

CASO PRÁCTICO 43

SOBREPRESIÓN DE 3 ESCALERAS DE ACCESO A UN APARCAMIENTO Y SUS VESTÍBULOS

1. Objetivo

Determinar el sistema y tipo de ventiladores adecuados para sobrepresionar 3 escaleras de acceso a un aparcamiento público subterráneo de 2 plantas y los vestíbulos correspondientes.

2. Bases de cálculo

Se trata de 3 escaleras ascendentes. La superior izquierda tiene 3 alturas (sótano -2, sótano -1, semisótano) con salida a la planta baja, mientras que las otras 2 centrales solamente tienen acceso a las 2 plantas subterráneas antes de salir al exterior.

Anexo a la escalera ya en la zona de salida se encuentra un pequeño vestíbulo donde se pueden ubicar las máquinas.

En cada planta se encuentra un vestíbulo que conecta directamente con un ascensor.

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 pueden cumplir ninguno de los dos supuestos iniciales, hay que usar el método de sobrepresión, basado en la norma UNE EN 12101-6.

4. Instalación para las escaleras

4.1. Caudal

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.

Tabla 1. Clases de sistemas

Clase de sistema	Ejemplos de uso	Condiciones diseño
Sistema de clase A	Para medios de escape. Defensa <i>in situ</i>	Apartado 4.2 y figura 2
Sistema de clase B	Para medios de escape y lucha contra incendios	Apartado 4.3 y figura 3
Sistema de clase C	Para medios de escape mediante evacuación simultánea	Apartado 4.4 y figura 4
Sistema de clase D	Para medios de escape. Riesgo de personas dormidas	Apartado 4.5 y figura 5
Sistema de clase E	Para medios de escape, con evacuación por fases	Apartado 4.6 y figura 6
Sistema de clase F	Sistema contra incendios y medios de escape	Apartado 4.7 y figura 7

4.1.1. Caudal a puerta abierta

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

En este caso se parte del supuesto que se puede considerar un sistema de clase C, basada en la hipótesis de que todos los ocupantes del edificio sean evacuados simultáneamente al activarse la señal de alarma de incendio.

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

“4.4.2.1. Criterio de flujo de aire
La velocidad del flujo de aire a través de la puerta entre un espacio presurizado y el área de alojamiento

no debe ser inferior a 0.75 m/s siempre que:

- estén abiertas, en el piso del incendio, las puertas entre el alojamiento y la escalera presurizada y el vestíbulo;
- estén abiertos los trayectos de escape de aire al exterior desde el alojamiento, en la planta afectada, en la que se realice la medición de la velocidad del aire;
- permanezcan cerradas todas las demás puertas excepto las de la planta siniestrada.

4.4.2.2. Diferencia de presión

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

Por tanto, siendo la sección de una puerta de 0,9 x 2,1 m el caudal necesario será de

$$Q = 0,75 \times (0,9 \times 2,1) \times 3600 = 5103 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dado que se solicita en el apartado:

“11.02.2. El caudal previsto en una situación de puertas abiertas no debe ser inferior al caudal calculado de aire a impulsar, o extraer, de todos los espacios presurizados o despresurizados, respectivamente, servidos por sus correspondientes

Tabla 2. Presiones diferenciales mínimas para los sistemas de clase C

Posición de las puertas	Valor mínimo de la presión diferencial a mantener, mín.
i) Las puertas entre el área de alojamiento y el espacio presurizado están cerradas en todas las plantas	50 Pa
ii) Todas las puertas entre la escalera presurizada y la salida final están cerradas	
iii) Las aberturas de escape de aire al exterior, dada el área de alojamiento en la planta incendiada en la que se mide la presión diferencial, están abiertas	
iv) La puerta final de salida está cerrada.	
v) La puerta final de salida está abierta, y se cumplen los apartados i) al iii) anteriores	10 Pa

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



ventiladores, caudal total que se incrementará en un 15% para cubrir posibles fugas a través de los conductos”

Luego el caudal a suministrar por los ventiladores será de:

$$Q_v = 5.103 \times 1,15 \approx 5.869 \text{ m}^3/\text{h}$$

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) 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.

Lo que nos da un área de fuga por planta de 0,01 m² y de 0,02 m² para

la puerta que ya da al exterior, siendo la superficie de fuga total de 0,04 m² para las escaleras centrales y de 0,05 m² para la escalera superior (no se contabiliza el recinto anexo superior al no tener vías de escape de aire).

