

VENTILACIÓN APARCAMIENTOS



Contenido

SISTEMA DE VENTILACIÓN	4
Las entradas de aire deberán:	4
Las descargas de aire deberán:	4
Ventilación mecánica:.....	5
Diseño del sistema:.....	7
Prediseño:.....	7
Dimensionado:.....	7
¿Qué es un ventilador?	14
¿Cuál es su funcionamiento?.....	14
¿Tipos de ventiladores?	15
Diseño del conducto:	19
Rejillas:.....	25
Principios del fuego:	26
Sistemas para el control de humos y de calor.....	29
Cambios de normativa para proyectos posteriores al 2019.....	30
Requisitos principales:.....	30
Técnica de ventilación por impulso:.....	36



SISTEMA DE VENTILACIÓN

La ventilación, según el HS3 en su apartado 3.1.4, nos da la opción de ventilar de forma natural o mecánica.

Ventilación natural:

Para garantizar una ventilación natural de forma efectiva se debe disponer de aberturas mixtas las cuales deben estar repartidas de forma uniforme.

Los garajes que no excedan de una superficie de 100 m² o con un máximo de 5 plazas, valdrá con disponer de una o varias aberturas tanto de admisión como de extracción que den al exterior y deberán estar instaladas de forma vertical, separadas entre si 1.5mts.

Los garajes con una capacidad superior a 100 m² o más de 5 plazas, deberán disponer de oberturas mixtas ubicadas en zonas opuestas garantizando entre ellas una distancia máxima y libre de obstáculos de 25 mts.

Las entradas de aire deberán:

- Estar alejadas del suelo de jardines o forestas para no captar hojas o polen.
- Estar separadas de letreros luminosos por la atracción de insectos.
- Estar lejos de descargas de aire para evitar recirculación de aire viciado.
- Elevadas del suelo para evitar su obturación por cualquier objeto.
- Diseñadas de forma tal forma que se evite la entrada de lluvia.

Las descargas de aire deberán:

- Si desembocan en lugares de uso público a 2.5 mts del suelo.
- Estar protegidas horizontalmente en un radio de la misma dimensión, nunca menor de 4 mts.
- Si se conducen a la cubierta, deberá sobrepasar 1 mt la altura de los edificios colindantes.
- Estar lejos de tomas de aire para evitar recirculación de aire viciado.
- Diseñadas de forma tal forma que se evite la entrada de lluvia.
- Cuando se dispongan de varias aberturas de extracción, dos terceras partes del total se deben emplazar a una distancia del techo no mayor de 0.5mts.

Para poder dimensionar las aberturas de ventilación, se deberá emplear como mínimo la sección resultante de las obtenidas en la tabla 4.1 del HS3.

- Aberturas de admisión y extracción: $4 \times Q$ (caudal mínimo requerido)

Siendo su resultado expresado en cm^2 .

Caso de un aparcamiento de 50 plazas:

- $S (24.000 \text{ cm}^2) = 4 \times (120 \text{ l/s} \times 50 \text{ plazas})$ Resultado en $\text{m}^2 = 2.4 \text{ m}^2$

En el caso de aparcamientos compartimentados las aberturas de admisión deberán estar en los compartimentos privados y las de extracción en las zonas de comunes, de tal forma que en cada compartimento se disponga de una toma de aire.

Ventilación mecánica:

Para proyecto anteriores al 2019:

Según las exigencias del CTE y sus documentos básicos, la ventilación se debe realizar generando una depresión, por consecuencia se deberá aumentar en un 20% el caudal mínimo requerido, para la extracción.

Lo habitual en todos los métodos de cálculo es aplicar un caudal mínimo requerido por plaza tanto para la extracción como para la aportación, siendo la equivalente a 6 renovaciones hora.

Según la tabla 2.2 del HS 3 el caudal de ventilación mínimo será de 120 l/s por plaza, pero a su vez en el apartado 8 del SI 3 nos dice que el caudal mínimo a extraer debe ser 150 l/s por plaza. Se contempla que la superficie en m^2 empleada por vehículo tenga una ratio de 30 m^2 , espacio que sería la suma de la superficie de la plaza más un porcentaje de zona común empleada, teniendo en cuenta una altura de 2.5 mts tendríamos un cubicaje de 75 m^3/h que multiplicado por 6 renovaciones necesitaríamos 450 m^3/h por plaza, siendo correcto en estos casos el emplear lo especificado en el SI 3.

A la hora de poder calcular el caudal total necesario, debemos tener en cuenta las plazas de vehículos (coches y motocicletas) más los trasteros colindantes que vayan a depender de la ventilación del aparcamiento.

EJEMPLO	uds.	IMPULSIÓN		EXTRACCIÓN	
		Q. unid. l/s	Q. Total	Q. unid. l/s	Q. Total
Plazas coches	50	120	6000	150	7500
Plazas motocicletas	10	60	600	75	750
Trasteros	30	0,7	21	0,7	21
		Total l/s	6621	Total l/s	8271
		Total m3/h	23835,6	Total m3/h	29775,6

El principal objetivo del sistema de ventilación de un aparcamiento es la eliminación de los elementos nocivos en el aire, principalmente generado por los vehículos.

De todos los gases producidos por la combustión del motor de un vehículo, el más abundante y peligroso para el ser humano es el CO (monóxido de carbono).

El CO es tan solo algo más ligero que el aire, por esta razón, en función de las condiciones atmosféricas, el CO quedará estancado a cierto nivel o se elevará gradualmente hacia el techo del aparcamiento. Sus efectos fisiológicos son cansancio, dolor de cabeza, náuseas y puede producir, en última instancia, la muerte. No obstante, estos efectos son reversibles si se detectan a tiempo.

Los efectos sobre el ser humano por exposición al CO en el tiempo son los siguientes.

Minutos	ppm	Síntomas
120	200	Dolor de cabeza
120	400	Mareos
120	800	Desmayo
120	1600	Muerte

La concentración de CO en el ambiente se mide en ppm (partículas por millón) siendo obligatorio en aparcamientos de más de 5 plazas o 100m² de superficie, colocar detectores cada 200 m², para activación automática del sistema de ventilación al superar los 50ppm, generando las renovaciones hora que per toquen.

Una vez conforme a los cálculos del caudal requerido y teniendo presente cual es el principal objetivo que es la eliminación de gases nocivos para el ser humano, se deberá realizar el diseño los sistemas.

Diseño del sistema:

Prediseño:

Para el número de redes se deberá tener en cuenta las plazas del aparcamiento, siendo necesario un mínimo de dos sistemas de extracción, para aparcamientos con un número de plazas comprendidos entre 15 y 80 plazas.

Ejemplo:

Imaginemos un aparcamiento de una sola planta con 50 plazas, el cual requiere 2 sistemas de extracción.

Extracción	50 plazas x 540 m ³ /h	27.000 m ³ /h	Sistema 1	13.500 m ³ /h
			Sistema 2	13.500 m ³ /h
Impulsión	50 plazas x 432 m ³ /h	21.600m ³ /h	Sistema 3	21.600 m ³ /h

Dimensionado:

En el cálculo de las redes de extracción se recomendará como método de cálculo el de pérdida de carga constante. Puesto que, calculando los ramales a distintas velocidades (Con mayor velocidad los primeros y menos los últimos), de modo que la pérdida de carga sea mayor en los ramales del principio, se consigue que llegue una presión parecida a todos los elementos terminales, y se equilibra el sistema.

Para conseguir la optimización de los sistemas de extracción, se incluyen otros parámetros a tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos:

- Optimización de los conductos para la menor pérdida de carga posible.
- Disposición de la situación de los puntos de extracción y admisión para conseguir un sistema correcto de ventilación.
- Suavizar en la medida de lo posible, los cambios de sección entre tramos, tratando de conservar una de las medidas de la sección anterior.
- Radios de giro en codos correspondientes a la configuración de mínima pérdida de carga.
- Mantener una altura mínima de 2.20 mts en todas las zonas de paso.
- Se sobredimensionarán los conductos finales para evitar pérdidas de carga mayores.

Se elegirán aquellas secciones que aseguren un valor de velocidad del aire menor a 10 m/s, conforme a la norma UNE 100-166-04, exceptuando los conductos verticales que transcurran por patinillos hacia la cubierta del edificio que deberán cumplir con el DB HR, siendo su sección de 1.5 cm² por cada l/s de caudal, sin superar como máximo los 6,67 m/s.

El movimiento del aire a través de los conductos se puede clasificar en dos según su velocidad:

- Conductos de baja velocidad. Hasta 12 m/s
- Conductos de alta velocidad. A partir de 12 m/s

A su vez se pueden clasificar en tres según la presión:

- Baja presión. Hasta 90 mmca.
- Media presión. Entre 90 y 180 mmca.
- Alta presión. Entre 180 y 300 mmca.

El proceso de fluir del aire por el conducto absorbe energía, ya sea debido al roce con las paredes, a los cambios de sección o a los obstáculos que puede encontrar a su paso. Esto se refleja en una pérdida de presión total en el circuito, llamada pérdida de carga. La pérdida de carga, al igual que el caudal, se deberá tener en cuenta en la fase de selección del ventilador basándonos en su punto de trabajo.

