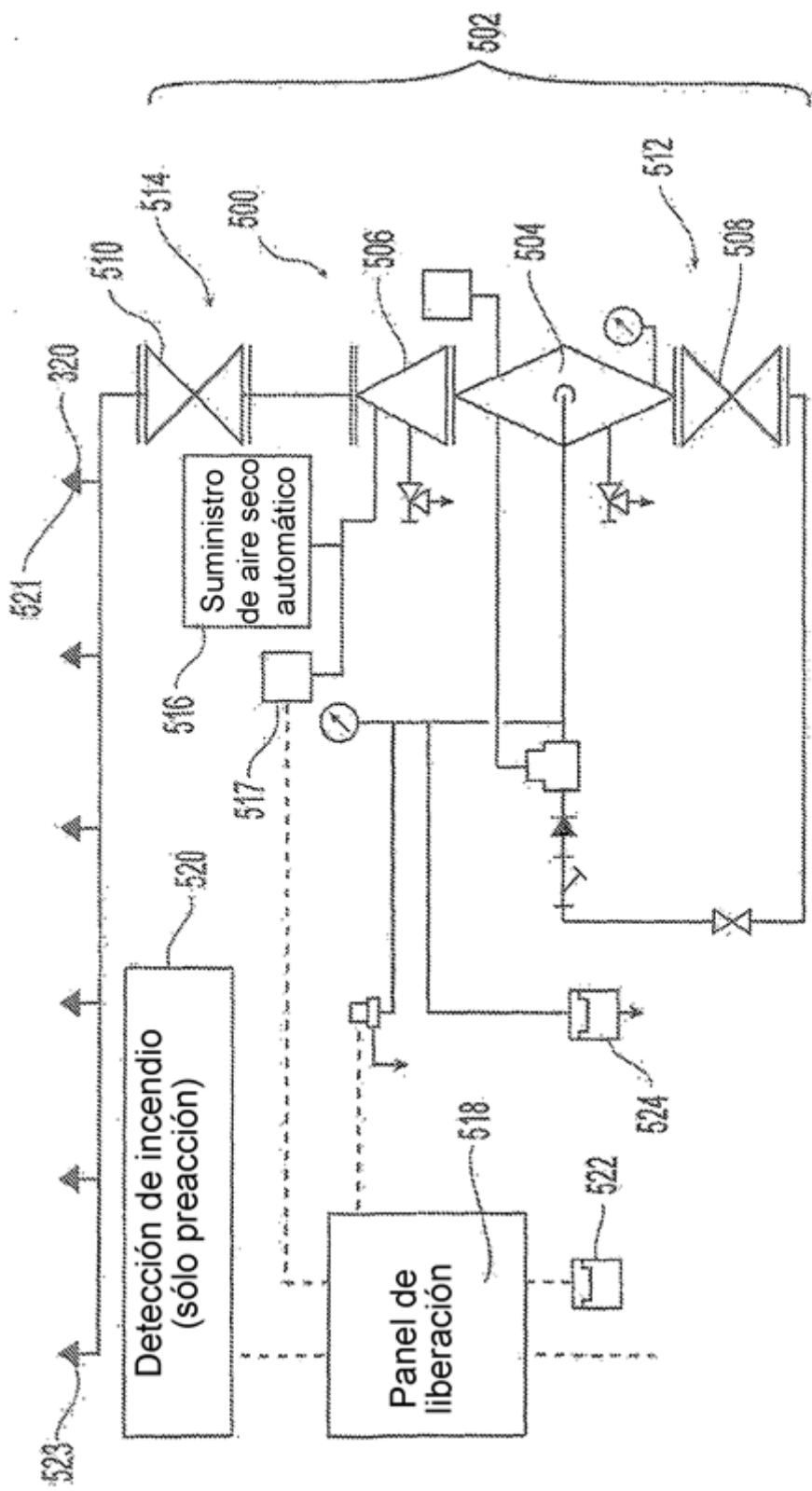


Fig. 17