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:

$$Q = 0.83 \times 0.04 \times \sqrt{50} = 0.2347 \text{ m}^3/\text{s} = 845 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 0.83 \times 0.05 \times \sqrt{50} = 0.2934 \text{ m}^3/\text{s} = 1056 \text{ m}^3/\text{h}$$

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 será de:

$$Q = 845 \times 1.5 = 1.267 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 1.056 \times 1.5 = 1.584 \text{ m}^3/\text{h}$$

A la vista de los resultados está claro que el caudal a introducir será el

necesario para asegurar una velocidad de paso de aire mínima de al menos 0,75 m/s.

4.2. Instalación

Además del caudal se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

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.

Para la introducción de aire se deberá tener en cuenta los apartados:

“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.”

“5.2.2.2 En edificios de altura inferior a 11 m, es aceptable un solo punto de suministro de aire para cada caja de escalera presurizada.”

Ninguna de las escaleras tiene una altura, en su conjunto, de más de 11 m, por lo que sería suficiente con impulsar aire a un solo punto. Se propone bajar los conductos hasta la planta -1 para descargar con una rejilla a este nivel y asegurar que el aire se descarga en la escalera.

En concreto se deberán instalar 3 cajas de ventilación tipo

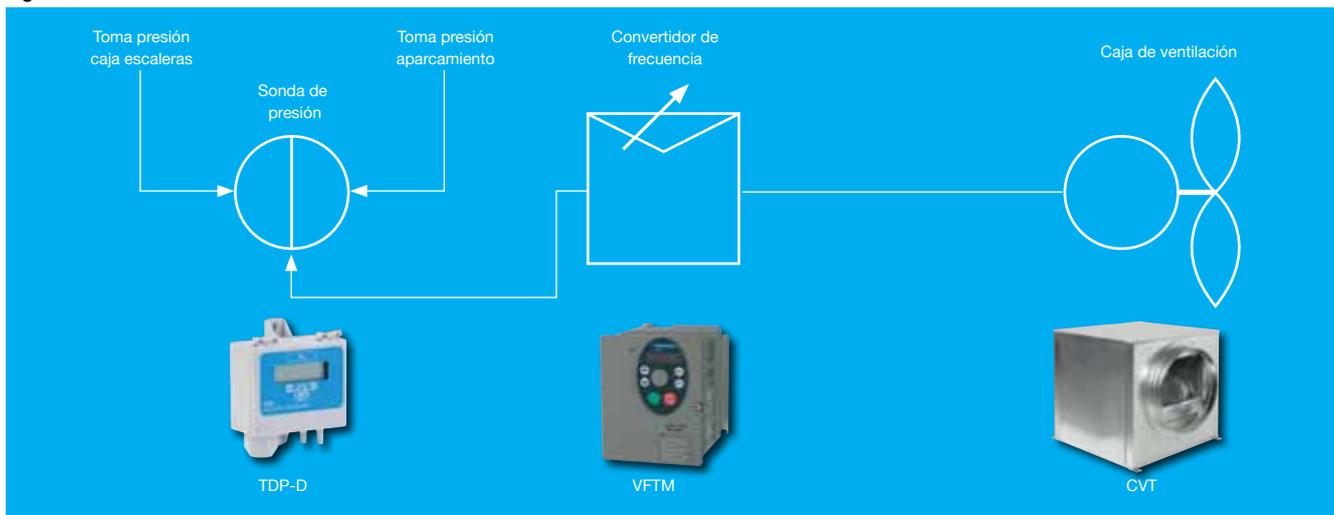
CVT- 320/320 N 1100 W

y se conectarán en serie a un conducto de 280 x 400 mm o (o sección rectangular equivalente) que tomarán aire del exterior a través de una rejilla y descargarán a nivel de la planta -1. Preferiblemente el conducto de aspiración de la caja hasta el exterior será de una mayor sección para

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

Figura 1



reducir la pérdida de carga (por ejemplo de 500 x 500 igual que la boca del ventilador).

Como sistema de control se propone la automatización mediante un variador de frecuencia y una sonda de presión diferencial, conectadas según se indica en la figura 1.

El sistema debe provocar que, en caso de incendio una vez se active el sistema, cuando se abran las puertas de escalera y vestíbulo, 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 MONO 1.5 (entrada monofásica y salida trifásica) si se dispone solamente de red de alimentación monofásica, o bien VFTM TRI 1.5 si se dispone de alimentación trifásica y el transmisor de presión, con display TDP-D.

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

5. Sobrepresión del vestíbulo de independencia

5.1 Metodología de cálculo

La UNE-EN 12101-6 en el apartado

6.2. Cajas de escalera y vestíbulo.

6.2.1 Generalidades, específica:

“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.”.

En el edificio objeto de estudio los vestíbulos dan también a los ascensores, por lo que será necesario prever una sobrepresión adicional para los mismos.

