

LA VENTILACIÓN Y SU APLICACIÓN TECNOLÓGICA AL CONTROL DEL HUMO EN LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Recibido: 5/9/05

Aceptado: 25/10/05

1. INTRODUCCIÓN

La ventilación es necesaria en las condiciones normales de un edificio por cuanto es un factor primordial para el logro de una calidad del aire interior aceptable. Cuando se produce un incendio, el humo y los gases de combustión constituyen el peligro más grave para la vida de los ocupantes. En este último caso, la ventilación también desempeña un papel esencial.

El humo y los gases de la combustión se extienden con gran rapidez y facilidad por el edificio alcanzando en breve tiempo zonas alejadas del origen del incendio, por lo que el riesgo derivado de este hecho existe para todos los ocupantes del edificio si no se disponen las medidas adecuadas.

Aunque la respuesta lógica ante tal situación es la evacuación, es difícil evacuar rápidamente edificios de grandes dimensiones o de altura elevada, existiendo edificios que, por las particularidades físicas o psíquicas de sus ocupantes (como los hospitales) deberán considerarse inevacuables en la práctica. Para estos tipos de edificios y ocupantes, se hace necesario disponer medidas que logren mantener alejado el humo de las personas durante el proceso de la evacuación o durante la totalidad del suceso del incendio.

Las técnicas de control del humo tratan de minimizar el riesgo producido incidiendo sobre esta última característica su facilidad de extensión. Así, con estas técnicas, se pueden encauzar el humo y sus efectos hacia zonas no peligrosas, confinarlo en recintos o evitar que penetre en un sector determinado.

Por tanto, mediante la utilización de las técnicas de control del humo y de los gases se puede evitar que los ocupantes entren en contacto con estos productos de la combustión, permitiendo que permanezcan a salvo dentro del edificio en recintos protegi-



Sagrario Lantarón Sánchez
Doctora Ingeniera Industrial
Profesora de la Universidad Politécnica de Madrid

dos o que (en el momento apropiado) se proceda a la evacuación de forma segura. En la actualidad se admiten dos procedimientos para dominar el humo: el control activo y el pasivo.

2. CONTROL PASIVO

Las técnicas de control pasivo del humo se basan en el concepto de compartimentación de larga permanencia, mediante la utilización de medios constructivos adecuados que dividen el edificio en diferentes sectores denominados sectores de incendio. La compartimentación debe ser completa en todo el recinto de tal forma que, si existen canalizaciones que puedan comunicar el recinto con otro espacio, también deben aislarse adecuadamente.

Cumplida la idea anterior, se debe prestar especial atención a los sistemas de aire acondicionado y ventilación existentes, ya que ambos constan de aberturas y diversos conductos que atraviesan la construcción y que pueden constituir distintos caminos de extensión para el humo. Las técnicas de control pasivo del humo exigen que, en situaciones de incendio, los ventiladores de ambos sistemas (aire acondicionado y ventilación) se paren y las compuertas de humo y fuego en el sistema de conductos se cierren.

Las barreras que determinen sectores o compartimenten el edificio deben ser continuas y estables, capaces de admitir las deformaciones y resistir las fuerzas físicas y térmicas del fuego, evitando con todo ello el derrumbe de las estructuras que con frecuencia suele ocurrir dentro de la zona del incendio.



Rafael Díaz Díaz
Doctor Ingeniero Industrial
Profesor de la Universidad Politécnica de Madrid

La resistencia al fuego que necesitan los elementos separadores depende de su cometido y de la intensidad prevista del fuego. En la mayoría de los casos, se puede fijar esta intensidad según el historial de las temperaturas de los incendios. Si el elemento pretende limitar las dimensiones probables del incendio sin tener en cuenta las medidas adoptadas para extinguirlo, es necesario que dicha barrera pueda resistir el fuego máximo previsto originado al arder los combustibles dentro de cada zona concreta donde se desarrolle el incendio. Sin embargo, si con los distintos componentes estructurales se pretende contener el incendio hasta la evacuación de los ocupantes y la llegada del servicio de bomberos, el intervalo de tiempo necesario para adoptar estas medidas determina el tiempo que dichos componentes como barreras deben resistir todos los diversos efectos propios del incendio previsto. Así, en general, los objetivos de la compartimentación para confinar el incendio al sector de origen del mismo son los siguientes:

- Aislar un espacio considerado como de riesgo de incendio más elevado que las zonas adyacentes. Este sistema es aplicado generalmente alrededor de los cuartos o conjuntos utilizados como almacén, espacios donde existan productos inflamables, hornos, laboratorios, talleres de mantenimiento, etc.