Como ejemplo práctico, suponemos que el sistema 1 (extracción) de 13.500 m³/h tiene un recorrido vertical de 10 mts y horizontal de 30 mts. En su recorrido horizontal se instalarán cada 3 mts una rejilla de aspiración, con un

total de 10 uds. Cada rejilla será dimensionada para aspirar un caudal de 1.350 m³/h a una velocidad no mayor de 2,5 m/s.

La altura total del aparcamiento es de 2.5 mts con lo cual el perfil del conducto no podrá superar los 25 cms de sección disponible, dejando 5 cms de tolerancia para las uniones entre los tramos.

Ejemplo:

Extracción			Equivalente Rect.		
Sistema 1	Q x tramo	Sección Ø	base	altura	velocidad m/s
Tramo 1	13.500	710	2000	250	9,5
Tramo 2	12.150	710	2000	250	8,5
Tramo 3	10.800	650	1700	250	9,1
Tramo 4	9.450	650	1700	250	7,9
Tramo 5	8.100	560	1200	250	9,1
Tramo 6	6.750	560	1200	250	7,6
Tramo 7	5.400	450	700	250	9,4
Tramo 8	4.050	450	700	250	7,1
Tramo 9	2.700	350	500	250	7,6
Tramo 10	1.350	350	500	250	3,9

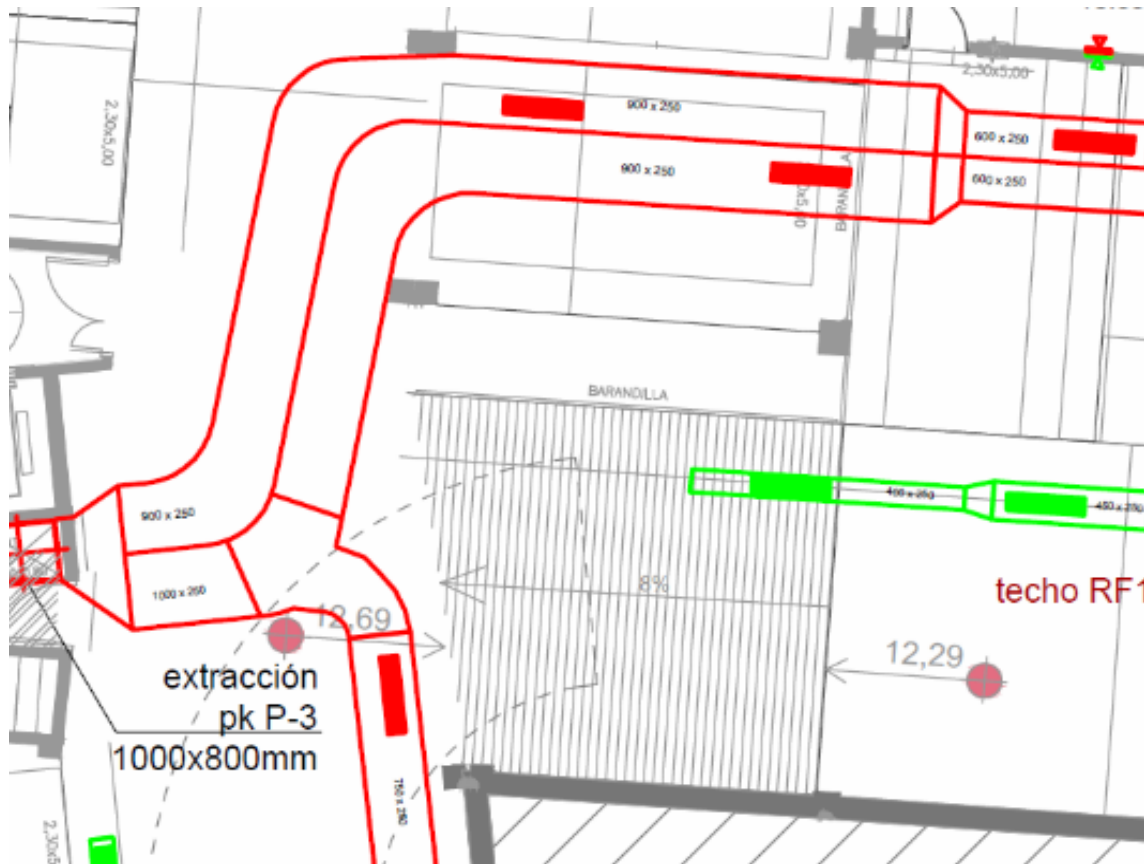
Extracción			Equivalente Rect.		
Sistema 1	Q	Sección Ø	base	altura	velocidad m/s
Tramo vertical	13.500	900	900	900	5,9

Disponiendo de muy poca altura para el conducto y dado que el resultado de secciones necesarias, no respetaríamos la relación esbelted según la norma UNE 100101 para transporte de aire y tolerancias. Esta norma no es aplicable en aparcamiento, pero habría que respetarla en la medida de lo posible por el funcionamiento de la instalación.

La norma dice que la base del conducto no debe ser mayor que la altura por cuatro. Con lo cual si disponemos de una altura de 250mm el máximo admisible en su base sería 1000 mm.

En estos casos si se decide aplicar la relación 4 en 1, se pueden proponer varias soluciones, desde dividir el sistema en dos subsistemas de menos caudal, realizar otro tipo de red bifurcada con el motor central dividiendo el caudal hacia dos tramos principales o lo más habitual dividir el conducto en dos secciones en paralelo.

Ejemplo de una red dividida en dos paralelas con una toma por conducto y por sección:



Después del dimensionado de los conductos, y teniendo en cuenta los parámetros necesarios y requeridos para el diseño de la instalación, se calculan las pérdidas de carga causadas por la fricción.

Las principales pérdidas de carga en accidentes dentro de conductos de ventilación incluyen:

- Pérdidas en cambios de sección.
- Pérdidas en cambios de dirección.
- Pérdidas en bifurcaciones.
- Pérdidas en la descarga de aire al exterior.
- Pérdidas en los accesorios de la instalación, como pueden ser las rejillas.

En conceptos de termodinámica de fluidos, el flujo del aire puede ser de régimen laminar o de régimen turbulento.

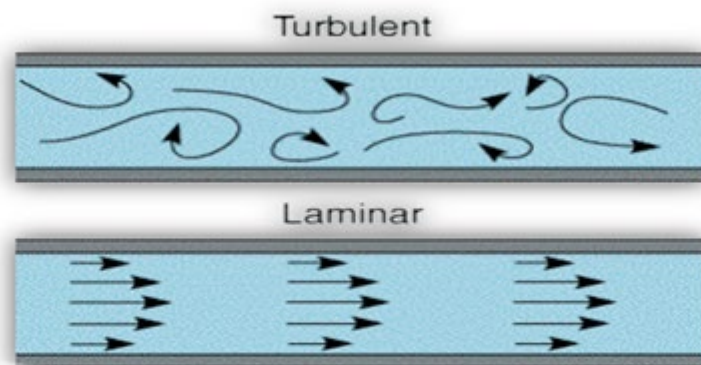


Ilustración: Régimen laminar y turbulento en un conducto

Siendo considerado en ingeniería de ventilación en todos los casos flujos turbulentos.

Básicamente tenemos dos tipos de pérdidas de cargas:

- Pérdidas primarias: Es la pérdida generada cuando el aire entra en contacto con la superficie interior del conducto. Se considera en tramos rectos y se debe tener en cuenta varios factores como el \varnothing , velocidad y longitud del tramo.
- Pérdidas secundarias: Estas pérdidas de carga incluyen cualquier tipo de accidente presente en su conducción como transformaciones, codos, derivaciones etc.

Hoy en día hay miles de programas que son de utilidad para cálculo de pérdidas de carga, además existen diagramas tanto para los tramos rectos como para todos sus accesorios. Para los accesorios también se puede aplicar un coeficiente que se la equivalente a la pérdida de presión por metro.

Así mismo el RITE para evitar contar las pérdidas de carga de los posibles accidentes uno a uno, nos permite suponer que nuestra instalación será entre un 20% o un 30% más larga de lo real. Teóricamente ese porcentaje cubrirá las pérdidas de carga de todos los accesorios.

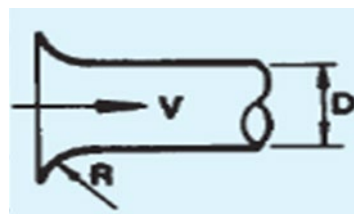
En los aparcamientos es poco frecuente utilizar conducto circular, lo más utilizado es el conducto rectangular dado la poca altura que se suele disponer. Para poder contemplar la misma pérdida de presión en ambos conductos, se deberá tener en cuenta el método de conversión de su superficie.

Para ello deberemos utilizar la formula del diámetro hidráulico:

$$Dh = \frac{4ab}{2(a+b)} = \frac{2ab}{a+b}$$

Con el fin de reducir al máximo las pérdidas de carga todas las figuras se diseñarán con la intención de favorecer el flujo del aire, evitando obstáculos y por consiguiente excesos de la pérdida de presión.