El cálculo del caudal necesario para la sobrepresión del vestíbulo se realizará mediante el método de flujo de aire que fluye por una abertura. Este 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:

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

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.

5.1.1 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.

Siguiendo el criterio de fuga de aire conforme al Anexo A. A.1 áreas de flujo efectivas, por un lado se han de considerar las puertas de los 2 ascensores, siendo 0.06 m², más 1 puerta del vestíbulo (0.01 m²), siendo el total, para los 2 vestíbulos, de 0,14 m² (no se consideran las puertas) que dan a la escalera ya que estará sobrepresionada y no habrá fugas de aire hacia esa zona.

5.1.2. Diferencia de presión

Por lo que se refiere a la diferencia de

presión, la propia norma solicita una presurización de 45 Pa respecto al recinto anexo.

5.1.3. Caudal

El caudal que se deberá aportar tendrá el siguiente valor:

$$Q = 0.83 \times 0.14 \times \sqrt{45} = 0.7238 \text{ m}^3/\text{s} \\ = 2.806 \text{ m}^3/\text{h}$$

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 los ventiladores será de:

$$Q = 2.806 \times 1.5 = 4.209 \text{ m}^3/\text{h}$$

5.2 Instalación propuesta

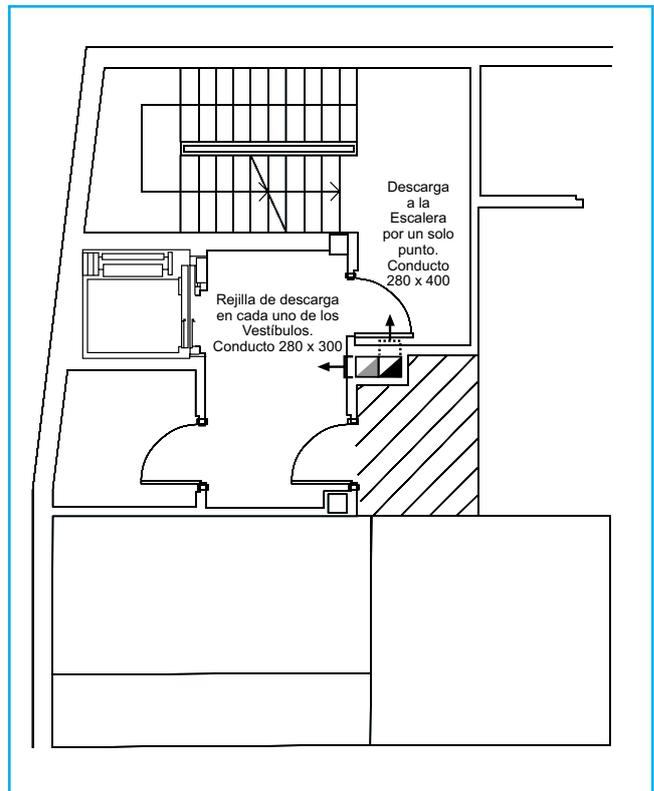
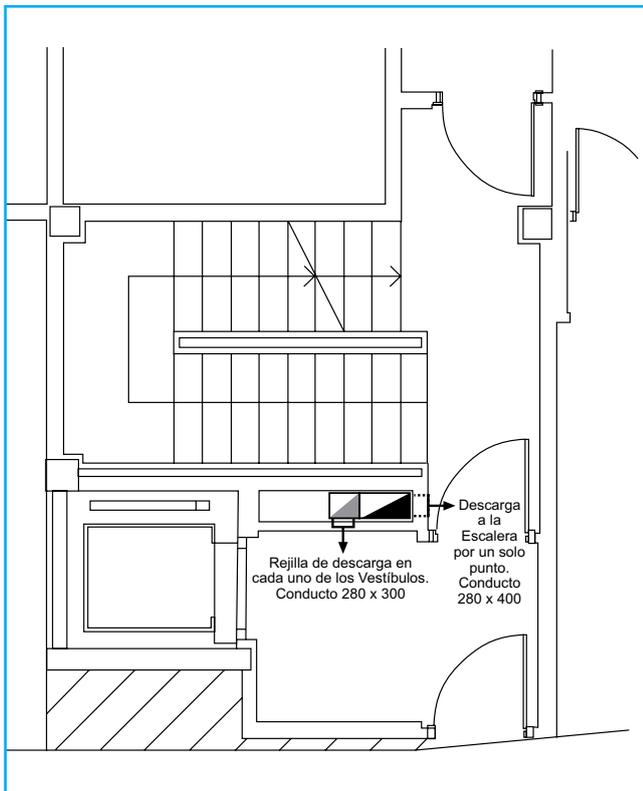
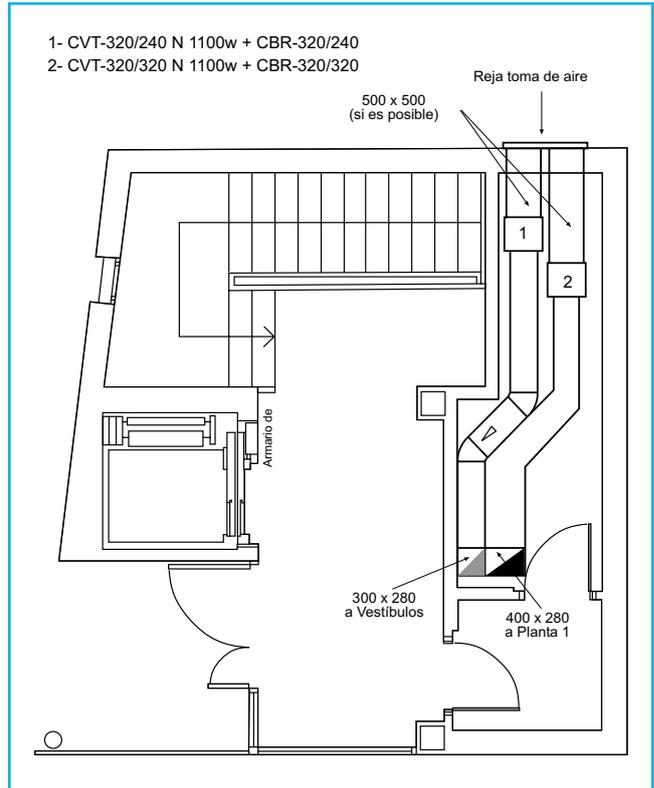
El sistema debe provocar que, en caso de que se abran las puertas, el ventilador funcione a su máxima velocidad; mientras que si las puertas se cierran, se deberá reducir la velocidad del ventilador en funcionamiento hasta que la sobrepresión interior se establezca en 45 Pa.