- Reducir al mínimo el riesgo de pérdidas humanas en un edificio debido a incendios ocurridos en un espacio fuera de su área específica de control. Esto se logra de manera efectiva mediante la aplicación de es-

te método, separando las zonas más vulnerables tales como apartamentos, conjuntos de oficinas, habitaciones en hoteles, chalés adosados, etc.

- Reducir al mínimo las pérdidas materiales del mismo modo.

La compartimentación ofrece una ventaja adicional porque limita el tamaño del incendio, reduce la cantidad de humo producido y facilita la extinción. La efectividad de una barrera depende, además de su propia resistencia al fuego de la que ya hemos hablado, de los detalles de su construcción y de los huecos existentes tales como ventanas, puertas, conductos, tuberías, tendidos eléctricos y parrillas. Es muy común que las barreras no sean efectivas porque su mantenimiento ha sido inatendido o porque su diseño permite la aparición de penetraciones. Por ejemplo, la resistencia al fuego de una unión entre piso y techo de tres horas puede resultar anulada debido al gran número de bolsas que se forman en esos puntos críticos; la resistencia al fuego de un tabique de dos horas se pierde cuando se deja abierta una puerta.

Luego es fundamental que se prevea un mantenimiento adecuado para cada barrera física, que las puertas presentes en ella dispongan de sistemas de cierre automático para evitar que queden abiertas y que todas las canalizaciones que las atraviesen sean resistentes al fuego o dispongan de compuertas cortafuego. Si se cumplen estas condiciones, se puede conseguir una barrera eficaz frente a las llamas.

No obstante, aún cuando se cumplan las estipulaciones anteriores, es frecuente que la barrera presente pequeños orificios o discontinuidades que, si bien no resultarían un gran inconveniente para la contención de las llamas, previsiblemente sí lo son para el humo y gases que se desplazan con mayor rapidez y facilidad. Pensemos que es muy complicado hacer que un recinto sea totalmente estanco a un gas.

Las barreras resistentes al fuego son ensayadas en laboratorio bajo condiciones artificiales que a menudo no coinciden con las condiciones reales que se van a producir en un in-

cenidio. Los ensayos ofrecidos se basan principalmente en un control del comportamiento de la barrera frente al fuego, sin lograr resultados precisos sobre el comportamiento del humo y los gases bajo condiciones de presión.

Por todo ello, es muy difícil que, con estas técnicas, se alcance el éxito completo. Cuando se requiera un control real del humo y, sobre todo, en edificios en los que se tenga previsto mantener a los ocupantes en el interior o en los que la evacuación se prevea lenta, es necesario complementar las técnicas de control pasivo con otras que ayuden a actuar de manera conveniente y efectiva sobre el movimiento del humo. Este es el propósito principal de las técnicas de control activo del humo.

3. CONTROL ACTIVO

El control activo del humo da por su puesta la existencia de barreras constructivas propias del control pasivo al tiempo que añade componentes y sistemas de eliminación del humo o de control de su movimiento. A continuación se analizan las principales técnicas existentes en la actualidad.

3.1. Ventilación

Como primer método para el control del humo de forma activa podemos señalar su eliminación mediante la ventilación propiamente dicha. De este modo, la ventilación es un factor importante en la lucha contra incendios consistente en la eliminación del humo, los gases y el calor de las distintas zonas del edificio. La ventilación de estas zonas debe cumplir las funciones de:

1. Protección humana, mediante la eliminación o dispersión del humo y de los gases tóxicos de los lugares donde los ocupantes del edificio deben hallar refugio temporal.

2. Mejora de la atmósfera en las cercanías del foco del incendio mediante la eliminación del humo y del calor. De este modo, los bomberos pueden acercarse al fuego para extinguirlo con el mínimo empleo de tiempo y agentes extintores, y con menor peligro para su Seguridad.

3. Control de la propagación o de la dirección de propagación del humo y otros efectos del incendio, mediante la creación de corrientes de aire que conduzcan dicha propagación en la dirección deseada. De esta manera se protegerá más eficientemente tanto a los ocupantes como los bienes materiales.

4. Evacuación de los gases combustibles no quemados antes de que formen una mezcla inflamable, evitando una explosión de humos o un reflujo de las fuertes corrientes propias de los incendios.

