
Comprensión de los Estándares Vigentes de Protección Contra Incendios y Funcionamiento del FM-200®

Extracto

La intención de esta publicación es la de contribuir a una mejor comprensión de los estándares y ensayos de capacidad relacionados con el FM-200, de tal manera que se puedan tomar decisiones sustentadas, concernientes al uso del FM-200 como un agente extintor de incendios en aplicaciones particulares. Actualmente están siendo revisados los requisitos indicados en los estándares nacionales e internacionales de protección contra incendios, para la protección contra incendios de Clase A y Clase B utilizando agentes limpios. Al mismo tiempo, también se está revisando la evolución del método de quemador de copa y su relación con el establecimiento de las concentraciones de diseño. El funcionamiento del FM-200 a nivel o por debajo de las concentraciones de diseño requeridas será discutido en detalle.

Resumen Ejecutivo

Según las diferencias fundamentales establecidas entre los incendios de materiales clasificados Clase A y Clase B, los estándares internacionales de protección contra incendios tales como NFPA 2001 y la redacción preliminar del actual ISO 14520 separan, ahora, los requisitos de protección contra riesgos Clase A y Clase B, por ejemplo: las pruebas de riesgo Clase B (ej.: el método de quemador de copa) ya no se usan para establecer las concentraciones de diseño para riesgos de Clase A. La concentración de diseño para riesgos de Clase A está basada en el ensayo de supresión de incendio realizada en materiales de Clase A, mientras que las concentraciones de diseño para riesgos de Clase B siguen estando basadas en los ensayos de materiales Clase B usando el método de quemador de copa.

Los riesgos de Clase A representan más del 90% de las aplicaciones para agentes limpios. Los estándares nacionales e internacionales de protección contra incendios definen la concentración mínima de diseño para fuegos de superficie Clase A como la concentración extintora determinada por ensayos, más un 20% de factor de seguridad. Para fuegos de superficie Clase A, la concentración mínima de diseño es de 7,0% v/v.

Los estándares internacionales vigentes de protección contra incendios definen la concentración de diseño para líquidos y gases combustibles e inflamables como el valor de extinción de quemador de copa medido para el combustible examinado, más un 20% de factor de seguridad.

El método de quemador de copa no ha sido estandarizado. Como resultado, las concentraciones de extinción para un agente de supresión particular pueden variar significativamente dependiendo de la escala, del diseño del quemador de copa y del protocolo de prueba empleado por un investigador individual. Experiencias más recientes han mostrado que los quemadores de copa a gran escala tienden a dar concentraciones extintoras más altas comparadas con los quemadores de copa a pequeña escala.

Los estándares internacionales vigentes de protección contra incendios separan los requisitos de riesgos de incendio de Clase A y de Clase B.

Los ensayos de incendios a gran escala hechos por autoridades independientes aseguran que los sistemas FM-200 que emplean un 7,0% v/v de concentraciones de diseño han sido comprobados como seguros y efectivos para la protección contra riesgos típicos de incendios tales como salas de computadoras, instalaciones de telecomunicaciones e instalaciones de generación de energía. Organismos independientes de pruebas y ensayos tales como Underwriters Laboratories Inc. (U.L.) y Factory Mutual Research Corporation (F.M.) verifican la habilidad de extinción de los sistemas FM-200 mediante una serie de rigurosos ensayos conducidos bajo circunstancias extremas. Sólo después de la finalización exitosa de estas pruebas, es que se le permite a los sistemas mostrar el listado U.L. o la aprobación de la marca registrada de fábrica.

Requisitos Estándares para Incendios de Clase A y Clase B

Históricamente, los estándares de protección contra incendios tales como NFPA 12A, *Halon 1301 Fire Extinguishing Systems*^[1] emplean un valor extintor de quemador de copa para establecer los niveles de diseño para ambos riesgos de incendio tanto de Clase A (celulósicos) como Clase B (líquidos inflamables y gases). Sin embargo, con el advenimiento de nuevos agentes limpios, las asociaciones de protección contra incendios han reconocido que, según las diferencias fundamentales establecidas entre los incendios de materiales Clase A y Clase B, no hay ninguna base técnica para acoplar el funcionamiento de un quemador de copa Clase B con los criterios de diseño de Clase A.

Como resultado, los estándares vigentes de protección contra incendios tales como NFPA 2001 y la redacción preliminar vigente del ISO 14520, han establecido una separación clara entre las concentraciones de diseño para riesgos de Clase A y Clase B.^[2,3] Mientras que para los riesgos de Clase B se continúa el uso del quemador de copa para determinar las concentraciones de diseño, para los riesgos de Clase A se utilizan diferentes metodologías de prueba tales como aquellas desarrolladas por Underwriters Laboratories,^[4] las cuales miden la habilidad extintora de un sistema contra un riesgo Clase A, tal como un incendio a gran escala de un encofrado de madera. En la sección 3-4.2.2.3 del NFPA 2001 se hace referencia al protocolo de Underwriters Laboratories como el método mínimo aceptado para la determinación de la habilidad extintora de Clase A y del funcionamiento del sistema.

