

CASO PRÁCTICO 45

SOBREPRESIÓN DE UNA CAJA DE ESCALERAS Y UN VESTÍBULO DE UN HOTEL DE 5 PLANTAS

1. Objetivo

Determinar el sistema y tipo de ventiladores adecuados para sobrepresionar una caja de escaleras de un hotel y un vestíbulo.

2. Bases de cálculo

Se trata de una escalera de emergencia interior, sin acceso a ascensores y de acceso a 5 plantas a través de unas puertas dobles de 1,2 x 2,1 m. La puerta de salida de la planta baja es de 1,12 x 2,1 m. El vestíbulo a sobrepresionar se encuentra en la planta sótano con acceso a dos escaleras, dos aseos y recintos técnicos sin salida al exterior.

3. Metodología de cálculo

El documento DB SI Seguridad en caso de incendio, establece en su **Anejo A Terminología**, y en su definición de Escalera protegida, se especifica que *Escalera protegida es aquella escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo.*

Para ello se deben cumplir una serie de condiciones que, en lo que respecta a la protección contra el humo, se especifica en su apartado 4:

“4. El recinto cuenta con protección frente al humo, mediante una de las siguientes opciones:

- Ventilación natural mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie de ventilación de al menos 1 m² en cada planta.*
- Ventilación mediante conductos independientes de entrada y salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y que cumplen las condiciones (especificadas).*
- Sistema de presión diferencial.”*

Como no se cumplen ninguno de los dos supuestos iniciales, hay que usar el método de sobrepresión, basado en la norma UNE EN 12101-6.

Tabla 1. Clases de sistemas

Clase de sistema	Ejemplos de uso
Sistema de clase A	Para medios de escape. Defensa <i>in situ</i>
Sistema de clase B	Para medios de escape y lucha contra incendios
Sistema de clase C	Para medios de escape mediante evacuación simultánea
Sistema de clase D	Para medios de escape. Riesgo de personas dormidas
Sistema de clase E	Para medios de escape, con evacuación por fases
Sistema de clase F	Sistema contra incendios y medios de escape

4. Caudal escalera

Para determinar el caudal necesario para la sobrepresión, hay que determinar en primer lugar la clase de sistema en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1 de la citada norma.

En este caso se parte del supuesto que se puede considerar un sistema de clase D, concebido para edificios cuyos ocupantes puedan estar durmiendo, como por ejemplo, hoteles.

Seguidamente hay que hacer una valoración de cuál es el sistema que exige mayor cantidad de aire para lograr la sobrepresión, exigiéndose 2 criterios: con una puerta abierta, o con todas las puertas cerradas y compensación de las fugas de aire a través de las mismas.

4.1. CAUDAL A PUERTA ABIERTA

Para este sistema, la norma EN-12101-6 indica lo siguiente:

*“4.5.2.1. Criterio de flujo de aire
La velocidad del flujo de aire a través de la entrada entre la escalera presurizada y el área de alojamiento en la planta afectada por el incendio no debe ser inferior a 0.75 m/s siempre que:*

- La puerta entre el alojamiento y el espacio presurizado en la planta del incendio esté abierta y/o*
- Todas las puertas dentro del área de alojamiento, en la planta del incendio, entre el espacio presurizado y la salida de aire, estén abiertas y/o*
- Todas las puertas dentro de*

- los espacios presurizados en el piso de incendio, hasta la salida final que atraviesa la ruta de evacuación desde la salida del alojamiento, estén abiertas y/o*
- Todas las puertas entre la escalera presurizada y la salida final estén abiertas y/o*
 - La puerta de salida final esté abierta y/o*
 - La salida de aire desde el alojamiento en la planta del incendio esté abierta.”*

Para entender esta exigencia es mejor usar la figura 1 de este caso práctico, en la cual se observa que se deberá considerar la sección de una puerta de la escalera más la de acceso al exterior (puertas n° 1).

4.4.2.2. Criterio de la diferencia de presión

La diferencia de presión a ambos lados de una puerta cerrada entre el espacio presurizado y el área de alojamiento en el piso del incendio, debe tener el valor que se indica en la tabla 2.”