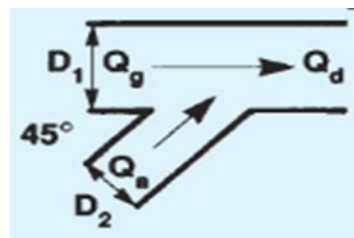
Ejemplo entrada de aire a conducto:



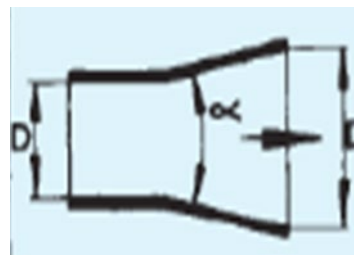
Ejemplo de codo de 90° con deflectores:



Ejemplo de intersección a 45°:



Ejemplo de transición:



Cálculo de la pérdida de carga del sistema 1:

Extracción		Equivalente Rect.				
Sistema 1	Q x tramo	base	altura	longitud tramo	Pa/mts	Pa total
Tramo 1	13.500	2000	250	3 mts	1,1	3,3
Tramo 2	12.150	2000	250	3 mts	0,8	2,4
Tramo 3	10.800	1700	250	3 mts	1,3	3,9
Tramo 4	9.450	1700	250	3 mts	1,08	3,24
Tramo 5	8.100	1200	250	3 mts	0,9	2,7
Tramo 6	6.750	1200	250	3 mts	0,7	2,1
Tramo 7	5.400	700	250	3 mts	1,3	3,9
Tramo 8	4.050	700	250	3 mts	0,8	2,4
Tramo 9	2.700	500	250	3 mts	1,4	4,2
Tramo 10	1.350	500	250	3 mts	0,4	1,2
Tramo vertical	13.500	900	900	10mts	0,45	4,5
Rejillas	1.350	800	200	10	2,32	23,2
						57,04

Según lo requerido estaríamos a falta de contemplar accesorios, pero en este caso al ser líneas rectas aplicaremos a grandes rasgos un 20% más sobre los 57,04 Pa, siendo necesario un total 68,44 Pa los cuales los redondearemos a 70 Pa.

Con estos datos podemos decir que nuestra instalación de cada sistema será de baja presión y de baja velocidad.

Selección de los ventiladores:

Una vez se obtiene la pérdida de carga del conducto y el caudal de aire a extraer, se puede seleccionar el ventilador adecuado para cada caso, teniendo en cuenta la normativa nos marca como presión sonora un máximo de 55 dB.

Que debemos saber:

¿Qué es un ventilador?

La definición estricta de la palabra ventilador, según la RAE, es: “Instrumento o aparato que impulsa o remueve el aire en una habitación”. Si aplicamos esta definición al ámbito de las instalaciones en un edificio, se puede decir que un ventilador es una máquina rotativa capaz de mover una determinada masa de aire, a la que comunica una cierta presión, suficiente para vencer las pérdidas de carga producidas en la red de conductos. Un ventilador consta principalmente de las siguientes partes:

- Motor de accionamiento.
- Elemento rotativo: pieza del ventilador que gira en torno al eje del mismo. Puede ser una Hélice o un Rodete.
- Soporte

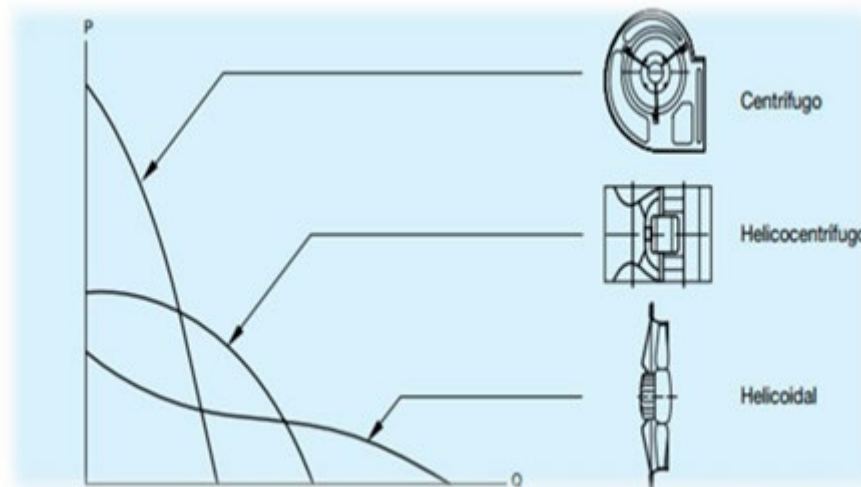
¿Cuál es su funcionamiento?

El funcionamiento de un ventilador está determinado comercialmente por la curva característica proporcionada por el fabricante, en la que aparece la zona en la que la máquina trabajará de forma estable y con un rendimiento adecuado.

La curva característica de un ventilador es la mejor referencia del mismo, ya que siempre nos indicará su comportamiento según sea el caudal y la presión que esté dando.

El punto ideal de funcionamiento del ventilador, aquél para el que ha sido diseñado, es el correspondiente al máximo rendimiento. Cuanto más cerca de este punto trabaje el ventilador, más económico será su funcionamiento.

¿Tipos de ventiladores?



En la imagen se pueden observar ejemplos de distintas curvas características para tres tipos de ventiladores. Se puede apreciar en la gráfica que, a igual caudal impulsado, los ventiladores centrífugos dan valores mayores de presión que los helicocentrífugos, y estos a su vez mayores que los helicoidales o axiales.

También se observa que, a pesar de esto, los ventiladores centrífugos mueven caudales menores que el resto. Por tanto, cuando los caudales sean grandes y las presiones que deben vencer sean pequeñas, el ventilador más adecuado para ello será el de tipo helicoidal. En cambio, si se necesita mover caudales pequeños, pero a elevada presión, se elegirá un ventilador centrífugo.

Por último, para situaciones intermedias, el apropiado será un ventilador helicocentrífugo.

Para cumplir con lo especificado en el RITE 2007, la selección de los equipos de propulsión de fluidos portadores se realizará de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento.

Según la actualización del CTE DB SI – 3, los ventiladores elegidos deberán tener una clasificación de F 300 – 60 aunque según qué proyectos se puede exigir una clasificación mayor como F400 – 90.

Las instrucciones técnicas del RITE en cuanto eficiencia energética nos indica que los ventiladores deberán ser de categoría SFP 1, es decir, cuya potencia específica no sobrepase el valor de $500 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s})$, deben ser de

protección IP 54 o IP 55, de 4 o 6 polos, con un diseño estándar de potencia desde 1.1 hasta 90 kw. Su potencia específica se calculará dividiendo la potencia absorbida por el motor entre el caudal de fluido transportado.

Para la elección del ventilador se utiliza el software **Siber_garajes**, facilitado por la empresa de ventilación Siberzone. Se elegirán equipos que se encuentren por encima del punto de trabajo estimado, con unas tolerancias del 5% en caudal, y del 10% en pérdida de carga.

Analizados todos los requisitos necesarios para la selección de los motores, podemos hacernos a una idea de lo que vamos a proyectar para nuestro sistema 1 de extracción.

Resumen punto de trabajo:

Sistema 1	Caudal máximo	Pa	RF	HZ	kw máx	db
Helicoidal	13.500 m3/h	70	F 300 - 60	50	5	55

Partiendo de esta base y apoyándonos en la selección avanzada del software introduciremos los datos en el buscador:

Selección avanzada

Datos caudal/presión

Caudal (m³/h)

13500

Presión (Pa)

