



# ONLINE ACADEMY

Especial edificios  
de oficinas



**TROX**

## WEBINARS

Esta es la oferta formativa que le proponemos para las próximas semanas. Junto con el título de cada curso se encuentra una breve descripción con los contenidos que en la formación se irán tratando. Realice directamente su inscripción a través del enlace que junto con la información de cada curso dejamos a su disposición.



Aire de calidad para oficinas

### AIRE DE CALIDAD PARA OFICINAS

- Ventilación
- Filtración
- Unidades de tratamiento de aire
- Purificadores de aire

>> Formación planificada para el: **lunes 8 de Junio 13:00 horas**  
Realice su inscripción aquí

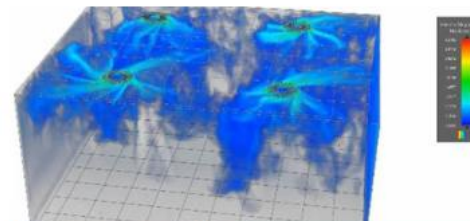


Confort y eficiencia energética

### CONFORT Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Parámetros de calidad de aire interior
- Control de caudal: VAC / VAV
- Adecuación a demanda
- Mantenimiento de presiones
- Modos de operación

>> Formación planificada para el: **lunes 15 de Junio 13:00 horas**  
Realice su inscripción aquí



Soluciones y simulación CFD

### SOLUCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE Y SIMULACIÓN CFD

- Soluciones con techo
- Soluciones sin techo
- Eficiencia de ventilación - Dilución de sustancias contaminantes
- Simulación CFD

>> Formación planificada para el **lunes 22 de Junio 12:00 horas (90 min)**  
Realice su inscripción aquí



Auditoría y medición de equipos e instalaciones

### AUDITORIA Y MEDICIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES

- Medición en unidades de tratamiento de aire
- Medición en unidades de control
- Medición de temperatura
- Medición de calidad de aire
- Medición de nivel sonoro
- Consumo y eficiencia energética

>> Formación planificada para el **lunes 29 de Junio 13:00 horas (45 min)**  
Realice su inscripción aquí



Seguridad

### SEGURIDAD

- Control de fuego y humo
- Sobrepresión de escaleras
- Ventilación en parkings: Jet fans

>> Formación planificada para el **lunes 6 de Julio 13:00 horas (45 min)**  
Realice su inscripción aquí

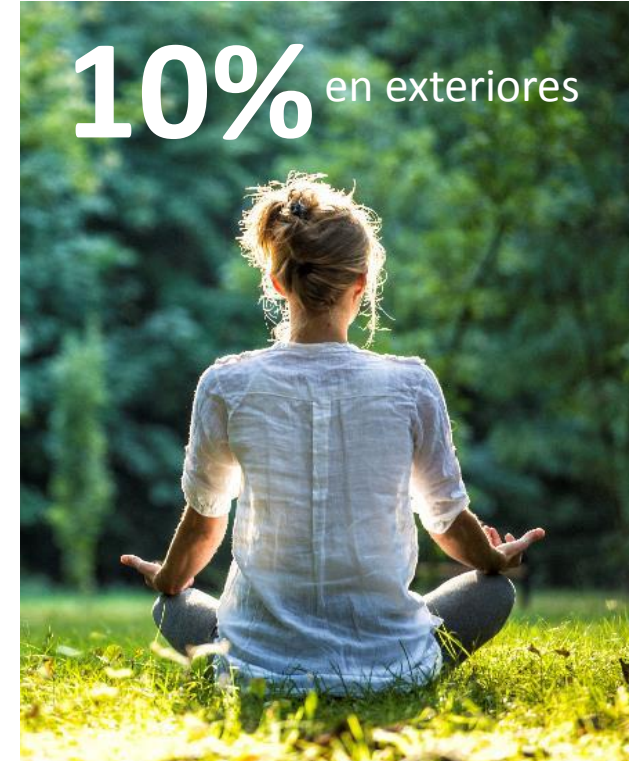
## Soluciones de distribución de aire y simulación CFD



Roberto Rodríguez Prades  
Business Development Manager

**TROX®** TECHNIK  
The art of handling air

**#staysafe #stayhealthy**



- Parámetros de confort y calidad de aire interior
- Generalidades difusión de aire
- Difusión por mezcla de aire y desplazamiento
- Eficiencia de ventilación
- Simulación CFD live



**Confort y calidad de aire interior**



## Crterios de salud y bienestar y productividad

### Indoor Air Quality & Ventilation

- Pollutants, including VOCs
- CO<sub>2</sub>
- Aroma
- Ventilation rate or fresh air
- Moisture content

### Thermal Comfort

- Indoor air temperature
- Mean radiant temperature
- Air velocity
- Relative humidity
- Clothing
- Activity

### Noise & Acoustics

- Background noise
- Privacy & interference
- Vibration

### Daylighting & Lighting

- Quantity
- Quality
- Glare
- Daylight
- Task type

### Interior Layout & Active Design

- Workstation density
- Task based spaces & ergonomics
- Breakout spaces and social features
- Active design

### Views & Biophilia

- Connections to nature
- Views outside

### Look & Feel

- Design character & brand ethos, including colour, shape, texture & art
- Cultural, gender & age sensitive design

### Location & Access to Amenities

- Access to amenities
- Transport
- Quality of public realm

## Confort térmico: calidad de aire interior

### ¿Qué es el CONFORT TÉRMICO?

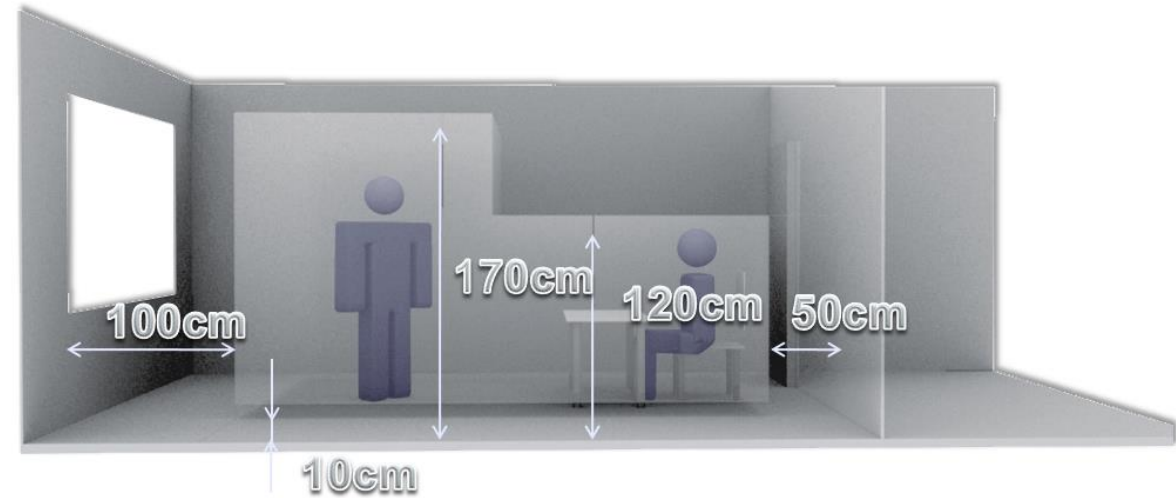
La norma **ISO 7730** define el confort térmico como:

“**Esa condición de la mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico**”.

**ASHRAE** lo define el como:

“**Es un estado del espíritu que refleja la satisfacción con el ambiente térmico que rodea a la persona**”.

**ASHRAE** señala que para analizar el **confort térmico** hay que tomar en cuenta no solamente la temperatura y la humedad, sino también el movimiento del aire, la temperatura radiante, la actividad desarrollada e incluso el tipo de vestimenta.





## Parámetros de confort interior

-  **Temperatura ambiente**
-  **Gradiente de Temperatura**
-  **Asimetría de temperatura**
-  **Velocidad del Aire**
-  **Indice de Turbulencia**
-  **Humedad Relativa**
-  **Nivel de contaminación**
-  **Aire de Ventilación**
-  **Nivel Sonoro**



Norma Española  
**UNE-EN 16798-1**  
Febrero 2020

Eficiencia energética de los edificios  
Ventilación de los edificios

Parte 1: Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido

Módulo 1-6

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 100 Climatización, cuya secretaría desempeña AFEC.



norma  
española

UNE-EN ISO 7730

Octubre 2006

TÍTULO

Ergonomía del ambiente térmico

Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local

(ISO 7730:2005)

## Temperatura y humedad

	Tasa metabólica	
	W/m²	met
Sala de espera	58	1,0
Oficina	70	1,2
Sala de conferencias, auditorio	70	1,2
Cafetería, restaurante	70	1,2
Aula	70	1,2
Guardería *	82	1,4
Comercio (clientes sentados)	82	1,4
Comercio (clientes de pie)	93	1,6
Grandes almacenes	93	1,6

Actividad metabólica met	Temperatura operativa óptima	
	Verano	Invierno
1,00	26,00	24,00
1,20	24,50	22,00
1,40	23,50	20,00
1,60	23,00	19,00
1,80	22,50	18,00
2,00	21,50	16,50
3,00	17,00	11,00

Fuente: UNE-EN ISO 7730 / UNE-EN 16798-3

# Verano

23.....25  
°C

45.....60 %

# Invierno

21.....23  
°C

40.....50 %

Fuente: RITE RD 1027/2007 RD 238/2013

Temperatura operativa es la temperatura teórica uniforme de un recinto en el que una persona intercambiaría la misma cantidad de calor por radiación y convección



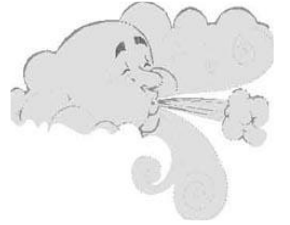
# 4%

Reduction in performance at cooler temperatures.

# 6%

Reduction in performance at warmer temperatures.

## Velocidad de aire / Confort acústico



$$v = \frac{t}{100} - 0,07m/s$$

0,16      0,18

### MEZCLA

Índice de turbulencia del 45%  
PPD por corrientes de aire del 15%

Fuente: RITE RD 1027/2007 RD 238/2013

$$v = \frac{t}{100} - 0,10m/s$$

0,13      0,15

### DESPLAZAMIENTO

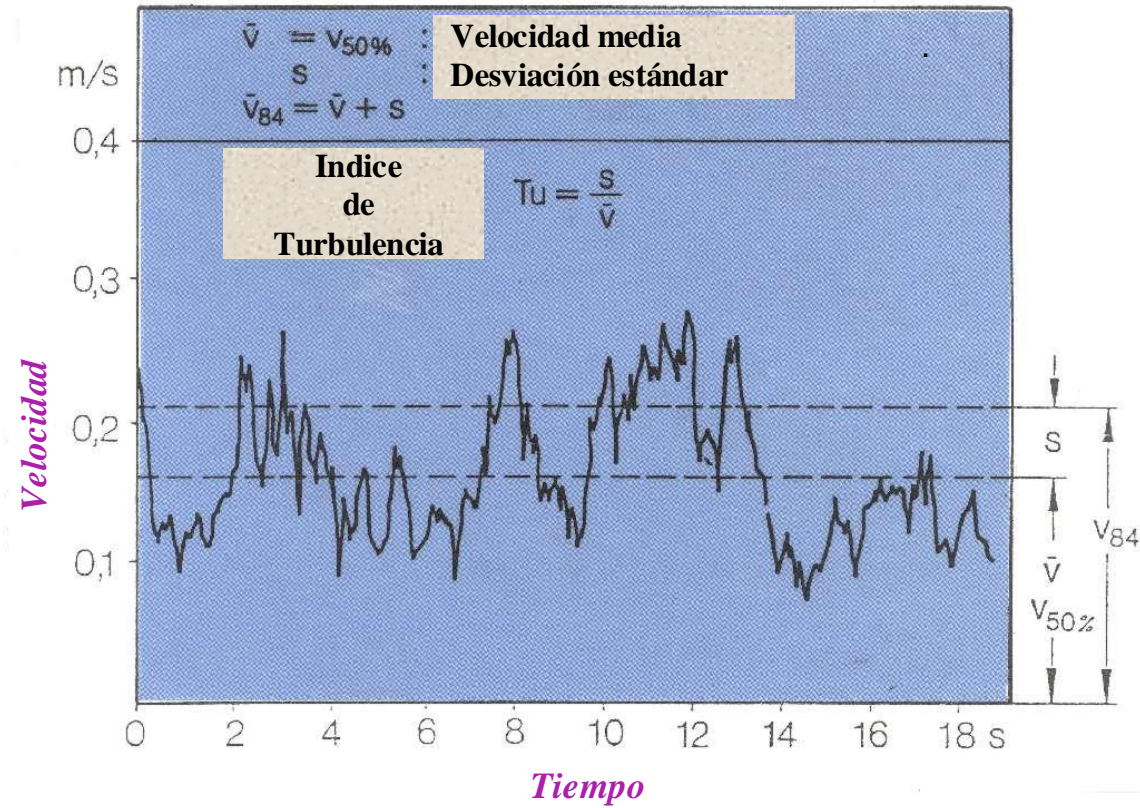
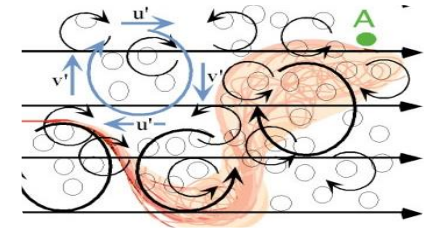
Índice de turbulencia del 15%  
PPD por corrientes de aire < 10%

# Indice de turbulencia

**MEZCLA**  
**45%**

**DESPLAZAMIENTO**  
**15%**

$$T_U = \frac{S}{V_{50}} 100\%$$



# Gradiente de temperatura

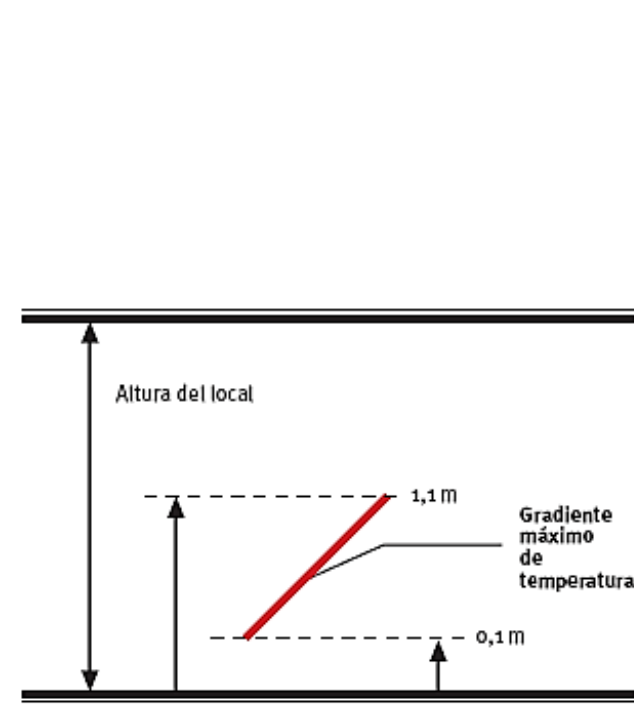
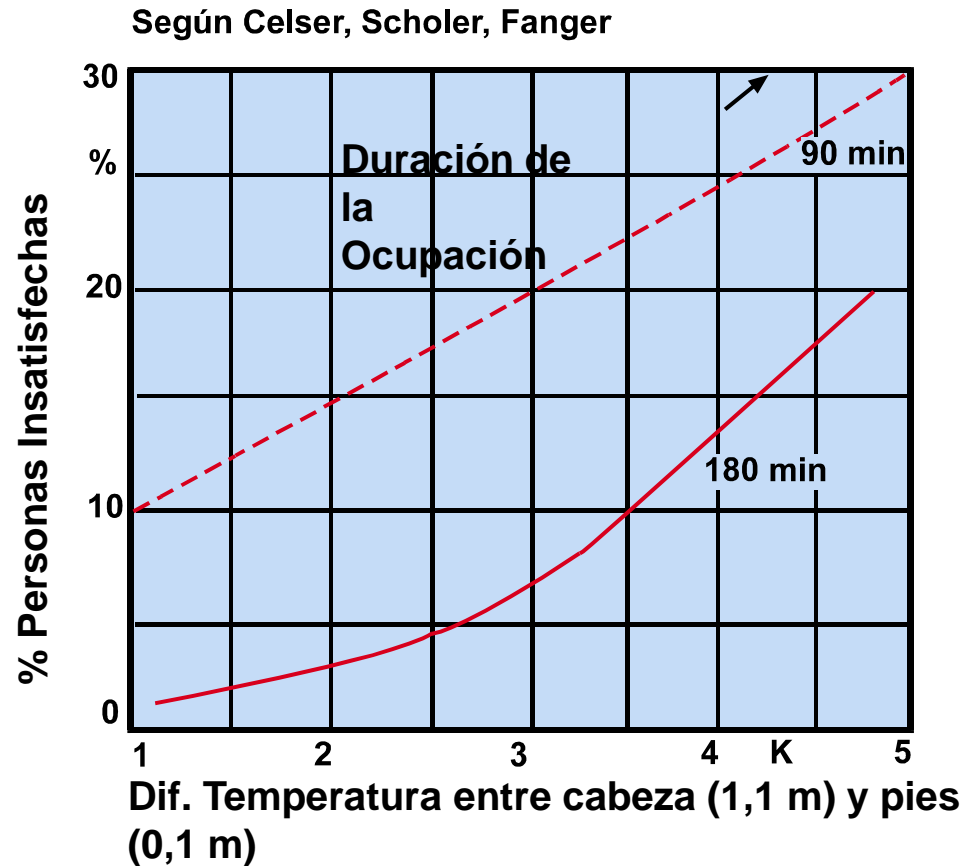
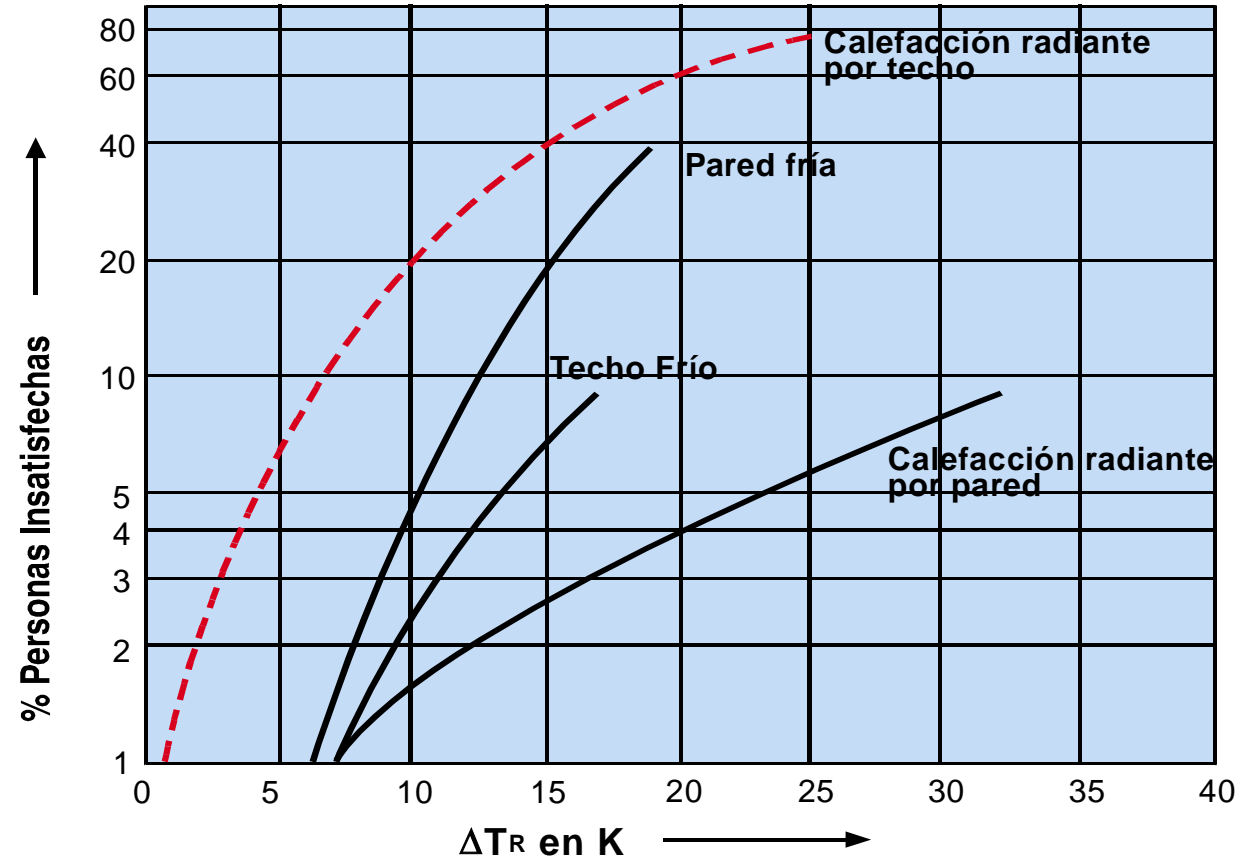
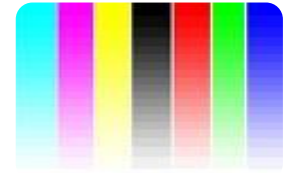


Fig. 4: Gradiente vertical de temperatura



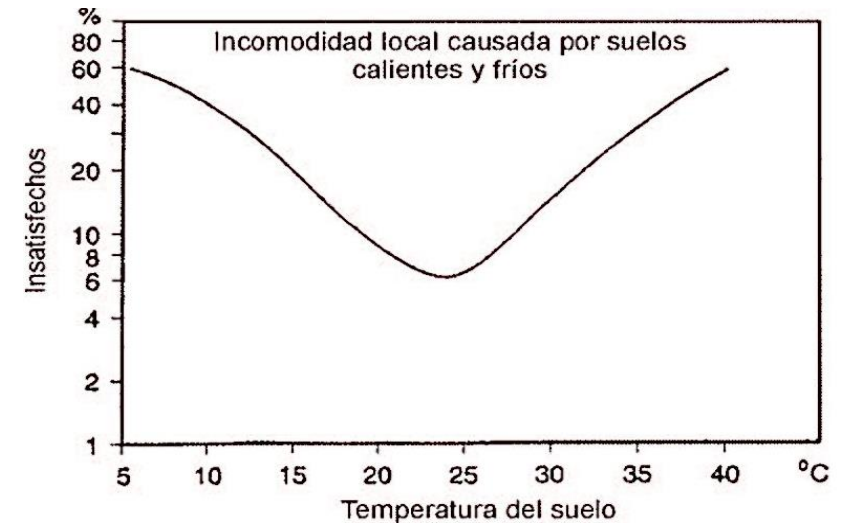
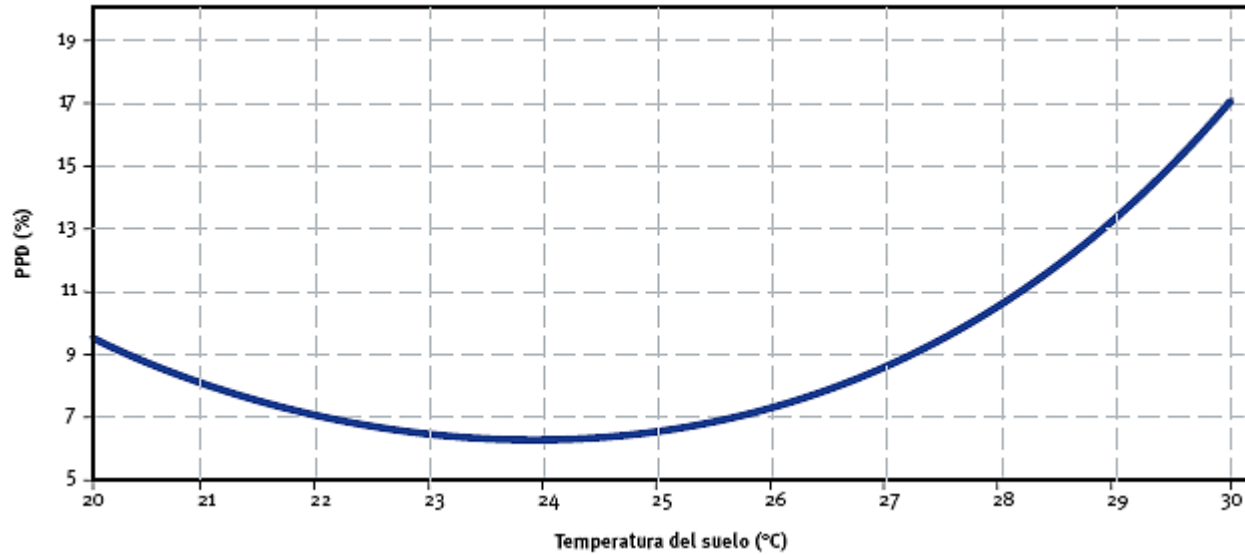
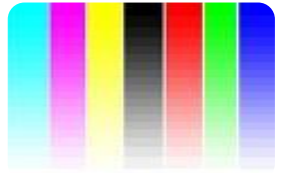
Para mantener el PPD inferior al 5%, la diferencia vertical de temperatura, medida entre los niveles de 1,1m y 0,1m sobre el suelo (altura de cabeza a tobillos de una persona sentada), deberá estar comprendida entre 2°C y 3°C

# Asimetría de temperatura



Elemento	Techo caliente	Techo frío	Pared caliente	Pared fría
PPI = 5%	4,5 °C	14,0 °C	22,5 °C	10,5 °C
PPI = 10%	6,5 °C	17,5 °C	35,0 °C	12,5 °C

# Temperatura del suelo



## Confort acústico



### Potencia sonora

Todo lo que vibra emite un sonido que se propaga bajo la forma de ondas de expansión o compresión, para ello es necesario que la fuente libere una cantidad de energía en el aire que le rodea. **La cantidad de energía sonora liberada por una fuente por unidad de tiempo, es lo que se denomina potencia sonora de la fuente.**

$$L_p \text{ (dB)} = 10 \log (P_1 / P_0)$$

siendo:

$P_1$  = Potencia sonora de la fuente expresada en vatios  
 $P_0$  = Potencia sonora de referencia igual a  $10^{-12}$  vatios

**El nivel de potencia sonora de una fuente caracteriza el ruido emitido por la fuente.**

### Presión sonora

Hemos definido el sonido como una vibración de un medio elástico, lo que produce una variación de la presión del medio en el que se propaga, por lo que de una manera general el nivel sonoro se puede evaluar en función de la presión sonora.

Para expresar el nivel de presión sonora, se utiliza el decibelio, que se define por la fórmula:

$$L \text{ (dB)} = 10 \log (P / P_0)^2 = 20 \log (P / P_0)$$

siendo

$P$  = Presión de la onda sonora expresada en Pascales  
 $P_0$  = Presión sonora de referencia igual a  $2 \times 10^{-5}$  Pascales

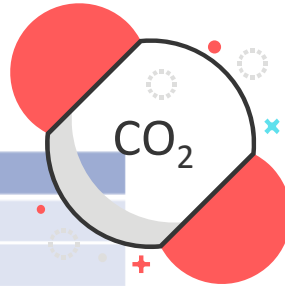
**El nivel de presión sonora caracteriza el ruido percibido por el oído.**



# Ocupación y calidad de aire interior

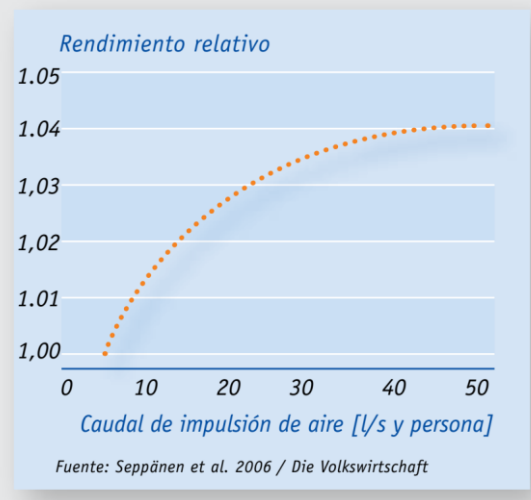
Categoría	l/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Categoría	ppm(*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1.200



\* Concentración (partes por millón en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior.

**Fig. 1: Relación entre la ventilación y el rendimiento en oficinas**



IDA 1	<b>Aire de óptima calidad:</b> hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	<b>Aire de buena calidad:</b> oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
IDA 3	<b>Aire de calidad media:</b> edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
IDA 4	<b>Aire de calidad baja:</b> no se debe aplicar.

500 ppm	Concentración normal en ambiente
1000 ppm	Límite recomendado por Pettenkofer
> 1000 ppm	Fatiga, pérdida de concentración
2000 ppm	Límite para espacios de docencia
5000 ppm	Límite de exposición puestos de trabajo
40,000 ppm	Concentración en aire exhalado de 20 l/h
> 50,000 ppm	Dolor cabeza, pérdida conciencia, muerte

**Calidad de aire interior = Satisfacción y Salud**

# UNE-EN 16798-1

**Tabla B.1 - Categorías por defecto para el diseño para edificios calefactados y refrigerados mecánicamente**

Categoría	Estado térmico del cuerpo en su conjunto	
	Porcentaje de Insatisfechos Previsto PPD %	Voto Medio Previsto PMV
I	< 6	- 0,2 < PMV < + 0,2
II	< 10	- 0,5 < PMV < + 0,5
III	< 15	- 0,7 < PMV < + 0,7
IV	< 25	- 1,0 < PMV < + 1,0

	Corriente de aire			Diferencia de temperatura vertical de aire (cabeza tobillo)		Rango de temperatura de suelo		Asimetría de la temperatura radiante				
	DR (Tasa de corriente de aire) [K]	Velocidad de aire máxima <sup>a</sup>		PD [°C]	Diferencia de temperatura <sup>b</sup> [K]	PD [%]	Rango de temperatura de la superficie del suelo [°C]	PD [%]	Techo caliente [K]	Pared fría [K]	Techo frío [K]	Pared caliente [K]
		Invierno [m/s]	Verano [m/s]									
Categoría I	10	0,10	0,12 <sup>c</sup>	3	2	10	19 a 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Categoría II	20	0,16	0,19 <sup>c</sup>	5	3	10	19 a 29	5	< 5	< 10	< 14	< 23
Categoría III	30	0,21	0,24 <sup>c</sup>	10	4	15	17 a 31	10	< 7	< 13	< 18	< 35

<sup>a</sup> Suponiendo un nivel de actividad de 1,2 met, una intensidad de turbulencia de 40% y una temperatura de aire igual a la temperatura de funcionamiento de alrededor de 20 °C en invierno y 23 °C en verano.  
<sup>b</sup> Diferencia entre 1,1 y 0,1 m por encima del suelo.  
<sup>c</sup> Cuando la temperatura de aire es superior a 25 °C se permiten velocidades de aire más altas y a menudo son incluso preferidas (la corriente de aire se vuelve brisa agradable); pero solo a condición de que los ocupantes tengan control directo sobre la velocidad del aire. Véase el apartado B.2.3 para ejemplos de correcciones de temperatura.