En consecuencia, siendo la sección de una puerta de planta de 1,2 x 2,1 m y la de la salida planta baja de 1,12 x 2,1, el caudal necesario para asegurar los 0,75 m/s será de:

$$Q = 0,75 \times ((1,2 \times 2,1) + (1,12 \times 2,1)) \times 3.600 = 13.155 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dado que se solicita en el apartado:

“11.02.2. El caudal previsto en una situación de puertas abiertas no

Tabla 2. Diferenciales de presión mínimos para sistemas de clase D

Posición de las puertas	Valor mínimo de la presión diferencial a mantener, mín.
La puerta entre el área de alojamiento y el espacio presurizado en la planta del incendio está cerrada	10 Pa
Todas las puertas del espacio presurizado, entre la ruta de evacuación del área de alojamiento hasta la puerta de salida final, están abiertas	
Todas las puertas entre la escalera presurizada y la salida final están abiertas	
La puerta de salida final está abierta	
La ruta de escape de aire al exterior, desde el área de alojamiento, en la planta en la que se mida la diferencia de presión, está abierta	
Una puerta de comunicación con un piso distinto del incendio está abierta	50 Pa
Las puertas entre el área de alojamiento y el espacio presurizado están cerradas en todos los pisos	
Todas las puertas entre la escalera presurizada y la puerta de salida final están cerradas	
La abertura de escape de aire al exterior desde el área de alojamiento en el piso del incendio donde se mida la presión diferencial, está abierta	
La puerta de salida final está cerrada	

NOTA: Se admite un margen de tolerancia de $\pm 10\%$ en la aceptación de los resultados de los ensayos.

Figura 1. Condiciones de diseño de los sistemas de clase D

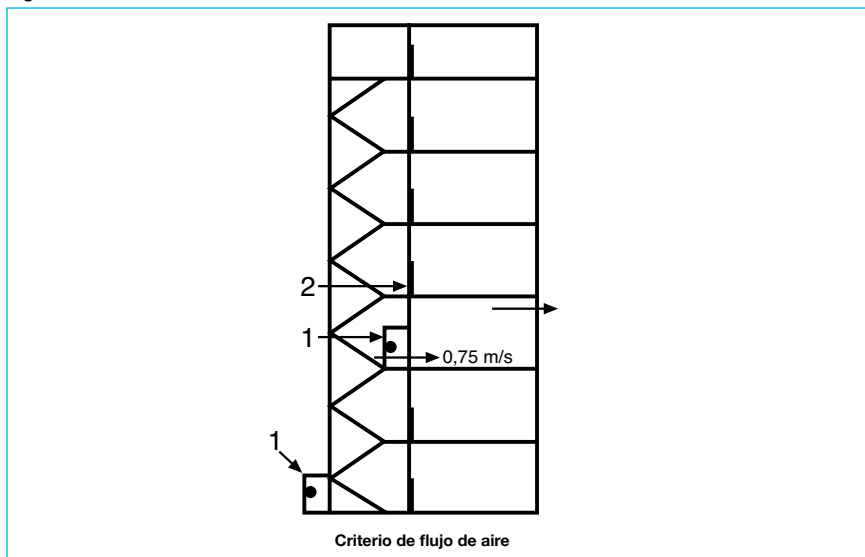


Tabla 3. Datos de fuga de aire a través de puertas

Tipo de puerta	Área de fuga m ²	Diferencial de presión Pa	Fuga de aire m ³ /s
Puerta de una hoja que abre hacia un espacio presurizado	0,01	8	0,02
		15	0,03
		20	0,04
		25	0,04
		50	0,06
Puerta de una hoja que abre hacia fuera del espacio presurizado	0,02	8	0,05
		15	0,06
		20	0,07
		25	0,08
		50	0,12
Puerta de dos hojas	0,03	8	0,07
		15	0,10
		20	0,11
		25	0,12
		50	0,18
Puerta de rellano de ascensor	0,06	8	0,14
		15	0,19
		20	0,22
		25	0,25
		50	0,35

debe ser inferior al caudal calculado de aire a impulsar, o extraer, de todos los espacios presurizados o despresurizados, respectivamente, servidos por sus correspondientes ventiladores, caudal total que se incrementará en un 15% para cubrir posibles fugas a través de los conductos”