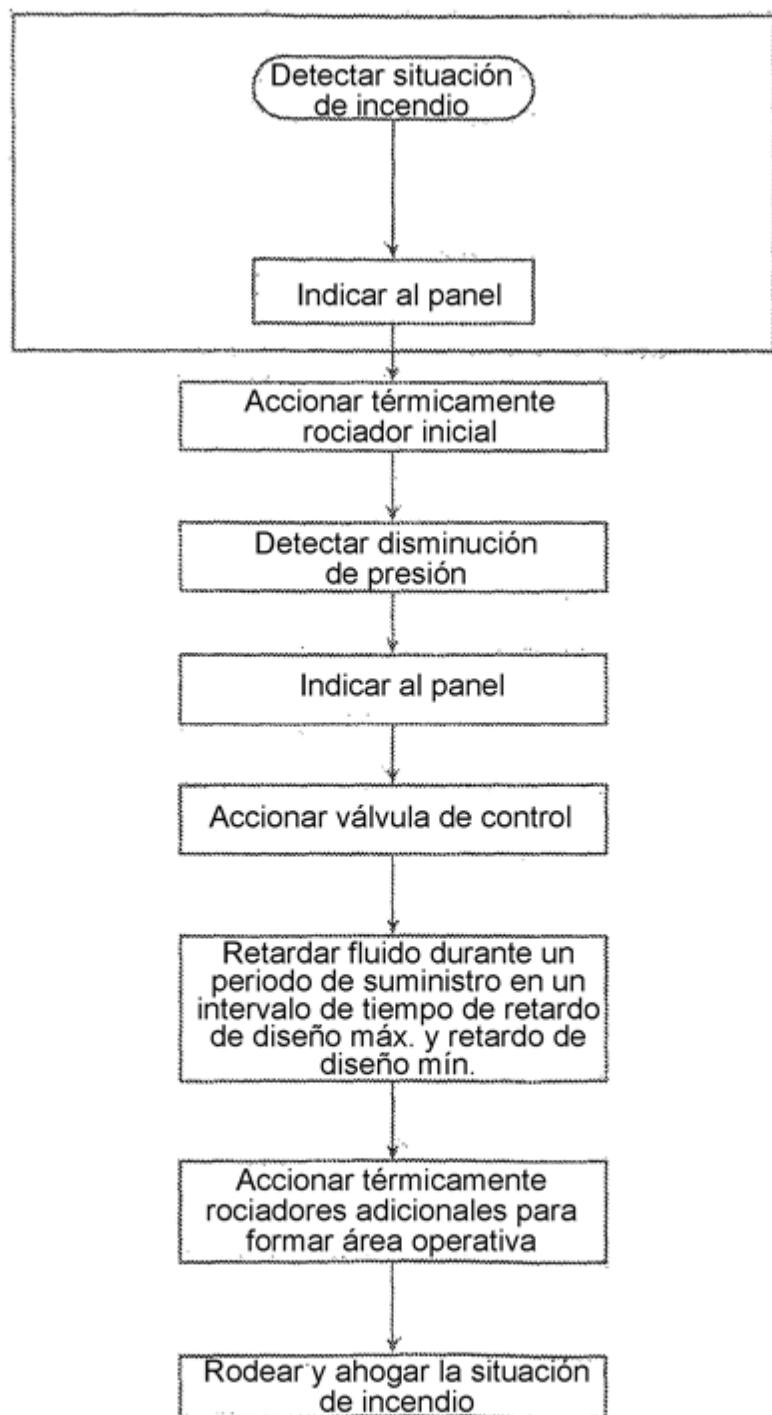


Fig. 17A

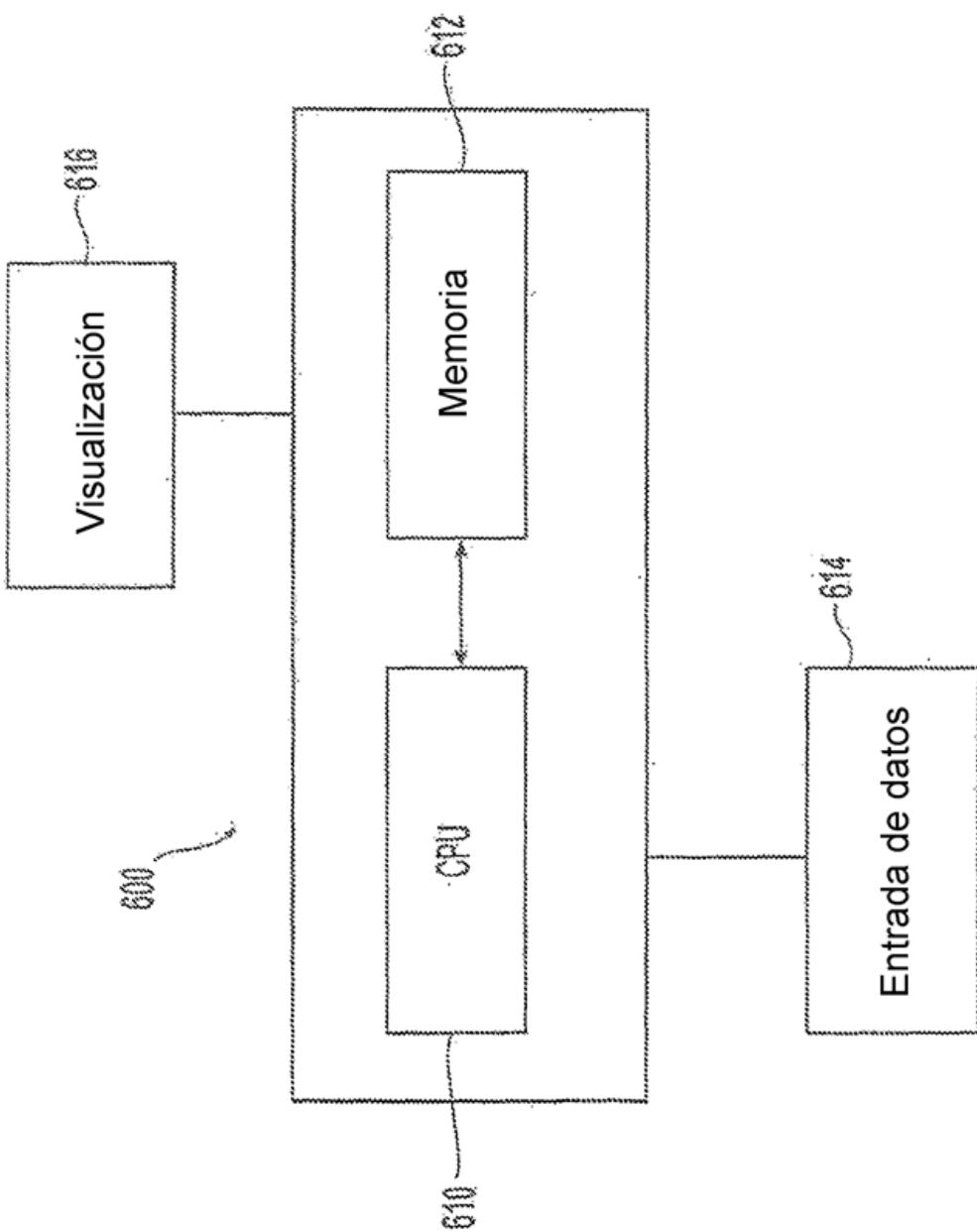