La eliminación del humo mediante la ventilación puede ser realizada por tiro natural o tiro mecánico.

3.1.1. Eliminación por tiro natural

Consiste en proporcionar entradas naturales para suministro de aire y salidas para evacuación de humo y gases, comunicadas con el exterior directamente o a través de conductos. Como salidas de humo se podrán instalar aberturas o bocas en fachadas o en cubiertas, unidas o no a conductos. Como entradas de aire se contabilizarán aberturas en fachada, puertas de locales abiertas al exterior o a locales en sobrepresión, escaleras no compartimentadas o al aire libre o bocas unidas o no a tubos.

Los dispositivos de accionamiento del sistema podrán ser manuales o automáticos, en el último caso siempre complementado por un dispositivo manual. Garantizarán la apertura de bocas y salidas de humo en el volumen afectado, y la parada de las ventilaciones mecánicas excepto cuando su sistema pueda ser utilizado para la eliminación del humo. El mando automático se activará por detectores sensibles al humo o a los gases de combustión del sector afectado y anulará el mando automático de los dispositivos de eliminación del humo de las otras partes del edificio servidas por la misma red de eliminación del humo.

3.1.2. Eliminación mecánica (tiro mecánico):

Consiste en la extracción mecánica de humo y en el suministro de aire por vía natural o mecánica; además,

se podrá generar sobrepresión en los espacios que haya que mantener libres de humo. La extracción se realizará por bocas conectadas a un extractor mecánico mediante un conducto. Las entradas de aire pueden ser naturales, siendo en este caso las mismas descritas en el apartado de tiro natural, o mecánicas, consistiendo entonces en una serie de bocas conectadas a un ventilador de impulsión de aire mediante conductos.

La velocidad de impulsión del aire debe ser menor que 5 m/s. El caudal de aire que llega a las bocas de entrada mecánica será del orden de 0,6 veces el caudal de extracción.

Utilizando un sistema de ventilación para la eliminación del humo, se obturarán las bocas abiertas en funcionamiento normal para evitar que el humo llegue a otros sectores. Los ventiladores de extracción garantizarán su funcionamiento durante una hora con humo a 400 °C. Contarán con una fuente de alimentación eléctrica de seguridad. Las líneas estarán protegidas de los cortocircuitos y dimensionadas en función de las sobrecargas más fuertes que pueden soportar los motores.

3.2. Dilución

Esta técnica consiste en reducir la concentración del humo en el edificio mediante mezcla con aire limpio. Sin embargo, no hay evidencias teóricas o experimentales que demuestren que el uso de los sistemas de aire acondicionado y ventilación de un edificio para la dilución del humo consiga una mejora significativa en las condiciones ambientales dentro del edificio incendiado. Luego sólo es una técnica a considerar como solución complementaria.

3.3. Presurización

El uso de diferencias de presión de aire a través de las barreras físicas para controlar el movimiento del humo es calificado frecuentemente como presurización. La presurización tiene por resultado flujos de aire que traspasan los pequeños orificios y aberturas que existen en dichas barreras, impidiendo con ello el regreso del humo a través de esos orificios.

Tabla 1. Diferencias de presión máximas permitidas a través de puertas (Pa)

| Fuerza del cierre (N) | Anchura de la puerta (cm) | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------|-------|-------|-------|
| | 81 | 91,5 | 101,6 | 111,8 | 116,8 |
| 26,7 | 112 | 99,5 | 92,1 | 84,6 | 77,2 |
| 35,6 | 102 | 92,1 | 84,6 | 77,2 | 69,7 |
| 44,5 | 92,1 | 84,6 | 74,6 | 69,7 | 64,7 |
| 53,4 | 84,6 | 74,6 | 67,2 | 62,3 | 57,2 |
| 62,3 | 74,6 | 67,2 | 59,7 | 54,8 | 52,2 |

Notas:

1. La fuerza total de apertura es de 133 N.
2. La altura de la puerta es de 2,13 m.

Al emplear la técnica de presurización, es apropiado considerar la diferencia de presión máxima y mínima admisible a través de la barrera de que se trate. Los valores discutidos en este punto se basan en las recomendaciones de la NFPA-92 A. La diferencia de presión máxima admisible debería ser un valor que no tenga como resultado unas fuerzas de apertura de puertas excesivas. La fuerza necesaria para abrir una puerta es la suma de la fuerza que se precisa para permitir su cierre y la diferencia de presión a su través. Claramente, la condición física de cada persona es un factor importante en la determinación de una fuerza razonable de apertura. El *Life Safety Code* (NFPA 101) expresa que la fuerza requerida para abrir una puerta en un medio de salida no debe exceder de 133 N. Para este límite, las diferencias de presión máximas permitidas, calculadas en el *Manual de Control de Humo ASH-RAE*, se listan en la Tabla 1.