Luego el caudal a suministrar por el sistema de sobrepresión será de:

$$Q_v = 13.155 \times 1,15 \approx 15.130 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.1.2. Caudal con las puertas cerradas

El cálculo del caudal necesario para la sobrepresión de la escalera se realizará mediante el método de flujo de aire que fluye por una abertura. Éste caudal se puede obtener en función del área de dicho hueco, y de la diferencia de presión entre ambos lados de la abertura, mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 0,83 \times A_e \times P^{1/2}$$

Nota: En el caso de resquicios anchos, como los que se forman alrededor de las puertas y de grandes aberturas, el valor de R puede tomarse como 2.

Donde A_e es la suma de todas las áreas de fuga (puertas y ascensores si existen) y P la presión a la que se quiere mantener la sobrepresión (50 Pa).

4.1.2.1. Área de fugas

La UNE EN 12101-6 permite determinar las áreas de fuga:

En la tabla 3 se muestra el valor que podrán tener las áreas de fuga en función de la tipología de puerta a tratar.

Se pueden estimar como dobles las puertas de todas las plantas por, lo que siendo la superficie de fugas de una puerta doble de 0,03, la superficie total de fugas será 0,15 m².

4.1.2.2. Diferencia de presión

Por lo que se refiere a la diferencia de presión, la propia norma solicita un valor de 50 Pa respecto al recinto anexo.

4.1.2.3. Caudal

El caudal que deberá aportar el sistema de sobrepresión será en este caso de:

$$Q = 0,83 \times 0,15 \times 50^{1/2} = 0,8803 \text{ m}^3/\text{s} = 3.169 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dado que en el apartado A.3.2. Cálculo del flujo de aire apartado b, se especifica:

“Basándose en la experiencia, el citado caudal de aportación total se debería determinar añadiendo al menos el 50% del índice de fuga calculado”, el caudal real a suministrar será de:

$$Q = 3.169 \times 1,5 = 4.754 \text{ m}^3/\text{h}$$

A la vista de los resultados se requiere más caudal conseguir que el aire circule a la velocidad mínima a través de la sección de las dos puertas abiertas.

5. Instalación propuesta

Además del caudal, deberemos tener en cuenta los siguientes criterios:

5.2.2.3 En edificios de altura igual o superior a 11 m, los puntos de aire deben distribuirse uniformemente en toda la altura de la caja de escalera, y la distancia máxima no puede exceder de 3 plantas.

11.6.1 Para reducir el fallo de energía eléctrica en un incendio, es imprescindible contar con una fuente de alimentación secundaria, como un generador una subestación independiente, con capacidad suficiente para mantener el suministro de energía eléctrica a las instalaciones de salvamento y protección contra incendios, incluidos los sistemas de control de humo, los sistemas de presión diferencial y los equipos auxiliares.

11.8.2.4. La toma de aire exterior debe ubicarse siempre lejos de cualquier punto de posible riesgo de incendio. Las entradas de aire exterior deben situarse a nivel de la planta baja o cerca del mismo, (pero lejos de las salidas de humos del sótano) para evitar la contaminación del humo ascendente. De no ser posible tal disposición, las entradas de aire exterior se deben ubicar al nivel del tejado.

11.8.2.6. Cuando la toma de aire esté a nivel del tejado, debe colocarse un detector de humos en el conducto de entrada de aire exterior, o en la inmediata proximidad del conducto de impulsión, a fin de provocar el cierre automático del sistema de presión diferencial en caso de que aparezcan cantidades de humo importantes en el aire de aportación. Se ha de prever un interruptor manual, para su uso eventual por los bomberos en tal circunstancia, de acuerdo con el apartado 11.4.2.5.

11.8.2.7. Cuando las tomas de aire estén emplazadas al nivel del tejado, se debe disponer de dos embocaduras separadas y dirigidas a distintas direcciones, de forma que no se encuentren a sotavento de las descargas de humo. Cada entrada debe ser capaz por sí misma de cubrir todos los requisitos de aportación de aire exterior, y debe estar equipada con compuerta de humo motorizada de funcionamiento independiente, de forma que una entrada se cierra por contaminación

de humo, la otra entrada aportará sin interrupción el caudal de aire exterior requerido por el sistema.