# UNE-EN 16798-1

Categoría	Caudal de ventilación de diseño total para el recinto		Concentración de CO <sub>2</sub> correspondiente por encima de la exterior en ppm para personas no adaptadas
	l/(s por persona)	l/(s·m <sup>2</sup> )	
I	20	2	550 (10)
II	14	1,4	800 (7)
II	8	0,8	1 350 (4)
IV	5,5	0,55	1 350 (4)

Tipo de edificio/recinto	Categoría	Rango de temperaturas para las estaciones de calefacción, °C Vestimenta 1,0 clo aproximadamente	Rango de temperaturas para las estaciones de refrigeración, °C Vestimenta 0,5 clo aproximadamente
Edificios residenciales, estancias (habitaciones, salas de estar, etc.) Actividad sedentaria ~ 1,2 met	I	21,0 - 25,0	23,5 - 25,5
	II	20,0 - 25,0	23,0 - 26,0
	III	18,0 - 25,0	22,0 - 27,0
Edificios residenciales, otras estancias (cocinas, almacenes, etc.) Actividad de pie-andando ~ 1,5 met	IV	17,0 - 25,0	21,0 - 28,0
	I	18,0 - 25,0	
Edificios residenciales, otras estancias (cocinas, almacenes, etc.) Actividad de pie-andando ~ 1,5 met	II	16,0 - 25,0	
	III	14,0 - 25,0	
	IV	17,0 - 25,0	21,0 - 28,0
Oficinas y recintos con actividad similar (oficinas individuales, oficinas abiertas, salas de conferencias, auditorios, cafeterías, restaurantes, aulas, etc.) Actividad sedentaria ~ 1,2 met	I	21,0 - 23,0	23,5 - 25,5
	II	20,0 - 24,0	23,0 - 26,0
	III	19,0 - 25,0	22,0 - 27,0
	IV	17,0 - 25,0	21,0 - 28,0

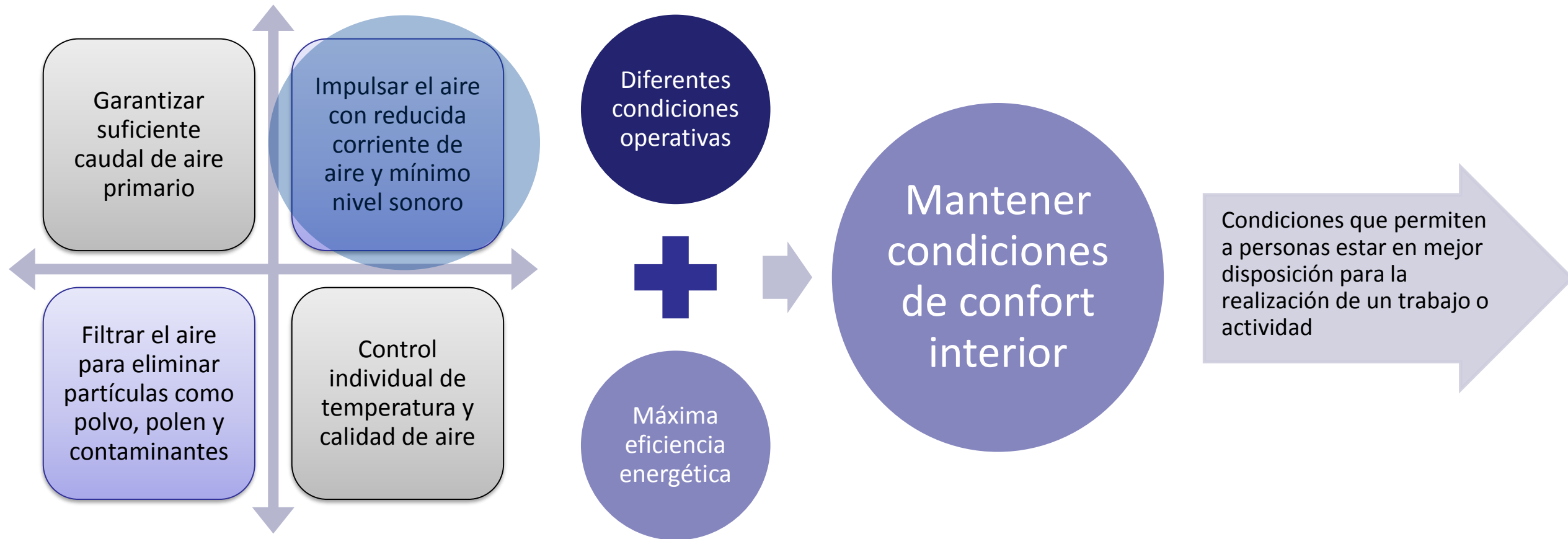
Durante los intervalos entre las estaciones de calefacción y refrigeración (con  $\theta_{m}$  entre 10 °C y 15 °C), pueden utilizarse los límites de temperatura que se encuentren dentro de los valores de invierno y verano. La velocidad del aire se supone < 0,1 m/s y la RH ~ 40% para la estación de calefacción y 60 % para la estación de refrigeración.

Edificio	Tipo de recinto	Nivel acústico continuo equivalente L <sub>Aeq,T</sub> [dB (A)]		
		I	II	III
Residencial	Salas de estar	≤ 30	≤ 35	≤ 40
	Habitaciones	≤ 25	≤ 30	≤ 35
Lugares de reunión	Auditorios	≤ 24	≤ 28	≤ 32
	Bibliotecas	≤ 25	≤ 30	≤ 35
	Cines	≤ 24	≤ 28	≤ 32
	Museos	≤ 28	≤ 32	≤ 36
Comercial	Tiendas	≤ 35	≤ 40	≤ 45
	Grandes almacenes, Supermercados	≤ 40	≤ 45	≤ 50
Hospitales	Habitaciones	≤ 25	≤ 30	≤ 35
	Salas	≤ 32	≤ 36	≤ 40
	Quirófanos	≤ 35	≤ 40	≤ 45
Hoteles	Habitaciones de hotel	≤ 25	≤ 30	≤ 35
	Recepción, Vestíbulos	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Oficinas	Oficinas pequeñas	≤ 30	≤ 35	≤ 40
	Oficinas panorámicas	≤ 35	≤ 40	≤ 45
	Salas de conferencias	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Restaurantes	Cafeterías	≤ 35	≤ 40	≤ 45
	Bares, Comedores	≤ 32	≤ 36	≤ 40
	Cocinas	≤ 45	≤ 50	≤ 55
Colegios	Aulas	≤ 30	≤ 34	≤ 38
	Gimnasios	≤ 35	≤ 40	≤ 45
Deportes	Instalaciones deportivas cubiertas	≤ 35	≤ 40	≤ 45
General	Salas de servicio, pasillos	≤ 35	≤ 40	≤ 45
	Aseos	≤ 35	≤ 45	≤ 55

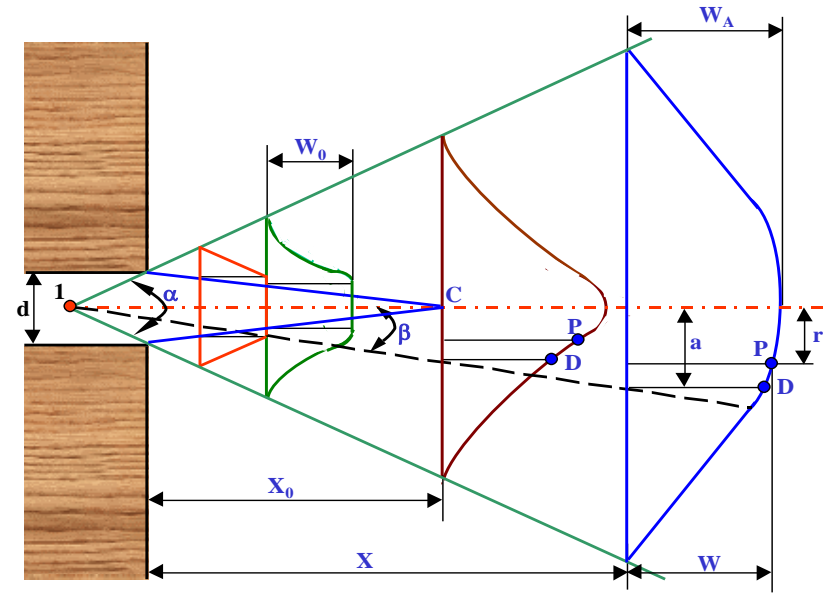


**Generalidades difusión de aire**

## Función de un sistema de climatización



## Chorro de aire

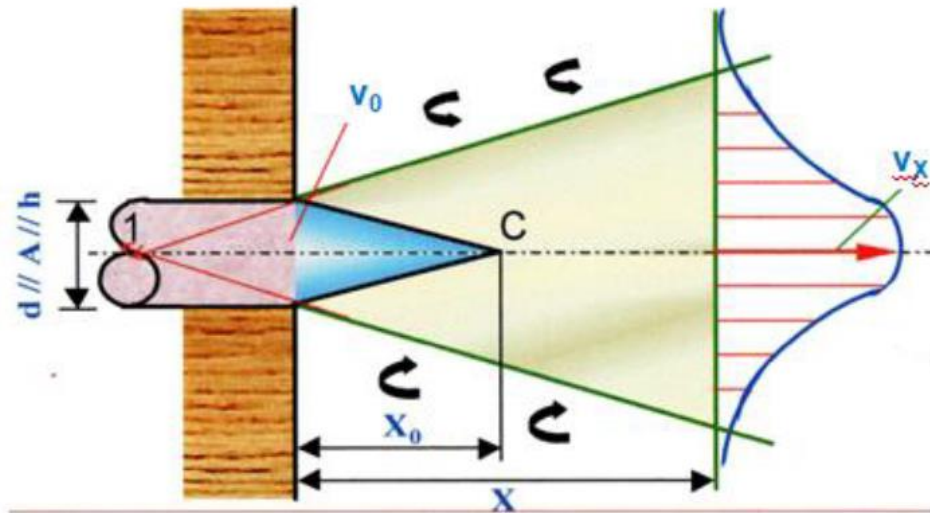


Chorro de aire es una descarga de aire en un recinto suficientemente grande de forma que sus paredes no puedan ejercer influencia ni en su formación ni en su dirección.

- El chorro se ensancha al salir del orificio, proporcionalmente a la distancia al orificio excepto en las cercanías de su origen
- La velocidad del chorro se reduce gradualmente a medida que aumenta la distancia al orificio de salida
- Los perfiles de velocidad en el tramo principal son semejantes

## Chorro de isotérmico

Un chorro de aire se denomina **Isotérmico** cuando su **temperatura es igual a la temperatura del aire en el local**. Cuando se impulsa un chorro de aire en descarga libre sin que haya ninguna superficie junto a él, que pueda alterar sus condiciones, el chorro induce aire por todo su perímetro por lo que la velocidad a un alcance determinado dependerá de la velocidad de impulsión y de la geometría de la salida de aire.



Para chorros de aire rectangulares con relación 1:8



$$\Rightarrow \frac{v_x}{v_0} = c * \frac{\sqrt{A}}{X}$$

Para chorros de aire rectangulares con relación > 1:10



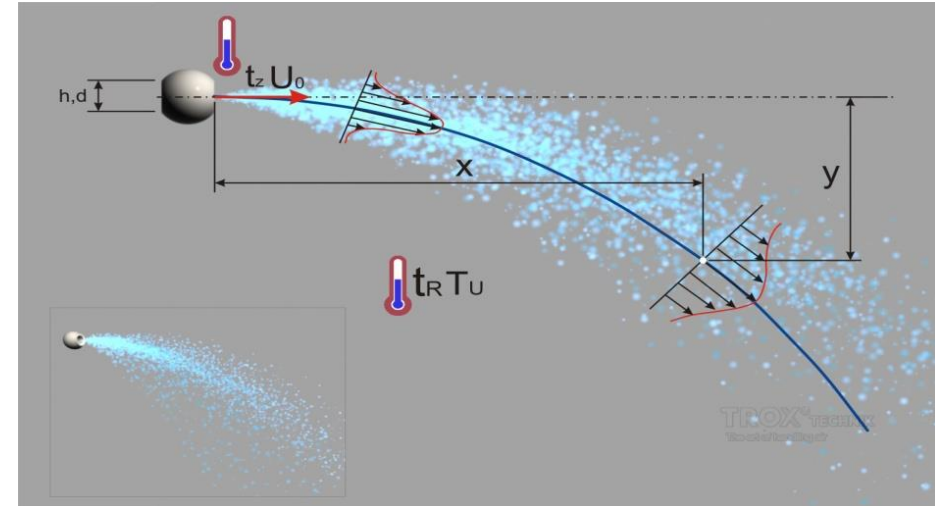
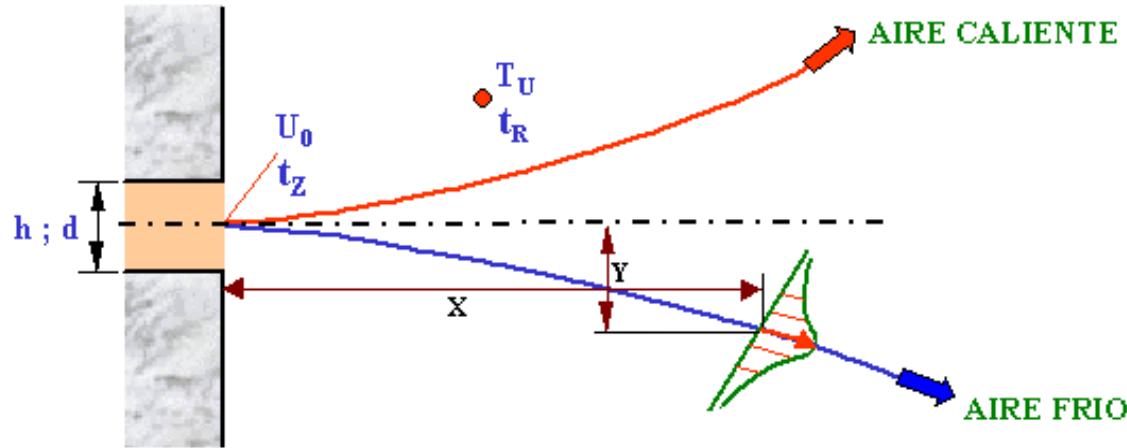
$$\Rightarrow \frac{v_x}{v_0} = c * \sqrt{\frac{h}{X}}$$

Para chorros de aire circulares



$$\Rightarrow \frac{v_x}{v_0} = c * \frac{d}{X}$$

## Gradiente de temperatura – densidad



$$A_r = \frac{\text{Fuerza de empuje ascendente o descendente del aire en el local}}{\text{Fuerzas de inercia}}$$

Chorro rectangular

$$A_r = \frac{g * \sqrt{A} * \Delta t}{T_r * u_0^2}$$

Chorro circular

$$A_r = \frac{g * d * \Delta t}{T_r * u_0^2}$$

Chorro lineal

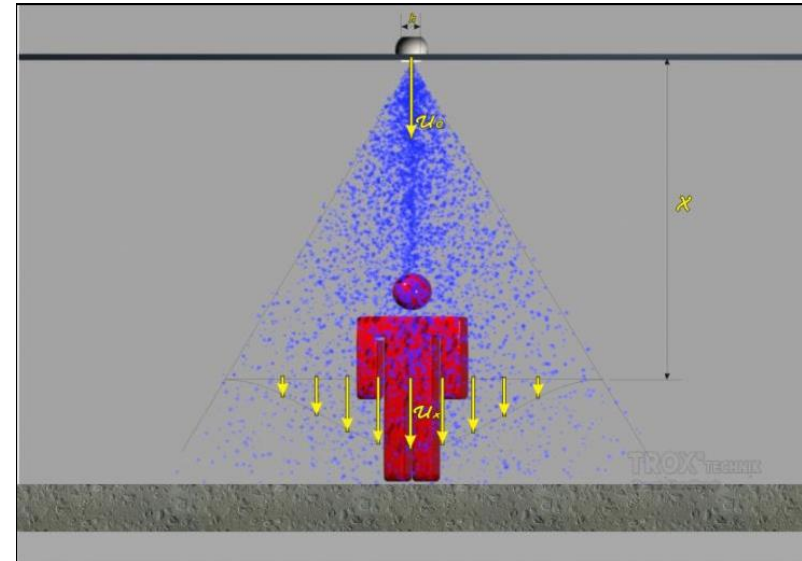
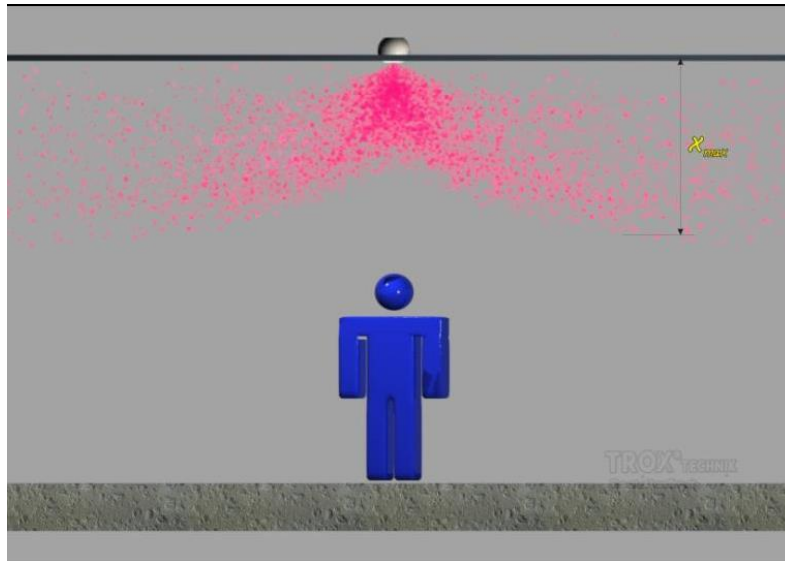
$$A_r = \frac{g * h * \Delta t}{T_r * u_0^2}$$



## Chorro no isotérmico vertical

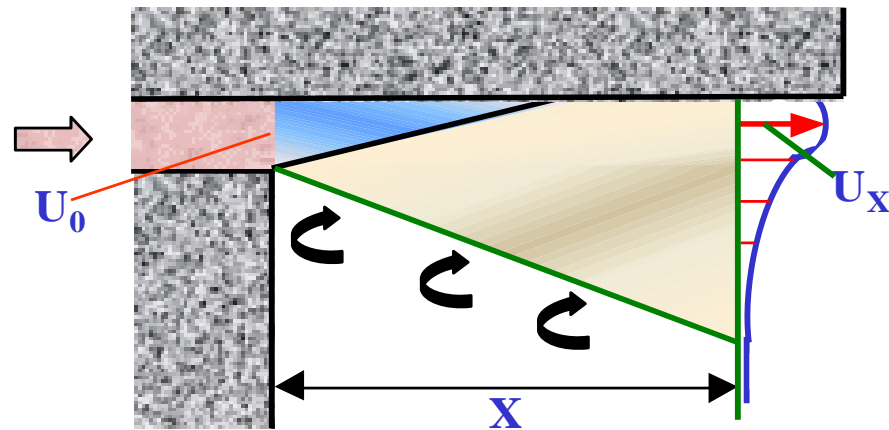
La influencia del número de Arquímedes en unión de la fuerza de atracción de la gravedad es especialmente importante

- a) La fuerza de ascenso o descenso del aire tienen la misma dirección que la gravedad:  
Impulsión aire frío desde el techo o aire caliente desde el suelo: **acelera la velocidad del aire**
- b) La fuerza de ascenso o descenso del aire tienen distinta dirección que la gravedad:  
Impulsión aire caliente desde el techo o aire frío desde el suelo: **reduce la velocidad del aire**



## Chorro con efecto techo

Cuando la salida de aire esta situada junto a una superficie, no se forma un chorro libre, ya que solamente se produce inducción de aire por la parte inferior del chorro lo que corresponde a la mitad del chorro, y la velocidad a un alcance se ve incrementada proporcionalmente a la raíz de 2.



$$\begin{array}{l}
 1 \text{ } \begin{array}{|c|} \hline < 8 \\ \hline \end{array} \longrightarrow \frac{U_x}{U_0} = \sqrt{2} * C * \frac{\sqrt{A}}{X} \\
 1 \text{ } \begin{array}{|c|} \hline > 12 \\ \hline \end{array} \longrightarrow \frac{U_x}{U_0} = \sqrt{2} * C * \left(\frac{h}{X}\right)^{0,5}
 \end{array}$$

### CHORRO CON EFECTO TECHO

## Efecto coanda o efecto techo

Característica de un chorro de aire que en la cercanía de una superficie lisa (techo o pared) se *adhiera y fluye junto a ella*

Depende de:

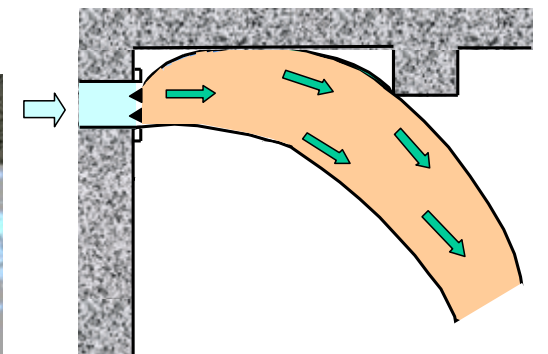
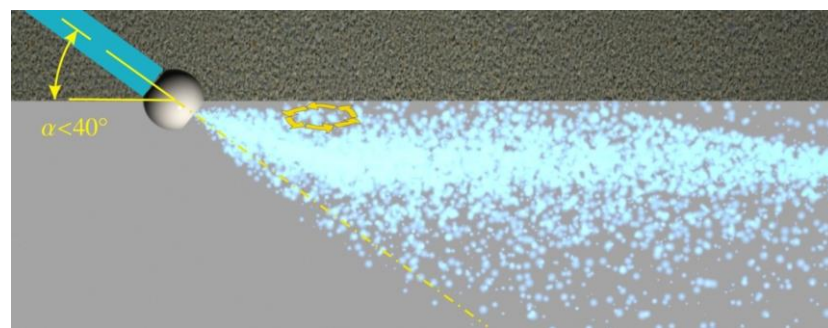
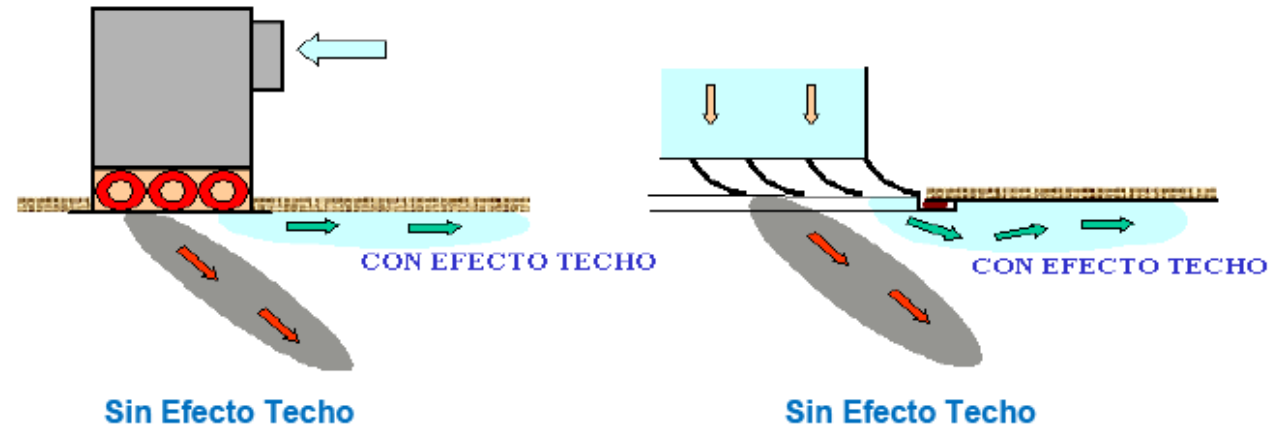
Forma del orificio de salida

Distancia a la superficie de adherencia

Velocidad de salida del aire

Diferencia de temperatura entre aire impulsión y ambiente

Ángulo de impulsión



CAIDA DE LA VENA DE AIRE CON OBSTACULOS

## Variación del alcance crítico

### Difusores radiales de sección constante

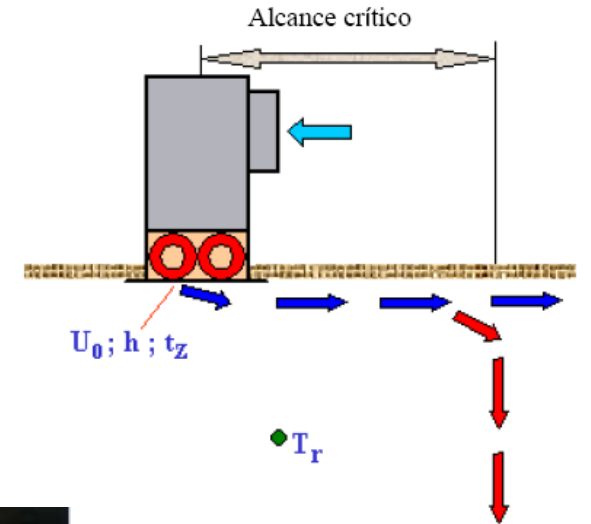
La reducción del alcance crítico entre 100% y 25% del caudal de aire aproximadamente es:

$$X_{\text{crit } 25\%} = 1/3 \cdot X_{\text{crit } 100\%}$$

### Difusores lineales de sección constante

La reducción del alcance crítico entre 100% y 25% del caudal de aire aproximadamente es:

$$X_{\text{crit } 25\%} = 1/3,6 \cdot X_{\text{crit } 100\%}$$



## Variación del alcance crítico: Ejecución Varyset

### Difusores radiales de sección variable

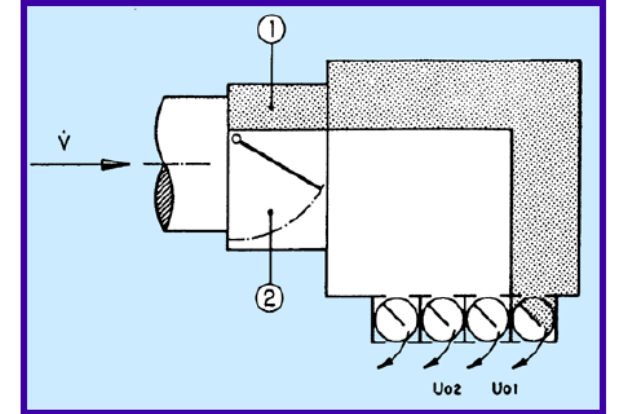
La reducción del alcance crítico entre 100% y 25% del caudal de aire aproximadamente es:

$$X_{\text{crit } 25\%} = 0,66 \cdot X_{\text{crit } 100\%}$$

### Difusores lineales de sección variable

La reducción del alcance crítico entre 100% y 25% del caudal de aire aproximadamente es:

$$X_{\text{crit } 25\%} = 0,95 \cdot X_{\text{crit } 100\%}$$



Difusor lineal Vary-set

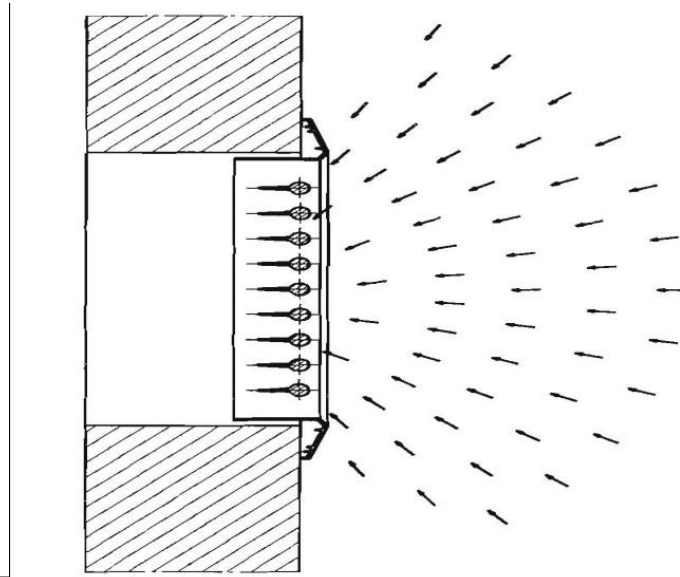


## Retorno

Cuando aspiramos a través de un orificio el aire de un local, se produce una reducción de la velocidad al aumentar la distancia al punto de aspiración de forma más rápida que si impulsamos en el local a través del mismo orificio la misma cantidad de aire.