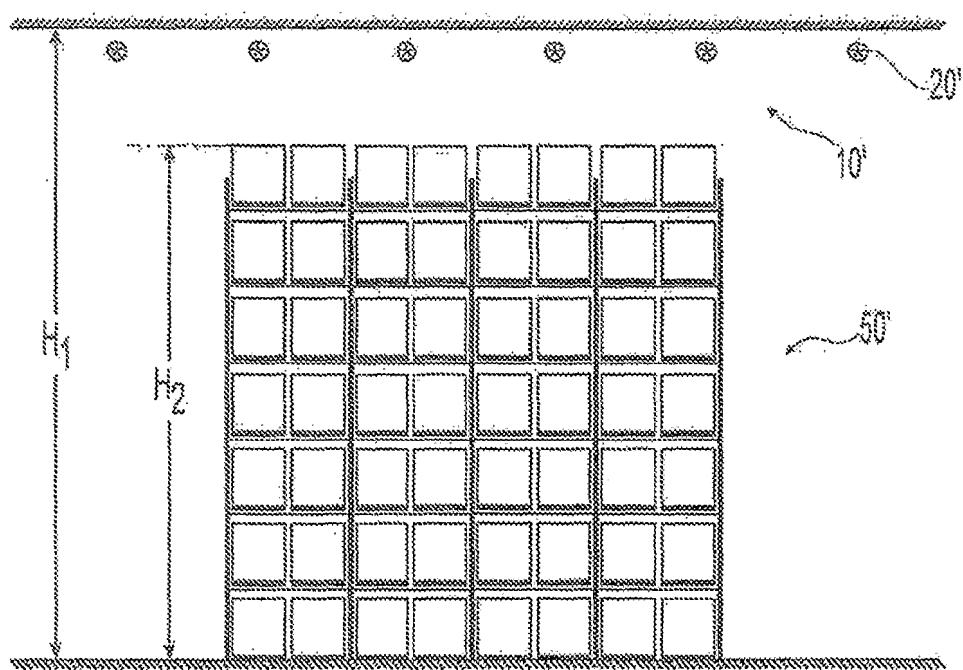