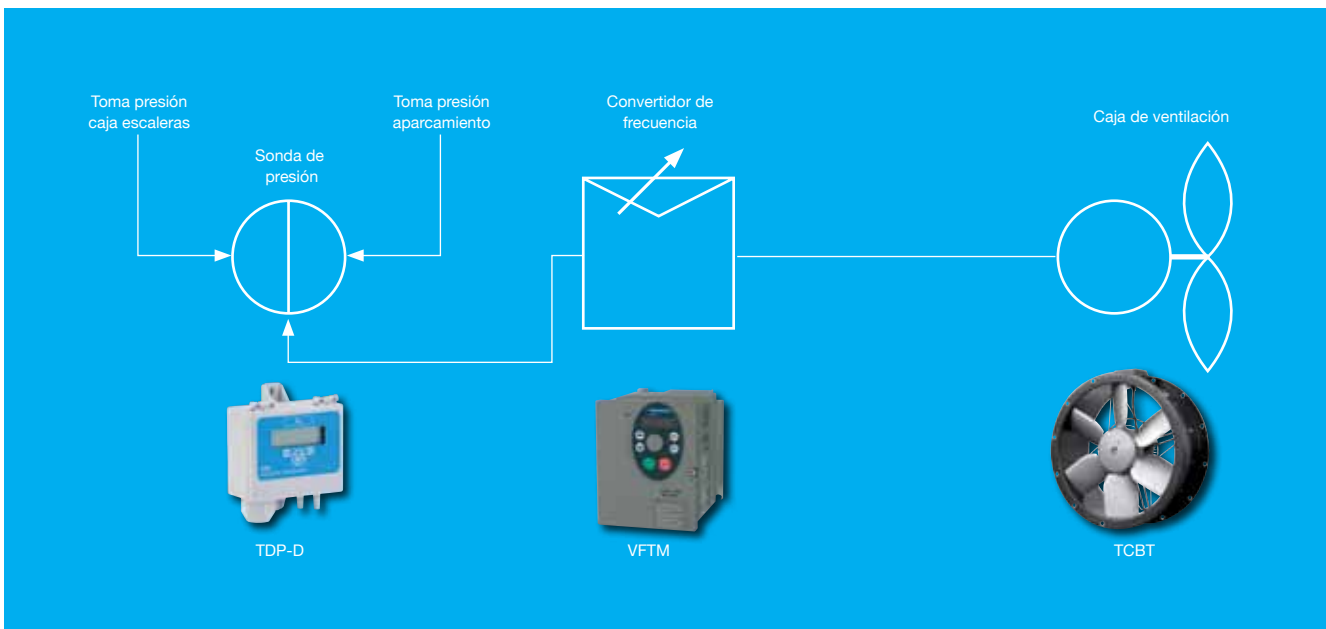
Al tratarse de un edificio de más de 11 m de altura se deberá trazar un conducto que aporte aire a distintos puntos de la escalera, y si bien sería posible hacerlo cada 2 plantas, a la vista del caudal se propone instalar a nivel de cada planta, una rejilla, regulable, de un caudal unitario de 3026 m³/h.

Por tanto, para cumplir la exigencia normativa e intentar ocupar el menor espacio posible, se propone instalar, a nivel de la planta 5^a, tomando aire desde el exterior, un ventilador axial tubular del tipo

TCBT/4-630/H

que mediante 2 BRIDA-630 más el PIE -630 se conectará a un conducto circular de 630 mm o rectangular equivalente que entrará hacia la escalera y puede mantenerse constante a lo largo de su recorrido o bien reducirse posteriormente después de cada rejilla. Dada la altura del aparato, pueden contemplarse soluciones alternativas con 2 aparatos en paralelo o con otro tipo de producto en función de la altura disponible.