En la impulsión se forma un chorro de aire, mientras que en la aspiración se forma una depresión

**La velocidad de aspiración varía aproximadamente inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al punto de aspiración**





## MEZCLA

- Alta velocidad
- No estratificación
- Volumen homogéneo
- Mayor inducción
- Calidad aire en zona ocupación



## DESPLAZAMIENTO

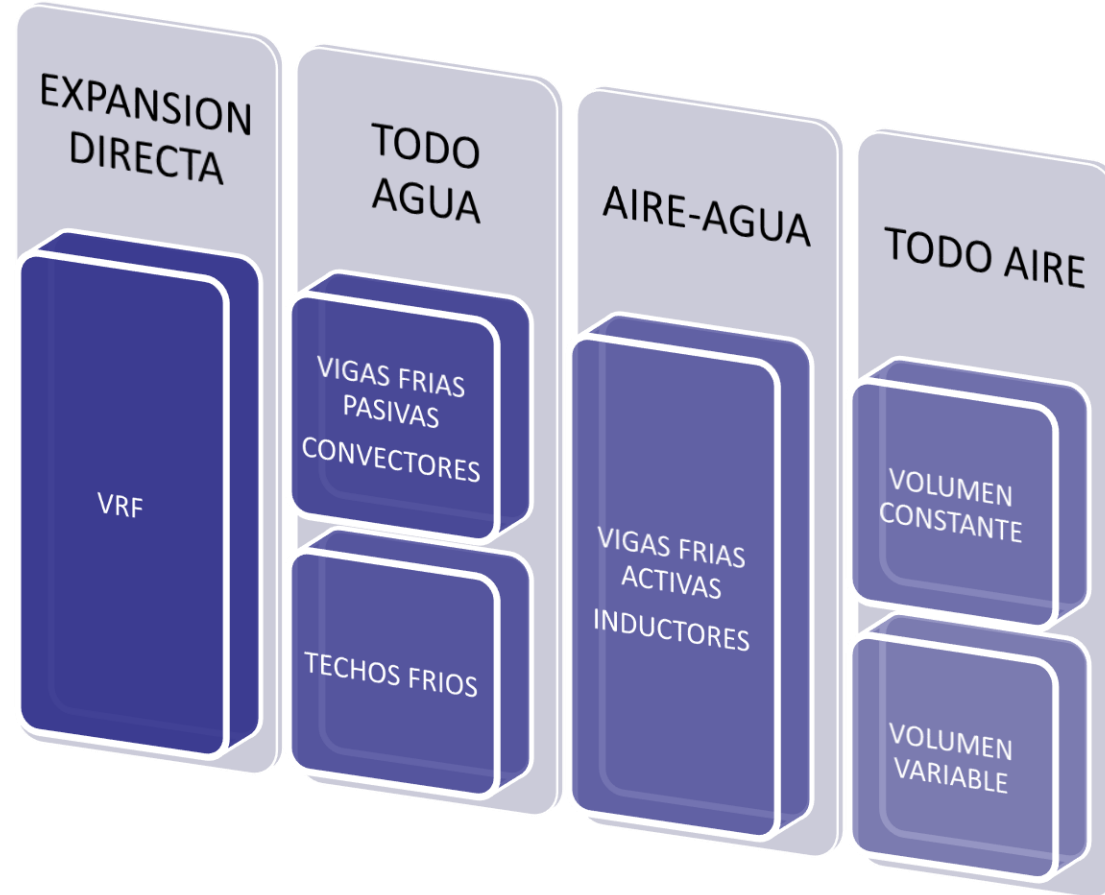
- Baja velocidad
- Menor Dif. de temperatura impulsión-sala
- Estratificación
- Baja turbulencia
- Elevado confort



## LAMINAR

- Baja velocidad
- Reducida Dif. de temperatura impulsión-sala
- Flujo direccionado
- Sin turbulencia
- Gran calidad de aire localizada

## Sistemas en función del fluido





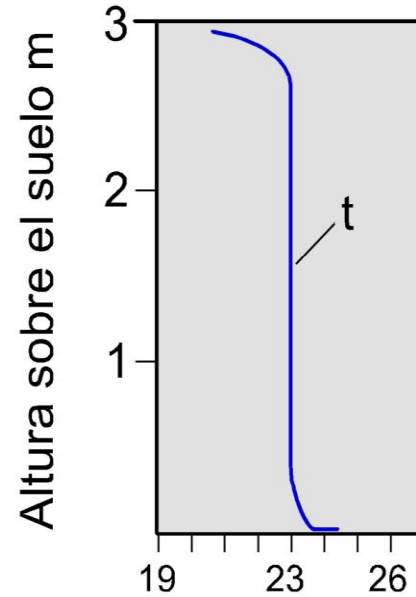
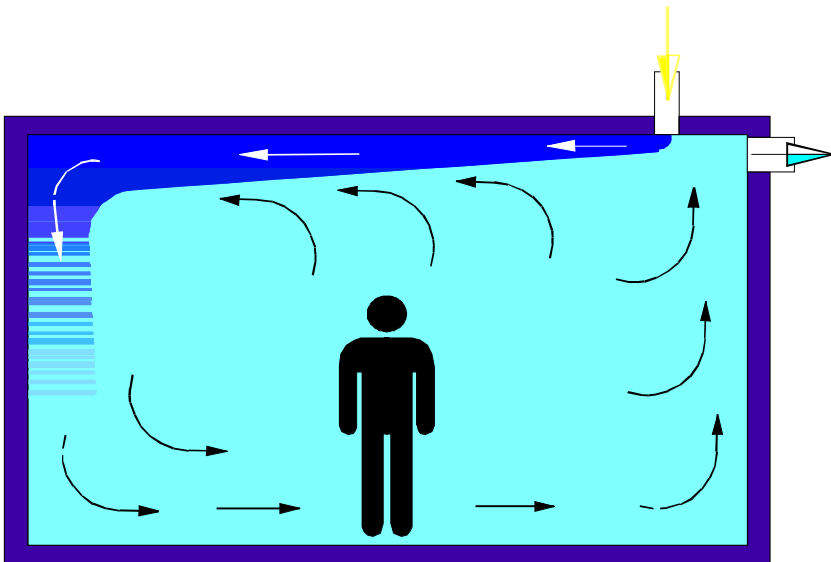


**Difusión por Mezcla de Aire & Desplazamiento**

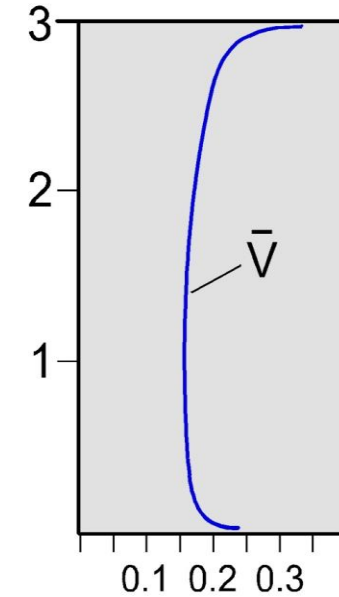
Las unidades terminales se pueden colocar en el **techo, paredes o antepechos de las ventanas**

**Alta velocidad de impulsión del aire**

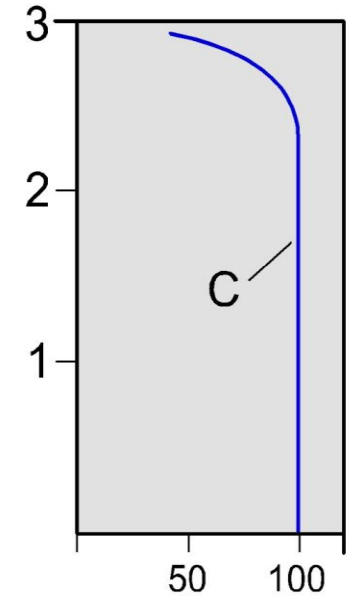
La mezcla se realiza por **inducción** con el aire ambiente



Temperatura del aire °C



Velocidad del aire m/s



Concentración de partículas %

Unidad terminal más adecuada será función de:

1. **Caudal de aire** a impulsar por cada unidad terminal
2. **Temperatura de impulsión** del aire
3. **Temperatura ambiente**
4. **Altura** de impulsión
5. **Alcance** a cubrir con la unidad terminal
6. **Velocidad residual** a mantener en la zona de ocupación
7. **Presión sonora** máxima admisible en el local



Cantidad de aire a impulsar será función de la carga sensible y de la diferencia de temperatura entre el aire impulsado y el aire ambiente:

$$V = \frac{C_s}{1,2 \times 0,24 \times \Delta t}$$

Siendo:

CS = Carga sensible del local en Kcal/h

V = Caudal de aire a impulsar en m<sup>3</sup>/h

Δt = Diferencia entre la temperatura del aire impulsado y el aire ambiente en Cº

1,2 = Peso específico del aire en Kg/m<sup>3</sup>

0,24 = Calor específico en Kcal/h x ºC x kg

### Efecto Coanda y Alcance Crítico

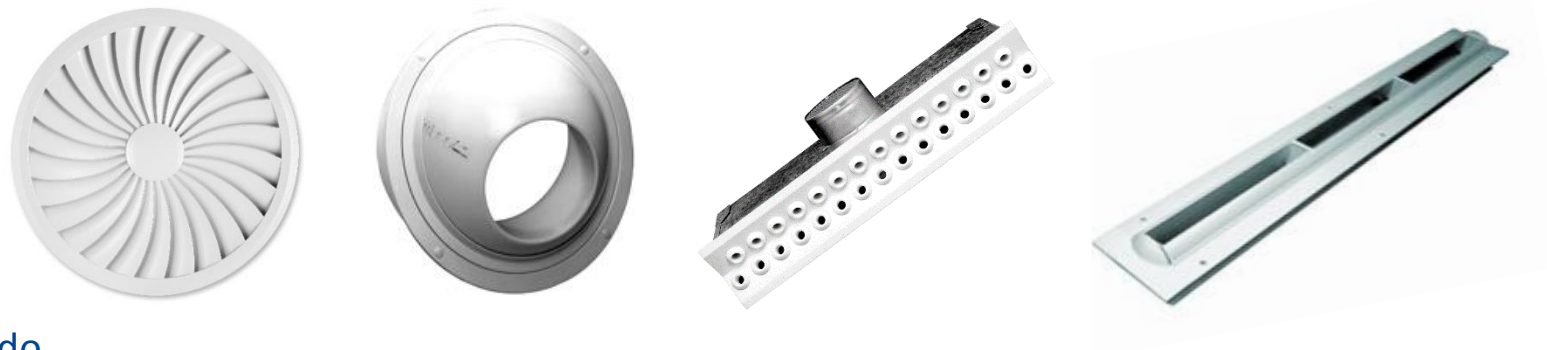
SI influye en estas unidades:

- Rejas de impulsión colocadas en la pared
- Difusores de techo con aros concéntricos redondos o cuadrados
- Difusores lineales colocados en el techo
- Vigas frías activas



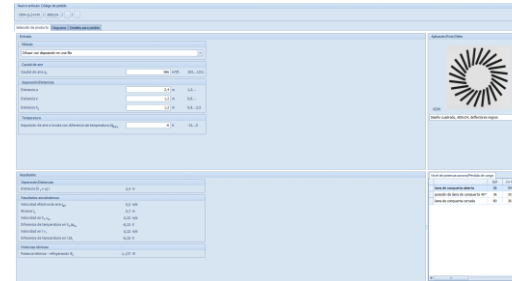
NO tiene mucha influencia en:

- Difusores microtobera
- Difusores rotacionales
- Toberas lineales
- Toberas de alta inducción
- Vigas frías activas con lateral prolongado



## Selección técnica de elementos terminales

- Catálogos técnicos
- Software de selección



### Difusores rotacionales de techo Selección rápida

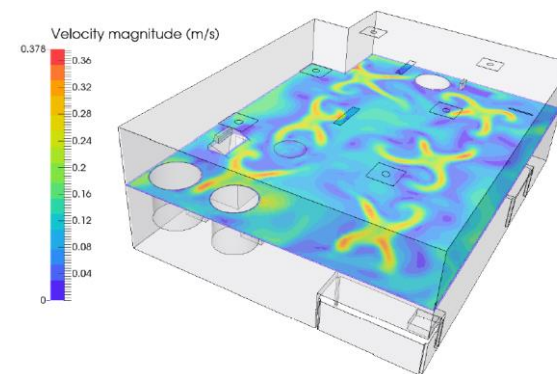
Las tablas de selección rápida proporcionan un buen resumen de los caudales de aire y sus correspondientes niveles de potencia sonora y pérdida de carga. Las tablas de selección rápida proporcionan un buen resumen de los caudales de aire y sus correspondientes niveles de potencia sonora y pérdida de carga. El caudal de aire mínimo influye en la ausencia de temperatura del aire impulsado de -6 K. Con nuestro programa Easy Product Finder se pueden generar selección para otras configuraciones de funcionamiento.

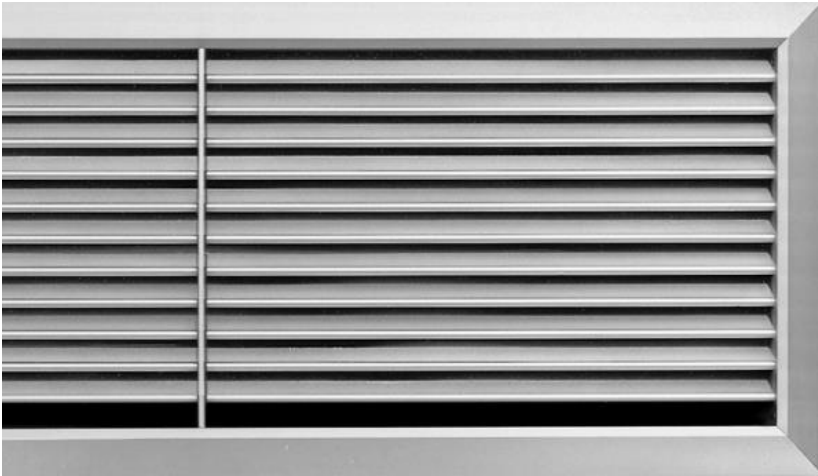
VDW-Z-H (impulsión de aire), potencia sonora y pérdida total de carga

Tamaño	V	V	Posición de la toma de la compuerta					
			90°		45°		90°	
			Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa	dB(A)
300 x 8	7	20	1	<15	1	<15	1	<15
	26	136	10	23	18	22	26	24
	80	216	45	39	53	38	87	40
	85	306	81	55	100	60	134	51
400 x 16	13	40	1	<15	1	<15	1	<15
	80	216	13	22	15	23	28	25
	100	260	24	26	42	30	79	42
	140	304	71	50	81	50	154	54
500 x 24	19	70	1	<15	1	<15	2	<15
	70	252	11	19	14	19	34	24
	130	450	35	38	45	37	108	42
	170	630	68	50	89	49	212	54
600 x 24, 625 x 24	26	102	1	<15	1	<15	2	<15
	100	378	11	20	15	21	33	22
	140	604	30	34	37	34	65	40
	200	836	65	45	57	41	100	48
800 x 48	40	145	1	<15	2	<15	5	<15
	120	468	12	21	14	23	35	26
	210	758	33	37	47	40	131	45
	300	1058	67	50	68	53	239	60
820 x 54	52	184	2	<15	2	<15	7	<15
	140	654	13	20	16	24	40	30
	220	810	34	36	41	36	126	41
	310	1150	65	50	72	55	258	64
820 x 72	60	207	2	<15	4	<15	10	<15
	200	616	15	24	21	27	51	38
	400	1440	41	44	65	49	161	54
	470	1692	65	55	90	67	233	61

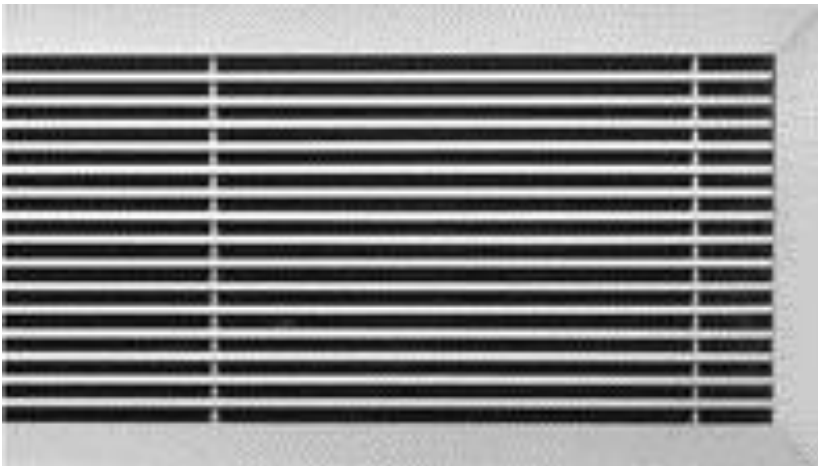
## Comprobación del funcionamiento

- Ensayos de laboratorio
- Dinámica de fluidos CFD





Reja de Lamas Móviles

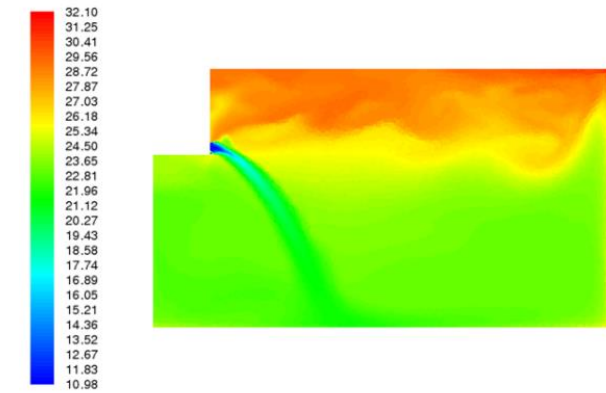
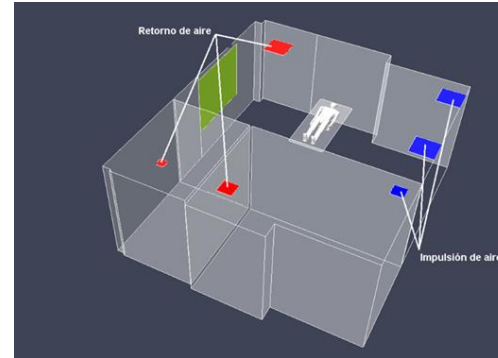
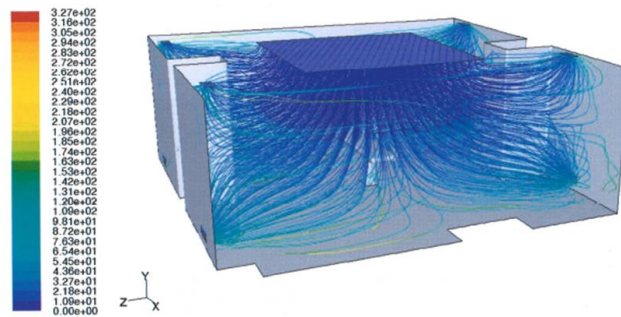


Reja Lineal de Lamas Fijas 0...15°

En las rejillas el alcance puede **verse influenciado** por:

- **Velocidad de impulsión**  
El alcance aumenta con el incremento de velocidad
- **Caudal de aire**  
A un incremento del caudal de aire le corresponde un incremento del alcance
- **Forma geométrica de la rejilla**
- **Disposición de las rejillas**  
Impulsando junto al techo el alcance se incrementa 1,42 el alcance
- **Disposición de las lamas delanteras y posteriores**  
El alcance es función de la anchura de la vena de aire
- **Diferencia de temperatura entre impulsión y ambiente**  
El alcance, velocidad al alcance y alcance crítico varían

# Análisis CFD



Contours of Static Temperature (c)

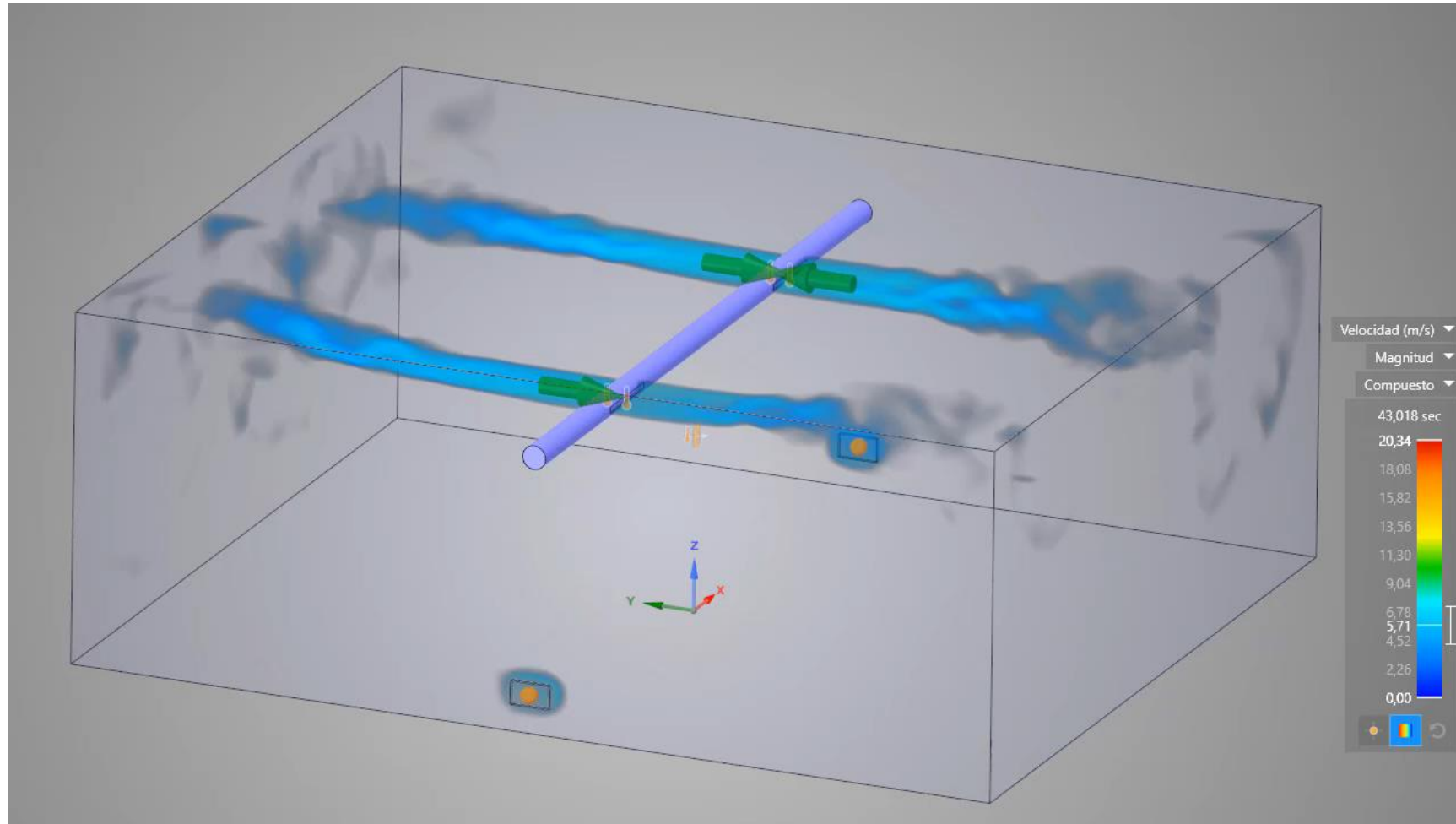
- ✓ Principios de comportamiento
- ✓ Espectro de velocidades y temperaturas
- ✓ Confort y seguridad

- ✓ Definición de cerramientos
- ✓ Cargas térmicas puntuales y distribuidas
- ✓ Temperaturas de impulsión y de entorno
- ✓ Velocidades de aire

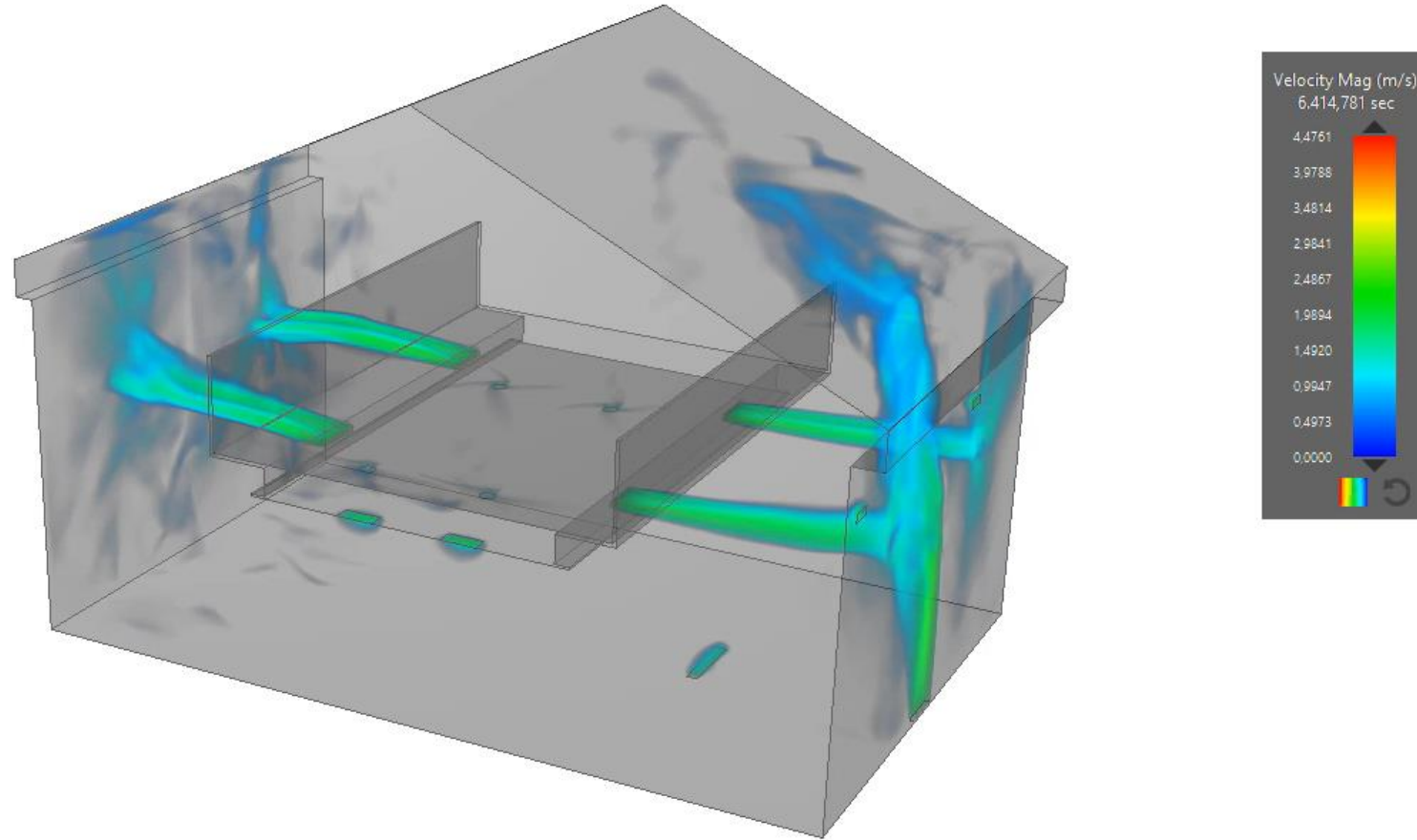
- ✓ Temperaturas ambiente
- ✓ Velocidades de aire
- ✓ Presiones estáticas
- ✓ Caminos de partículas
- ✓ Edad del aire



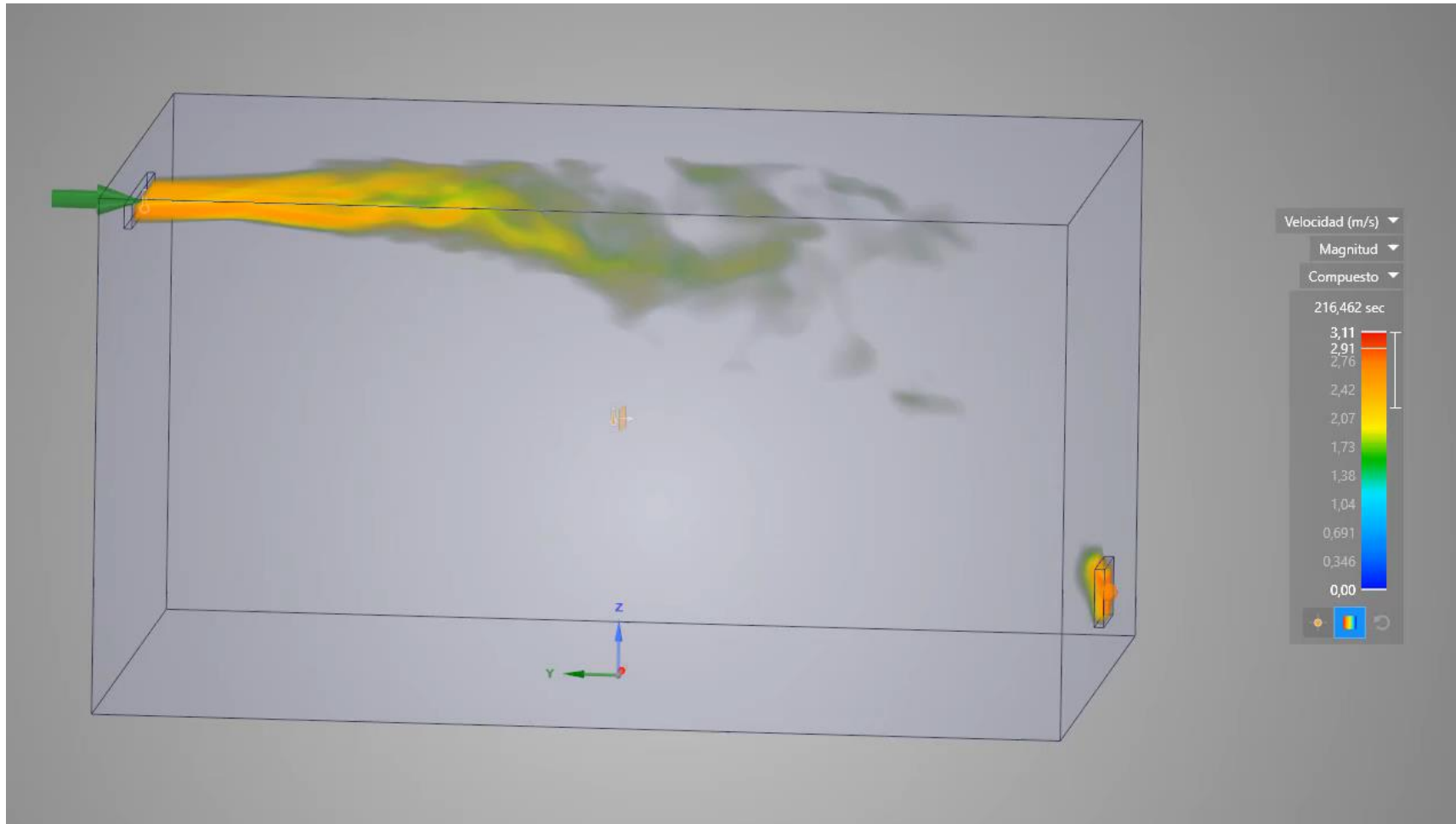
## Análisis CFD: conducto en el centro



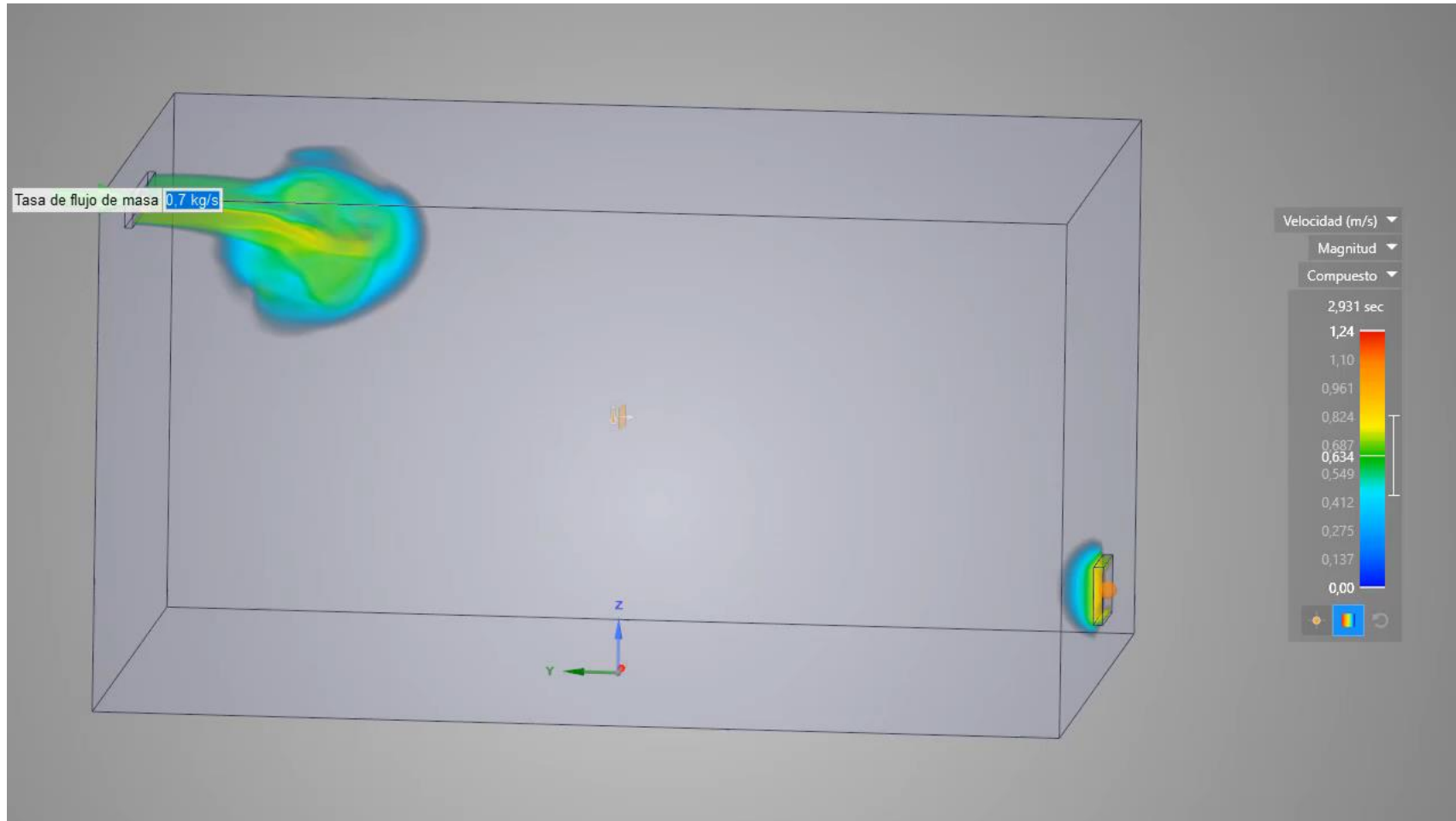
## Análisis CFD: impulsión a fachada sin techo