Fig. 18



*Fig. 18A*

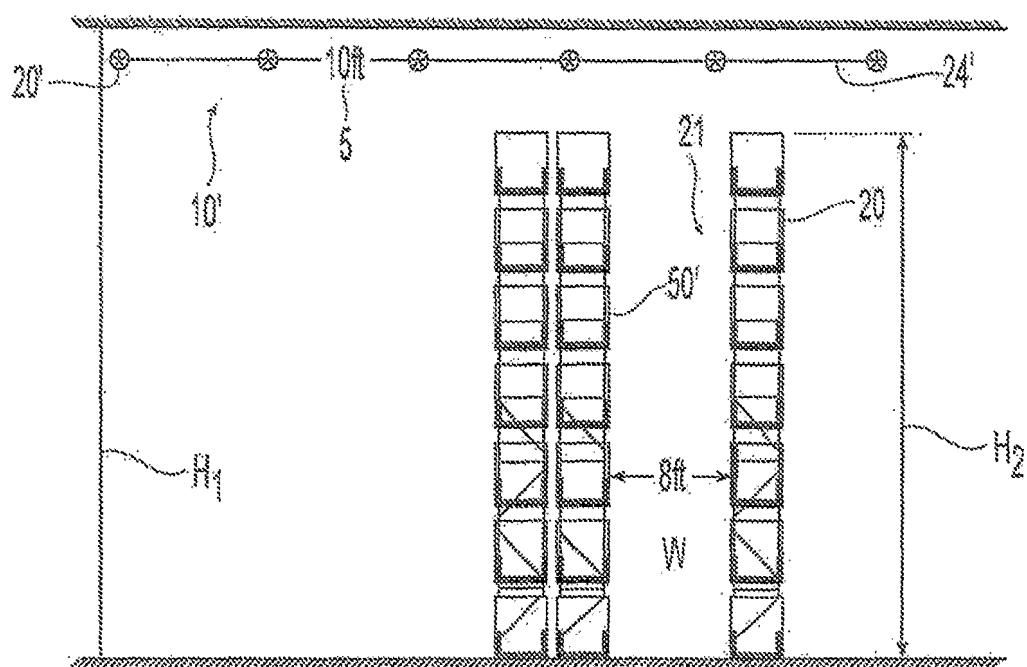


Fig. 18B