70

Datos ambientales

Familia ventilador

Serie ventilador

Características Ventilador

Tolerancia caudal

Tolerancia caudal

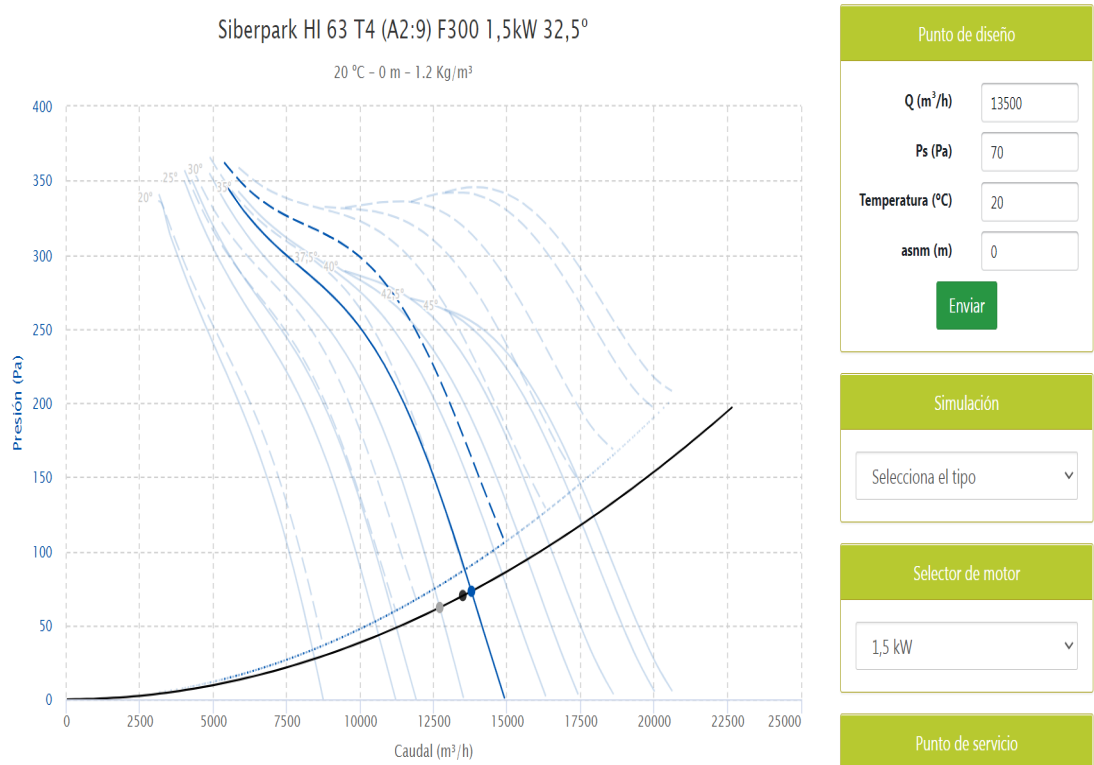
5%

Selección por caudal

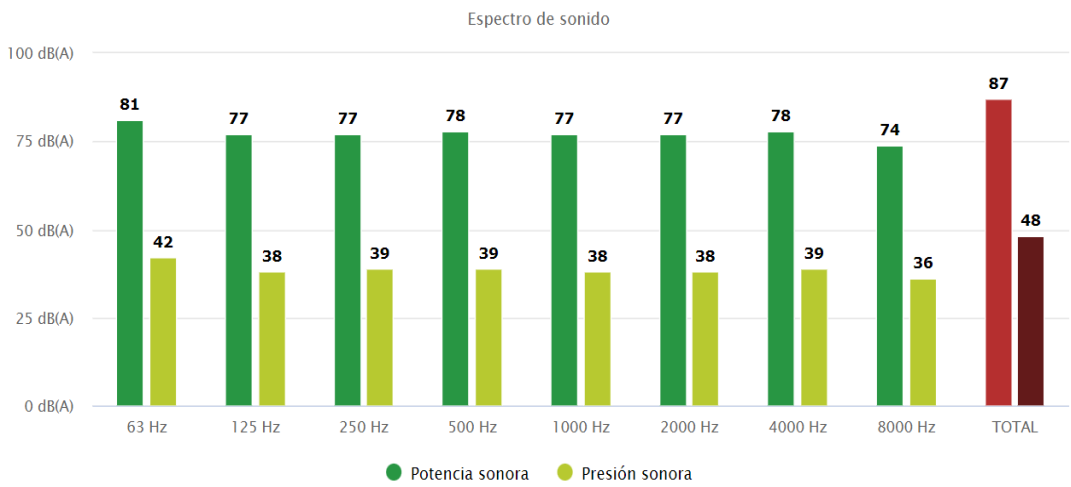
Selección por presión

Ventiladores					
Código	Nombre	Caudal (m³/h)	Presión (Pa)	Ángulo / RPM	Potencia (kW)
	Siberpark HI 63 T4 (A2:9) F300 1,5kW 32,5°	13777.28	72.91	32,5°	1,5
	Siberpark HI 63 T4/T8 (A2:6) F300 1,2/0,3kW 4p/35°	13688.08	71.96	35°	1,2/0,3
	Siberpark HI 63 T4/T8 (A2:9) F300 1,6/0,4kW 4p/32,5°	13777.28	72.91	32,5°	1,6/0,4
	Siberpark HI 71 T4 (A2:6) F300 1,1kW 27,5°	13983.87	75.11	27,5°	1,1

Una vez dentro de la ficha del equipo dispondremos de todos los datos a testear, se debe verificar que todos los datos sean correctos y no tengamos ningún error.

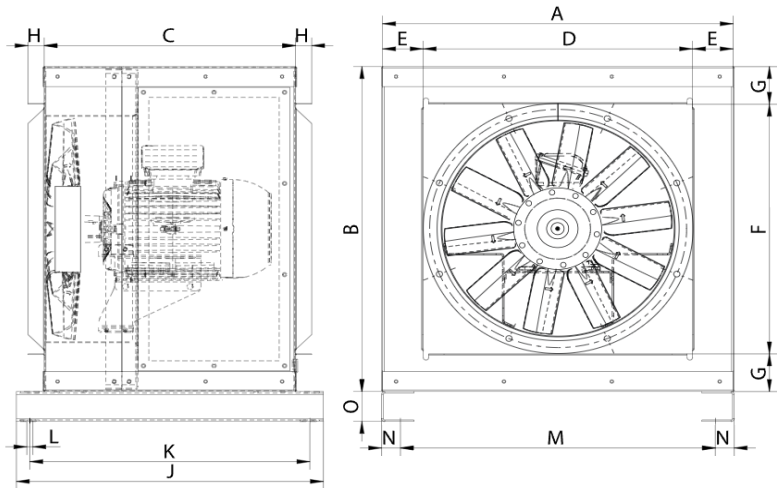


Comprobaremos también los datos acústicos, para cumplir normativa.



Siendo todo correcto, podremos imprimir la ficha técnica para adjuntar a nuestra oferta, informe, comparativa, etc.

Siberpark HI 63 T4 (A2:9) F300



A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O
781.5	781.5	542	630	76	630	76	30	665	610	11	715	35	60

Con esta ficha de dimensiones se puede diseñar los emboques al conducto, las lonas antivibratorias 400° y sus elementos necesarios para su suportación como los silentblocks necesarios.

En este caso en concreto este motor tiene un peso de 115.5 kg y para su suportación se necesitaremos 4 amortiguadores que soporten entre ellos el peso del motor más un 20%. Para poder soportar el peso de 140 kg necesitaremos amortiguadores de 35 kg unitarios soportados a techo mediante de varilla roscada de métrica 8 como mínimo.

Ejemplo de silentblocks para instalaciones en aparcamiento:

Valido:



No valido:



Diseño del conducto:

Los conductos de ventilación, son un elemento esencial en cualquier instalación cuyo fin es extraer o transportar el aire desde o hacia una estancia determinada.

Marco normativo de obligado cumplimiento:

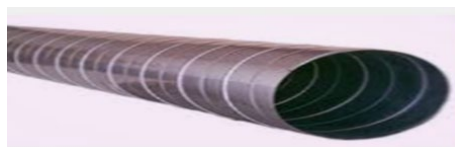
SECCIONES RECTANGULARES:

- **UNE 100-104-88** Pruebas de recepción.
- **UNE-EN 1507** Conductos de aire de chapa metálica de sección rectangular.
- **UNE 100-101-84** Dimensiones y tolerancias.
- **UNE 100-102-88** Espesores, uniones y refuerzos.
- **UNE 100-103-84** Soportación.
- **UNE-EN 1366-1** Resistencia al fuego.
- **UNE-EN 1507** Resistencia y estanqueidad.
- **UNE-EN 100716** Método de medición superficie en m2.



SECCIONES CIRCULARES:

- **UNE-EN 1506** Conductos y accesorios de sección circular.
- **UNE-EN 12220** Unión bridas circulares.
- **UNE-EN 12237** Resistencia y estanqueidad.



El conducto rectangular para instalaciones de desenfumage, tienen unas características acordes a los ensayos realizados para su homologación. Desde el 2014 esta tipología de instalaciones requiere el marcaje CE del producto, el cual se deberá obtener en base a su anterior ensayo según la norma EN 1366-9.

En nuestro caso como fabricantes disponemos de ambos:

MUESTRAS DE ENSAYO

Tipo de muestra:	Conducto de extracción de humos monosector
Fabricante:	METAIR 2010, S.L.L. C/ Pare Fita nº 25 08203 – Sabadell (BARCELONA)
Referencia:	“CONDUCTO DE VENTILACIÓN MODELO RAMI 600/120”

ENSAYOS REALIZADOS

Ensayo de Resistencia al Fuego según EN 1366-9:2008	
Fecha de ensayo:	22-Oct-2008
Lugar de realización del ensayo:	Instalaciones de Arganda del Rey.