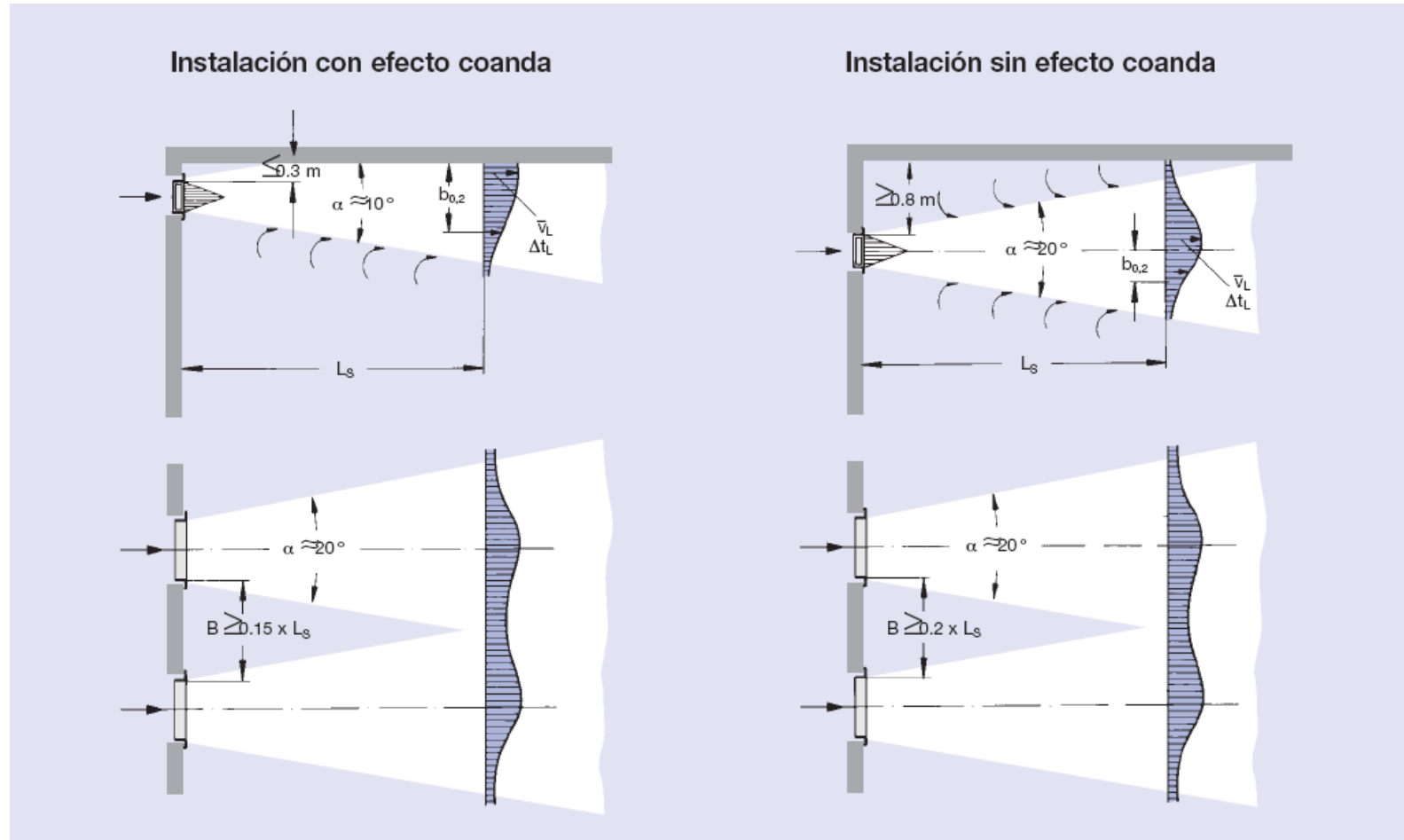


## Análisis CFD: impulsión a fachada efecto coanda

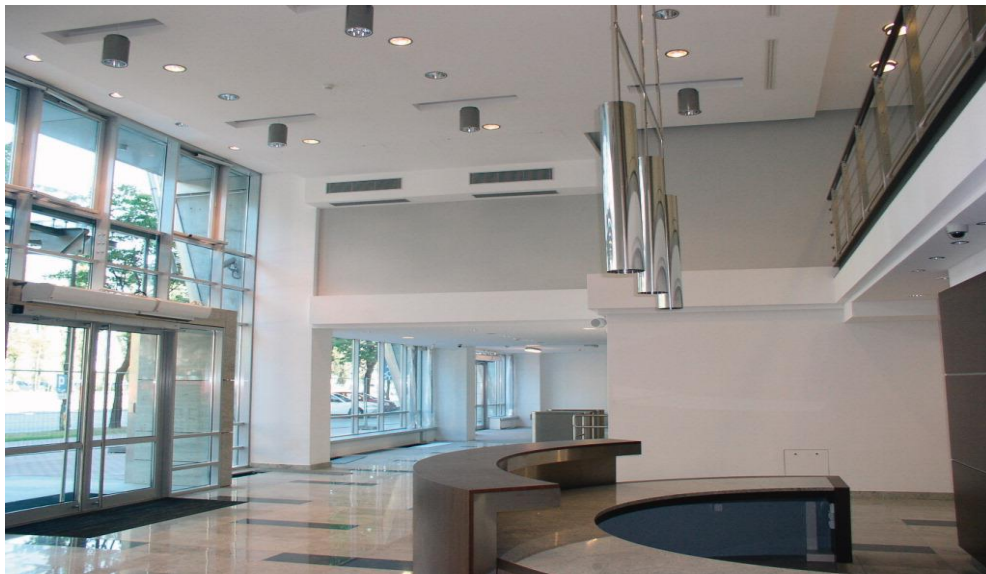


## Análisis CFD: alcance vs velocidad efectiva





Si la distancia entre dos rejillas  $B < 0.15 \times L$ , los valores de  $\bar{v}_L$  y  $\Delta t_H / \Delta t_L$  se han de multiplicar por 1,4

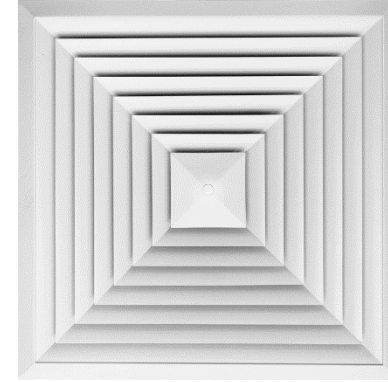




**Difusor ADLR-A**



**Difusor ADLR-A/Q**



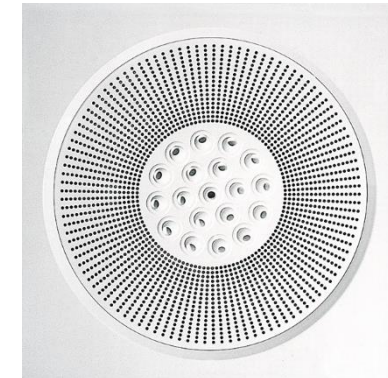
**Difusor ADLQ-A**



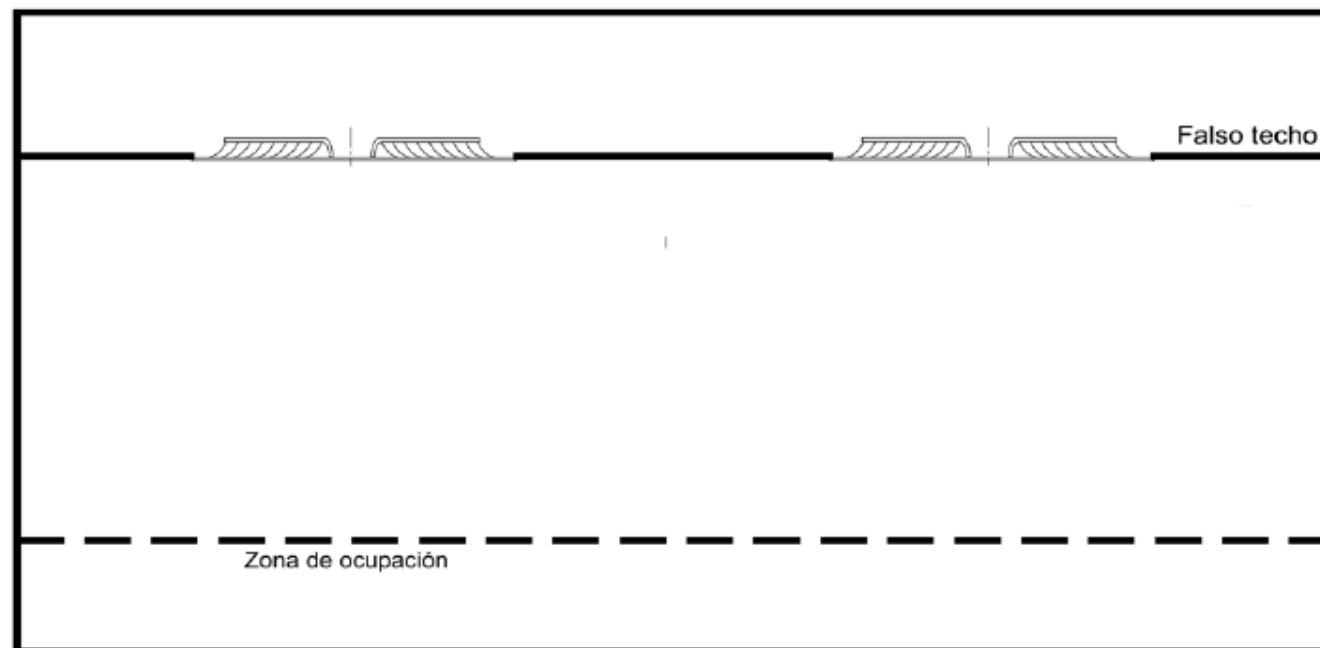
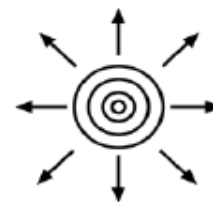
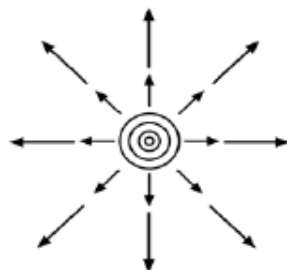
**Difusor DLQL**



**Difusor PASSR**



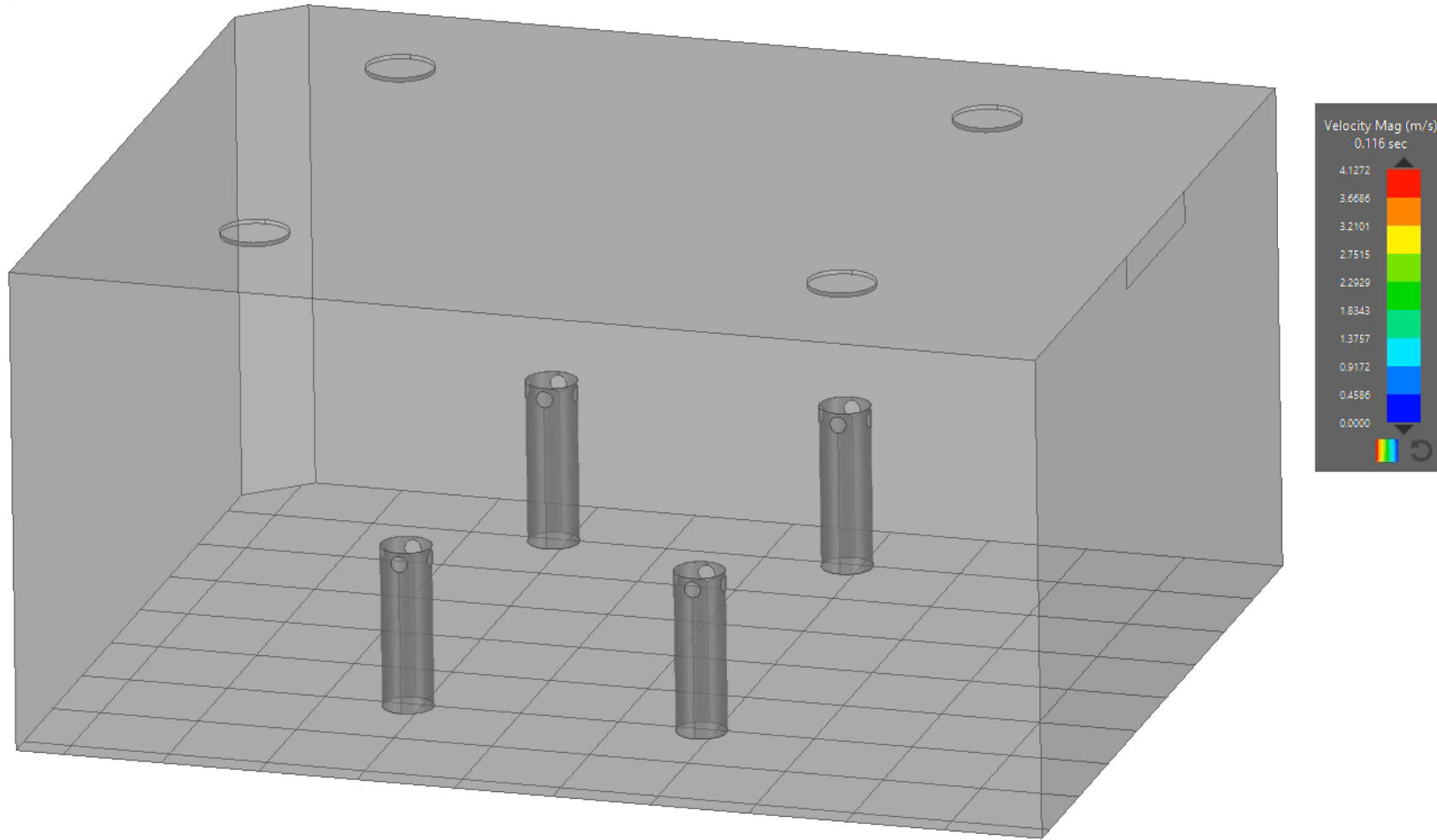
**Difusor PASSRQ**

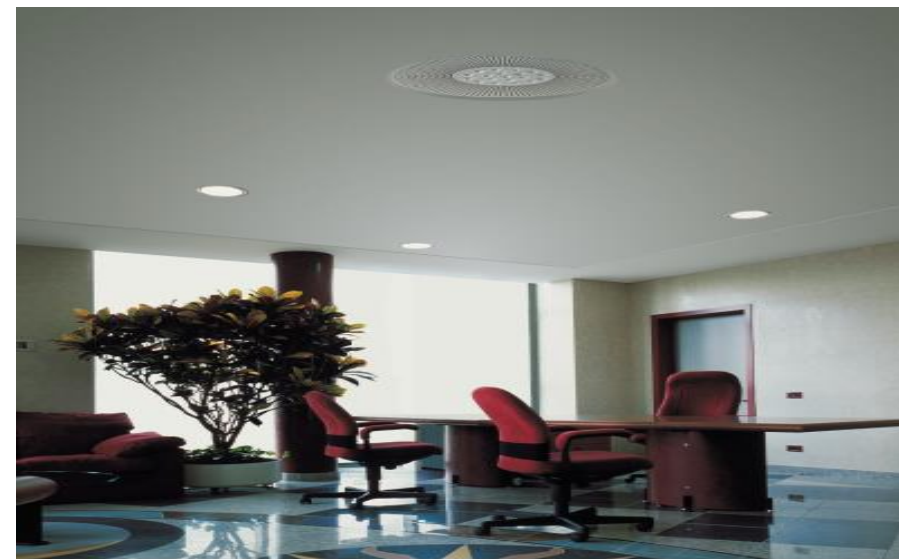


**Difusores radiales ADLR-A**



## Análisis CFD







**VSD**



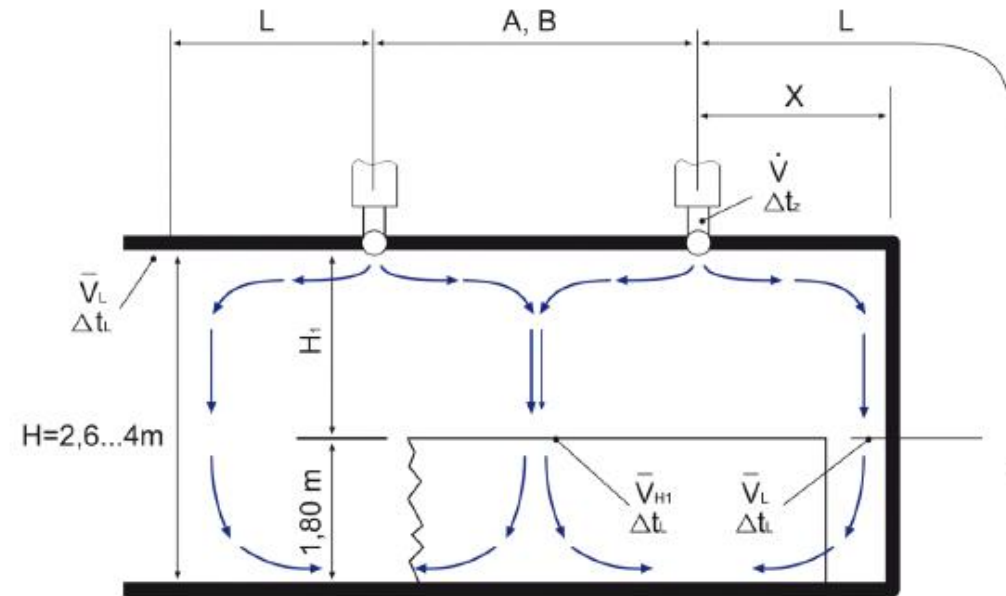
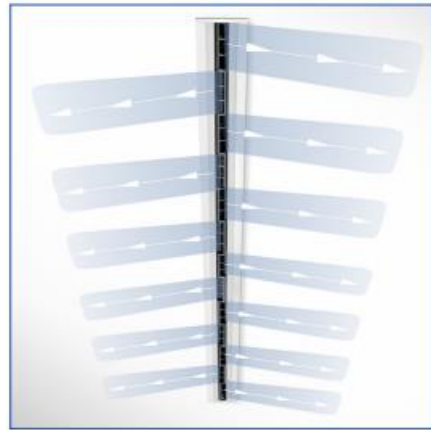
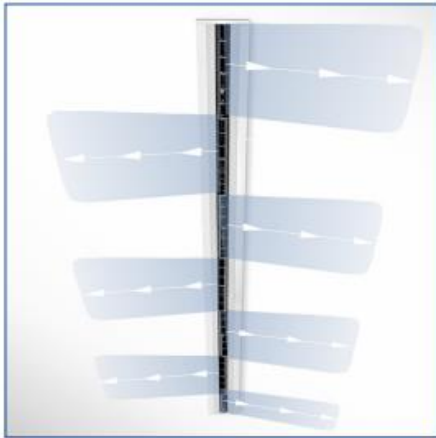
**PL18**



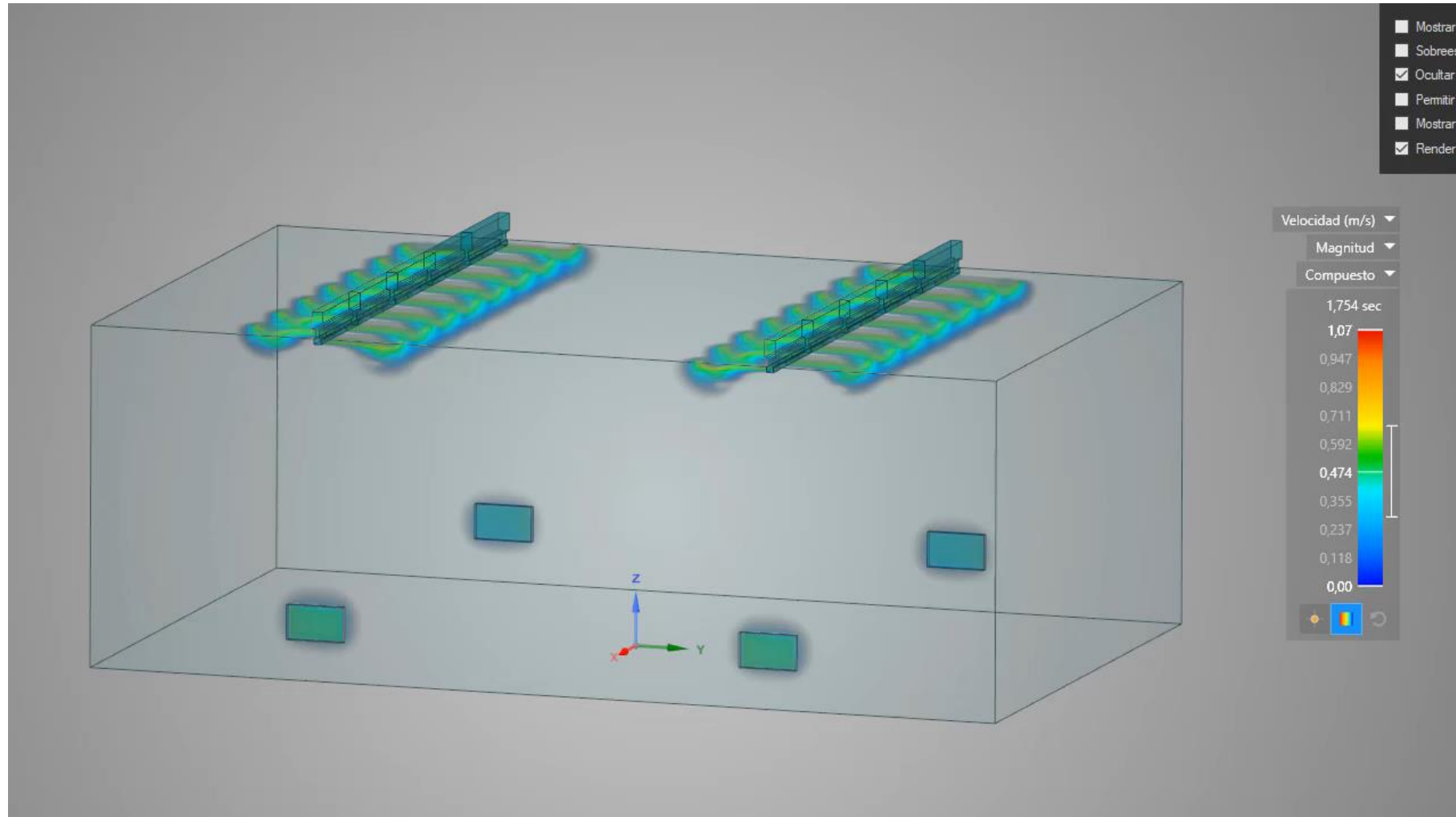
**Microtobera DUS**

Importantes para su funcionamiento el **Efecto Coanda** y el **Alcance Crítico**

Se puede impulsar por un lateral, por ambos laterales, con una inclinación vertical o alternativamente, pudiendo variar la dirección de impulsión de forma independiente cada 100 mm, que es la longitud de los deflectores a través de los cuales se realiza la impulsión de aire.