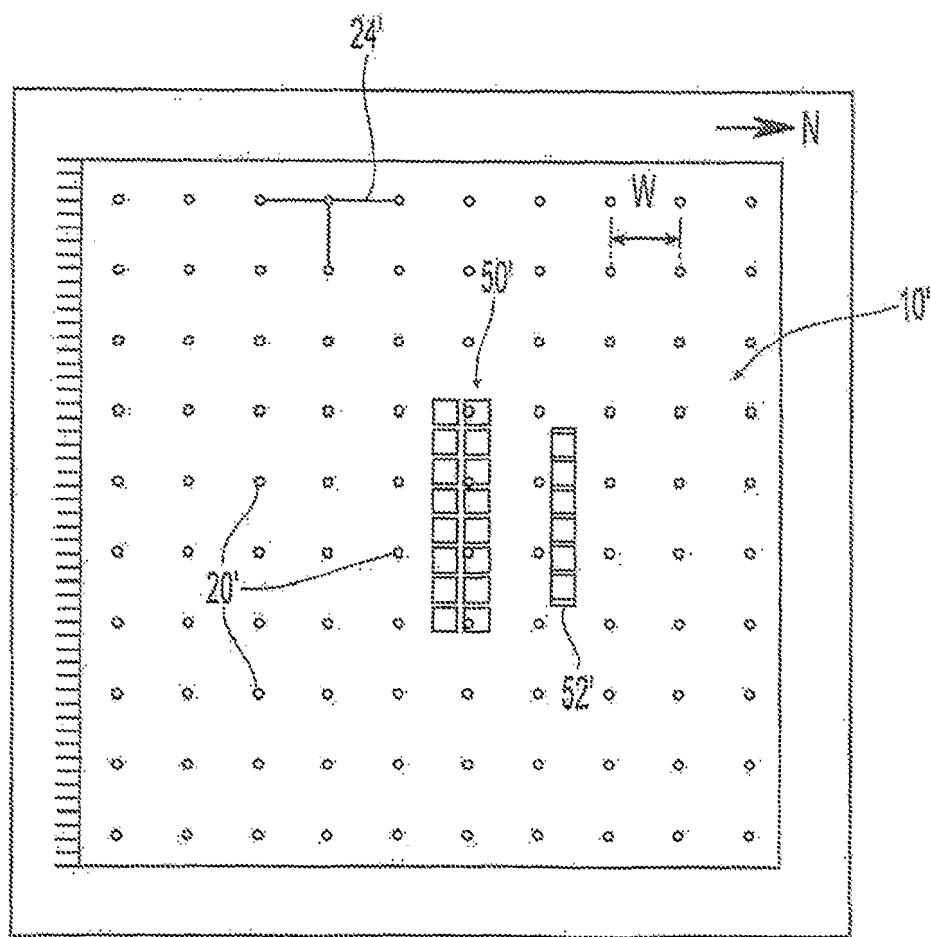


Fig. 18C

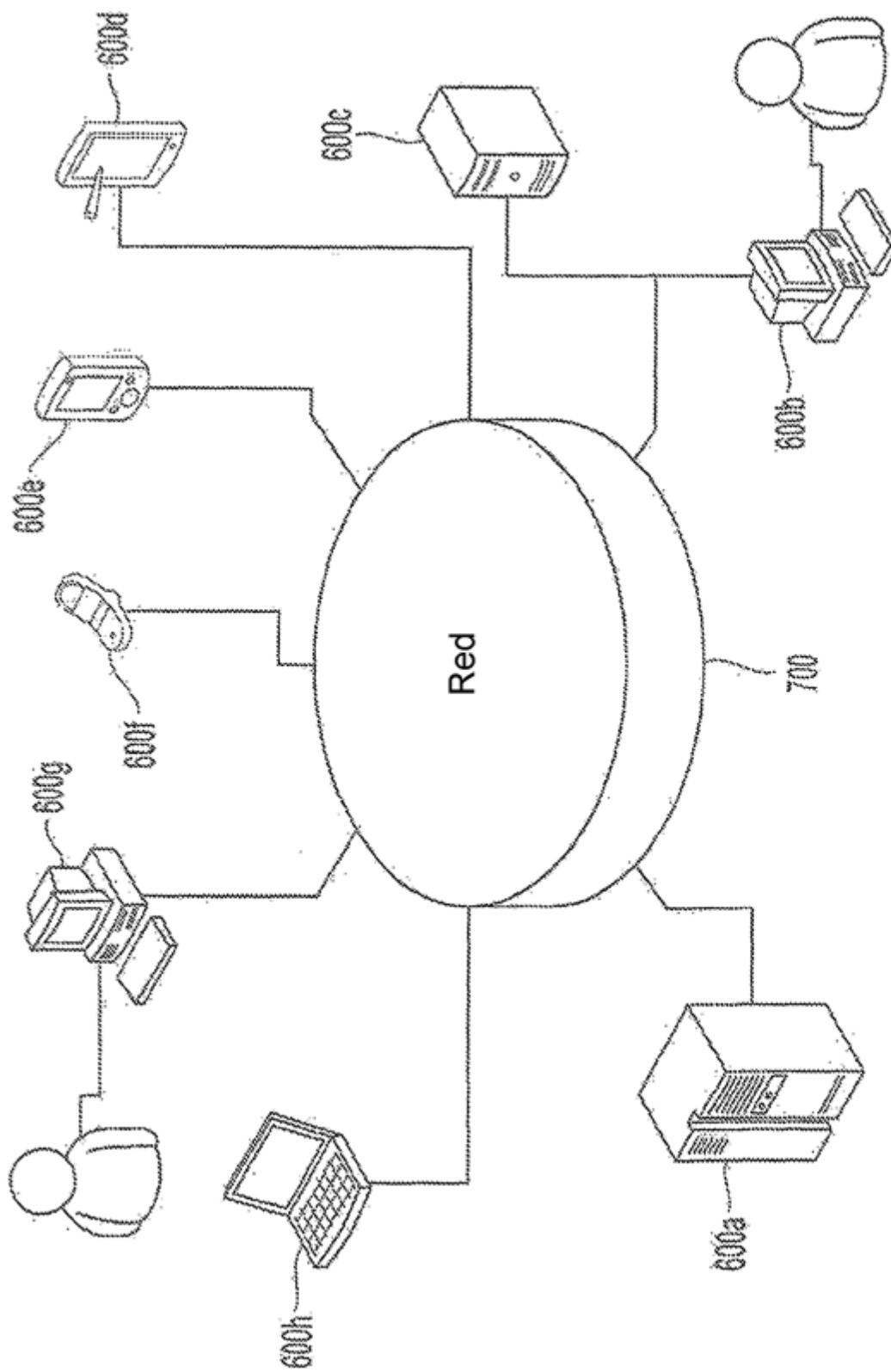