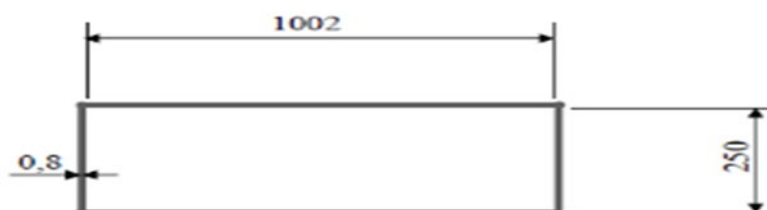
Marcado CE	 0370
Nº de Identificación Organismos de Certificación	
Nombre del Fabricante	METAIR 2010 SL Cami Vell de Vic 12 – Les Franqueses del Valles (08520) – Barcelona 19
Dirección:	
Año de Aplicación de Marcado CE	
Nº Certificado de Conformidad	
Norma de Referencia	UNE-EN 12101-7:2011 Conductos de Ventilación de Sector Individual Modelo: Conducto C600/120
Descripción del Producto	
Modelo del Fabricante	
Clasificación según Norma UNE-EN 12101-7:2011	Clasificación: E-600/120 (ho) 500 single

En el informe complementario al ensayo, disponemos de un manual con las indicaciones necesarias para su instalación, siendo obligatorio todos los requisitos para poder certificar la red como tal.

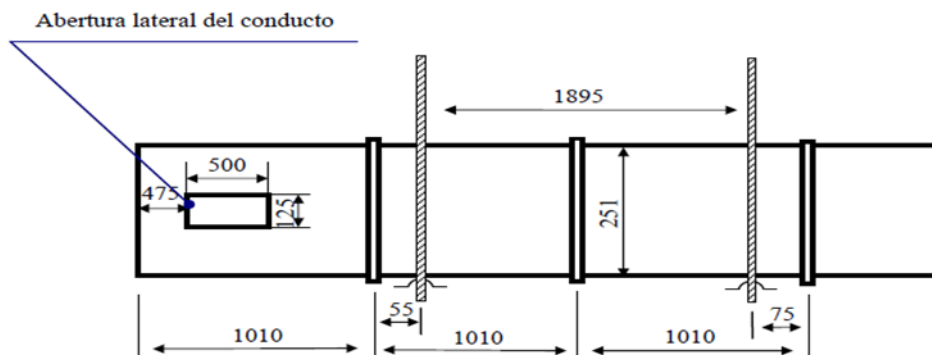
Características constructivas:

- Conducto:
 - Referencia comercial: CONDUCTO DE VENTILACIÓN MODELO
 - Material: Acero galvanizado
 - Espesor (mm): 0,8
 - Nº de capas: 1

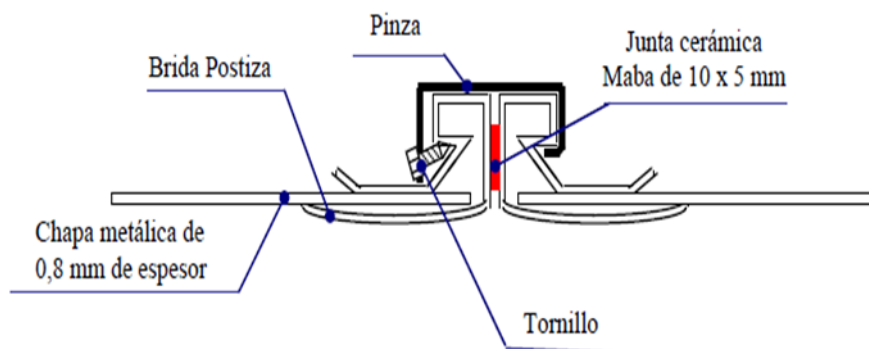
Figura 1: Sección del conducto



Soportes y aberturas.



Sistema de unión.








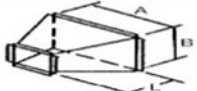
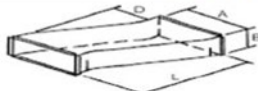
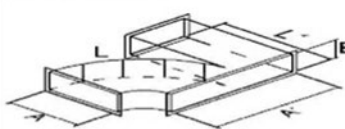
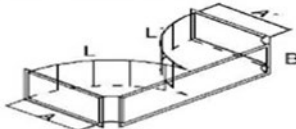
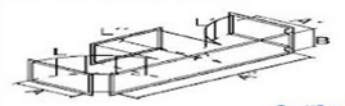
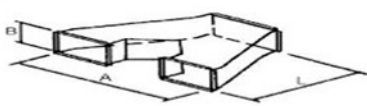
Las uniones entre los tramos se realizan mediante brida postiza de 20 mm de altura, la cual se fija al conducto soldada. La unión de dichas bridas deberá incluir una junta de cerámica de dimensiones 10 mm x 5 mm abarcando el contorno del solape entre los perfiles. La fijación mecánica, se realiza mediante cuatro tornillos métrica ocho que unirán las escuadras reforzadas, ubicadas en las cuatro esquinas del conducto. En las partes centrales de las uniones se dispone de grapas de apriete entre los perfiles, estas se deben colocar cada 500mm.

En las partes más expuestas, como las esquinas y unión de la brida postiza, se debe aplicar masilla refractaria 1500°.

La comercialización de este conducto (E-600°) es básicamente para instalaciones que deban cumplir el máximo de resistencia al fuego dentro del mismo sector de incendios. Su posibilidad de fabricación en cuanto a dimensionado nos hace imposible el referenciar cada pieza, con su respectivo escandallo. Es por eso que para esta familia solo existe una referencia la cual abarca todas con una unidad de venta en m², contemplando la superficie de cada conducto o accesorio.

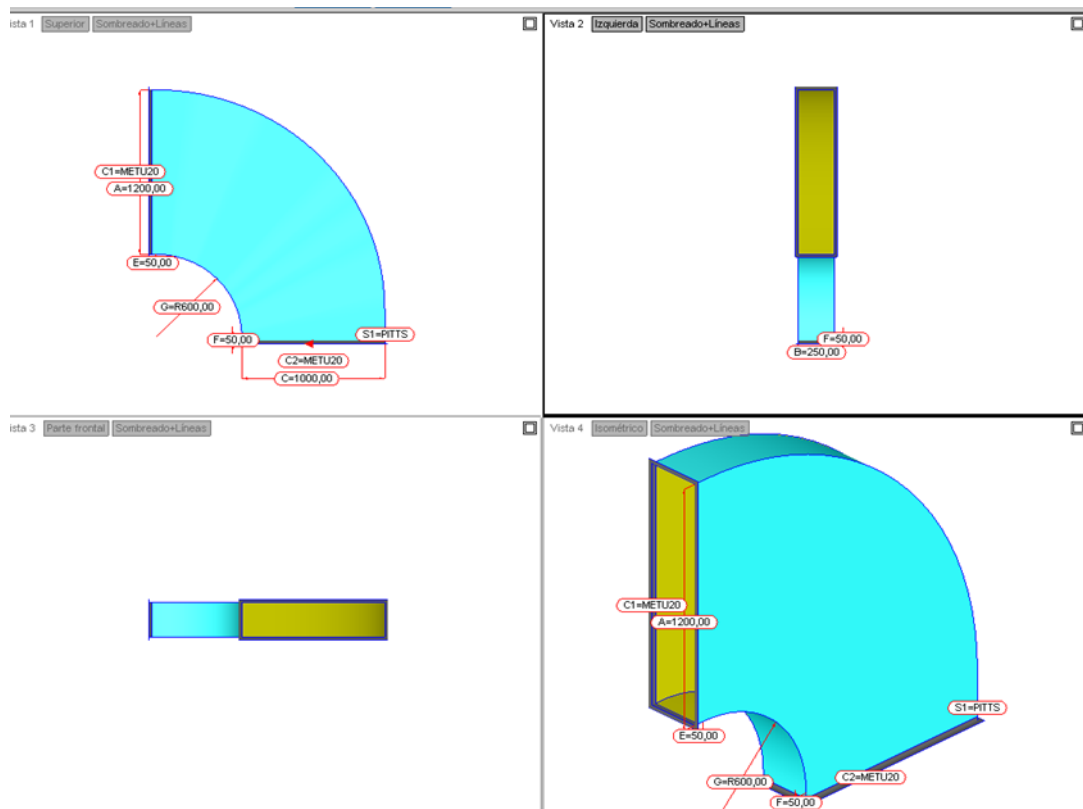
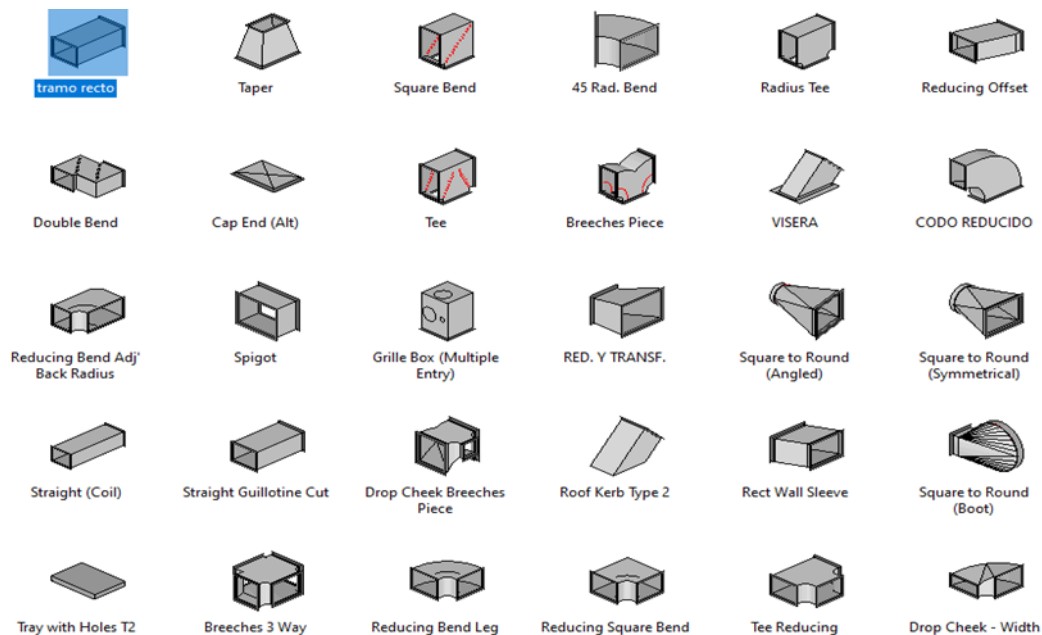
Existen varias normas de medición, pero la más aplicable en todos los fabricantes a nivel nacional es la norma ANFACA (Asociación nacional de fabricantes de conductos para aire acondicionado y ventilación).