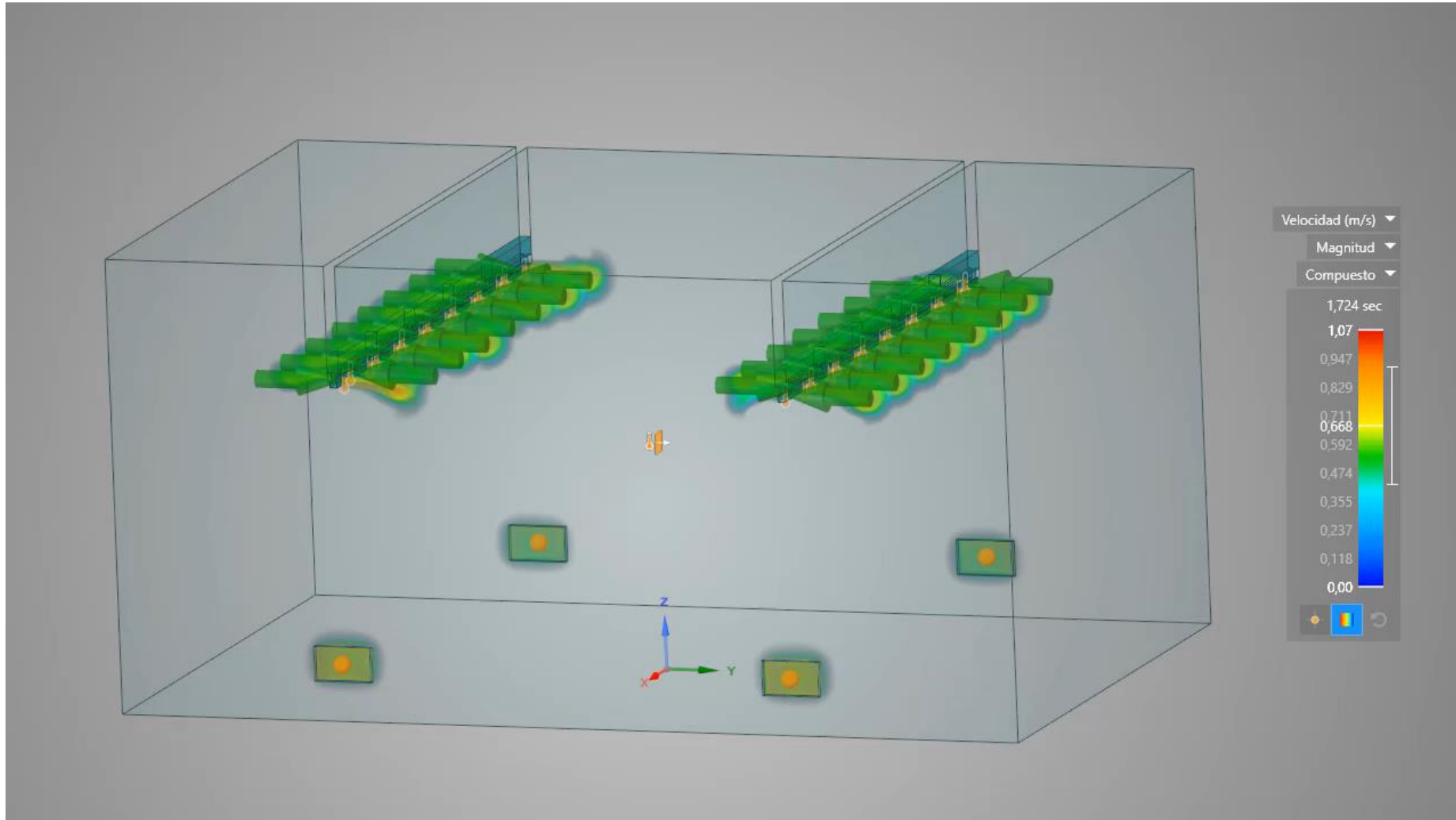


## Análisis CFD: impulsión alternativa horizontal con techo





## Análisis CFD: impulsión alternativa horizontal sin techo

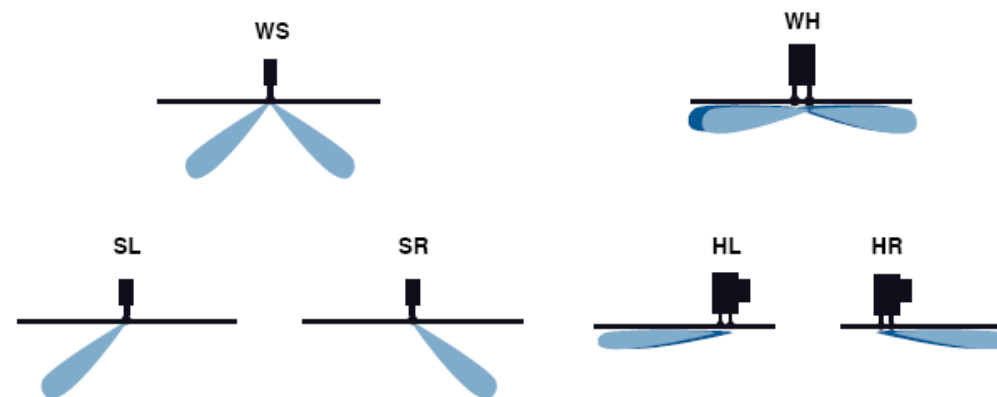
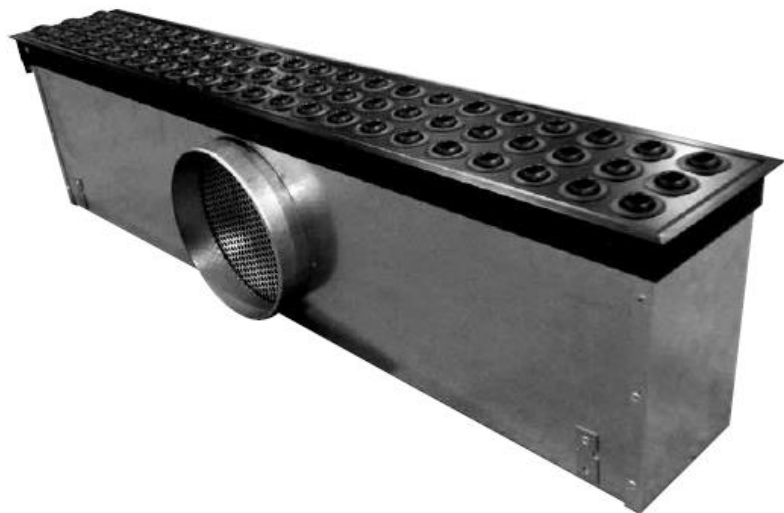


## Análisis CFD: impulsión sin techo con y sin prolongación

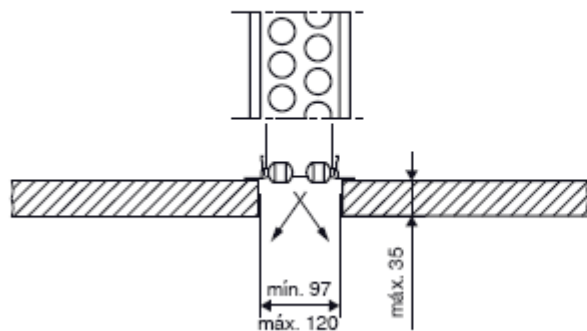




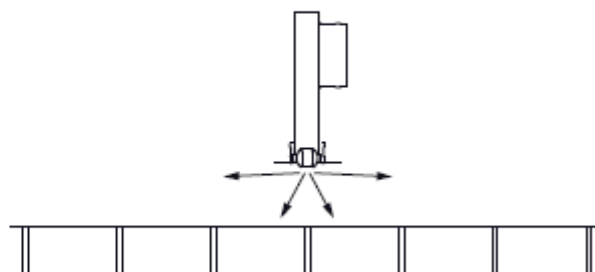




**Instalación por encima del techo**  
Disposición de toberas a tresbolillo



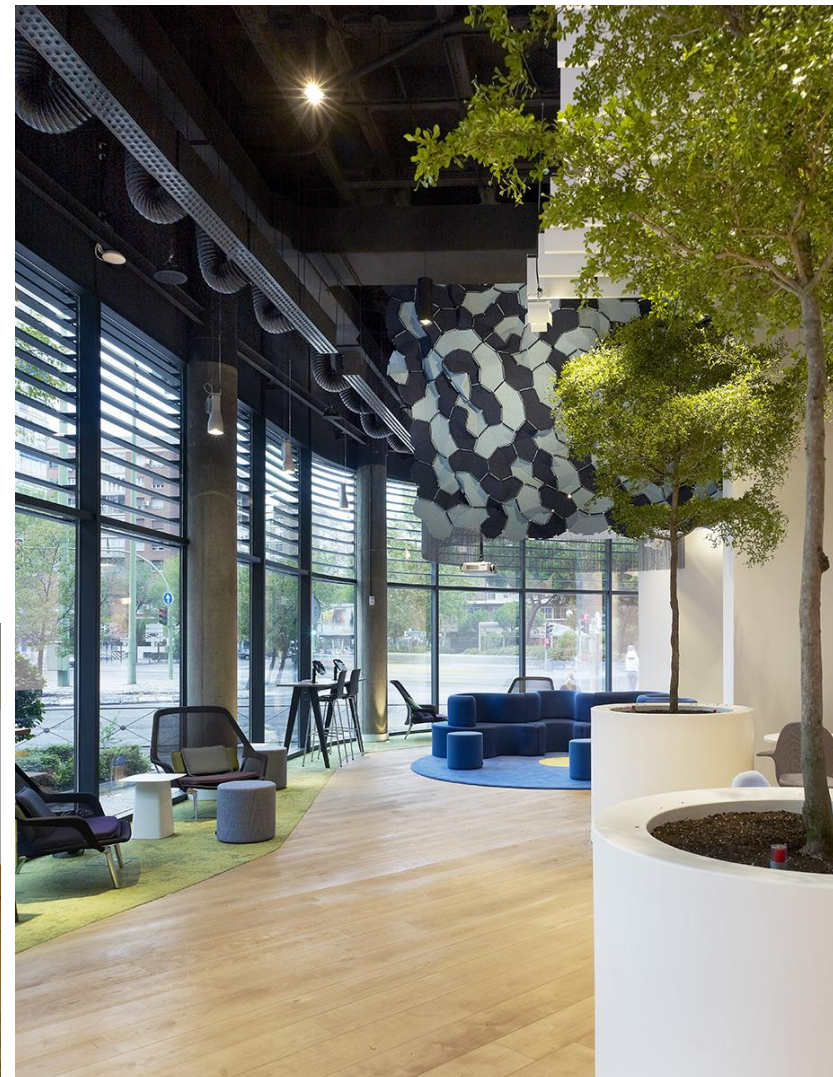
**Instalación por encima del techo**  
Techo reticulado



Detalle microtobera



Toberas orientables individualmente





**Difusor VDW**



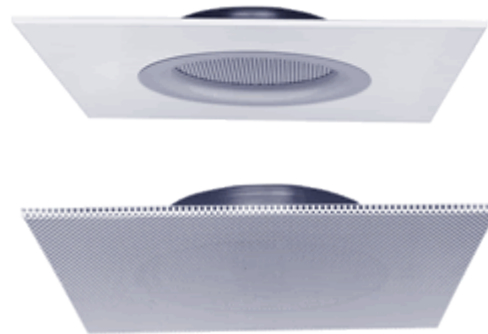
**Difusor TDF-SilentAIR**



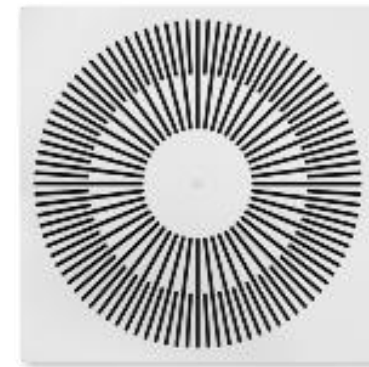
**Difusor Airnamic**



**Difusor RFD**



**Difusor DCS**

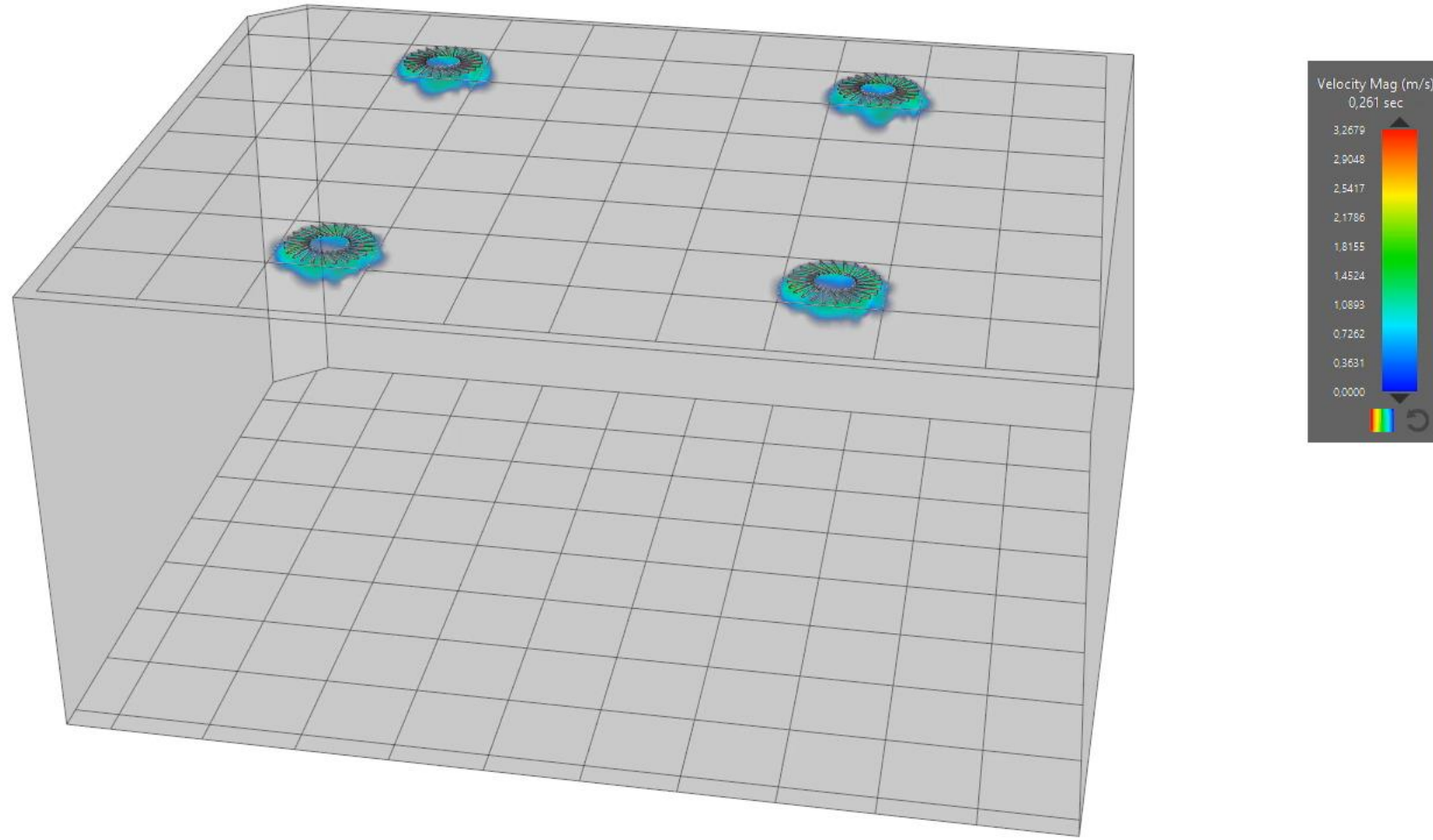


**Difusor XARTO**

**Principales ventajas** de los **difusores rotacionales frente a los difusores radiales** son:

- Se pueden situar a **menor distancia** entre ellos
- Permiten **impulsar mayor caudal** de aire por metro cuadrado de superficie del local
- Se pueden montar en **locales con altura de hasta 4 m** impulsando con un  $\Delta t_z$  de  $\pm 10$  °C
- Posibilidad de **montaje encima de techos reticulados** (distancia mínima entre difusor y techo ~ 150 mm)
- Pueden funcionar **sin que se monten enrasados** con el falso techo
- Pueden integrarse en **cualquier dimensión y tipo de placa de falso techo**
- En algunos tipos de difusores puede **integrarse la impulsión y el retorno en el mismo difusor**
- En algunos tipos de difusores pueden integrarse la **iluminación** junto con la impulsión de aire
- Pueden utilizarse en instalaciones de **caudal de aire variable al permitir variar el caudal entre 100 y 25%** sin que se produzca caída de la vena de aire

## Análisis CFD



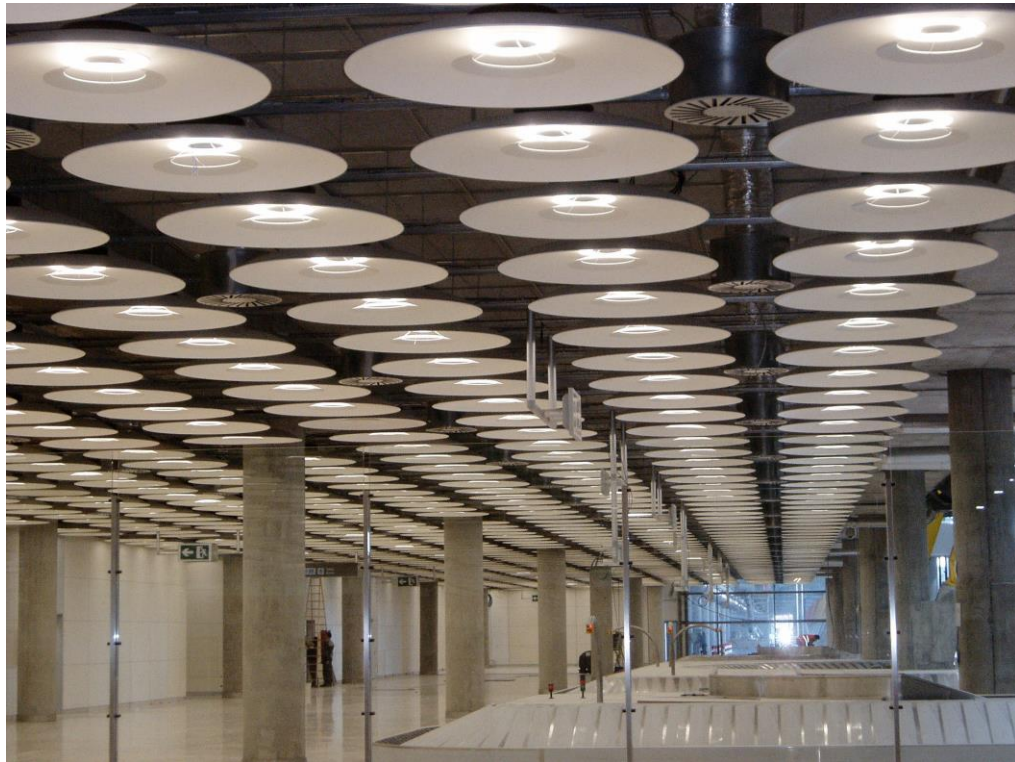


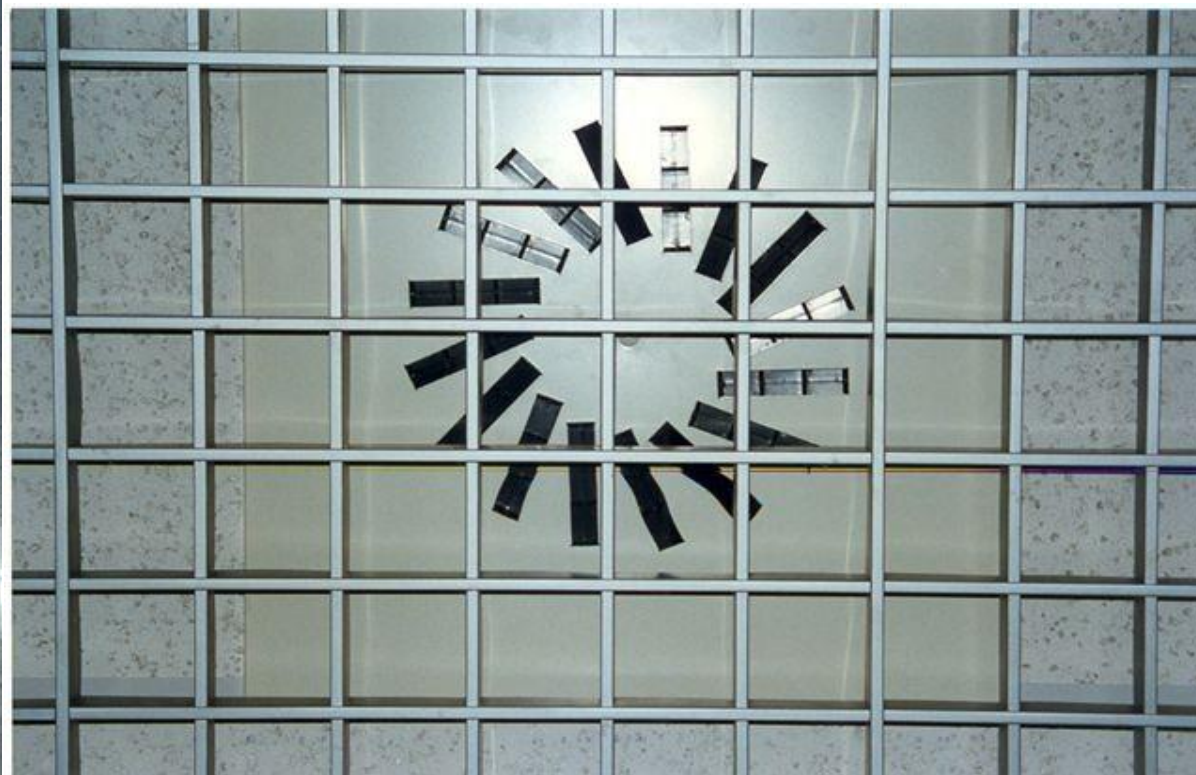








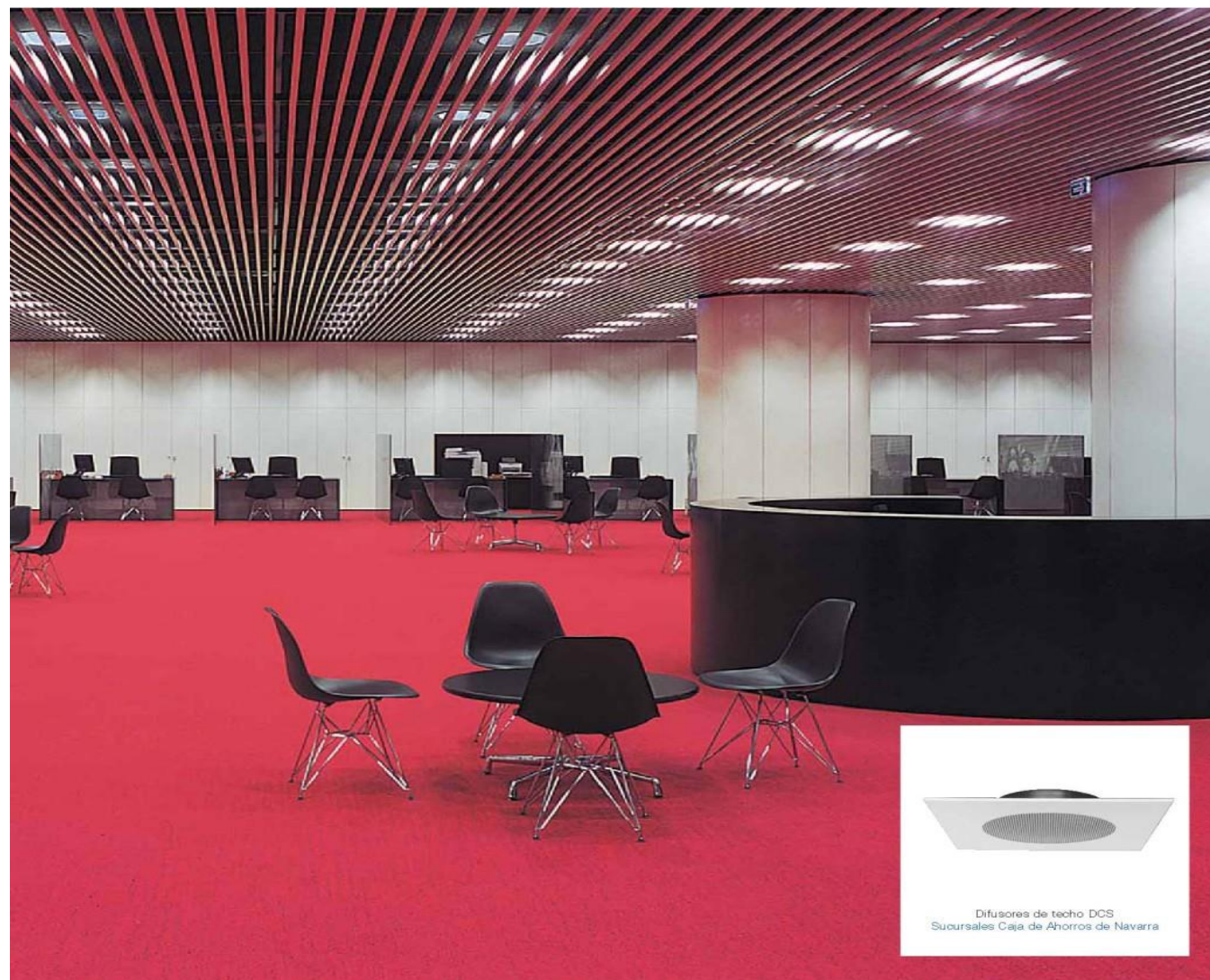


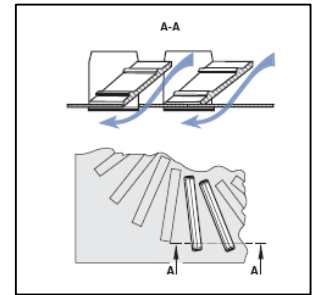
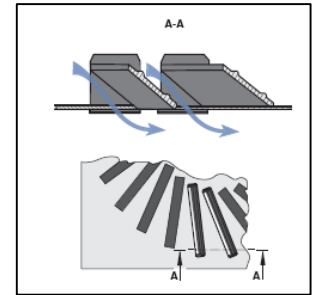
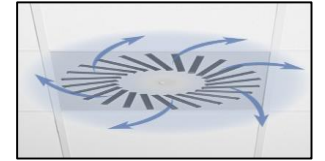
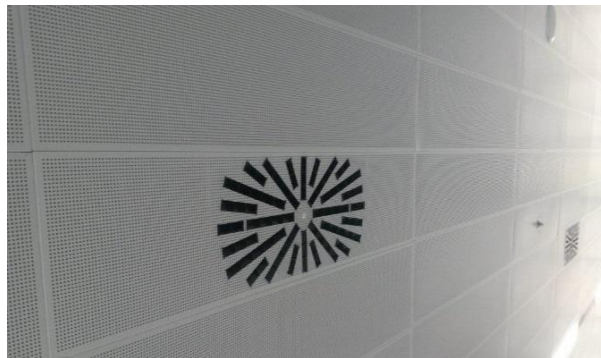
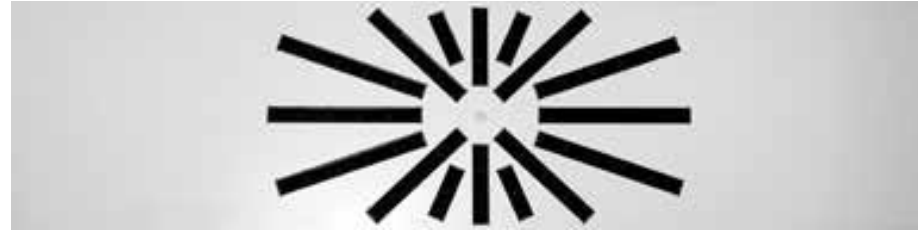


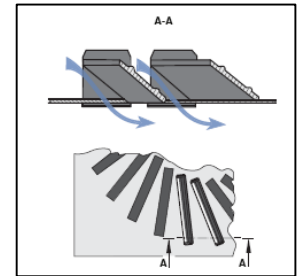
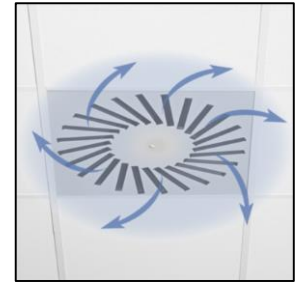
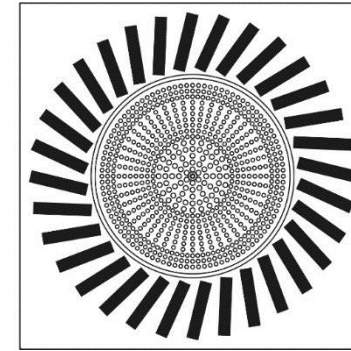
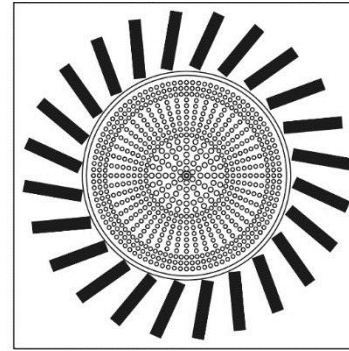
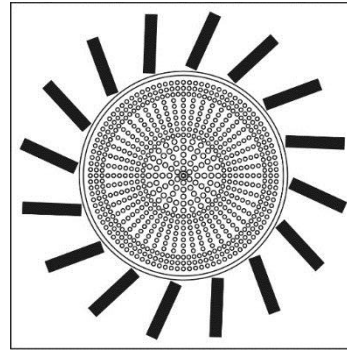


Edificio de oficinas Irydion

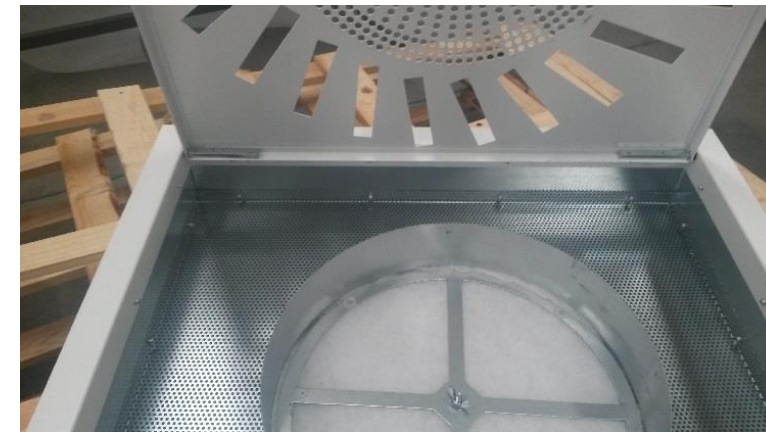
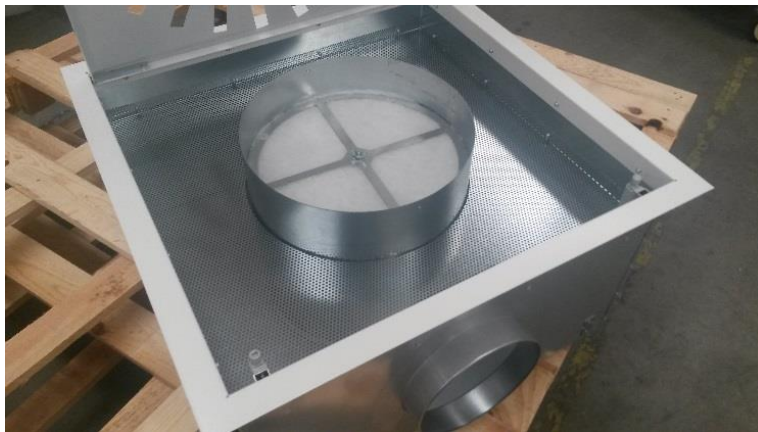
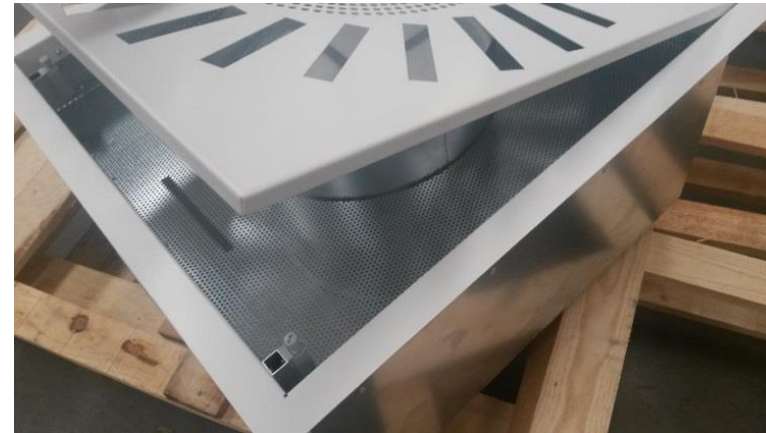