En cada vestíbulo se deberá montar una sonda de presión tipo TDP-D conectadas mediante cable apantallado en paralelo unas con otras, que se conectará a la toma de tierra del variador, y de éstas a un único variador de frecuencia tipo VFTM TRI 1.1 kW y de este a una caja de ventilación CVTT-10/10 1000 rpm 1.1 kW.

La caja se conectará a un conducto rectangular de 250x400 mm, o equivalente que se conectará a la vertical del conducto de aportación de aire a los vestíbulos, y en cada vestíbulo se deberá montar una rejilla adecuada para suministrar la totalidad del caudal (4.209 m³/h).

En este caso se estima que será suficiente con una sola caja de ventilación.

El sistema se activará solamente en caso de incendio. Al encontrarse las puertas cerradas la sobrepresión será la misma y el ventilador funcionará a baja velocidad. Al abrirse una puerta del vestíbulo, la sonda detectará la falta de presión y se activará el ventilador a su máxima velocidad, saliendo el aire por la rejilla del vestíbulo que tenga la puerta abierta al ser por donde no se le ofrecerá resistencia a su salida.



DESCRIPCIÓN VENTILADOR RECOMENDADO



CAJAS DE VENTILACIÓN

Serie CENTRIBOX CVB/CVT

Cajas de ventilación, de bajo nivel sonoro, fabricadas en chapa de acero galvanizado, aislamiento acústico ignífugo (M1) de espuma de melamina, ventilador centrífugo de doble aspiración montado sobre soportes antivibratorios, rodete de álabes hacia adelante equilibrado dinámicamente y motor monofásico o trifásico, Clase F, según versión.

Todos los ventiladores montados en las cajas CENTRIBOX cumplen con los requisitos de eficiencia de la Directiva ErP.



Pueden ser instaladas en exterior sin necesidad de tapa de intemperie.

Motores

De 4 ó 6 polos, según versiones.

Tensión de alimentación

Monofásicos 230V-50Hz

Trifásicos 230/400V-50Hz

(Ver cuadro de características).

Modelos monofásicos regulables por tensión (excepto CVB/4-270/200-N-370W).

Modelos trifásicos regulables con convertidor de frecuencia.

Con rodamientos a bolas y protector térmico.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia motor (W)	Protección	Clase	Intensidad absorbida máx. (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A))	Peso (kg)	Convertidor de frecuencia	
					230V	400V				VFKB	VFTM
6 POLOS TRIFÁSICOS											
CVT-320/320-N-1100W (12/12)	900	1100	IP20	F	8,2	4,7	7.600	68	58	VFKB-45	VFTM-2,2

* Nivel de presión sonora a la descarga, medido a 1,5 m en campo libre, en un punto intermedio de la curva de funcionamiento.