Además, debe existir un valor de diferencia de presión mínimo que el sistema de control de humo debería mantener para asegurar el confinamiento del humo bajo cualquier condición. En la Tabla 2 se ofrecen algunas sugerencias sobre diferencias de presión de diseño mínimas.

Las diferencias de presión producidas por los sistemas de control de humo tienden a fluctuar debido al viento, vibraciones del ventilador, apertura y cierre de puertas, y otros

factores. Puede no tener un efecto serio en la protección dada por el sistema de control del humo que se produzcan pequeñas desviaciones en la diferencia de presión de diseño mínima sugerida. No hay un valor claro admisible para esta desviación. Depende de la hermeticidad de las puertas y la construcción, de la toxicidad del humo, del índice de flujos de aire y el volumen de los espacios. Desviaciones intermitentes de hasta el 50% de la diferencia de presión mínima de diseño sugerida se consideran tolerables en la mayoría de los casos.

La idea de cajas de escalera presurizadas para proveer un medio ambiente sostenible a las rutas de escape durante los incendios en los edificios fue propuesta en primer lugar a finales de los 60. Sobre la misma época, fue desarrollado el concepto de sandwich de presión. Esta idea consistía en la extracción de aire de la planta del incendio y la presurización de las plantas circundantes para intentar limitar el movimiento del humo a la planta del incendio. El concepto de sandwich de presión ha evolucionado a los actuales sistemas de control de humo zonificados. El concepto de presurización de cajas de ascensores complementa el término general de "control activo del humo".

3.3.1. Presurización de cajas de escalera

Las cajas de escalera son el principal medio de escape de un edificio y, por

Tabla 2. Diferencias de presión de diseño mínimas (Pa)

| Tipo de protección ⁽¹⁾ | Altura de planta (m) | Diferencia de presión (Pa) |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|
| CR | Cualquiera | 12,4 |
| SR | 2,74 | 24,9 |
| SR | 5,77 | 34,8 |
| SR | 6,4 | 44,8 |

- (1) CR: con rociadores automáticos
SR: sin rociadores automáticos

tanto, se deben proteger de forma efectiva para permitir una evacuación segura durante un incendio. El método utilizado para esta protección es el de presurización, el cual consiste en incrementar la presión dentro de la caja con respecto a los espacios circundantes por medio de la inyección de aire exterior con uno o varios ventiladores de suministro.

La diferencia de presión mínima que debe mantenerse en la caja según el código BS 5588 parte 4 es de 50 Pa; de acuerdo con BS 5588 parte 5 debe encontrarse en el rango de 30 a 50 Pa. Conforme al código AS 1668 parte 1, debe ser de 50 Pa mientras que la NFPA 92 A recomienda que sea superior a 45 Pa.

Una vez conocido el gradiente de presión necesario en la caja de escalera, se necesita mantener esta sobrepresión prácticamente constante durante todo el tiempo que dure el incendio. Diseñar tal sistema sería sencillo si todas las puertas de la escalera permanecieran cerradas. Por supuesto, durante la evacuación, las puertas de la escalera se abren dando lugar a unas pérdidas intermitentes de la presurización efectiva, permitiendo que el humo se introduzca en la caja de escalera. Por otra parte, el suministro de aire en cantidades suficientes para hacer frente a la caída de presión por la apertura de puertas puede dar lugar a una sobrepresurización de la caja de escalera cuando todas las puertas estén cerradas, lo que haría difícil la apertura de éstas. Para prevenir la sobrepresión o la caída de presión por debajo de valores admisibles, los sistemas de presurización de escaleras se diseñan con aberturas adicionales -sobrepresión de seguridad- (puertas de salida adicionales, compuertas barométricas) o con elementos que permitan un suministro de aire variable -control de realimentación- (*bypass*, ventilador de velocidad regulable, ventilador con aspas de grado variable).