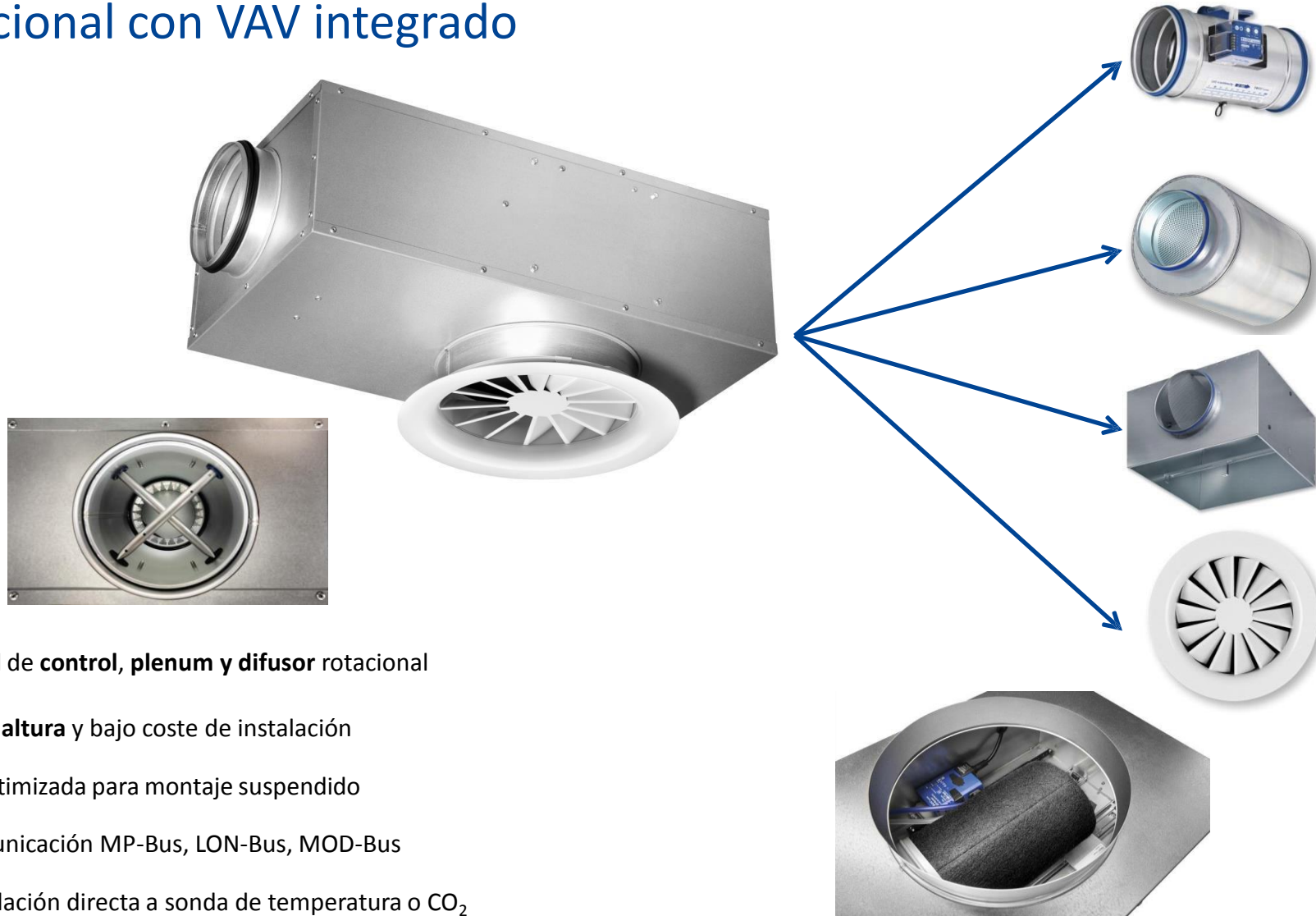






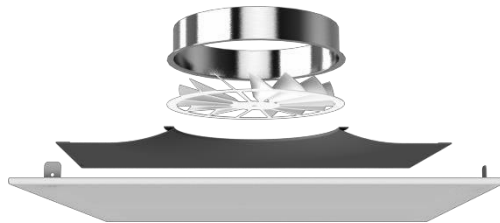
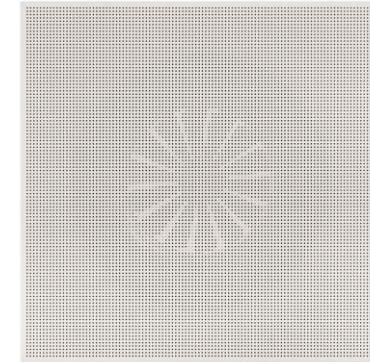


## Difusor rotacional con VAV integrado

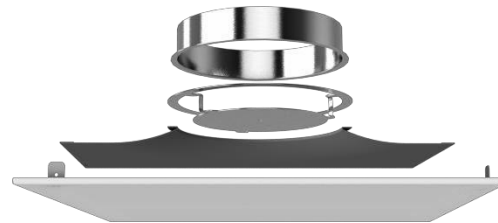


- **Silenciador**, unidad de **control**, **plenum** y **difusor** rotacional
- Ejecución **reducida altura** y bajo coste de instalación
- Tobera de salida optimizada para montaje suspendido
- Posibilidad de comunicación MP-Bus, LON-Bus, MOD-Bus
- Posibilidad de instalación directa a sonda de temperatura o CO<sub>2</sub>

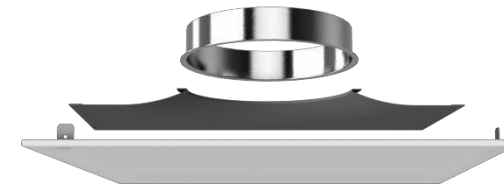
## Difusor rotacional invisible



**Impulsión rotacional**

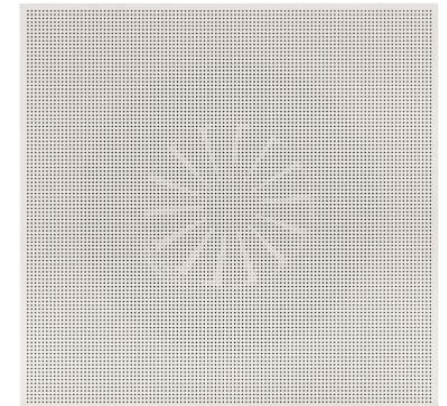
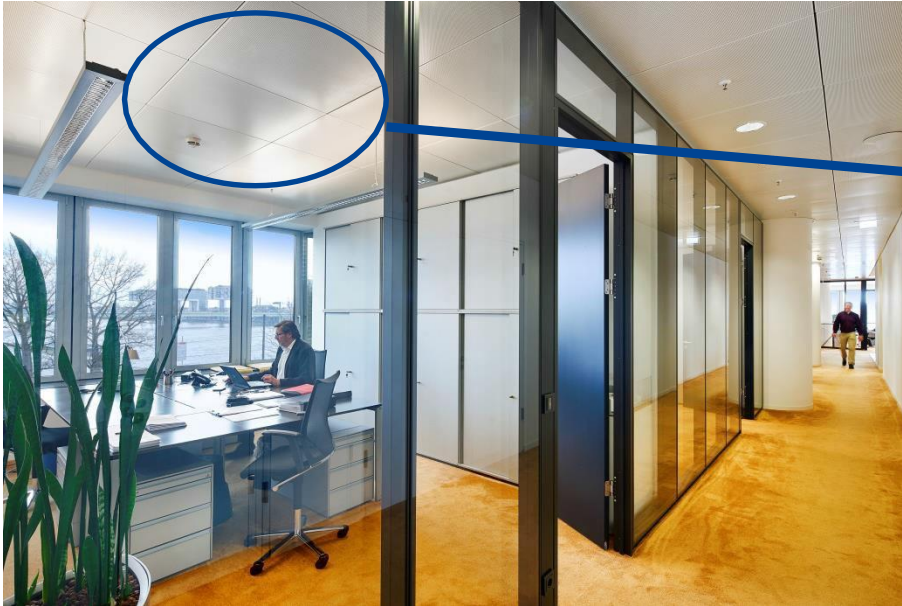


**Impulsión radial**



**Retorno de aire**

## Difusor rotacional invisible



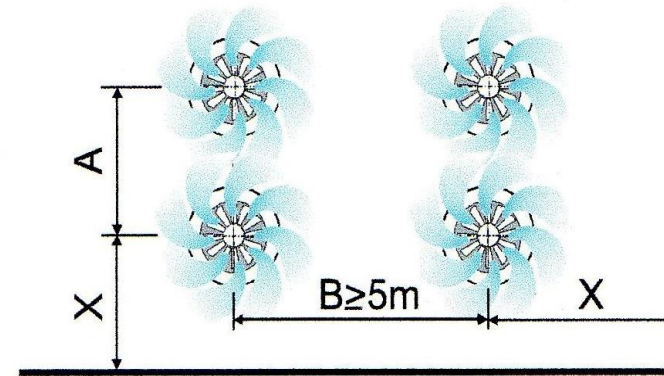
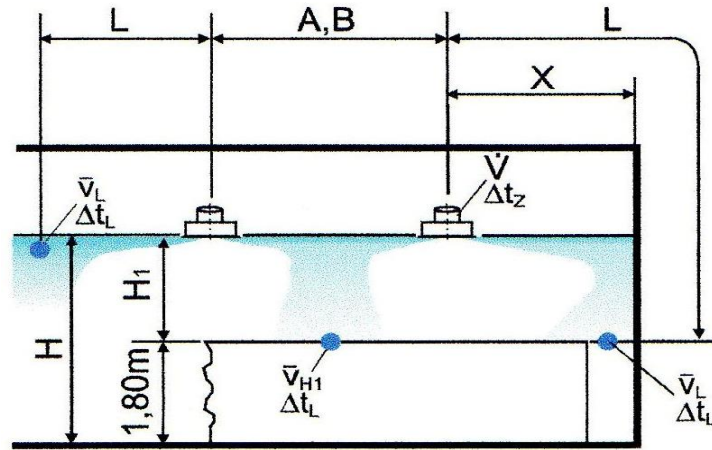
- Instalación sobre techo **microperforado** entre un **10 y 30%** área libre
- Difusor invisible para impulsión de aire **rotacional o radial**
- Disponible para **retorno** de aire
- Diseño uniforme de techo que mantiene ocultos los componentes técnicos
- Caudal de aire entre **79-500 m3/h**
- Acabado en **negro mate** para evitar su visibilidad

## Difusor rotacional invisible



## Difusor rotacional invisible





Posición de álabes para impulsión horizontal con aire frío

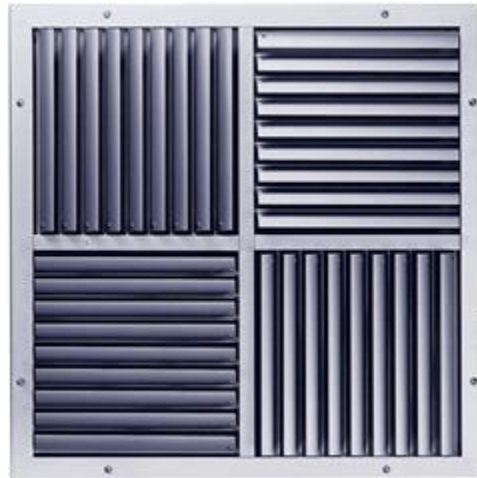
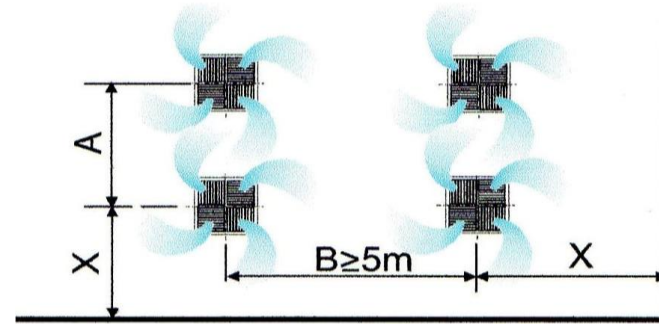
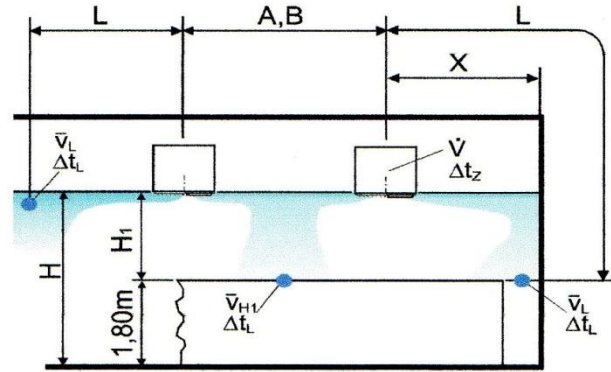


Difusor VDL

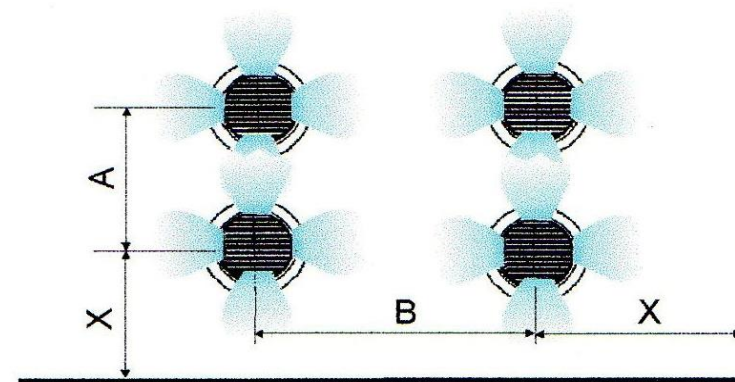
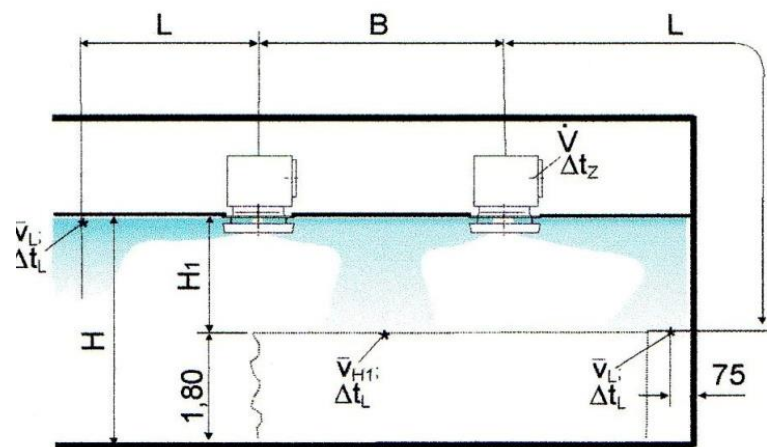


Posición de álabes para impulsión vertical con aire caliente





**Difusor VD**



Difusor VDR







**Tobera DUE**



**Tobera TJN**



**Tobera DUE-S-QR**



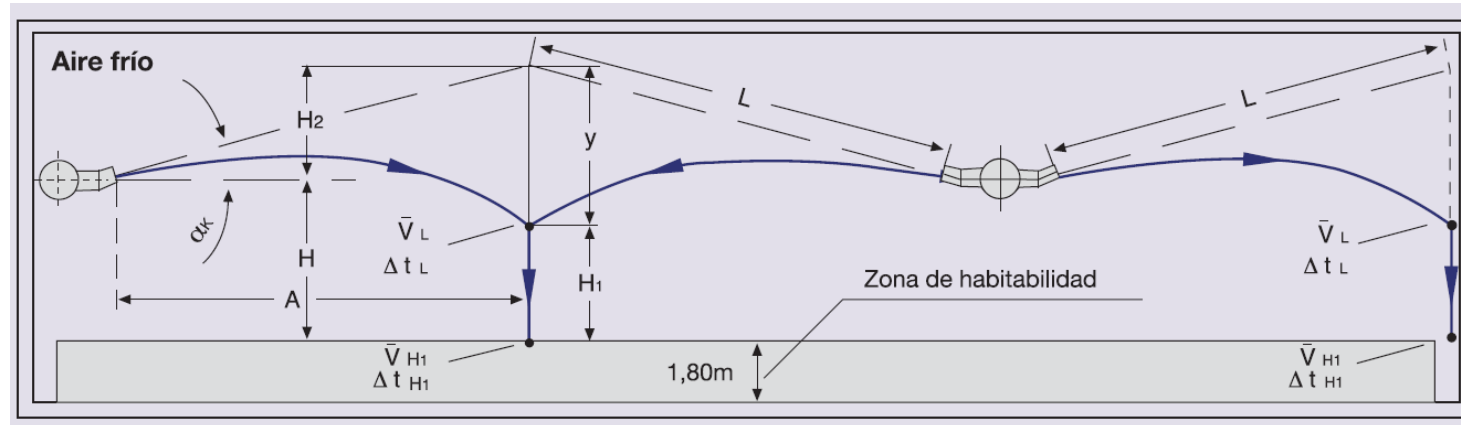
**Tobera DUE-S-RR**



**Multitobera DUE-M**



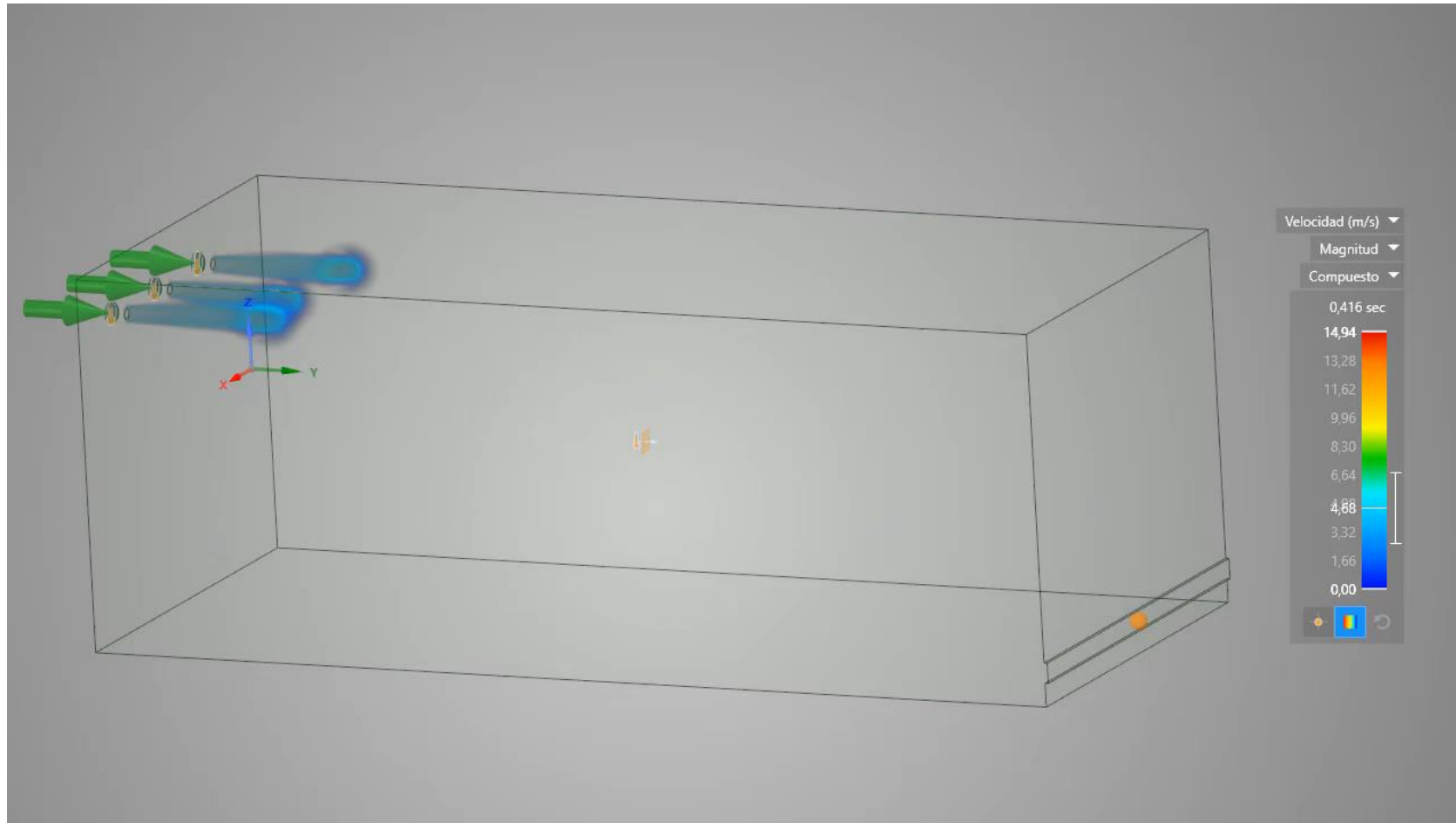
**Tobera lineal DUL**

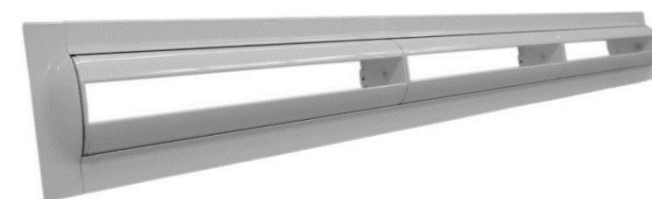
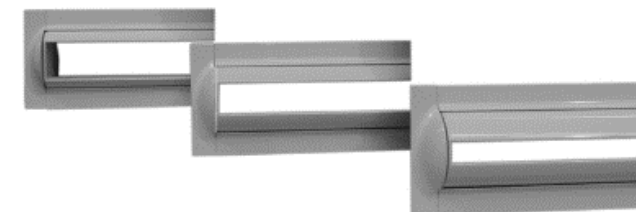






### Toberas de alta inducción:

- Climatización de grandes volúmenes
- Choque de venas enfrentadas o pared
- Mayores alturas de instalación: mayor de 3 metros
- Rápida mezcla debido a elevada inducción de aire

## Análisis CFD

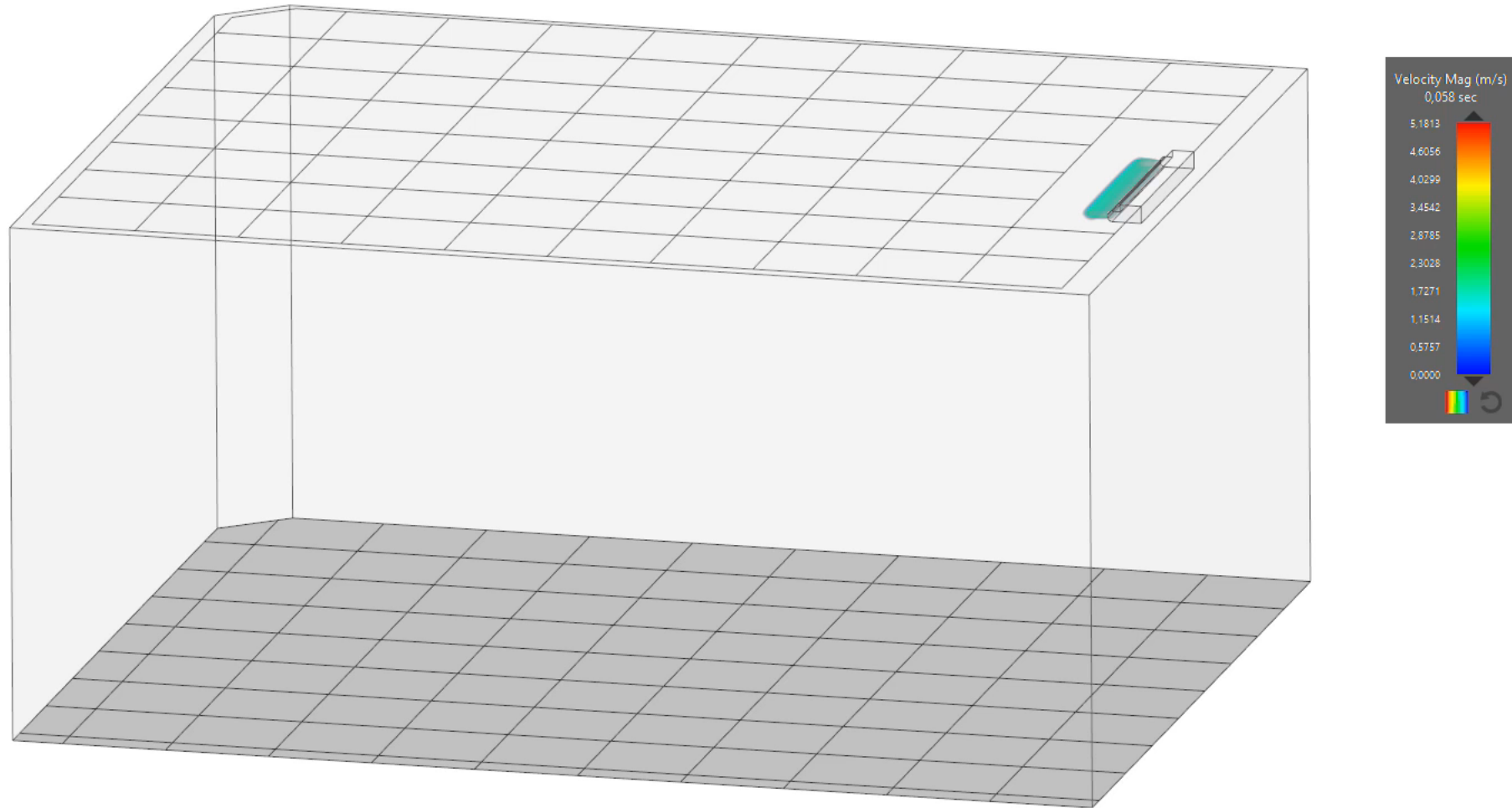




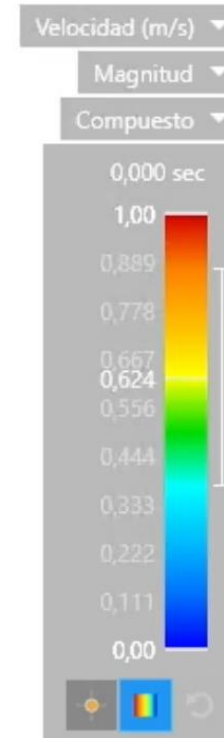
-  Linear construction
-  Lengths from 250 to 1,250 mm  
Slots width: 15, 20, 25, 30, 35 mm
-  250 - 900 m<sup>3</sup>/h (Q per linear metre)
-  Aluminium

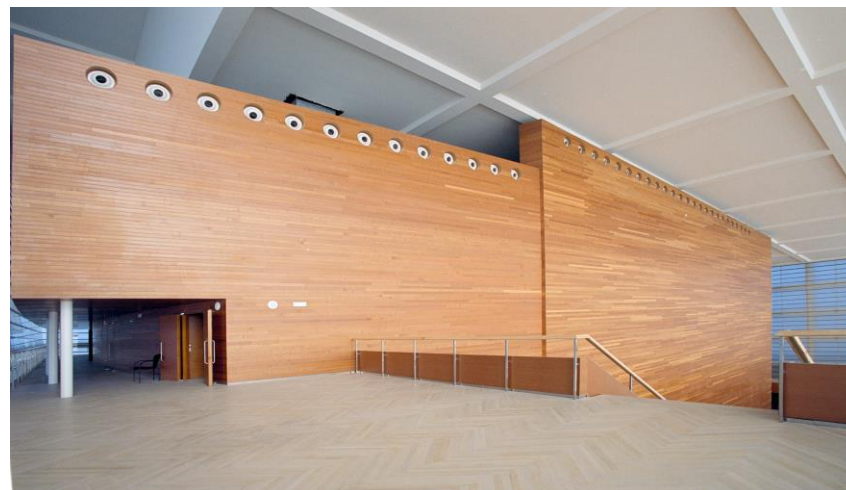
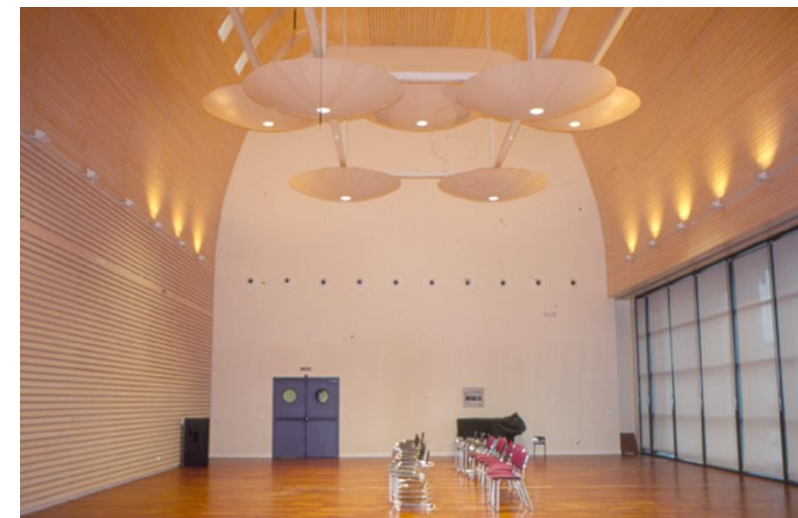
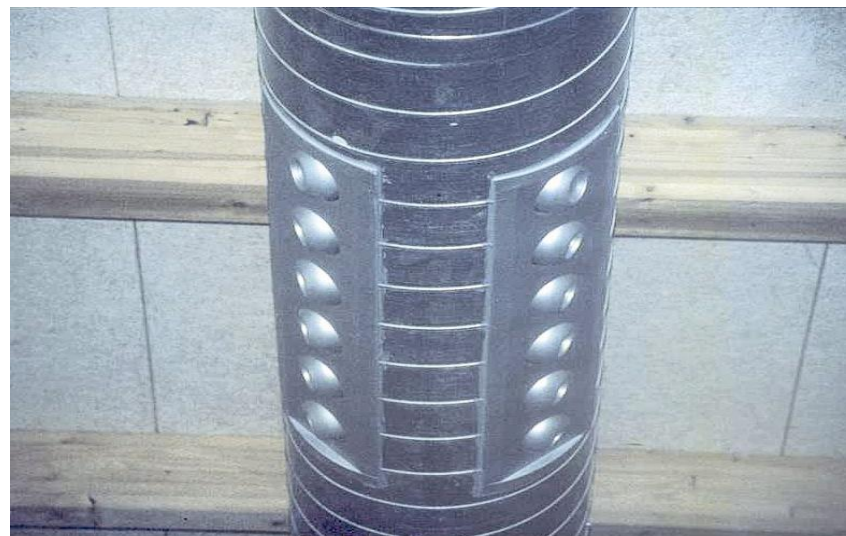
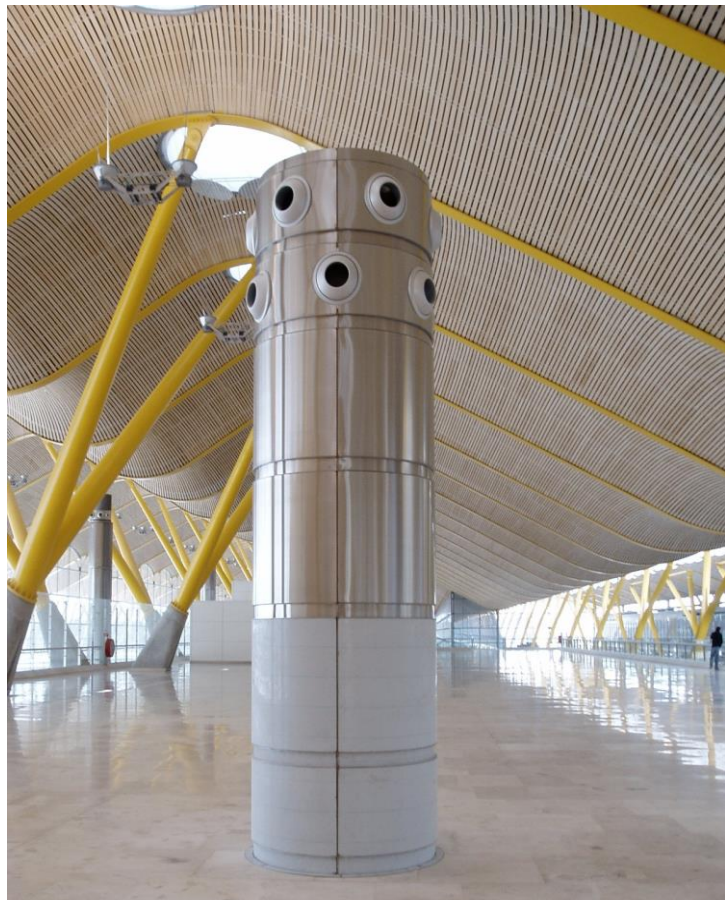