Lo norma dispone de una tabla con todas las figuras y sus fórmulas correspondientes de superficie:

CONDUCTO RECTO  $S = (2 \times (A+B)) \times (L+UT)$	CODO RECTO  $S = (2 \times (A+D)) \times (B+C+UT)$	
CODO  $S = (2 \times (A+B)) \times (L+UT)$	CODO REDUCCIÓN  $S = (2 \times (A+B)) \times (L+UT)$	INJERTO  $S = (2 \times (A+B)) \times (L+UT)$
REDUCCIÓN  $S = (2 \times (A+B)) \times (L+UT)$	DESVÍO <p>Se tomara la Boca de MAYOR Perimetro</p>  $S = (2 \times (A+B)) \times (L+UT+(D/2))$	
BIFURCACIÓN  <p>En medición, como 2 piezas independientes El desarrollo de L' será la de 1 Codo 90°</p> $S = ((2 \times (A+B)) \times (L+UT))$ $S = ((2 \times (A'+B)) \times (L'+UT))$	BIFURCACIÓN DOBLE  <p>En medición, como 2 piezas independientes El desarrollo de L y L' será la de 1 Codo de 90°</p> $S = ((2 \times (A+B)) \times (L+UT))$ $S = ((2 \times (A'+B)) \times (L'+UT))$	
BIFURCACIÓN TRIPLE  <p>En medición, como 3 piezas independientes El desarrollo de L y L' será la de 1 Codo de 90°</p> $S = ((2 \times (A+B)) \times (L+UT))$ $S = ((2 \times (A'+B)) \times (L'+UT))$ $S = ((2 \times (A''+B)) \times (L''+UT))$	PANTALÓN  $S = (2 \times (A+B)) \times (L+UT)$	

- 1- La unidad de medida para el cálculo de las fórmulas es el metro y su resultado m²
- 2- Cualquier resultado de las fórmulas arriba indicadas inferior a 1 m², se facturarán como un 1m²
- 3- Vierteaguas perimetro boca mayor por largo, mínimo 1 ml.
- 4- Los cuellos telescópicos se facturarán como dos piezas independientes, largo mínimo 1m. Cada uno
- 5- El valor UT (Unión transversal) será el siguiente: (Según Fabricante)
 - Para vaina= 0,024
 - Para Perfil integral 20 = 0,120 ó 150
 - Para Perfil integral 30 = 0,170 ó 200
 - Para unas pestañas superiores a 12mm.= (Tamaño de la pestaña en mm.) x2/1000

Como fabricante disponemos de un software de autodesk industrializado el cual nos facilita el diseño, la fabricación y su escandallo. El software “Fabrication Camduct” dispone de librería de todos los accesorios creados con anterioridad, teniendo que cambiar solo secciones cada vez que generamos un proyecto.



Con infinitas posibilidades para cualquier diseño, también es muy útil a la hora de poder generar documentación como escandallos, listado de materiales o fichas técnicas.

Aunque a día de hoy el 90% de los aparcamientos son de sección rectangular, básicamente por su singularidad, no podemos perder de vista la posibilidad de abordar estos proyectos con conducto circular.

A día de hoy se está trabajando en poder homologar el conducto circular F 400°, mediante una cesión de ensayo por un mínimo coste y ampliar el marcado CE para esta gama.

Rejillas:

Habitualmente este elemento no genera ningún problema si está bien dimensionado y para ello los fabricantes ya disponen de catálogos técnicos para su selección teniendo en cuenta el caudal y velocidad del aire.

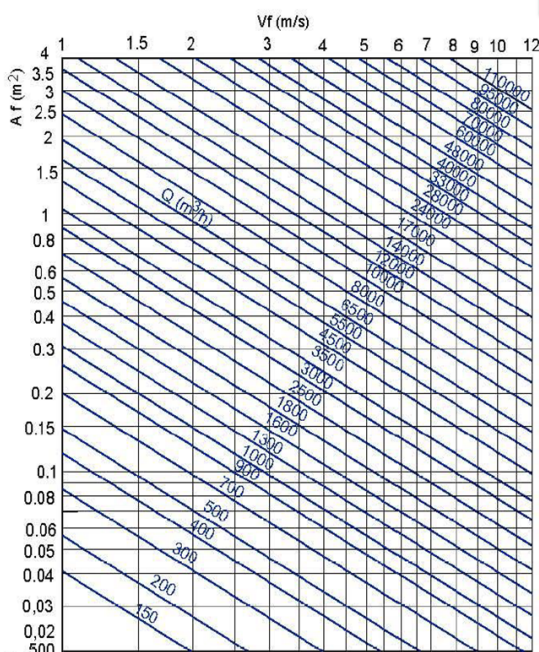
SECCION LIBRE DE SALIDA DELAIRE (m2)

H \ L	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	n
200	0,024	0,036	0,049	0,061	0,074	0,086	0,099	0,112	0,124	0,137	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250	4
300	0,039	0,06	0,081	0,102	0,123	0,144	0,165	0,186	0,207	0,228	0,249	0,291	0,333	0,375	0,417	6
400	0,055	0,084	0,114	0,143	0,173	0,202	0,231	0,261	0,290	0,319	0,349	0,408	0,467	0,525	0,584	8
500	0,071	0,108	0,146	0,184	0,222	0,259	0,297	0,335	0,373	0,411	0,449	0,524	0,600	0,675	0,751	10
600	0,086	0,133	0,179	0,225	0,271	0,317	0,364	0,410	0,456	0,502	0,548	0,641	0,733	0,826	0,918	12
700	0,102	0,157	0,211	0,266	0,321	0,375	0,432	0,484	0,539	0,594	0,648	0,757	0,867	0,976	1,085	14
800	0,118	0,181	0,244	0,307	0,370	0,432	0,496	0,559	0,622	0,684	0,748	0,874	1,001	1,126	1,252	16
900	0,134	0,205	0,276	0,348	0,419	0,490	0,562	0,633	0,705	0,776	0,848	0,990	1,133	1,276	1,418	18
1000	0,149	0,229	0,309	0,389	0,468	0,548	0,628	0,708	0,788	0,867	0,947	1,107	1,266	1,426	1,585	20

VELOCIDAD LIBRE, PERDIDA DE CARGA Y POTENCIA SONORA.

VELOCIDADES RECOMENDADAS.

Vmin m/s	Vmax m/s
2,5	4,5

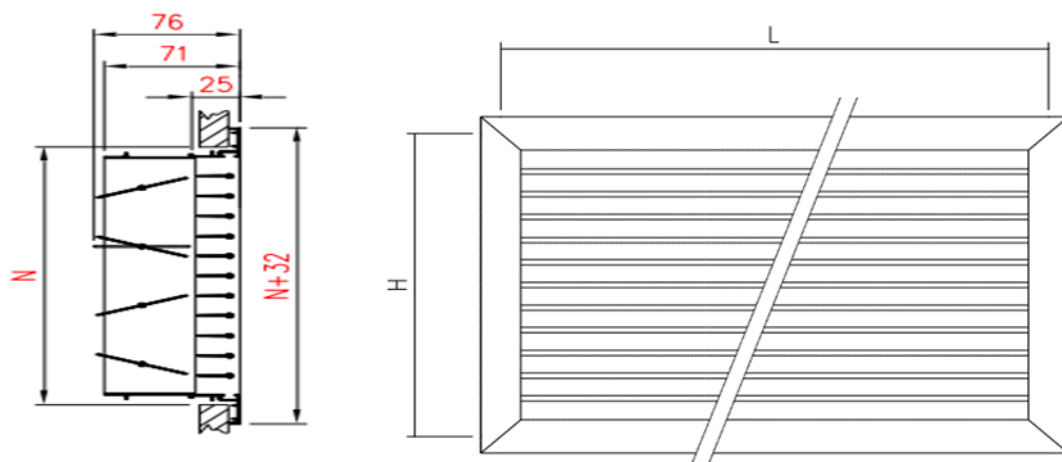


El único punto conflictivo que podemos tener es la regulación de las mismas.