Los riesgos de Clase A representan más del 90% de las aplicaciones para agentes limpios. Actualmente los estándares internacionales vigentes de protección contra incendios definen la mínima concentración de diseño para incendios de superficies de Clase A como la concentración de extinción determinada mediante ensayo, más un 20% de factor de seguridad. Por ejemplo, NFPA 2001 (sección 3-4.2.2.) hace referencia al estándar de Underwriters Laboratories como el método mínimo aceptado para la determinación de la capacidad extintora de la Clase A y el funcionamiento del sistema.

Los estándares internacionales vigentes de protección contra incendios definen la concentración mínima de diseño para gases y líquidos inflamables y combustibles de Clase B como el valor de extinción medido de quemador de copa para el combustible particular, más un 20% de factor de seguridad.

Para los riesgos de ambas Clases A y B, el 20% de factor de seguridad añadido al valor extintor establece la concentración *mínima* de diseño para cualquier sistema. En todos los casos, un diseño apropiado del sistema deberá incluir un minucioso análisis de riesgos hecho por personal calificado. Dicho análisis podría revelar circunstancias que podrían requerir la alteración de los criterios mínimos de diseño de sistema, incluyendo el uso más elevado de concentraciones de agente extintor.

Sistemas FM-200 empleando concentraciones de diseño de 7.0% v/v han sido probados efectivamente por organismos globales independientes a través de ensayos de laboratorio de funcionamiento a gran escala.

No existen bases para acoplar el funcionamiento de quemador de copa Clase B con los criterios de diseño de sistema de Clase A.

Riesgos de Clase A representan más del 90% de las aplicaciones para agentes limpios.

Valores FM-200 para el quemador de copa n-heptano en aparatos de quemador de copa de gran escala varían de 6,5 a 6,7% v/v.

El Metodo de Prueba de Quemador de Copa

El método de quemador de copa de laboratorio ha sido empleado históricamente para determinar las concentraciones de extinción para líquidos inflamables y combustibles gaseosos y el mismo ha servido como base para establecer las concentraciones de diseño para sistemas extintores de incendio de agente limpio. El método de ensayo de quemador de copa provee un reto difícil de extinción debido a la eliminación del flujo turbulento de aire pasada la llama y la alta estabilidad de la llama del quemador de copa resultante, causada por los efectos de anclaje de la llama. Una descripción generalizada del método de quemador de copa de laboratorio puede ser encontrada en el Apéndice 3.4.2 del Estándar NFPA 2001 "Sistemas Extintores de Incendios de Agente Limpio".^[2]

Una de las limitaciones en el uso del método de quemador de copa es la variabilidad de la concentración extintora, como la han medido diferentes investigadores, como consecuencia de la falta de estandarización del aparato de quemador de copa además de su operación. Por ejemplo, el rango de valores FM-200 del quemador de copa para el n-heptano publicado en el NFPA 2001 varía desde 5,8 hasta 6,6% v/v. Debido a que los valores del quemador de copa son empleados sólo como un punto de partida para una posterior investigación, y los mismos deben ser confirmados a través de rigurosos ensayos a gran escala del sistema, esta variabilidad en los valores reportados del quemador de copa, sobre una base relativa, es aceptable.

Recientemente han habido iniciativas dirigidas por la industria para desarrollar un método de quemador de copa estandarizado en un intento de limitar las variaciones de laboratorio a laboratorio al medir concentraciones de extinción. En el pasado, los efectos de las variaciones en el diseño de quemadores de copa sobre la concentración extintora obtenida del aparato de quemador de copa no fueron completamente identificados. Adicionalmente, experiencias recientes han mostrado que un aparato quemador de copa de gran escala tiende a dar concentraciones de extinción más altas en comparación con quemadores de copa de menor escala. Por ejemplo, el valor de quemador de copa FM-200 para el n-heptano, medido independientemente por varios investigadores en aparatos de gran escala, varía de 6,5 a 6,7% v/v.^[5-8]

Es importante notar que las concentraciones de extinción FM-200 reportadas para otros combustibles de Clase B fueron desarrolladas más recientemente usando un aparato quemador de copa de gran escala.^[8] Probablemente, las bases para determinar la concentración de diseño para estos combustibles no cambiará significativamente con la estandarización del quemador de copa a gran escala.