## Análisis CFD

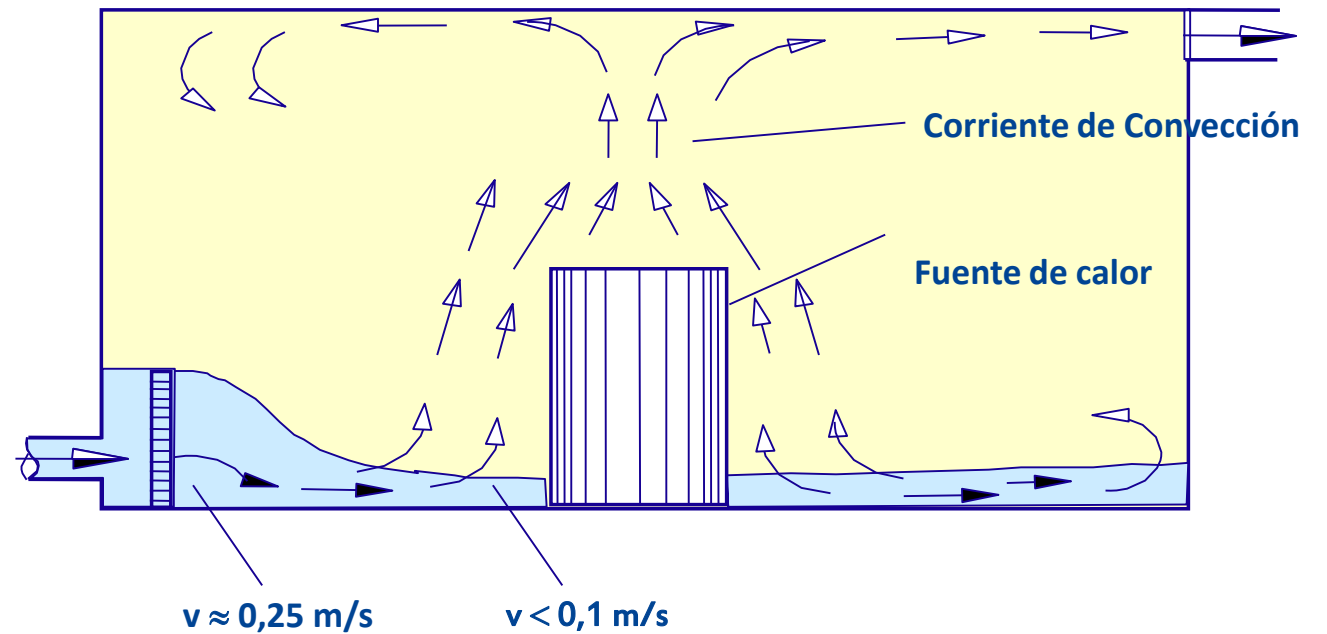




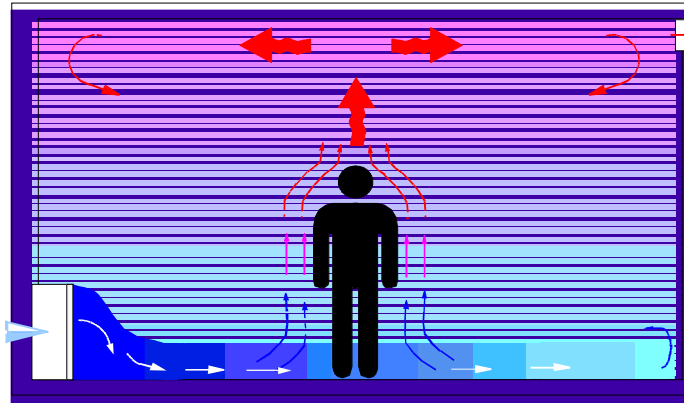




- Se impulsa el aire en los locales a climatizar con **muy poca velocidad** (aprox. 0,25 m/s) de **manera uniforme** y con **baja turbulencia** directamente sobre el suelo.
- Se producen **corrientes verticales de aire** por la diferencia de temperatura entre el aire impulsado y las fuentes de calor, arrastrando a la vez a la contaminación hacia la parte superior del techo.
- **Genera temperaturas y niveles de contaminación del aire crecientes con la altura de la sala**, por lo que es necesario que el retorno o extracción de aire sea evacuado por la parte superior del local.

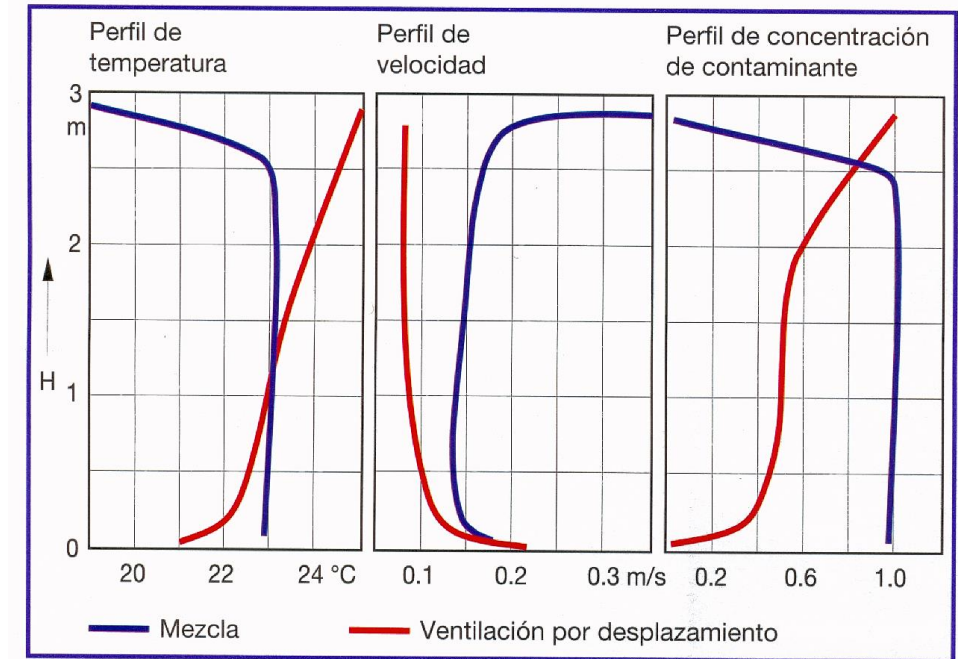


Impulsión de Aire



Retorno de Aire

- El difusor está situado en la proximidad del **suelo**
- La impulsión de aire se realiza con pequeñas diferencias de temperatura con respecto a la temperatura ambiente **3-4 K** aproximadamente
- Se tienen **bajos valores de la velocidad** media y reducidos índices de turbulencia
- La difusión de aire por desplazamiento genera temperaturas y cargas de contaminación que aumentan con la altura de la sala: **estratificación**



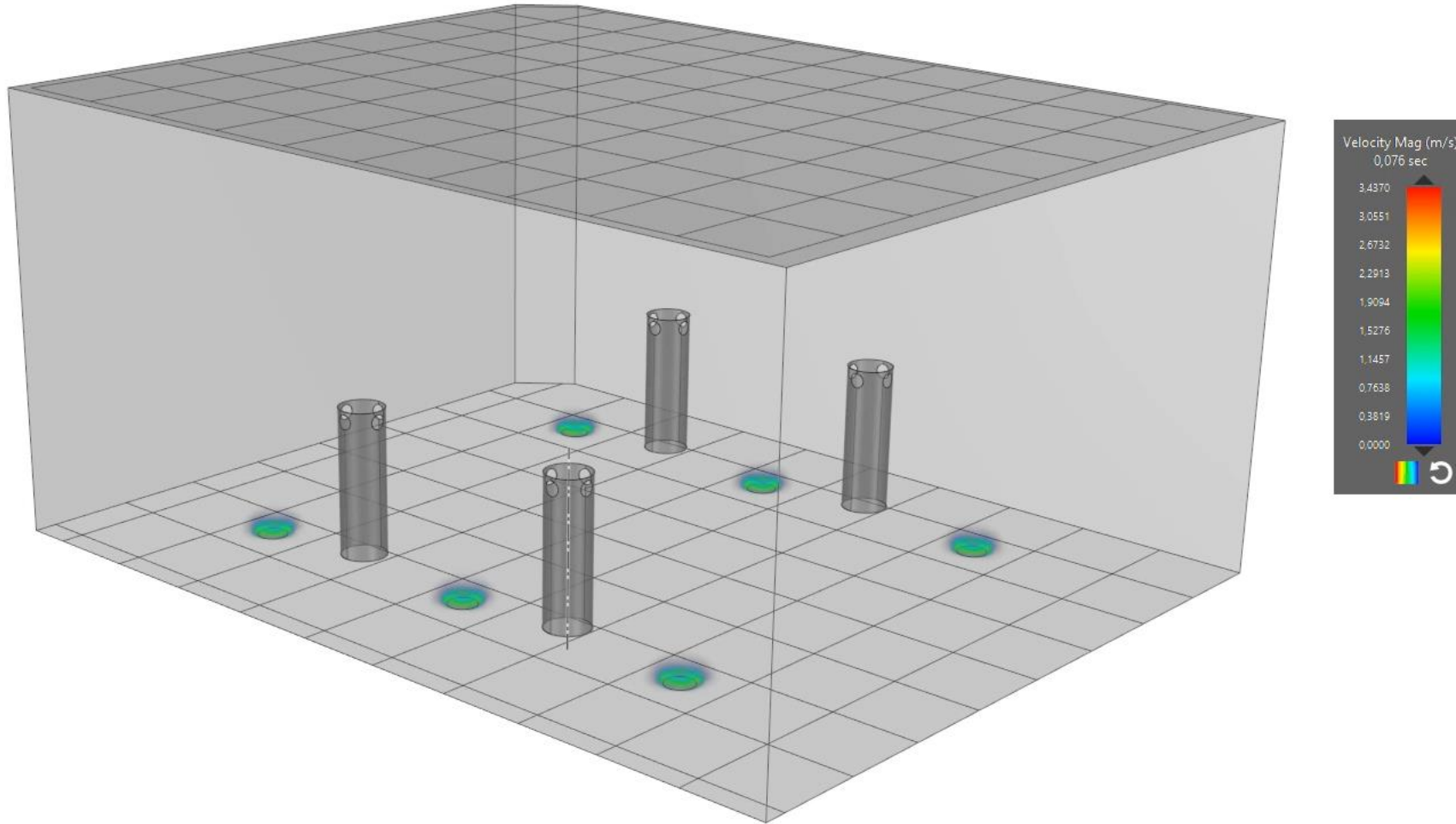




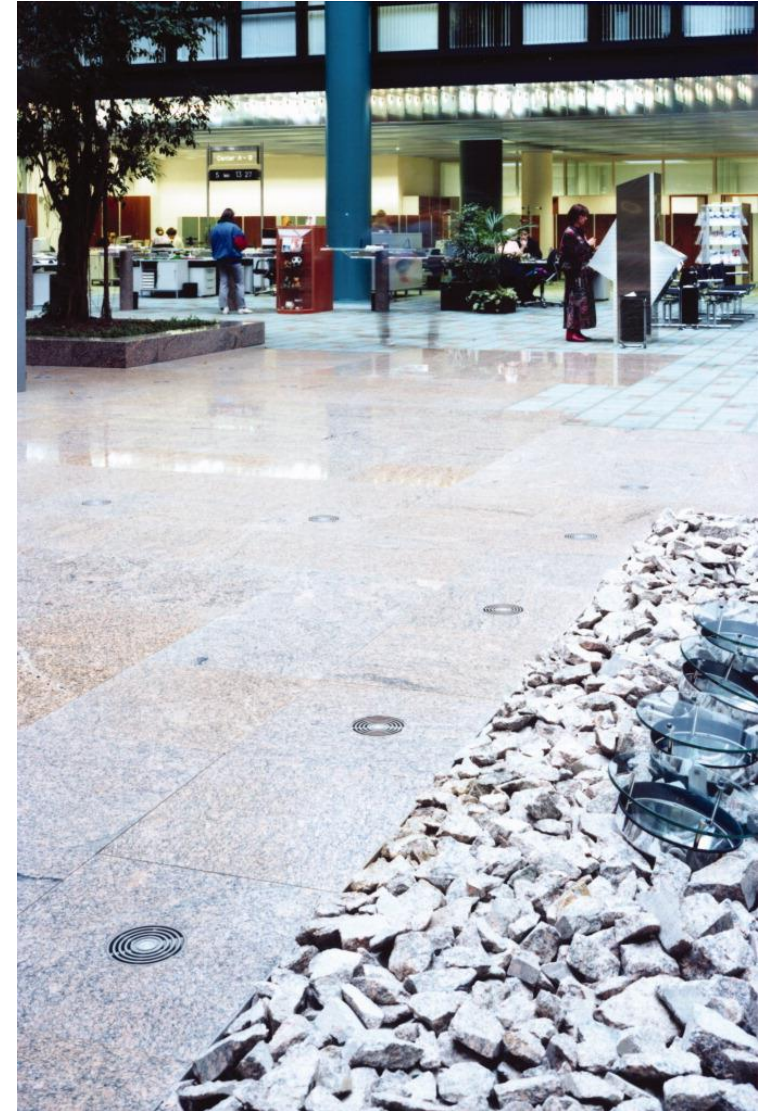
FBA - FBK

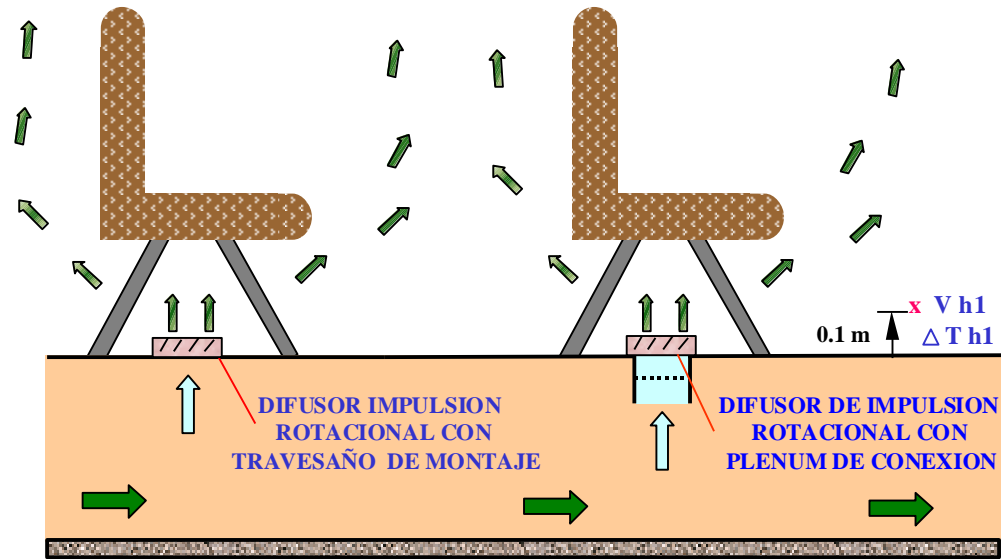


## Análisis CFD

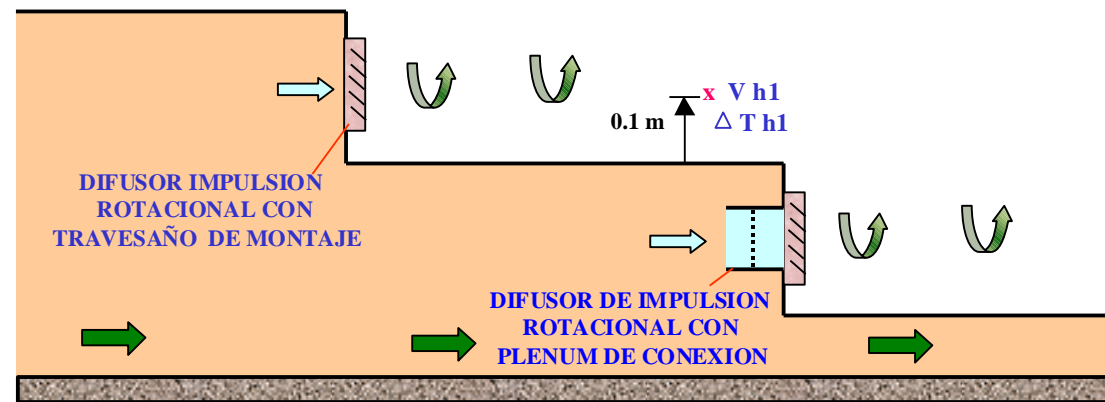








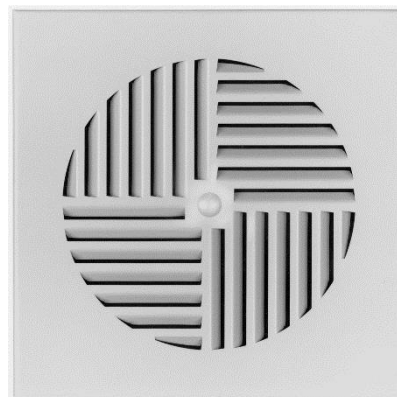
MONTAJE EN SUELO



MONTAJE EN EL PELDAÑO



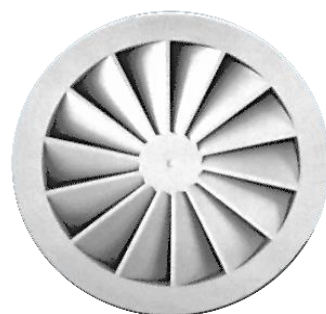
**SD-Q-LR**



**SD-Q-LQ**



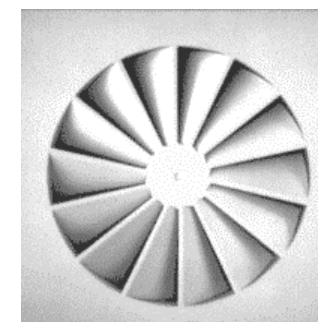
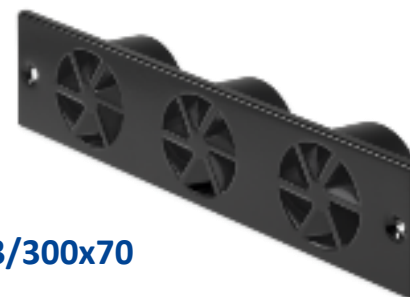
**SD-R-LR**