Los sistemas de sobrepresión de seguridad actúan bajo un flujo de aire, proporcionado por los ventiladores, relativamente constante. En el sistema con aberturas adicionales el área de éstas debe ser lo suficiente-

mente grande como para que la diferencia de presión máxima permitida no sea superada cuando todas las puertas de la caja de escalera estén cerradas. Cuando alguna puerta se abre, la presión cae. Este sistema debe ser capaz de mantener en todo momento una diferencia de presión superior a la mínima exigible. El sistema que utiliza el método de compuertas barométricas es similar al anterior, pero en este caso las aberturas adicionales están protegidas con unas compuertas barométricas que cierran automáticamente cuando la presión cae por debajo de un valor determinado.

Los sistemas de flujo de aire variable utilizan una tecnología capaz de hacer variar el caudal de aire suministrado por los ventiladores. Los ventiladores de flujo variable son controlados por sensores de presión estáticos que detectan la diferencia de presión entre la caja de escalera y las zonas anexas del edificio. Así, el flujo de aire se incrementa cuando alguna puerta se abre, y disminuye cuando las puertas están cerradas.

Debemos destacar que la ventilación y extracción del humo de la planta del incendio mejora el funcionamiento de cualquiera de los sistemas descritos anteriormente. La ventilación incrementa la diferencia de presión entre la caja de escalera y la planta del incendio previniendo la introducción del humo en estos recorridos de evacuación.

En cualquier sistema de presurización de escaleras existe la posibilidad de que el humo vuelva a introducirse en la escalera al ser absorbido por los ventiladores de presurización de toma de aire. Por ello, se debe considerar la posibilidad del cierre automático. Las tomas de aire de suministro deberían separarse de todas las salidas de aire del edificio, salidas de huecos de humo, ventilaciones del ascensor y otras aberturas a través de las que el humo pueda salir al exterior. A causa de la ascensión de los gases calientes, se considera que las entradas de aire de suministro se deben colocar bajo tales salidas de aire. Sin embargo el movimiento del humo en el exterior, que podría trasladarlo

hacia las tomas de aire, depende de la localización del fuego, situación de los puntos de escape de humo del edificio, velocidad y dirección del viento, y de la diferencia de temperatura entre el humo y el aire exterior.

Actualmente existe muy poca información referente al movimiento del humo en el exterior como para garantizar recomendaciones generales a favor de las entradas de aire a nivel del suelo, frente a las de nivel del tejado. Algunos diseñadores se decantan por instalar entradas de aire en ambas localizaciones por lo que, si se detecta humo en una entrada, el ventilador específico puede ser cerrado sin perder la presurización de la escalera.

Debemos destacar que, si una entrada de aire se localiza cerca de las puertas exteriores de la planta baja en la caja de escalera, existe la posibilidad de que gran cantidad del aire suministrado circule directamente a través de la puerta exterior cuando se abre ésta, lo que reduce la presurización efectiva de la caja de escalera. Se suele aceptar que localizar las entradas de aire sólo una planta por encima de las puertas exteriores de la caja de escalera elimina esa posibilidad.

3.3.2. Control del humo en ascensores

Se pretende extender la tecnología del control del humo a los ascensores en un esfuerzo por resolver los problemas de evacuación de las personas que no pueden usar las escaleras a causa de discapacidades físicas. La difícil protección ante el humo de los ascensores es uno de los muchos obstáculos que se oponen al uso de los ascensores durante la evacuación. Inicialmente se observan una serie de problemas en el uso de los ascensores en caso de incendio:

- Los tiempos de espera hasta que el ascensor se detenga en una planta determinada pueden ser muy largos, lo que puede provocar que las personas queden expuestas al fuego o el humo, o dar lugar a situaciones de pánico.

- La parada de los ascensores automáticos responde a las llamadas realizadas al pulsar los botones. Esto puede provocar que el ascensor se detenga en la planta del incendio sometiendo al fuego y al humo a sus ocupantes.

- Los ascensores no inician su recorrido hasta que las puertas estén totalmente cerradas. Un gran número de personas intentando entrar en el ascensor puede provocar el bloqueo de las puertas y por tanto la inmovilidad del ascensor.

Para evitar estos problemas, los ascensores que se utilicen en caso de emergencia deben ser controlados únicamente por el servicio de bomberos mediante procedimientos diseñados al efecto. Además, se debe evitar el paso del fuego y el humo al ascensor mediante la utilización de técnicas de presurización.