Como sistema de control se propone la automatización mediante un variador de frecuencia y una sonda de presión diferencial, conectadas según se indica en el siguiente esquema:



El sistema debe provocar que, en caso de incendio y cuando se abran las puertas de escalera, el ventilador funcione a su máxima velocidad, garantizándose una circulación de aire mínima de 0,75 m/s a través de la sección de las puertas; mientras que si las puertas se cierran, se deberá reducir la velocidad del ventilador en funcionamiento hasta que la sobrepresión interior se establezca en 50 Pa.

El variador de frecuencia será del tipo VFTM TRI 1,5 kW y el transmisor de presión, con display, TDP-D.

La sonda de presión TDP-D tiene dos tomas. La + debe dejarse conectada en el interior de la escalera para que mida la sobrepresión interior, y la - fuera del recinto a nivel de cualquier planta.

6. Sobrepresión vestíbulo

Se trata de 1 vestíbulo en la planta sótano que tiene acceso a 3 salas técnicas, a dos escaleras con 2 puertas dobles y a 2 aseos con puertas normales

6.1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La UNE-EN 12101-6 en el apartado

6.2. Cajas de escalera y vestíbulo.

6.2.1 Generalidades, especifica:

“Si en una planta, el vestíbulo que separa la caja de escalera del área de alojamiento se compone de más de un recinto, éste debe presurizarse independientemente de la caja de escalera.”

Tabla 4. Datos de fuga de aire a través de puertas

Tipo de puerta	Área de fuga m ²	Diferencial de presión Pa	Fuga de aire m ³ /s
Puerta de una hoja que abre hacia un espacio presurizado	0,01	8	0,02
		15	0,03
		20	0,04
		25	0,04
		50	0,06
Puerta de una hoja que abre hacia fuera del espacio presurizado	0,02	8	0,05
		15	0,06
		20	0,07
		25	0,08
		50	0,12
Puerta de dos hojas	0,03	8	0,07
		15	0,10
		20	0,11
		25	0,12
		50	0,18
Puerta de rellano de ascensor	0,06	8	0,14
		15	0,19
		20	0,22
		25	0,25
		50	0,35

En este caso, ello no es así, pero al solicitarse la sobrepresión del vestíbulo, dada la cantidad de vías de escape (2) y para evitar una instalación excesiva que impida su realización, se propone realizar el cálculo del caudal necesario para la sobrepresión del vestíbulo mediante el método de flujo de aire que fluye por una abertura. Éste caudal se puede obtener en función del área de dicho hueco, y de la diferencia de presión entre ambos lados de la abertura, mediante la siguiente ecuación:

$$Q = 0,83 \times A_e \times P^{1/R}$$

6.1.1 Áreas de fuga

En la tabla 4 se muestra el valor que podrán tener las áreas de fuga en función de la tipología de puerta a tratar.

No se consideran las fugas hacia las salas técnicas al considerarse que estas no tienen vías de escape de aire, pero si a las escaleras (puertas dobles) y a los aseos (puertas simples) ya que se dispondrá de extracción en los mismos.

Siguiendo el criterio de fuga de aire conforme al Anexo A. A.1 áreas de flujo efectivas, se considera una superficie de fuga 0,02 m² x 2 en los aseos y de 0,03 m² x 2 en las puertas que dan a las escaleras, lo que da una superficie total de fugas de 0,1 m².

6.2. DIFERENCIA DE PRESIÓN

Al ser independiente de las escaleras será de 50 Pa.

6.3. CAUDAL

El caudal que deberá aportar cada uno de los ventiladores tendrá el siguiente valor:

$$Q = 0,83 \times 0,1 \times 50^{1/2} = 0,5869 \text{ m}^3/\text{s} = 2113 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dado que en el apartado A.3.2. Cálculo del flujo de aire apartado b, se especifica:

“Basándose en la experiencia, el citado caudal de aportación total se debería determinar añadiendo al menos el 50% del índice de fuga calculado.”

Luego el caudal real a suministrar por el ventilador será de:

$$Q = 2.113 \times 1,5 = 3.170 \text{ m}^3/\text{h}$$

6.4. FUNCIONAMIENTO

El sistema debe provocar que, en caso de incendio y cuando se abran las puertas, el ventilador funcione a su máxima velocidad; mientras que si las puertas se cierran, se deberá reducir la velocidad del ventilador en funcionamiento hasta que la sobrepresión interior se establezca en 50 Pa.