El funcionamiento del agente extintor en situaciones reales de fuego depende directamente de muchos factores, incluyendo las características de diseño de sistema como también la ventilación del recinto y su geometría. Todos estos factores pueden influir en la capacidad del agente extintor para interactuar con el fuego. A pesar que se ha comprobado que el método de quemador de copa es una herramienta analítica valiosa como un punto inicial para establecer la concentración de diseño de sistema para combustibles de Clase B, estos valores sólo pueden ser verificados mediante un riguroso ensayo de incendio a gran escala, conducidos por agencias de certificación independientes como parte de un listado del producto o un proceso de aprobación.

Efectividad del FM-200 en Fuegos de Clase A

Los riesgos de incendio de Clase A representan más del 90% de las aplicaciones para el FM-200. Los estándares internacionales vigentes de protección contra incendios tales como NFPA 2001 y la redacción preliminar del actual ISO 14520 definen la concentración mínima de diseño para incendios de superficie de Clase A, como la concentración extintora

determinada por ensayo, más un 20% de factor de seguridad. Para FM-200, la concentración mínima de diseño para incendios superficiales de Clase A es de 7,0% v/v.

La efectividad del FM-200 en incendios de Clase A ha sido investigada en detalle por Hughes Associates Inc,^[9-11] Underwriters Laboratories, Factory Mutual,^[4] la Guarda Costero de los EE.UU.^[12] y por el Loss Prevention Council.^[13]

La extinción de polímeros combustibles de Clase A con FM-200, incluyendo la combustión tipo batea de combustibles líquidos estancados, ha sido investigada en detalle por Hughes Associates, Inc.^[9-10] Estos ensayos involucraron la extinción de planchas orientadas verticalmente de varios materiales poliméricos, incluyendo cloruro de polivinilo (PVC), polietileno de alta y baja densidad (HDPE, LDPE), polipropileno (PP, tratados y no tratados con retardadores de llama), polimetilmetacrilato transparente y opaco (PMMA), acrilonitrilobutadieno (ABS), como también tablas de pino. Un periodo de 120 segundos de pre-quemado es permitido seguido a la ignición. Los ensayos fueron diseñados de tal manera que los incendios fueran altamente deflectados para así eliminar cualquier contribución a su extinción producida por efectos aerodinámicos. Los incendios en dichos materiales fueron extintos con 5,5% v/v o menos de FM-200.

Como parte de los requisitos de ensayo para el listado y aprobación por Underwriter's Laboratories y Factory Mutual, la extinción de incendios en encofrados de madera fue examinada en un recinto de 1200 ft³.^[4] Estos ensayos emplearon un encofrado de madera de 18"x18"x6" encendido con n-heptano, permitiéndosele un tiempo de pre-quemado de 5 a 6 minutos. Los ensayos también hacían obligatorio que la concentración de oxígeno no fuera inferior al 20,0% v/v antes de la descarga del agente de supresión. Los ensayos fueron realizados a presión mínima de boquilla y a una concentración de FM-200 de 5,8% v/v. Es de notarse que estos ensayos no incorporaron el factor de fuga descrito en NFPA 2001, Sección 3.5.1. Esta combinación de restricciones trae como resultado que los ensayos sean efectuados bajo las condiciones más severas. El criterio de aceptación/rechazo para los ensayos fue la extinción completa del incendio y que el material estudiado no se re-encendiera después de remover el encofrado del recinto seguido a un periodo de 10 minutos de recalentamiento y que no fueran observados fenómenos de combustión espontánea. Los ensayos fueron exitosamente completados a concentraciones de FM-200 de 5,8% v/v por numerosos fabricantes de equipos originales (OEMs, Original Equipment Manufacturers), como parte de sus requisitos de prueba de listado/aprobación.

Como parte de su programa de ensayos, la Guarda Costero de los EE.UU.^[12], ha examinado el funcionamiento de FM-200 en incendios de bandejas de cables con cables recubiertos de PVC. La rápida extinción fue alcanzada a la concentración pico medida (FTIR) de 6,0% v/v FM-200.

Debería notarse que para los tres programas de ensayos descritos, la extinción exitosa de los ensayos de incendio fue alcanzada a concentraciones FM-200 *inferiores* a la concentración mínima de diseño de Clase A de 7,0% v/v. Los resultados de estas experiencias están resumidas en la cuadro No. 1.

Hughes Associates, Inc. examinó la efectividad del FM-200 en combustibles de Clase A incluyendo tableros de circuitos impresos, manojos de cables recubiertos de PVC, cintas magnéticas y papel triturado bajo condiciones típicas a aquellas que se encuentran en instalaciones de procesamiento electrónico de datos (EDP) y de telecomunicaciones.^[11] Los ensayos fueron conducidos en un recinto de 2562 ft² utilizando detección ionizante centrada con una separación de 20 pies del centro el detector. Todo fuego fue extinto dentro del 7,0% v/v FM-200.