Habitualmente en los proyectos no se contemplan rejillas con regulación, siendo básicamente imposible compensar la red y generar una aspiración uniforme asegurando caudal en la última rejilla.

Para ello siempre se debe proponer rejillas con regulados de caudal.

Ejemplo:



Como bien sabemos, los sistemas de ventilación en aparcamientos están creados para dos fines en concreto: salubridad, como hemos visto en el apartado anterior y para la evacuación de humos en caso de incendio.

Para entender su función principal, debemos entender a que nos enfrentamos:

Principios del fuego:

El fuego recibe técnicamente el nombre de combustión. La combustión es un conjunto de reacciones químicas de oxidación, es decir, se trata de la combinación del oxígeno procedente del aire con otros productos, materiales o sustancias.

Para que se produzca un fuego han de intervenir tres factores indispensables, que forman el denominado “**triángulo de fuego**”. Estos elementos son los siguientes:

- **Combustible:** Es toda sustancia susceptible de reaccionar con el comburente en una reacción rápida y con desprendimiento de energía.
- **Comburente:** Es el agente oxidante que reacciona con el combustible. El oxidante normal es el oxígeno, que se encuentra en la atmósfera en una proporción del 21%.
- **Energía de activación:** Es la energía mínima, en forma de calor, que necesitan el combustible y el comburente para que se inicie la reacción química.

Los incendios dentro de edificaciones pueden dividirse en cuatro fases principales:

- **Fase 1: Iniciación del incendio**, en la que se inicia la combustión como consecuencia de la activación de un foco de ignición en presencia de un material combustible. Esta fase durará entre unos pocos segundos y aproximadamente cinco minutos.
- **Fase 2: Propagación del incendio.** En esta fase se genera gran cantidad de calor, llamas y gases combustibles. Se alcanzan temperaturas entre los 100C y los 800C. Normalmente dura unos diez minutos desde la iniciación del incendio.
- **Fase 3: Combustión generalizada.** Esta fase se caracteriza por la inflamación de los gases combustibles situados lejos del foco inicial, lo que provoca una propagación generalizada en todo el recinto. Se produce una elevación brusca de la temperatura, y la duración de la fase oscila entre 20 y 30 minutos.
- **Fase 4: Agotamiento.** Como consecuencia del consumo de los materiales combustibles, se produce un enfriamiento que finaliza el incendio.

Para extinguir el fuego, basta con la eliminación de cualquiera de los tres elementos reseñados en el triángulo.

- **Dilución:** Es la eliminación del elemento combustible. Es el método menos utilizado, debido a la complicación de retirar los productos que están ardiendo. Se usa más como método preventivo.
- **Sofocación:** Eliminación del elemento comburente. Se puede conseguir mediante concentración de gas inerte que desplace el oxígeno, o cubriendo la superficie en llamas de alguna sustancia incombustible.
- **Enfriamiento:** Eliminación de la energía de activación. Se consigue reduciendo la temperatura del combustible, generalmente lanzando agua sobre las superficies calientes.

El 22 de mayo del 2017 se aprueba el REAL DECRETO 513 y su guía técnica de aplicación correspondiente. Su objetivo único son las instalaciones contra incendios, incluyendo de forma activa los sistemas de ventilación, en su apartado 13, como sistemas de control de humos y de calor.

Este reglamento a parte de regular las instalaciones, incluye nuevos regímenes a cumplir por los instaladores.

Según el Artículo 9 (Ámbito de actuación instaladores):

- La instalación de los sistemas a los que refiere este reglamento se realizara por empresas debidamente habilitadas ente el órgano competente.
- El personal contratado deberá ser al adecuado para su actividad.
- Deberá disponer de los medios técnicos necesarios para su desarrollo.
- Deberá cumplir con todos los requisitos del anexo III en condiciones de seguridad.
- Seguro de responsabilidad civil mínimo para la actividad de 800.000 €
- Disponer de su certificado de calidad implantado, emitido por una entidad autorizada.
- Disponer de los certificados de cualificación previstos en el Real Decreto 115/2017.

Sistemas para el control de humos y de calor.

Estos sistemas se subdividen en cuatro subgrupos, en función de la estrategia usada:

a) sistemas por flotabilidad de los gases calientes. UNE 23585 / UNE 23584

Sistemas formados por aireadores naturales o mecánicos.

b) sistemas por presión diferencial. UNE-EN 12101-6

Los mencionamos anteriormente como presurizaciones.

c) sistemas por ventilación horizontal. UNE 100106 / UNE 23584

Sistemas de ventilación mecánica de reducida estbeltez.

d) sistemas para extracción de humos. UNE 100106 / UNE 23584

Sistemas de ventilación calculados a renovaciones hora.

Todos los elementos integrados en los sistemas, en cuanto a su aspecto de fabricación, deben poseer su marcado CE.

Es habitual encontrar en un mismo sector de incendio diferentes sistemas de protección activa y/o pasiva diseñados para la lucha contra incendios. Por ello la nueva normativa, agrupa todos los sistemas de protección tanto activa como pasiva, como un solo sistema con subsistemas que interactúan entre ellos, formando un **(SCTEH)** sistemas de control para humos y temperaturas.

Otros sistemas que forman parte de un **SCTEH**:

- Bocas de incendio equipadas
- Red de extintores portátiles.
- Hidrante exterior
- Instalación de sistemas de detección automática y alarma de incendios.
- Instalación de sistema de detección automática de monóxido de carbono.
- Medidas de señalización y de evacuación de emergencia.

Conceptos a tener en cuenta en modo de resumen:

- Los sistemas deben garantizar 10 renovaciones hora.
- Los sistemas de ventilación se gobernarán mediante centralita de incendios.
- Desde la señal a la activación, deberán pasar 3 minutos, como tiempo de evacuación.
- En señal de incendio, los sistemas de extracción funcionaran a plena capacidad.
- Se deberá disponer en la rampa de acceso un cuadro de control de los sistemas.
- La ventilación nunca actuara antes que la actuación de los rociadores.
- Marcaje de CE de todos los elementos empleados en el sistema.
- Clasificación de resistencia al fuego de todos los elementos empleados en el sistema.

Cambios de normativa para proyectos posteriores al 2019

En el 2019 la norma UNE 100166 sufre una actualización en cuanto al cálculo y diseños de los sistemas de ventilación.

La nueva edición tiene como objetivo aumentar los requisitos de salubridad, fortalecer la seguridad en caso de incendio y la descatalogación de los aparcamientos como locales de riesgo de explosión. Además, se añade requisito de eficiencia energética para mejorar la economía de los sistemas.

Requisitos principales:

Salubridad:

Las concentraciones de gases contaminantes considerados para el CO serán de un máximo 25 ppm. El sistema de ventilación se debe activar mediante un sistema de detección de forma automática.

El sistema de ventilación debe ser capaz de funcionar a un caudal mínimo durante los tiempos de la siguiente tabla, de una forma automática.

Volumen de la zona de ventilación (V) [m ³]	Tiempo sin ventilación [h]	Tiempo de ventilación [min]
$220 \leq V < 727$	8	30
$727 \leq V < 1091$	8	15
$1091 \leq V < 2182$	12	15
$2182 \leq V$	24	15

Eficiencia energética:

El objetivo de este apartado es aumentar la eficiencia energética del sistema para que sea capaz de proporcionar un caudal adaptado a las necesidades en cada momento.

El sistema se debe diseñar para proporcionar 2 niveles de ventilación para cada zona de ventilación. El nivel máximo vendrá definido por la situación de incendio (10 Renov/h) y el nivel mínimo vendrá definido por la situación de salubridad (5 Renov/h).

Dada la exigencia y a su vez la disparidad en las normas y sus aplicaciones, lo ideal es generar un sistema con una economía aumentada, integrando todos los objetivos y sus requisitos en uno solo.

Requisitos para salubridad:

- Capacidad de generar renovaciones hora a un mínimo de caudal durante el día.
- Capacidad de trabajar a menos intensidad por concentración de CO de forma automática.

Requisitos para control de humos:

- Capacidad de trabajar al máximo punto de diseño en caso de un incendio.
- Posibilidad de gobernar los sistemas de forma separada manualmente a distancia.

Para ello debemos tener en cuenta los valores en los que vamos a trabajar en estos tres puntos dentro del mismo sistema, como ejemplo el sistema 1 (13.500 m³/h) SIBERPARK HI 63.

1. Para garantizar dentro de un horario unas renovaciones hora, se puede instalar un reloj con programación horaria diurna, que pueda trabajar a 25 HZ mediante un variador de frecuencia y hacer 3 arrancadas de 30 minutos al día.

SIBERPARK HI 63 T4 (A2:9) F300 1,5kW	13.500 M3/H	50 HZ
RENOVACIONES HORARIAS	6.500 M3/H	25 HZ

2. Cuando las concentraciones de CO superen los 25 ppm, la centralita debe enviar una señal para que de manera automática arranque la ventilación. Al disponer de un variador en nuestro sistema, podemos programar que en señal CO el ventilador arranque a 30 HZ durante la centralita le esté emitiendo la señal, después se para.