Fig. 19

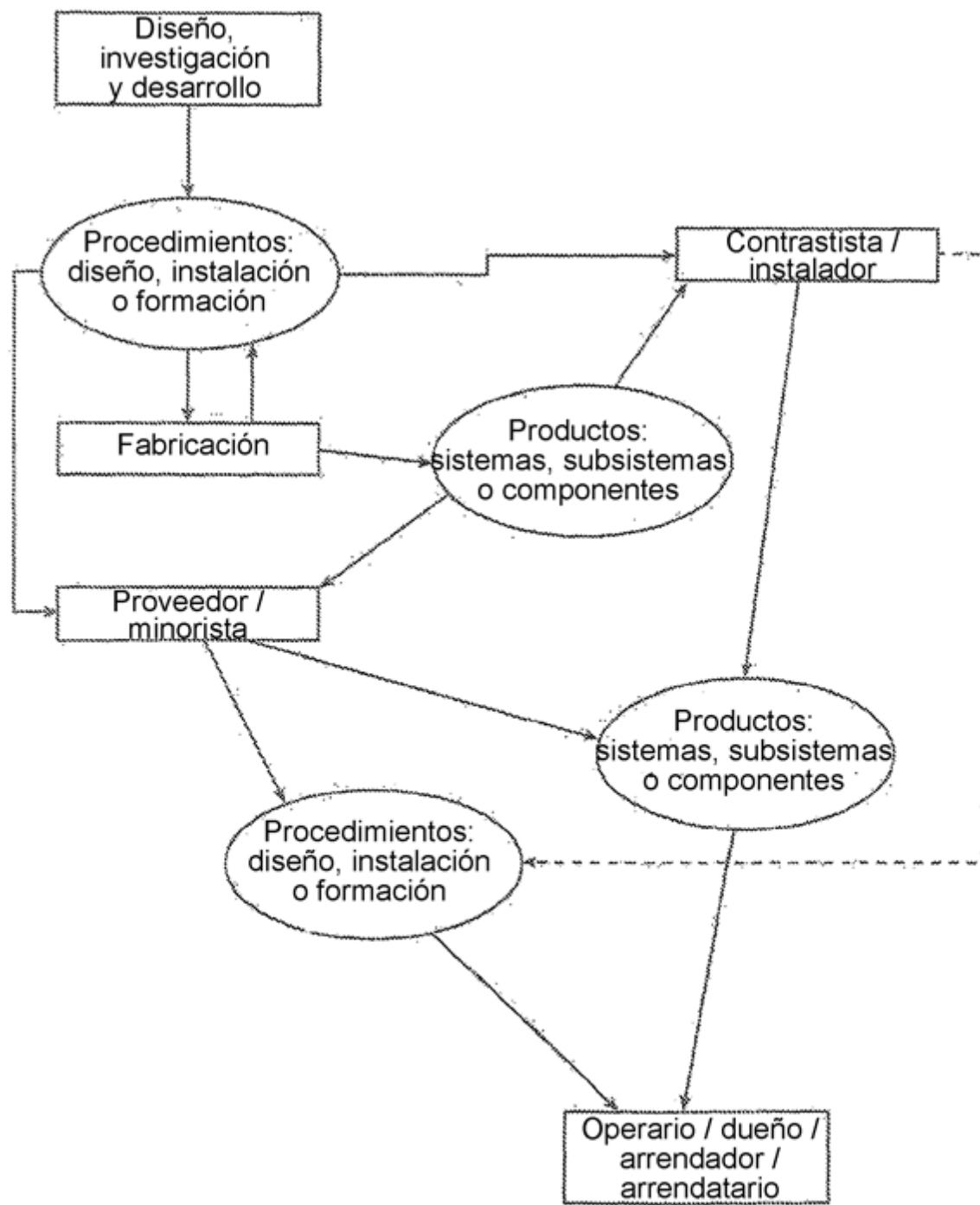


Fig. 20

12