El programa del Loss Prevention Council examinó la extinción en encofrados de madera y en incendios de PVC a concentraciones de diseño de 7,0% v/v FM-200.^[13] Dichos ensayos

Las pruebas de incendio del programa LPC fueron extinguidas con una concentración de FM-200 inferior al 7,0% v/v diseñado.

El venteo negativo puede ocasionar la dilución significativa del agente de concentración.

fueron efectuados sobre encofrados de madera de grandes y pequeñas dimensiones. Los encofrados de gran dimensión consistían de 24 listones de Pino Escandinavo de 50x50x450 mm arreglados en 4 hileras de 6 listones, los cuales fueron pre-quemados durante 285 segundos. Los encofrados de pequeña dimensión consistían en 24 listones de Pino Escandinavo de 25x25x300 mm arreglados en 4 hileras de 6 listones, los cuales fueron pre-quemados durante 195 segundos.

Ambos ensayos de incendio de encofrado fueron extintos rápidamente. Es importante notar que en dichos ensayos del LPC, fue requerida la introducción dentro del recinto, de una abertura de venteo negativo con flujo hacia adentro. *Dicha abertura de venteo no ha sido hasta ahora empleada en instalaciones actuales.* Más aún, se ha demostrado que en el recinto de ensayos del LPC y en estructuras similares, la introducción de dicho venteo negativo resulta en una dilución significativa de la concentración del agente de supresión debido al influjo del aire. Por lo tanto, los ensayos de incendio bajo el programa LPC fueron extintos a concentraciones de FM-200 muy inferiores a la concentración de diseño de 7,0% v/v.

Los incendios de PVC del programa de ensayos del LPC consistieron en la combustión de cables de PVC y de cables de cinta de PVC. El incendio de cables de PVC consistió en 72 hebras dentro de un envoltorio principal, cada uno con 280 mm de longitud, enmarcados en metal, en 12 hileras de 6 cordones cada una, permitiéndosele un periodo de pre-quemado de 100 segundos. El incendio de cintas de cable de PVC consistió en 72 hebras de una cinta de cable, cada una de 560 mm de longitud, enmarcadas en metal en 12 hileras de 6 cordones cada una, permitiéndosele un periodo de pre-quemado de 45 segundos.

Ambos incendios de PVC fueron extintos a concentraciones de diseño de 7,0% v/v de FM-200. Tal como fue discutido previamente, es importante notar que en dichos ensayos del LPC, fue requerida la introducción dentro del recinto, de una abertura de venteo negativo con flujo hacia adentro. *Dicha abertura de venteo no ha sido hasta ahora empleada en instalaciones actuales.* Más aún, se ha demostrado que en el recinto de ensayos del LPC y en estructuras similares, la introducción de dicho venteo negativo resulta en una dilución significativa de la concentración del agente de supresión debido al influjo de aire. Por lo tanto, los ensayos de incendios bajo el programa del LPC fueron extintos a concentraciones FM-200 muy inferiores a la concentración de diseño de 7,0% v/v.

La extinción de incendios de Clase A con FM-200, a su concentración mínima de diseño Clase A, se encuentra resumida en la cuadro No. 2.

Efectividad del FM-200 en Fuegos de Clase B

Los estándares vigentes de protección contra incendios definen la concentración mínima de diseño para compuestos inflamables Clase B, líquidos combustibles y gases inflamables, como el valor de extinción de quemador de copa medido para el combustible, más un 20% de factor de seguridad. Tal como es mencionado anteriormente, el aparato de quemador de copa no ha sido todavía estandarizado a la fecha de esta publicación, a pesar que actualmente dichos esfuerzos de estandarización están siendo implementados. Adicionalmente, recientes experiencias han demostrado que el quemador de copa de gran escala tiende a dar resultados reproducibles, dando generalmente valores más altos de concentraciones de extinción, comparados con los valores medidos en un quemador de copa de menor escala. Por ejemplo, el valor de quemador de copa FM-200 para el n-heptano, medido por numerosos investigadores independientes en un aparato de gran escala, varía de 6,5 a 6,7% v/v.^[5-8] Como resultado, anticipando la adopción del quemador de copa de gran escala como estándar, la concentración mínima de diseño FM-200 para incendios de n-heptano deberá sustentarse en el valor de extinción de 6,7% v/v, con un rendimiento de concentración mínima de diseño FM-200 para incendios de n-heptano de 8,0% v/v.