SIBERPARK HI 63 T4 (A2:9) F300 1,5kW	13.500 M3/H	50 HZ
SEÑAL DE CONCENTRACIÓN CO	7.800 M3/H	30 HZ

3. Por último, si se genera un incendio la señal de CI será para arranque del sistema a su máxima capacidad. En caso de incendio se deberá disponer de un cuadro de maniobras para los bomberos para que desde el puedan para actuar de forma manual e independiente para cada uno de los sistemas de ventilación.

SIBERPARK HI 63 T4 (A2:9) F300 1,5kW	13.500 M3/H	50 HZ
SEÑAL DE INCENDIO CI	13.500 M3/H	50HZ

En el mercado existe sistemas que actúan por separado, o bien se deben integrar dentro del mismo cuadro de baja tensión del aparcamiento. Lo cual acaba siendo un problema cuando los instaladores son de compañías diferentes.

Lo ideal es generar un subcuadro que sea un anexo a la centralita y cuadro de iluminación del aparcamiento, que sea compacto, que este totalmente configurado y programado para la necesidad de cada proyecto, siendo de fácil instalación (plug and play).

Diseño de cuadro de control



Sus dimensiones pueden variar dependiendo de cuantos sistemas deba gestionar. Su exterior es robusto de plástico técnico con una estructura IP 65, con puerta practicable con cierres laterales. Cuenta con 4 pilotos exteriores para saber el estado de su funcionamiento: Tensión/Modo CO/Modo CI/ Fallo.



En su interior se alojará por sistema un variador de frecuencia de la potencia de cada motor.

Contará con un regletero de conexiones numerados para cada función, alimentación, señal externa, maniobra. Cada cuadro estará protegido por una protección térmica y su diferencial.



Cada variador de frecuencia ira marcado con el sistema que per toque y en la pantalla digital se podrá ver la frecuencia de funcionamiento en cada momento.



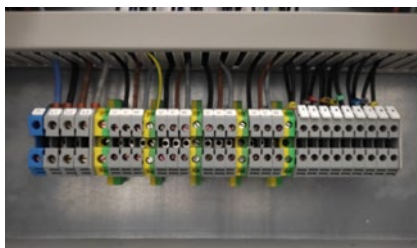
Cada cuadro dispondrá de un reloj digital, para poder programar las franjas horarias de arrancada en modo ventilación.



En el exterior de los cuadros se instalarán dos ventiladores para disipar el calor generado por los variadores de frecuencia, evitando sobrecalentamiento en su uso.



Cuenta con perforaciones de entrada para todas las conexiones preparadas con prensaestopas, en su parte inferior.



En una distancia de 8 cms dentro del cuadro a través de los prensaestopas ya se dispone de todas las conexiones para las diferentes funciones.

Estos cuadros se pueden fabricar para cualquier tipo de instalación, pudiendo generar un cuadro único de control varios cuadros por plantas y todos gestionados de forma manual desde la rampa de accesos por los bomberos.

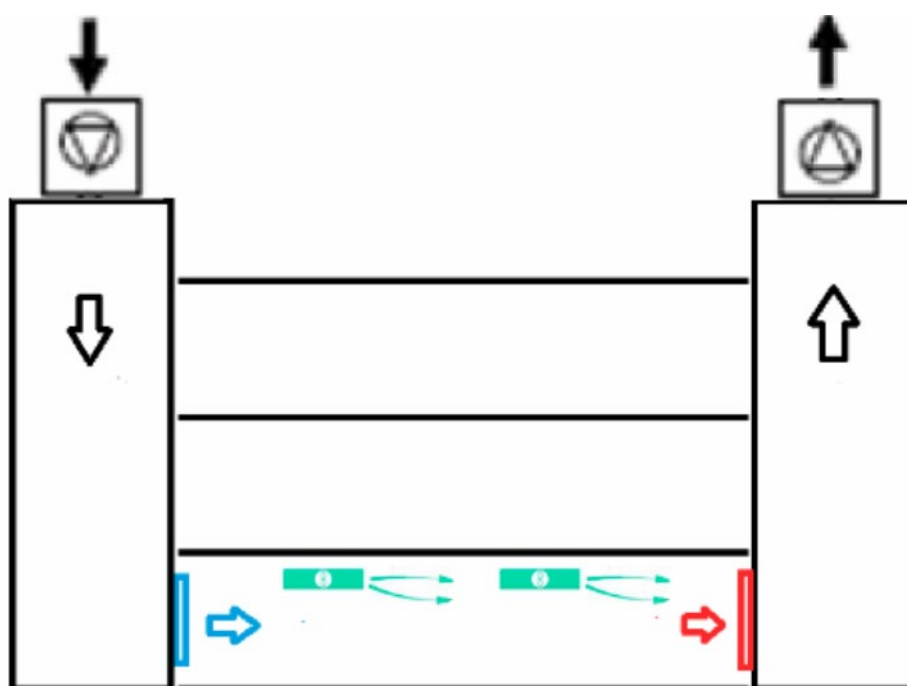
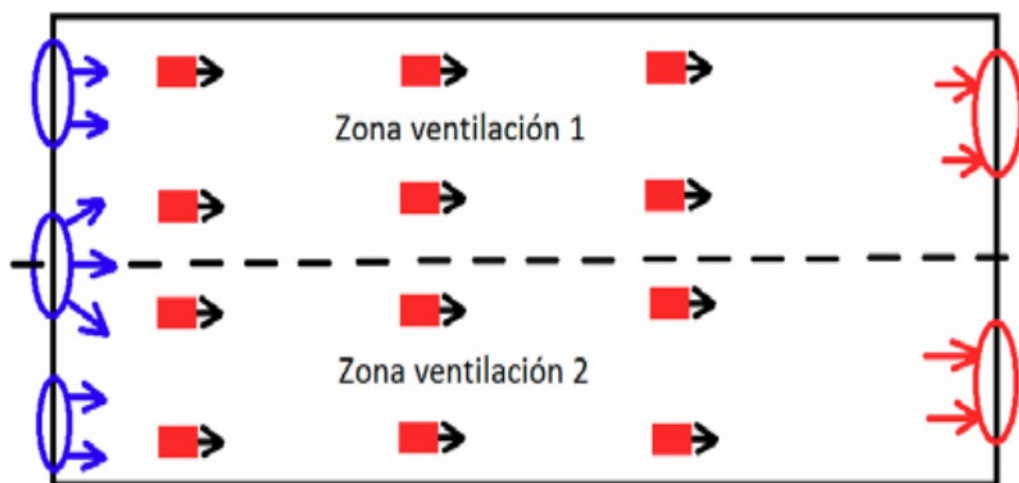


Técnica de ventilación por impulso:

Este tipo de técnica es una adaptación de los sistemas de ventilación empleados únicamente en túneles. Su adaptación ya está reflejada a nivel de normativas en el DB SI como sistema de desenfumage. El objetivo de su diseño es exactamente el mismo que los métodos tradicionales, siendo vital para su buen funcionamiento, generar un barrido regular y sin reflujos.

Este tipo de sistemas necesita de una serie de requisitos básicos para su selección:

- Las aberturas de admisión y extracción deberán estar dispuestas de tal manera que se favorezca la ventilación cruzada a causa de la acción de los ventiladores de impulso.
- Las aberturas de admisión y extracción de aire deben ubicarse en zonas opuestas en cada planta, y de forma uniforme en toda la anchura del aparcamiento.
- La distancia entre los ejes de 2 aberturas de admisión en la zona de aportación de aire será como máximo 60 m en sentido transversal al flujo principal, y la distancia entre un punto de aportación y las paredes longitudinales del aparcamiento será como máximo 30 m.
- La distancia entre los ejes de 2 aberturas de extracción en la zona de extracción será como máximo 60 m en sentido transversal del flujo del aire, y la distancia entre una abertura de extracción y las paredes del aparcamiento será como máximo 30 m.
- El caudal total de aportación o extracción de la zona de ventilación se repartirá uniformemente entre todas las aberturas de admisión según la geometría de la misma.
- El diseño de las zonas de ventilación y zonas de detección de gases contaminantes e incendios se deberá realizar de forma que ninguna zona de detección pertenezca a más de una zona de ventilación.



Varios estudios, demuestran que en igualdad de condiciones los sistemas de ventilación por impulso y los sistemas por conductos se pueden considerar análogos en todas las etapas de su diseño.

Pero bajo nuestra experiencia, entendemos que un aparcamiento debe reunir muchas condiciones específicas constructivas, para poder introducir jet fans en su diseño.

Conclusión:

¿Puede nuestra compañía dar servicio para estos sistemas al completo?

Conocimiento.

- ✓ Equipos (ventiladores) OEM.
- ✓ Control (OEM y propios) prototipo.
- ✓ Conductos (propios) Metair E 600°.
- ✓ Difusión (rejillas) OEM.