El control del humo de los ascensores incluye la presurización del hueco de ascensor y de los vestíbulos previos a éste. Los vestíbulos deben protegerse del humo durante el tiempo en el que las personas estén esperando a los ascensores.

Este control se puede conseguir mediante tres técnicas distintas: la presurización del hueco de ascensor, la presurización de los vestíbulos previos a éste o la presurización de ambos. Mediante cualquiera de estas técnicas se obtienen resultados satisfactorios.

El mayor obstáculo encontrado para establecer el diseño del control del humo en ascensores es el de las fluctuaciones de presión debidas a la apertura y cierre de las puertas del ascensor y otras puertas del edificio. Sin embargo, los sistemas de control de humo en ascensores pueden incorporar elementos que eviten las fluctuaciones de presión que se producirían en la apertura y cierre de puertas. Estos sistemas son los mismos que se han analizado para la presurización de cajas de escaleras. Con ello se evitaría el problema de fluctuaciones de presión.

Otro asunto a considerar es el de las presiones transitorias que se producen cuando el ascensor se mueve en su hueco, conocido como *efecto*

pistón. Se han llevado a cabo estudios experimentales y analíticos del efecto y se ha llegado a la conclusión de que, manteniendo sistemas que salven las fluctuaciones de presión, no se tienen por qué dar resultados adversos. Además, el *efecto pistón* se reducirá y será controlado en la mayor parte de los casos instalando varios ascensores en el mismo hueco o disminuyendo la velocidad de movimiento de la caja del ascensor.

3.3.3. Control del humo basado en la zonificación del edificio

El control de humo basado en la zonificación consiste en la división del edificio en una serie de zonas, conocidas como *zonas de humo*. Cada una de ellas constituirá un compartimento formado por elementos constructivos, cuya resistencia al fuego permita su aislamiento de la zona de fuego y humo provocados por el incendio hasta que éste pueda ser controlado. Cada zona de humo puede componerse de una planta o más de una; asimismo una planta puede contener varias *zonas de humo*. La elección del número y disposición de las zonas de humo depende del tipo de edificio y del uso al que va a ser sometido; en cada caso se deberá elegir la opción más adecuada. Algunas disposiciones típicas se ilustran en la figura 1.

En el caso en que se produjera un incendio en el edificio, los detectores enviarían la señal de alarma al panel central de control indicando la zona en la que se localiza el conato de incendio. Este sector se señalaría como la *zona de humo*. A partir de aquí, se utilizará un sistema activo para el control del humo que genere una presurización positiva en todas las zonas salvo en la señalada como zona de humo, o al menos en las zonas adyacentes a ésta, para evitar la extensión del humo desde el sector en el que se ha iniciado el incendio al resto del edificio, complementando de esta forma la función compartimentadora de los elementos constructivos.

La concentración de gases, humo y calor en la *zona de humo* origina que el ambiente y, por lo tanto, la presencia humana en ella, sea insostenible. Debido a ello, esa zona del

edificio se deberá evacuar tan pronto como sea posible después de la detección del incendio. Una vez diseñado e implantado el sistema de control de humo zonificado, se necesita realizar una prueba de aceptación como garantía de que el sistema así construido funciona como se pretende.

Para desarrollar las pruebas, se tomará arbitrariamente una de las *zonas de humo* como la del incendio y se medirán las diferencias de presión en la frontera de esta zona. Después de que la operación de control de humo en esta zona haya sido desactivada, se debería probar otra zona siguiendo el mismo procedimiento. La operación se repetirá hasta que todas las *zonas de humo* se hayan analizado. Los sistemas con activación auto-