Ensayos de incendio a gran escala FM-200 fueron conducidos como parte de los requisitos de pruebas para el listado/aprobación del sistema de supresión de incendios FM-200 por Underwriters Laboratories y Factory Mutual.^[4] Los ensayos realizados emplearon una batea incendiada de 2,5 ft² en un recinto de 1200 ft³. Entre los combustibles examinados se incluyen acetona, n-heptano, tolueno e isopropanol. Las condiciones de ensayo incluyen mantener un nivel de oxígeno mayor del 20% y el uso de una presión mínima de boquilla. Es de notar que el protocolo de prueba también requiere que todo fuego sea extinto dentro de los 30 segundos seguidos al final de la descarga, y que la concentración FM-200 empleada sea una medición de laboratorio de quemador de copa, y que el mismo no incluya el 20% de factor de seguridad especificado por el NFPA 2001. Paralelamente con el caso de ensayos de incendios de Clase A, el factor de fugas no está incorporado en los cálculos de las concentraciones del agente estudiado. Todo incendio fue extinto dentro de los 30 segundos siguientes al final de la descarga, a las siguientes concentraciones de FM-200: n-heptano, 5,8% v/v (quemador de copa gran escala 6,5-6,7% v/v); acetona 6,8% v/v (quemador de copa gran escala 6,9% v/v); tolueno 5,8% v/v (quemador de copa gran escala 5,6% v/v); isopropanol 7,3% v/v (quemador de copa gran escala 7,5% v/v). Los ensayos fueron completados exitosamente por un número de OEMs como parte de sus requisitos de ensayo de listado/aprobaciones.

Ensayos adicionales de Underwriters Laboratories/Factory Mutual, incluyen un área de cobertura a alturas de recinto máximas y mínimas.^[4] Dichos ensayos fueron conducidos bajo condiciones de máxima densidad de llenado de cilindro, temperatura mínima de almacenamiento de cilindro, presión mínima de boquilla, y tal como en los ensayos de incendio de bateas, requiere el uso del agente a su concentración de extinción de quemador de copa. Para el ensayo a altura mínima, se utilizó un recinto típico medido de 40'x44'x1', y conteniendo botellas llenas con n-heptano localizadas en las cuatro esquinas y una botella adicional colocada detrás de un deflector. El criterio de aceptación/rechazo de ensayo fue la extinción de todo fuego dentro de los 30 segundos siguientes al final de la descarga del agente extintor. Para el ensayo de máxima altura, se utilizó un recinto típico de pruebas medido de 10'x10'x12', y conteniendo botellas llenas de n-heptano localizadas en los ocho vértices. El criterio de aceptación/rechazo de ensayo fue de nuevo la extinción de todo el fuego dentro de los 30 segundos siguientes al final de la descarga del agente extintor. Ambos ensayos fueron completados exitosamente a concentraciones FM-200 de 5,8% v/v por numerosos OEMs como parte de sus requisitos de ensayo de listados/aprobaciones.

La Compañía 3M ha reportado ensayos de escala intermedia de FM-200 correspondientes a ensayos en recintos de 45 ft³ e incendios de bateas variables desde 0,3 hasta 7,7 kW. Todo fuego presente fue extinto dentro del 6,3% v/v de FM-200. Así mismo, 3M realizó ensayos adicionales en un recinto de 45 ft³ para el estudio de incendios de batea de n-heptano, variables desde 0,1 hasta 3,7 kW.^[15] Todo fuego presente fue extinto por 7,0% v/v de FM-200.

El New Mexico Engineering Research Institute^[16] ha realizado ensayos de escala intermedia para examinar la extinción de incendios tipo batea altamente deflectados de n-heptano en un recinto de 645 ft³. También se examinaron incendios con un área superficial de combustible de 0,6ft² a 2,5 ft² por cada 1000 ft³ de volumen confinado, y todo fuego presente fue extinto dentro del 6,3% v/v de FM-200.

Ensayos de la US Coast Guard^[9] en un espacio de maquinaria de 19776 ft³, examinaron la efectividad del FM-200 en incendios de n-heptano y diesel. Dichos incendios de prueba incluyen una combinación de rociadores de n-heptano de 500 kW/incendio tipo batea de 500 kW, una combinación de 2 MW de rociadores de n-heptano/incendio tipo batea de 500 kW y una combinación de incendio tipo batea de diesel de 5 MW/ rociadores de diesel de 500 kW/incendio de bandeja de cables. Todo fuego presente fue extinto a la concentración medida (FTIR) de 6% v/v FM-200.

La efectividad del FM-200 en incendios de Clase B ha sido investigado en detalle por Underwriters Laboratories and Factory Mutual como parte del proceso de listado/aprobación para los sistemas de supresión FM-200.

Ensayos independientes conducidos por las siguientes organizaciones: Compañía 3M, New Mexico Engineering Research Institute, United States Coast Guard, Naval Research Laboratories, Hughes Associates Inc, y Loss Prevention Council también han confirmado la eficacia del FM-200.