Paralelo al punto de toma de aire para la sobrepresión de la escalera, se puede montar un conducto circular de 400 mm e intercalar en él un ventilador axial tubular trifásico, tipo

TCBT/4-400/H

Accesorios:

2 BRIDA-400 y 1 PIE-400 más la sonda de presión TDP-D y el variador de frecuencia VFTM TRI 0.37

7. Observaciones

Rogamos comprueben que las dimensiones de los ventiladores y los conductos propuestos no constituyen un impedimento para su instalación.

Soler & Palau no dispone de los conductos y rejillas necesarios para la instalación propuesta.

Soler & Palau, no se hace responsable de un incorrecto funcionamiento de la instalación si los datos facilitados no se corresponden a la realidad.

DESCRIPCIÓN VENTILADOR RECOMENDADO



VENTILADORES HELICOIDALES TUBULARES



Aplicaciones específicas



Versiónes

Serie COMPACT TCBB/TCBT HÉLICE DE ALUMINIO

Ventiladores helicoidales tubulares con camisa con tratamiento anticorrosión por cataforéssis y pintura poliéster, hélice de aluminio equilibrada dinámicamente, motor monofásico (TCBB) o trifásico (TCBT), IP65 (1), Clase F (2), con protector térmico incorporado (3), caja de bornes fuera del flujo de aire conteniendo el condensador en los modelos monofásicos.

- (1) Modelos 250, 315, 355 y 400: Motor de rotor exterior IP44.
- (2) Temperatura ambiental de trabajo: de -40° a +70°C, excepto modelos 250, 315, 355, 400, /4-710 y 800 (hasta +40°C).
- (3) Excepto modelos /4-710 y Ø 800.

Motores

De 2, 4 u 6 polos, según versiones. Regulables por tensión con autotransformador, excepto modelos /4-560/H, /4-630, 710 y T/800.

Modelos trifásicos regulables por convertidor de frecuencia.

Tensión de alimentación

Monofásicos 230V-50Hz

Trifásicos 230/400V-50Hz ó 400V-50Hz

(Ver cuadro de características)

Otros datos

Sentido del aire Hélice-Motor (flujo B).

Motor-Hélice (flujo A), bajo demanda.

Del diámetro 450 a 800, motores trifásicos de 2 velocidades, 4/8 polos, bajo demanda.

Versiónes ATEX

Bajo pedido, versiones antiexplosivas según la Directiva ATEX para modelos trifásicos:

- Seguridad aumentada II2G ExIIIT3 excepto modelos TCBB/2-250/H
TCBT/4-250/H
TCBT/6-355/H
TCBT/6-400/H, 400V-50Hz.
- (Los modelos TCBT/6-400/H, 230/400V-50Hz, sí están disponibles en seguridad aumentada).
- Antideflagrantes, sólo para modelos /4-710 y 800:
 II2G EExdIIBT5 ó T4, II2G EExdIICT4.
 II2G II3D Ex tD 125°C ó 135°C.

Temperatura de trabajo de las versiones ATEX:

- desde -20°C a 55°C:
modelos /4, del 315 al 630
modelos /6, del 355 al 710
- desde -20°C a 40°C:
modelos /4, 710 y 800
modelo /6-800
- los datos de consumo (A, W) de los productos ATEX pueden variar respecto a los datos indicados en las tablas características.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad máxima (A)		Nivel de presión sonora (dB(A))	Caudal máximo (m³/h)	Peso (kg)	Regulador de tensión		Convertidor de frecuencia	
			a 230 V	a 400 V				REB	RMB/T	VFTM	VFKB
TRIFÁSICOS 4 POLOS											
TCBT/4-400/H	1410	341	1,2	0,7	60	5.140	15,5	-	RMT-1,5	TRI-0,37	VFKB-45
TCBT/4-630/H	1400	1940	6,2	3,6	70	17.030	40	-	-	TRI-1,5	VFKB-45