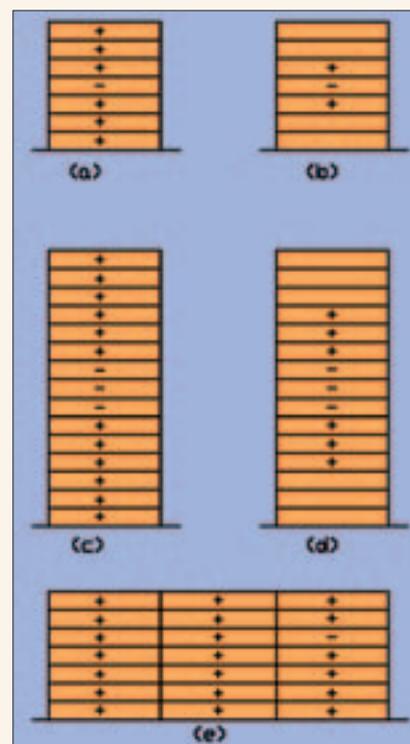


Figura 1. Diversas disposiciones de zonas de humo

Nota: En las imágenes superiores la *zona de humo* está señalada con un signo negativo, mientras que las zonas presurizadas lo están con un signo positivo. Cada planta puede ser una *zona de control de humo* como en (a) y (b) o una *zona de humo* puede estar formada por más de una planta como en (c) y (d). Se pueden presurizar todas las zonas menos la de humo, como en (a) y (c) o solamente las adyacentes a la zona en la que se ha producido el incendio como en (b) y (d). Además, una planta puede ser dividida en varias *zonas de humo* como en (e).

mática deberían iniciar su operación exponiendo el agente adecuado (humo, temperatura) al detector/detectores que provoquen la alarma y, por tanto, la activación del sistema.

3.3.4. Sistemas activos de aire acondicionado

Todos los sistemas de control activo del humo implican un movimiento de aire por el edificio mediante técnicas de impulsión o extracción. Por otro lado, se conoce que el sistema de aire acondicionado y ventilación existente en un edificio igualmente produce un movimiento de aire con impulsión y extracción de éste.

Considerando las ideas precedentes, es lógico pensar que podría aprovecharse el sistema de conductos y la maquinaria propia de la instalación de aire acondicionado y ventilación para realizar dos funciones: el acondicionamiento y ventilación de los recintos en situación normal y el control del humo en caso de incendio.

Los sistemas de presurización de cajas de escalera y ascensores son generalmente sistemas de función exclusiva, pero los sistemas por zonificación pueden integrarse en el sistema de aire acondicionado y ventilación. De esta forma se evita la doble disposición de conductos y maquinaria.

Los sistemas de aire acondicionado y ventilación en los que se integran funciones de control del humo se denominan *sistemas activos de aire acondicionado*. Se les ha dado esta denominación por contraposición con las técnicas pasivas de control del humo que proponen la parada de la instalación de aire acondicionado y ventilación activando compuertas cortafuego en los conductos. Los sistemas activos de aire acondicionado no sólo no se detienen en situación de incendio, sino que ayudan a evitar su extensión.

Según lo expuesto, la situación ideal consistiría en la integración del control del humo en la instalación de aire acondicionado y ventilación. La práctica real de esta situación ideal depende de la existencia y aplicación de la tecnología necesaria en cada país en cuestión. En todo caso, siem-

pre es posible disponer de un sistema independiente de control de humo, que se basa simplemente en la existencia de un sistema de conductos, junto con ventiladores de impulsión y extracción.

3.3.5. Presurización posterior al control del incendio

Proceder a la eliminación del humo del edificio y a la disminución de la temperatura ambiente de una forma rápida y eficaz, una vez controlado el fuego, es uno de los mayores problemas de la lucha contra incendios que se tiene en la actualidad.

Los daños materiales que ocasiona el humo exceden frecuentemente de los provocados por el fuego y el agua. Esto es debido a que, cuando se produce el enfriamiento del humo, las partículas más pesadas contenidas en él se fijan en los diversos elementos que forman la ornamentación y el mobiliario del edificio: moquetas, tapicerías, muebles, aparatos eléctricos, etc. Por lo tanto, si el humo pudiera ser extraído cuando todavía está caliente, se conseguiría una reducción significativa en las pérdidas.

Los edificios con ventanas sin posibilidad de apertura (muy frecuentes en la actualidad) agravan el problema para los departamentos de incendios en la tentativa de retirar el humo del edificio.

La práctica común utilizada en el pasado ha sido la de la *ventilación negativa* consistente en la utilización de ventiladores de 16 y 24 pulgadas. Estos equipos se colocan en puertas o ventanas extrayendo el aire del interior al exterior. Sin embargo, no se obtenían resultados demasiado favorables en la retirada rápida del humo.

Debido a ello se desarrolló un nuevo sistema basado en la *presurización positiva*, basada en la inyección de aire fresco hacia el interior, haciendo que el humo escape por una salida de extracción construida al efecto, obteniéndose de esta manera mejores resultados que con la técnica de la ventilación negativa. Podemos presentar este resumen de experiencias y resultados:

1- Las ventajas del sistema de propulsión (presión positiva) fueron probadas en los ensayos realizados con fuegos reales y ficticios, resultando una reducción de la cantidad de tiempo empleado en la fase posterior al fuego.