Todos los ensayos realizados fueron extintos a concentraciones medidas (FTIR) de 6,0% v/v FM-200.

Todos los incendios de n-heptano en los ensayos de Clase B fueron exitosamente extintos a concentraciones FM-200 a nivel o por debajo de las concentraciones de diseño.

Ensayos a gran escala de FM-200 en un recinto de 2000 ft³ han sido reportados por el Instituto de Investigación Naval de los EE.UU.^[17] En dichos ensayos, 7% v/v de FM-200 extinguió incendios tipo batea de n-heptano de 2,5 ft² además de incendios con rociadores de n-heptano.

Empleando el mismo modelo experimental en las mismas condiciones, tal como fue estudiado en incendios de planchas de polímero, Hughes Associates, Inc examinó la extinción de incendios tipo batea sobre n-heptano (con 100 segundos de pre-quemado), y también observó su rápida extinción a 5,8% v/v de FM-200.^[10]

Los ensayos realizados por el Loss Prevention Council (LPC), examinaron la extinción de incendios pequeños (300 milímetros de diámetro) y grandes (445 milímetros de diámetro) de tipo batea de n-heptano (60 segundos de pre-quemado) a concentraciones de diseño de 7,0% v/v de FM-200. Tal como fue indicado anteriormente, los ensayos LPC requieren la introducción dentro del recinto, de una abertura de venteo negativo con flujo hacia dentro. *Dicha abertura de venteo no ha sido empleada hasta ahora en instalaciones actuales.* Más aún, se ha demostrado que en el recinto de ensayos del LPC y en estructuras similares, la introducción de dicho venteo negativo resulta en una dilución significativa de la concentración del agente de supresión debido al influjo de aire. Por lo tanto, los ensayos de incendio realizados por el programa del LPC fueron actualmente extintos a concentraciones de diseño de FM-200 *muy inferiores* a la concentración de diseño del 7,0% v/v. Seguido a la optimización de la disposición del venteo, para minimizar la dilución del agente, ambos incendios fueron rápidamente extintos: el tiempo de extinción del incendio pequeño tipo batea fue de 15 segundos (referencia 13, página 22) y para el incendio grande de tipo batea, el tiempo de extinción fue completado en 12 segundos (referencia 13, página 21). También debería notarse que el uso de un calibre delgado de batea en los ensayos del LPC resultó en temperaturas de borde superiores a la temperatura de autoignición del n-heptano.

Los resultados de los ensayos de Clase B descritos anteriormente se encuentran resumidos en el cuadro No. 3.

Sumario

Una interpretación clara de los estándares vigentes de protección contra incendios y de los ensayos de funcionamiento de los agentes de supresión de incendio es crucial para la evaluación y el uso apropiados de dichos agentes, tales como el FM-200.

- Sistemas de FM-200 empleando una concentración de diseño de 7% v/v han sido comprobados como seguros y efectivos para la protección contra riesgos de incendios típicos de Clase A, a través de numerosos ensayos verificados independientemente por organismos tales como Underwriters Laboratories y Factory Mutual.
- Para riesgos de incendio de Clase A y Clase B, un factor de seguridad de 20% añadido a la concentración de extinción medida establece la concentración mínima de diseño para cualquier sistema. En todos los casos, el diseño apropiado del sistema debe incluir un análisis de riesgos conducido por personal calificado.
- Los estándares internacionales de protección contra incendios separan los requisitos de protección indicados para fuegos de Clase A y Clase B, empleando separadamente un ensayo de extinción para establecer las concentraciones de diseño para la Clase A y un ensayo de extinción de quemador de copa, para establecer las concentraciones de diseño para la Clase B.
- Se están poniendo en práctica iniciativas para estandarizar el método de quemador de copa empleando un aparato de pruebas a mayor escala, resultando esto en mayores mediciones de concentración de extinción comparadas con aquellas obtenidas en los aparatos de menor escala utilizados actualmente.

- Anticipando los altos valores de concentración de extinción esperados gracias a la adopción del aparato de quemador de copa a gran escala, las concentraciones mínimas de diseño de FM-200 para incendios de n-heptano basados en el valor de extinción del quemador de copa de 6,7% v/v, darán como resultado un rendimiento de 8,8% v/v de concentración mínima de diseño de FM-200 para incendios de n-heptano.

Referencias

1. NFPA 12A, *Halon 1301 Fire Extinguishing Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1992.
2. NFPA 2001, *Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems*, National Fire Protection Association, Quincy, MA, 1996.
3. ISO 14520, *Gaseous Fire Extinguishing Systems*, International Standards Organization, Draft, 1996.
4. Underwriters Laboratories, *Fire Extinguishment/Area Coverage Fire Test Procedure for Engineered and Preengineered Clean Agent Extinguishing System Units*, Noviembre 1994.
5. Saito, N., et. al., 1995 Halon Options Technical Working Conference, Albuquerque, NM.
6. Sheinson, R., Naval Research Laboratories, comunicación al personal.
7. Verband der Schadenversicherer e.V., *Labor für Loschanlagen und RWA Bereich CHL, Prüfbericht Nr: CHL 96030, über Messungen mit einer "cup burner" Prüfeinrichtung nach ISO 6183 mit dem Loschmittel FM-200, 2/29/96.*
8. FM-200: *Technical Information Manual*, Great Lakes Chemical Corporation, 1997.
9. Hughes Associates, Inc., *Summary of Proposed ISO Class A Minimum Extinguishing Concentration Test Protocol*, 1997.
10. Hughes Associates, Inc., comunicación al personal.
11. Hughes Associates, Inc., *Hazard Assessment of Thermal Decomposition Products of FM-200TM in Electronics and Data Processing Facilities*, Hughes Associates, 1995.
12. Hansen, R., et. al., *USCG Full-Scale Shipboard Testing of Gaseous Agents*, 1994 International CFC & Halon Alternatives Conference, Washington, DC, 1994.
13. Loss Prevention Council, *Halon Alternatives: A Report on the Fire Extinguishing Performance Characteristics of Some Gaseous Alternatives to Halon 1301*, Julio 1996.
14. Ferreira, M., et. al., *An Update on Thermal Decomposition Products Results Utilizing PFC-410*, International CFC & Halon Alternatives Conference, Washington, DC, Oct 1, 1992.
15. Brockway, J.C., *Recent Findings on Thermal Decomposition Products of Clean Extinguishing Agents*, NFPA 2001 Committee Meeting, Ft. Lauderdale, FL Septiembre 19-22, 1994.
16. Moore, T.A., et. al., *Intermediate Scale (645 ft³) Fire Suppression Evaluation of NFPA 2001 Agents*, Proceedings of the 1993 Halon Alternatives Technical Working Conference, Albuquerque, NM, 1993.
17. Sheinson, R., et. al., *Total Flooding Real Scale Fire Testing with Halon 1301 Replacements*, 1994 International CFC and Halon Alternatives Conference, Washington, DC, 1994.

Cuadro 1. Extinción de Incendios de Clase A FM-200 a Concentraciones por Debajo de la Concentración Mínima de Diseño

Investigador	Riesgo de Incendio/ Condiciones de Ensayo	Concent. FM-200 (% v/v)	Ref.
Hughes Associates Inc. ^a	Losa de polímero orientada verticalmente Magnitud del incendio 10-30 kW Recintos de 15m ³ y 72 m ³ respectivamente.	PMMA < 5,5 HDPE < 5,5 LDPE < 5,0 PVC < 5,0 PP < 5,0 ABS < 5,0 Pino < 5,0	9,10
Underwriters Laboratories/ Factory Mutual	Incendio en encofrado de madera de 18" x 18" x 6" 5 a 6 minutos de pre-quemado Mantenimiento del nivel de oxígeno por encima de 20.0% Presión mínima de boquilla Recinto de 34 m ³	5,8	4
U.S. Coast Guard	55 MW Incendio tipo batea 500 kW incendio tipo rociador chocando contra una bandeja de cables Recinto de 560 m ³	6,0	12

^a PMMA= Polimetilmetacrilato (transparente y opaco). HDPE= Polietileno de alta densidad. LDPE= Polietileno de baja densidad. PVC= Cloruro de polivinilo. PP= Propileno. ABS= Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno

Cuadro 2. Extinción de Incendios Clase A FM-200 Concentración de Diseño de 7,0%

Investigador	Riesgo de Incendio/ Condiciones de Ensayo	Conc. FM-200 (% v/v)	Comentarios	Ref.
Loss Prevention Council	24 Listones de Pino de 50 x 50 x 450 mm 4 hileras de 6 listones cada una (14 kg en total) 285 segundos de pre-quemado Recinto de 96 m ³	< 7,0 ^a	Tiempo de extinción = 33 s	13
Loss Prevention Council	24 Listones de Pino de 50 x 50 x 300 m. 4 hileras de 6 listones cada una (2,5 kg en total) 195 segundos de pre-quemado Recinto de 96 m ³	< 7,0 ^a	Tiempo de extinción = 10 s	13
Loss Prevention Council	Conductor eléctrico principal de 72 hebras, 280 mm de largo 12 hileras de 6 hebras cada una y bujía de encendido de metanol enmarcada en metal Recinto de 96 m ³ 100 segundos de pre-quemado	< 7,0 ^a	Tiempo de extinción = 5 s	13
Loss Prevention Council	Conductor eléctrico principal de 72 hebras, 560 mm de largo 12 hileras de 6 hebras cada una; Recinto de 96 m ³ 100 segundos de pre-quemado	< 7,0 ^a	Tiempo de extinción = 2 s	13
Hughes Associates Inc.	cinta magnética (21-35 kW) cable de PVC (3-6 kW) papel triturado (11-36 kW) tableros de computación (5-18 kW) recinto de 73 m ³	7,0		11