2- Ningún fuego resultó fuera de control por el uso prematuro del sistema de propulsión.

3- Los niveles de fatiga de los bomberos disminuyeron a causa de la velocidad con la que el sistema limpia el humo y reduce la temperatura del ambiente.

3.4. ACTIVACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DEL HUMO

Probablemente, la activación de los sistemas de control del humo es el tema de mayor desacuerdo entre los expertos estudiosos de esta tecnología. Este desacuerdo se centra en el tipo de activación del sistema. En la primera época de utilización del control del humo había un acuerdo general sobre que la activación de los sistemas por zonas de humo debería ser automática por la actuación de la alarma de detectores de humo. La activación automática por detectores de humo localizados en el edificio tiene la clara ventaja de ofrecer una respuesta rápida.

Ingenieros de diseño y oficiales del servicio de bomberos comenzaron a darse cuenta de que los detectores de humo podrían activarse en una planta alejada de la del incendio. Con ello, la activación automática por detectores de humo podría concluir en la presurización negativa de una zona errónea y la consiguiente presurización positiva de las zonas restantes, entre las que se encontraría la zona real del incendio. Esta actuación errónea del sistema provoca un efecto contrario al deseado, esto es, el humo sería empujado de la zona del incendio hacia las adyacentes. Como resultado, una parte de los investigadores decidieron que el control del humo debería sólo ser activado manualmente por los expertos en incendios del edificio después que estuvieran seguros de la localización del fuego. Sin embargo, la mayoría de los profesionales piensan que esa activa-

ción manual sería tan tardía que el desarrollo del fuego y el consiguiente daño a la vida y las propiedades ya habría ocurrido.

En la actualidad se piensa que el control del humo zonificado se debe activar automáticamente mediante una alarma procedente de detectores de temperatura o rociadores automáticos. Para fuegos sin llama, este enfoque supone tiempos de respuesta más largos. Sin embargo, para fuegos con llama, normalmente el tiempo de respuesta será lo suficientemente corto como para que se logre un beneficio significativo en el funcionamiento del sistema de control del humo. En el futuro se espera que los avances en la tecnología y aplicación de los detectores de humo mejorarán significativamente la idoneidad de los distintos componentes para identificar positivamente la zona de fuego.

Generalmente, se está de acuerdo en que los sistemas de presurización de escaleras deberían poder ser activados por la alarma de cualquier detector localizado dentro del edificio.

4. CONCLUSIONES

La utilización combinada de técnicas activas y pasivas de control del humo constituye un avance en la Seguridad de los ocupantes de un edificio en caso de producirse un incendio. Además, evitando la extensión del humo, también se consigue reducir las pérdidas materiales. En un futuro no muy lejano, deberá considerarse su implantación obligada en edificios que no puedan ser evacuados o esta evacuación se presente complicada.

5. REFERENCIAS

- Australian Standards, AS 1668 , Part1. *The use of mechanical ventilation and air conditioning in buildings*. Australia. 2002.

- British Standards. BS 5588. *Fire precautions in the design, construction and use of buildings*. Part 4. *Code of practice for smoke control using pressure differentials*. Reino Unido, 1998.

- British Standards. BS 5588. *Fire precautions in the design, construction and use of buildings*. Part 5. *Code of practice for firefighting stairs and lifts*. Reino Unido, 1995.

- NFPA 101 *Life Safety Code*. EE.UU.: National Fire Protection Association, 2000

- NFPA 92 *A Recommended practice for smoke-control systems*. EE.UU.: National Fire Protection Association, 1993.

- **Lantarón Sánchez, S. y Díaz Díaz, R.:** "Utilización de los sistemas de ventilación y aire acondicionado en la prevención de incendios". Aplicación al Hospital Ramón y Cajal de Madrid. Proyecto financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia. Periodo de desarrollo: 1996-1997. ■



BERNSTEIN
safe solutions

seguridad en máquinas:

interruptores mecánicos
y magnéticos de seguridad
cortinas y barreras de seguridad
alfombras y perfiles de seguridad
paros de emergencia
pedales de seguridad
dispositivos de mando 2 manos
módulos de seguridad

los nuevos catálogos en:
www.fornvalls.com

FORN VALLS SA
CONTROL & AUTOMATISMO INDUSTRIAL

tels 932034133 · 914772117
fax 932055467 · 914770521
fvsa@fornvalls.com
www.fornvalls.com