a Ensayos conducidos en los recintos estudiados por LPC demostraron que el venteo de presión negativa resulta en un largo aporte de flujo de aire durante la descarga, dando como resultado una dilución significativa del agente de supresión.

b Tiempo de extinción obtenido por pruebas de video.

Cuadro 3. Extinción de Incendios de Clase B por FM-200

Investigador	Riesgo de Incendio/ Condiciones de Ensayo	Conc. FM-200 (% v/v)	Comentarios	Ref.
3M	Incendios de n-heptano de tipo batea de 0,3 a 7,7 kW; Recinto de 1.3 m ³	6,6		14
3M	Incendios de n-heptano de tipo batea de 0,1 a 3,7 kW; Recinto de 1.3 m ³	7,0		15
NMERI	Incendios de n-heptano de tipo batea de 0,04 y 0,06 m ² ; Recinto de 18 m ³	6,3		16
NRL	Incendios de n-heptano de tipo batea de 0.23 kW; Incendio de rociadores de n-heptano; Recinto 56 m ³	7,0		17
U.S. Coast Guard	a. 1 MW comb. de n-heptano batea/rociadores b. 2.5 MW comb.de n-heptano batea/rociadores c. 5.5 MW conn. de diesel batea/rociadores y bandeja de cables; Recinto de 560 m ³	6,0		12
Loss Prevention Council	Batea de n-heptano de 445 mm 75 segundos pre-quemado Recinto de 96 m ³	< 7,0 ^a	Tiempo de extinción = 12 s	13
Loss Prevention Council	Batea de n-heptano de 300 mm 75 segundos pre-quemado Recinto de 96 m ³	< 7,0 ^a	Tiempo de extinción = 15 s	13
Underwriters Laboratories/ Factory Mutual	Incendio de batea de 0,23 m ² de n-heptano mantenimiento del nivel de oxígeno a 20.0% Presión mínima de boquilla 34 m ³ de recinto	5,8		4
Hughes Associates, Inc.	Incendio de batea de 0,023 m ² de n-heptano Incendio altamente deflectado de n-heptano 15 m ³ enclosure	5,8		11

a Ensayos conducidos en los recintos estudiados por LPC demostraron que el venteo negativo de presión resulta en un largo aporte de flujo de aire durante la descarga, dando como resultado una dilución significativa del agente de supresión.

**Great Lakes
Chemical Corporation**

P.O. Box 2200
One Great Lakes Boulevard
West Lafayette, IN 47906-0200
Teléfono: 765-497-6100
(Para órdenes de compra e
información de productos)
<http://www.FM-200.com>

**Great Lakes Chemical
(Europa), Ltd.**

P.O. Box 44
Oil Sites Road
South Wirral L65 4GD
Ellesmere Port, England
REINO UNIDO
Teléfono: 44-151-356-8489

© 1998 Great Lakes Chemical Corporation

La información contenida en esta publicación es sustentada por datos actualmente disponibles de la corporación Química Great Lakes y la misma es considerada correcta. En vista que GLCC no posee ningún control sobre el uso que terceros pudieran disponer para los materiales descritos en esta publicación, GLCC no garantiza que resultados similares a los descritos aquí sean obtenidos. Ninguna garantía es hecha o deberá ser asumida, con respecto a la efectividad o la seguridad relacionadas con el posible diseño de cualquier artículo usando la información contenida en esta publicación.

GLCC no ofrece garantías de la mercancía ajustada a un propósito particular o cualquier otra garantía implícita o explícita. EL comprador asume todos los riesgos y responsabilidades resultantes del uso de productos GLCC. Ninguna información contenida aquí será considerada con permiso y/o recomendación para ejercer una invención patentada sin la correspondiente licencia.

Toda información y datos contenidos en esta publicación están destinados a ser usados por personal técnicamente calificado, a su discreción y riesgo. Hojas de datos de seguridad de materiales y otra literatura relacionada con estos productos deberán ser leídos y comprendidos antes de efectuar trabajos que utilicen productos GLCC. Todos los usuarios de materiales tales como los descritos en esta publicación, deberán hacer sus propios ensayos para determinar la conveniencia de los mismos para el diseño de artículos destinados a un uso particular.

GLK-437-2/98