**SDRF-1-LR**



**SDRF-3/300x70**



**SDRF-1-LQ**

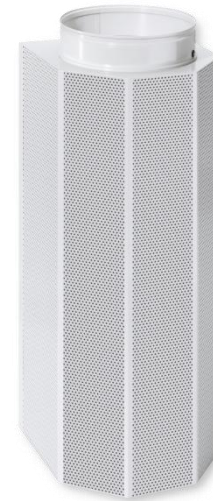




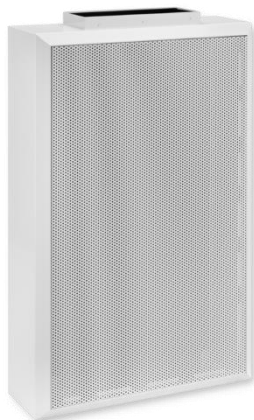
**QLV-90**



**QLV-180**



**QLV-360**



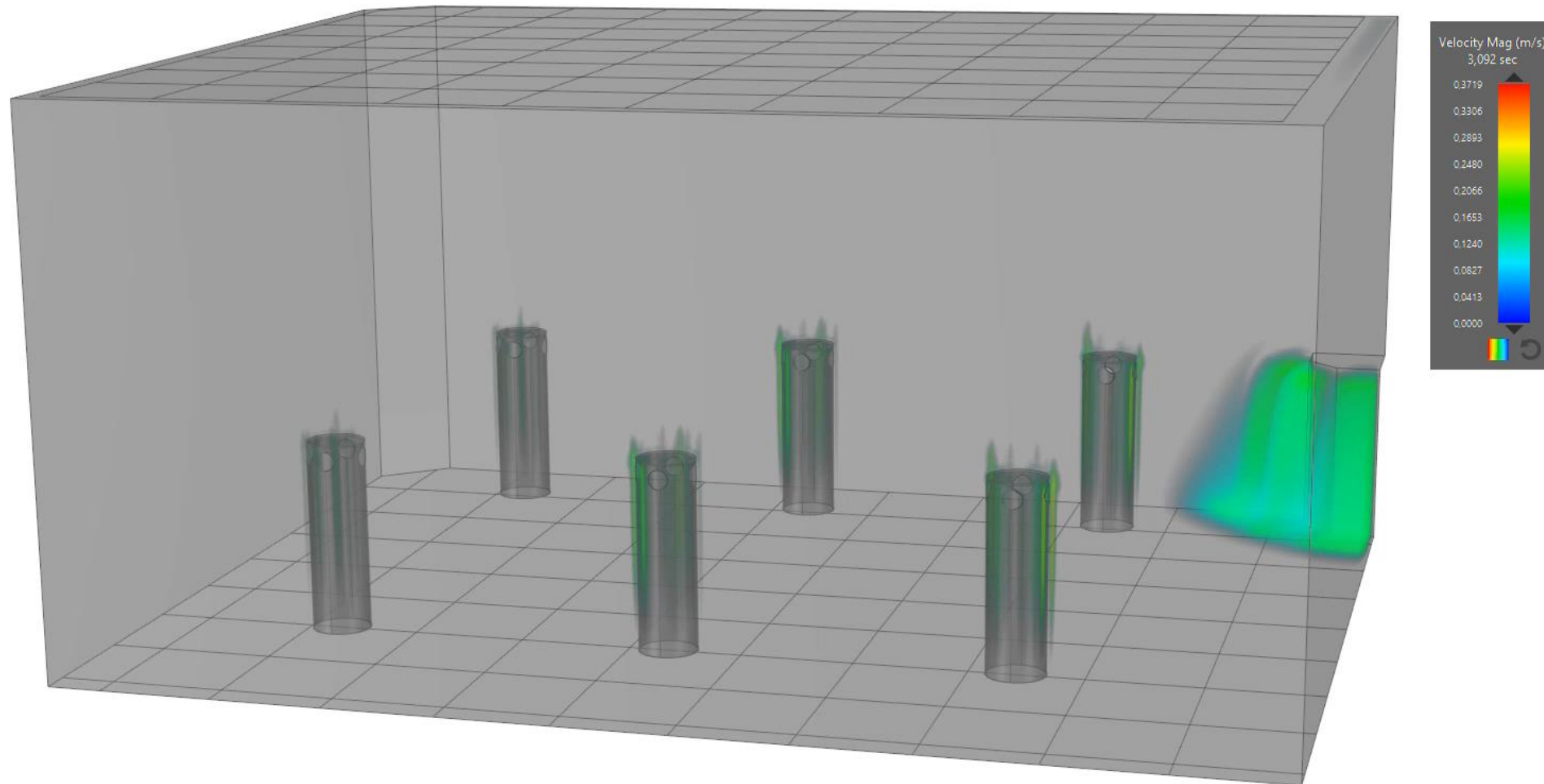
**QLF-1**



**QLE-E**

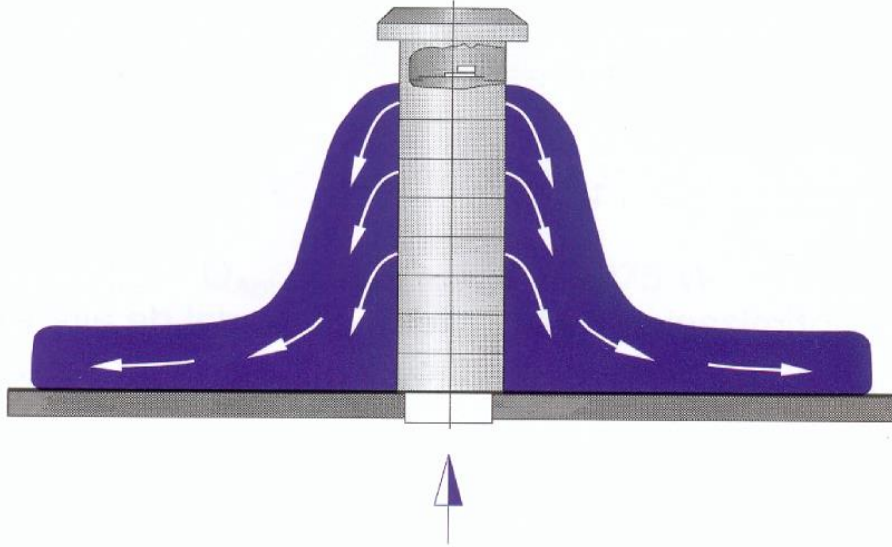


**QLF-3**

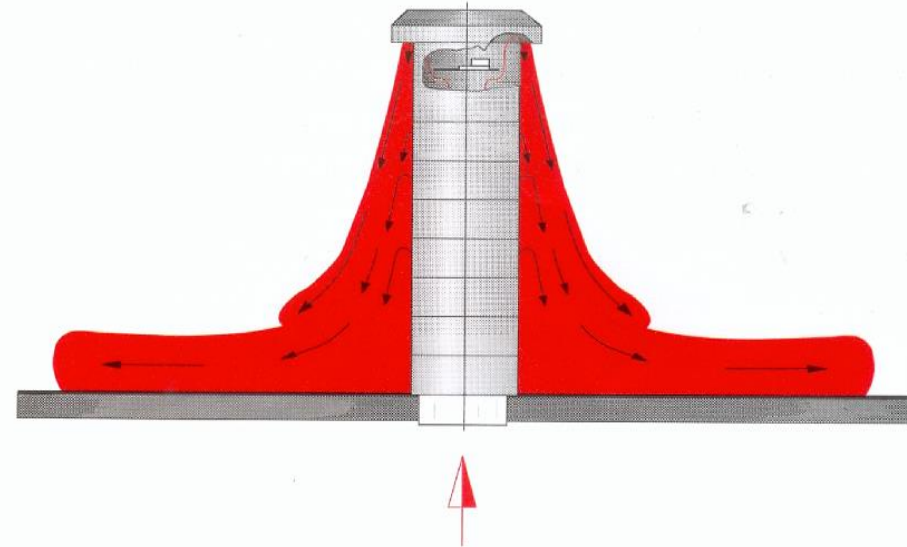




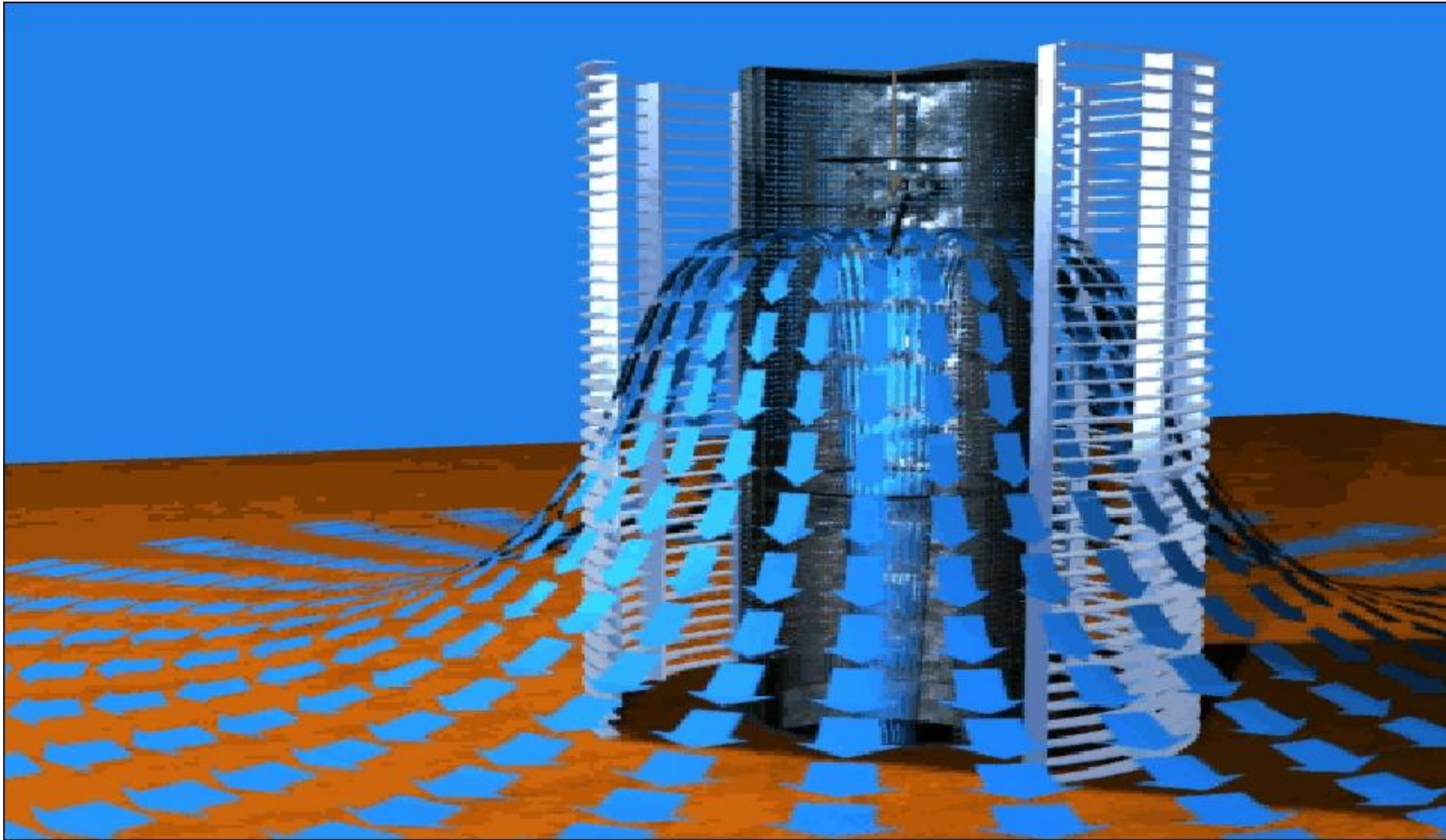


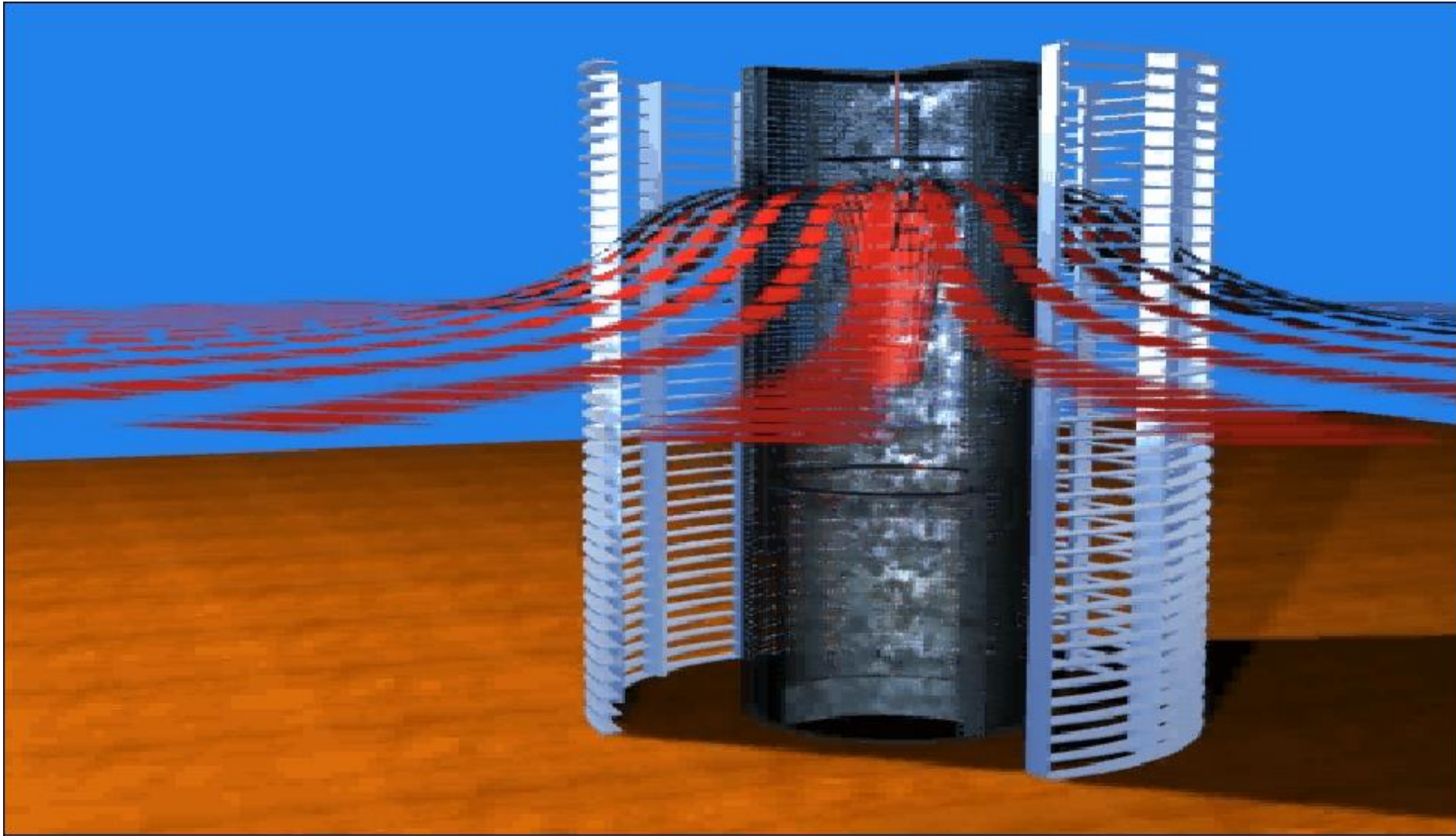


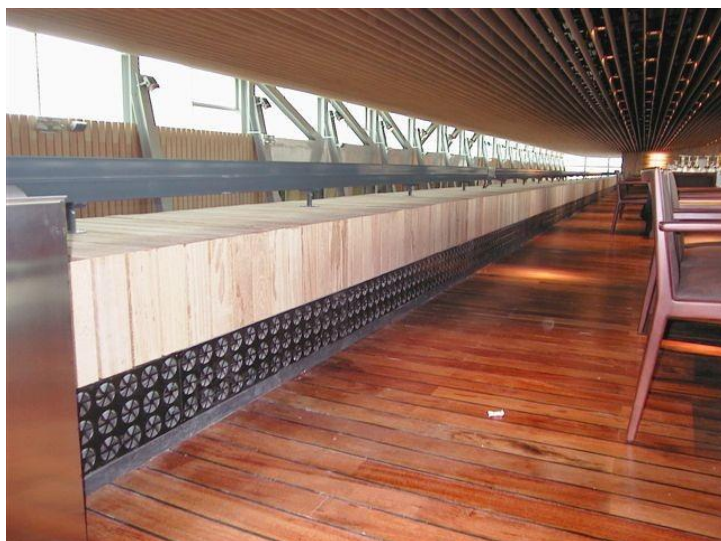
Difusor por desplazamiento (sobre el suelo),  
enfriando con posibilidades de ajuste



En calefacción con posibilidades de ajuste







## Pasivas

(sin aire primario)

- Convectores - Vigas frías Pasivas
- Techos fríos

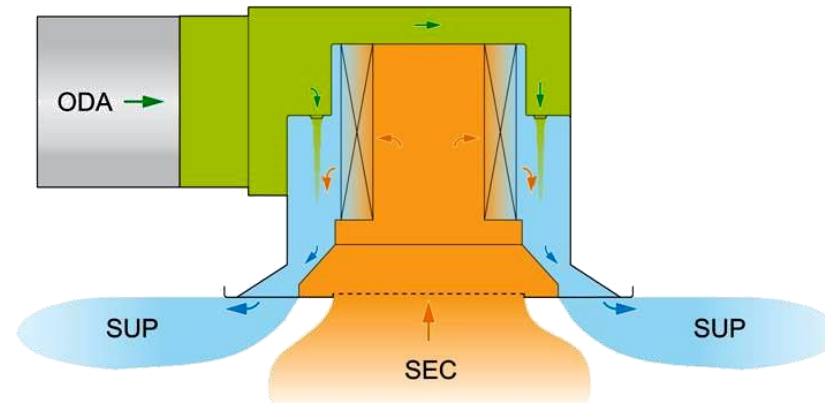
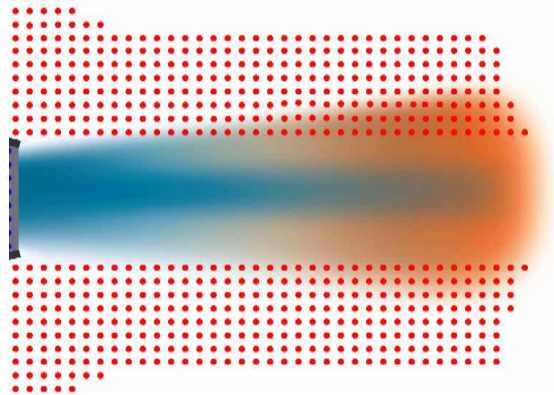
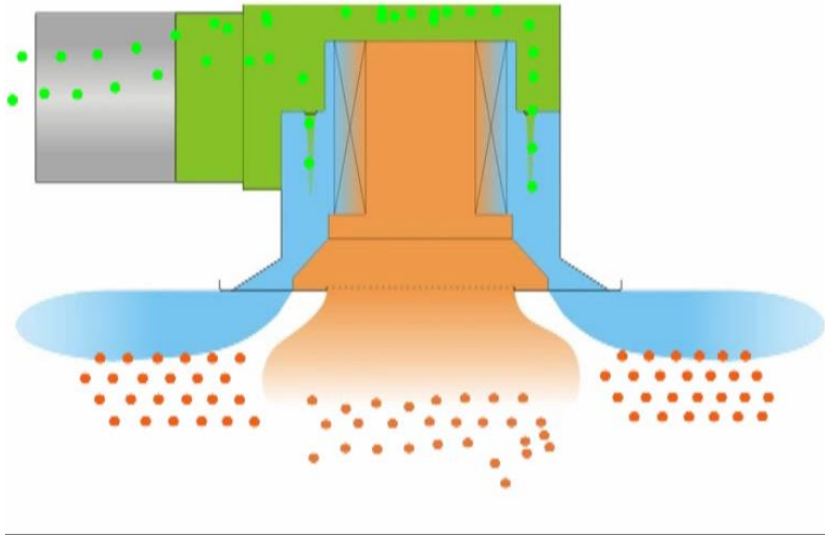


## Activas

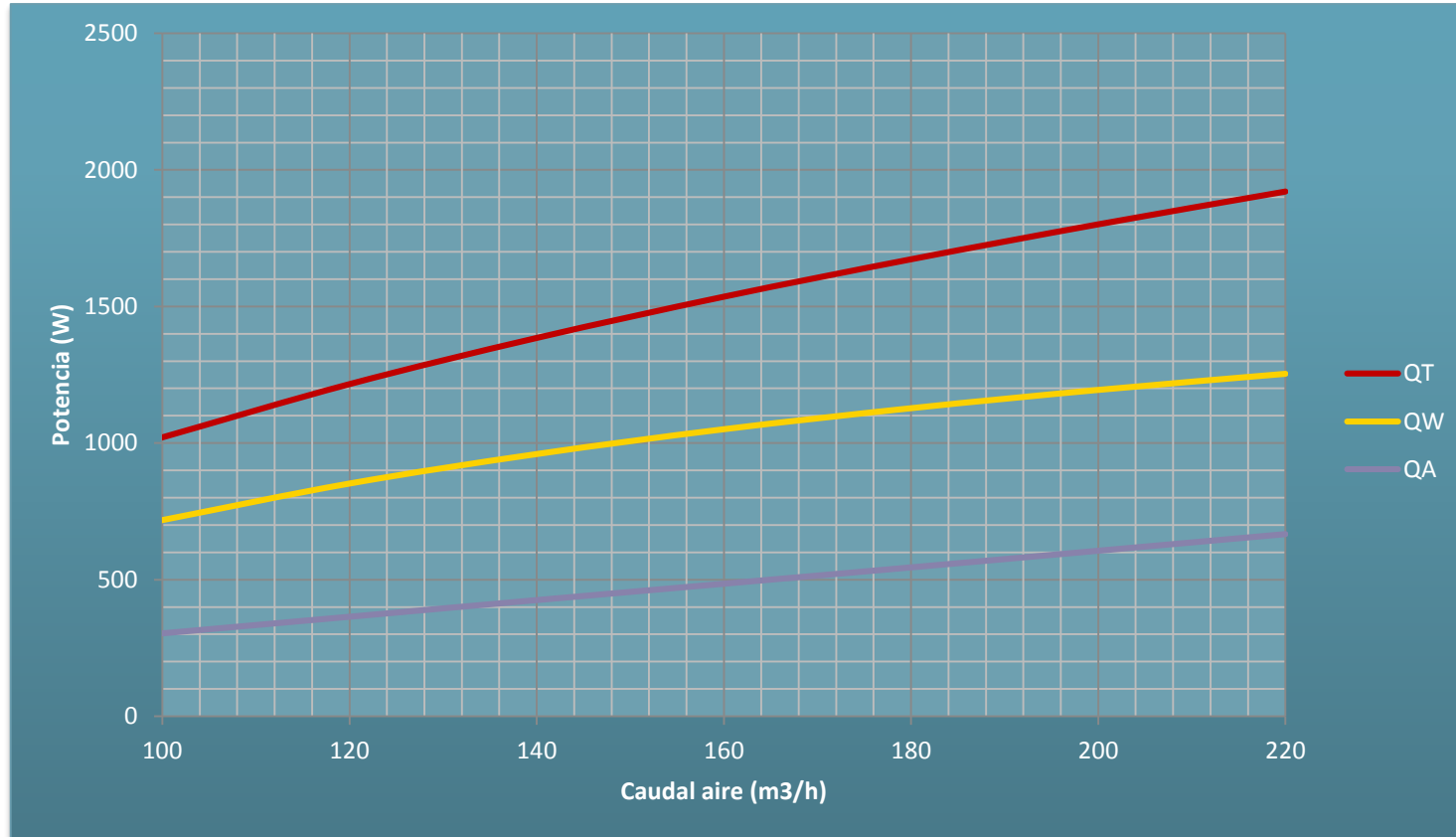
(con aire primario)

- Inductores de techo
- Inductores de pared
- Inductores de suelo
- Inductores perimetrales



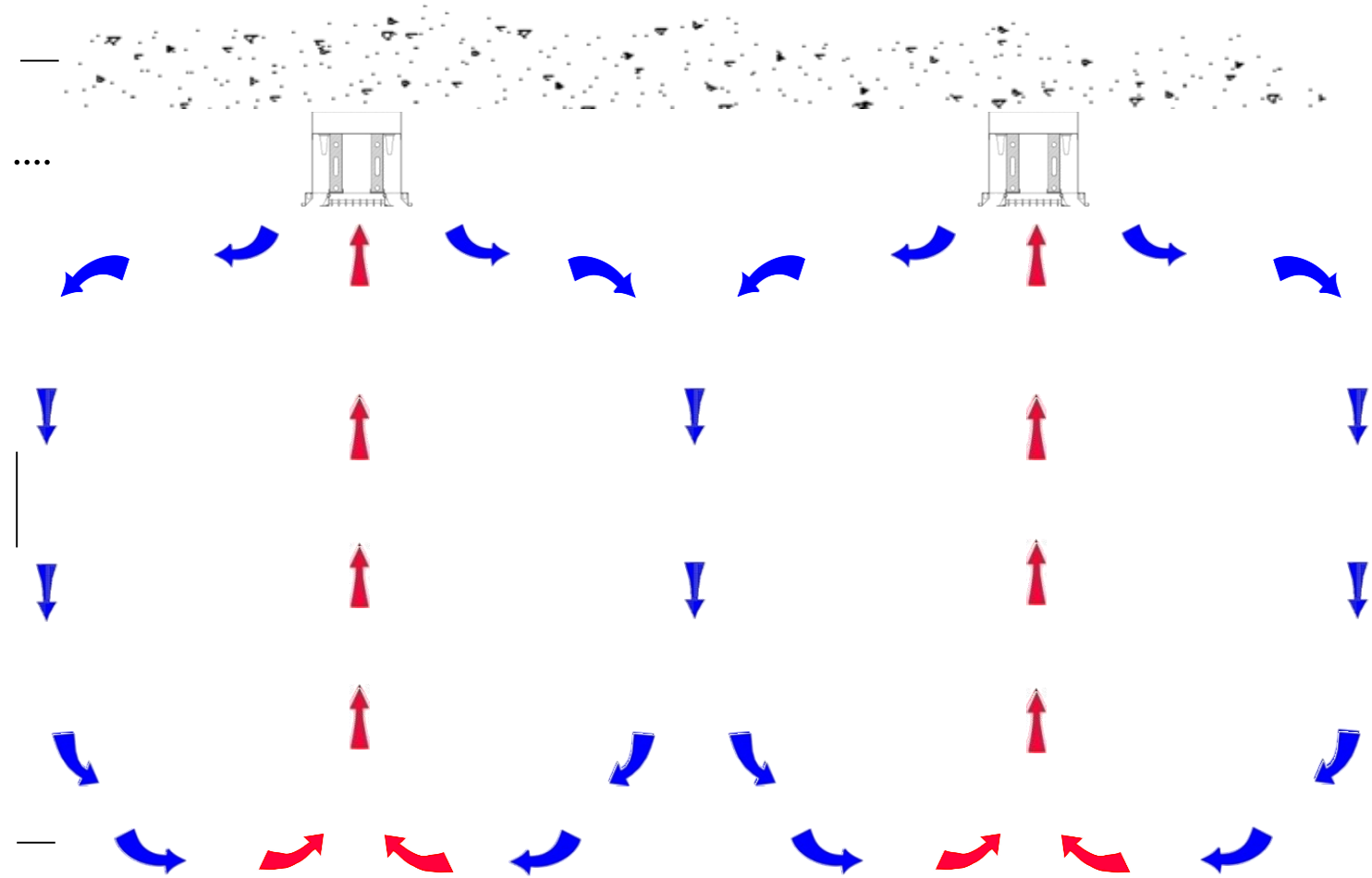


## Funcionamiento de una Viga Fría Activa

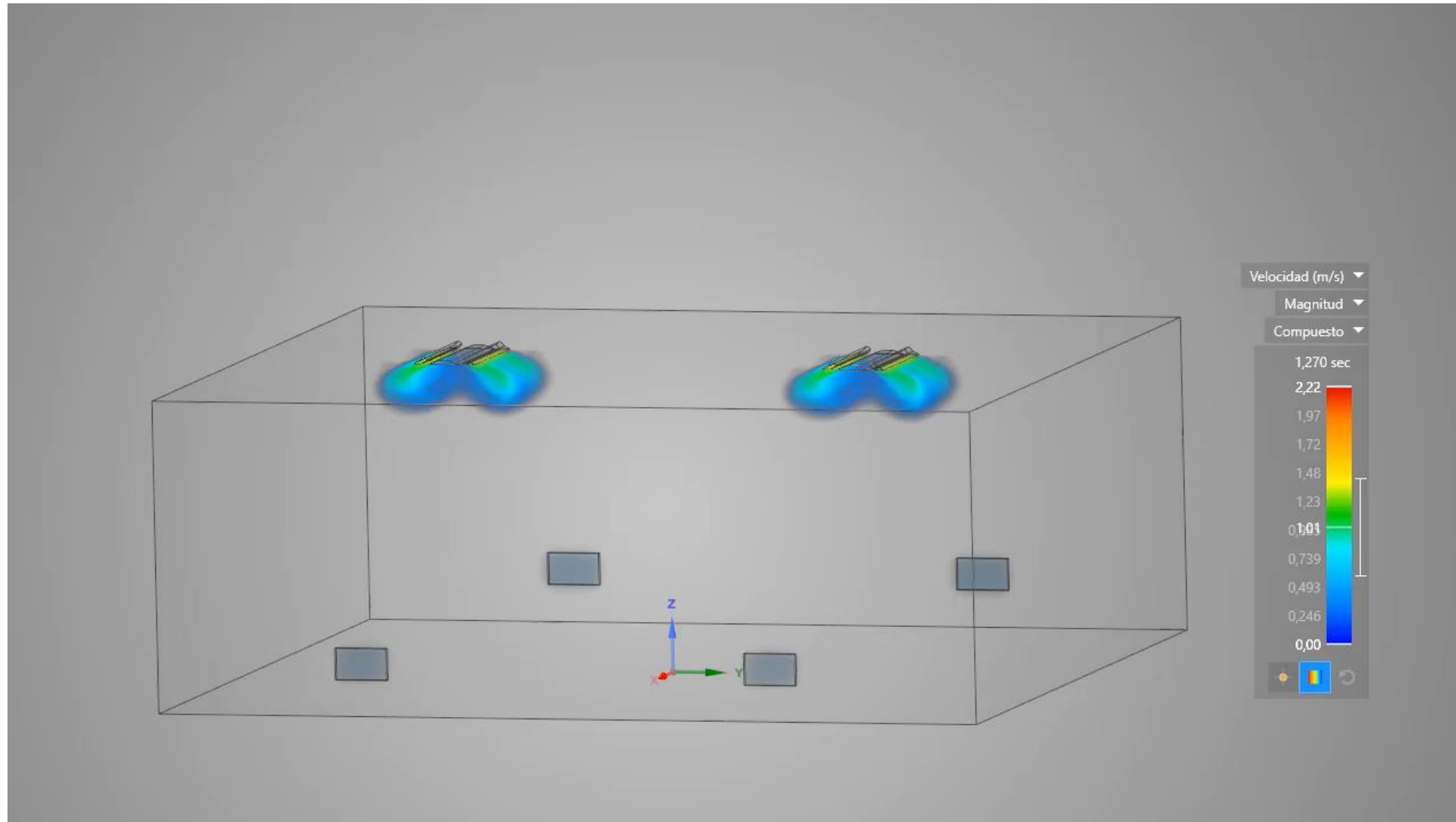


Potencia total =  $\frac{2}{3}$  potencia agua +  $\frac{1}{3}$  potencia aire



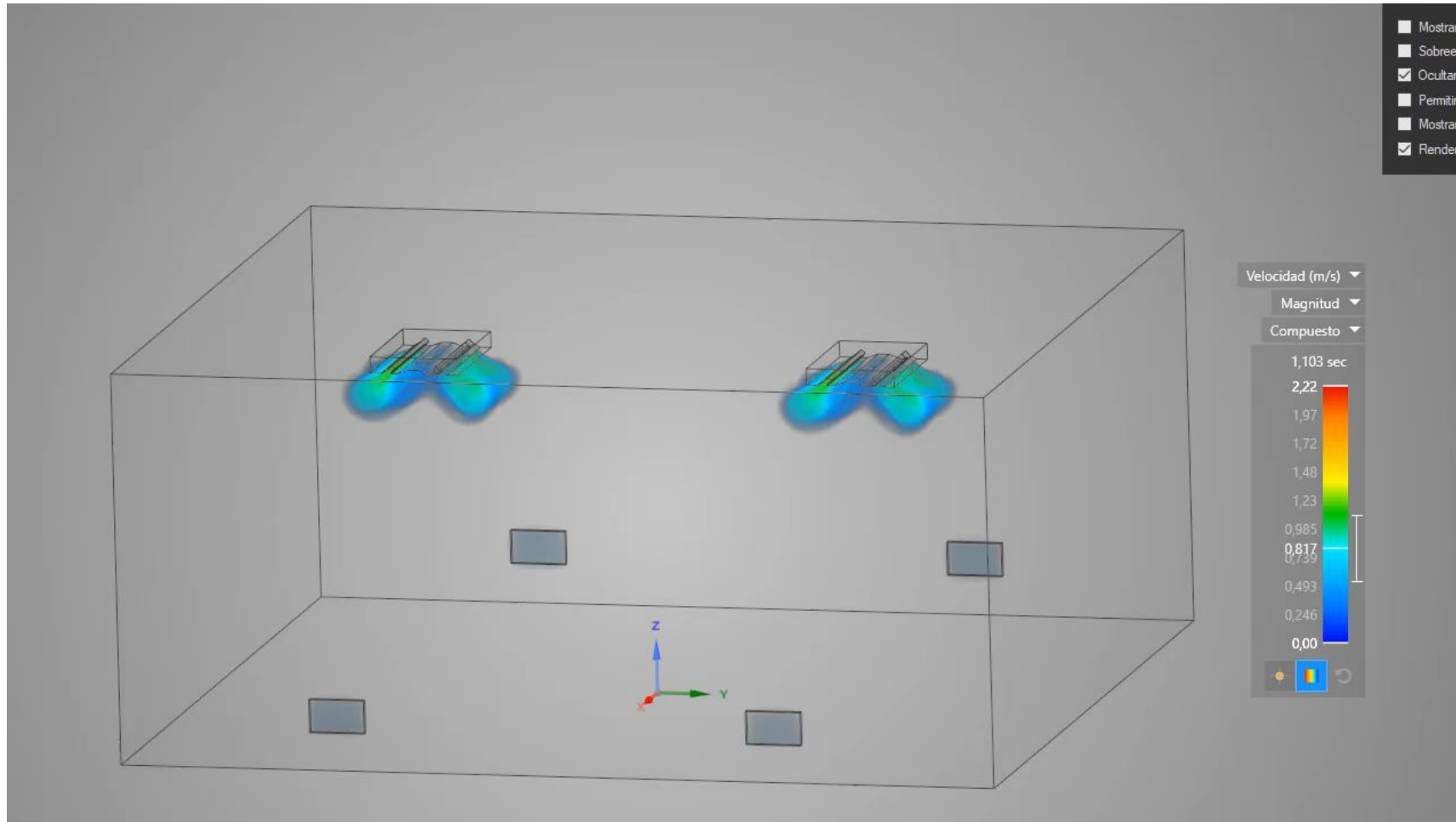


## Análisis CFD: DID632 con techo





## Análisis CFD: DID632 con alas sin techo





**Sensible Ventilación**



**Latente interior**



**Latente Ventilación**

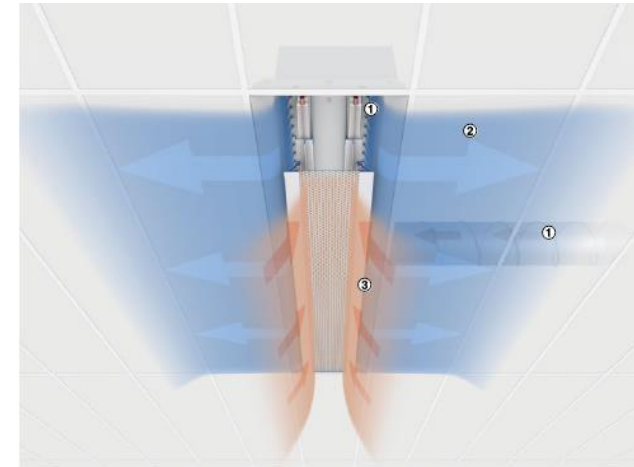
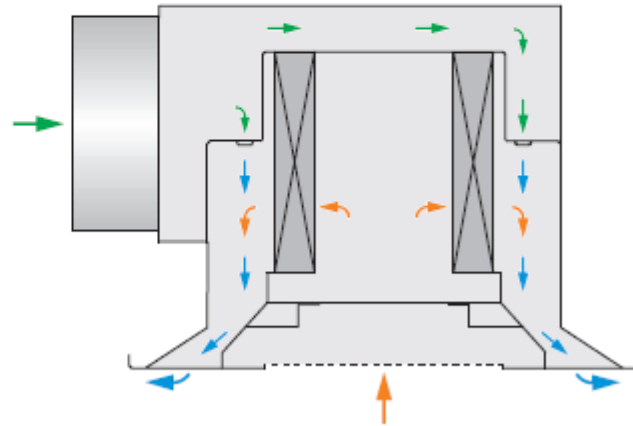


**Sensible interior**



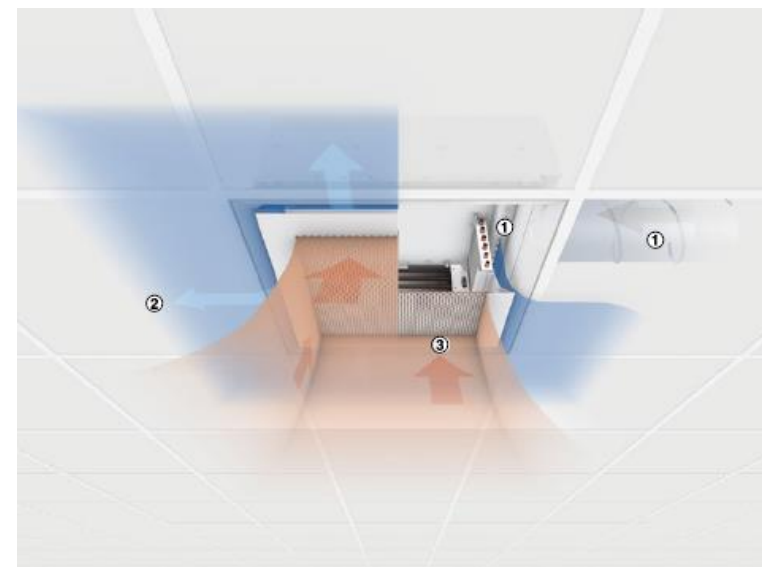
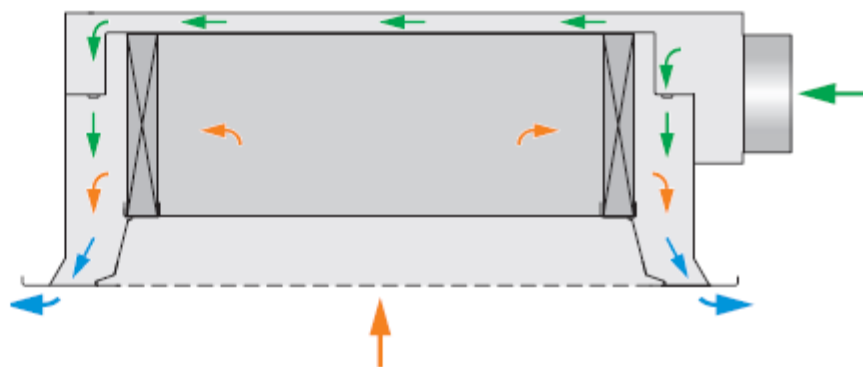
Nominal width 300 mm

Type DID312

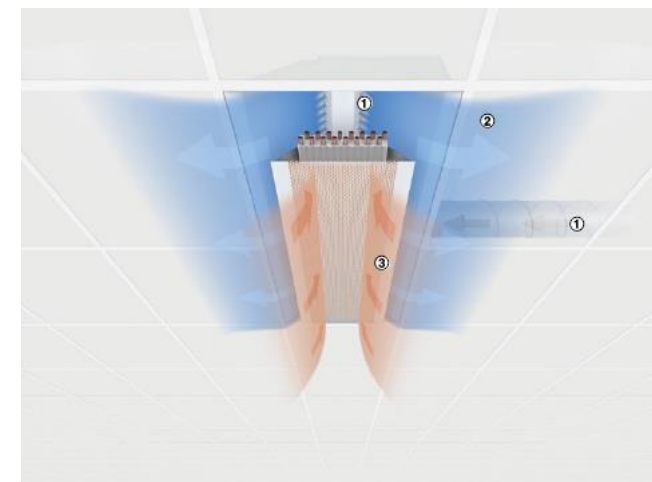
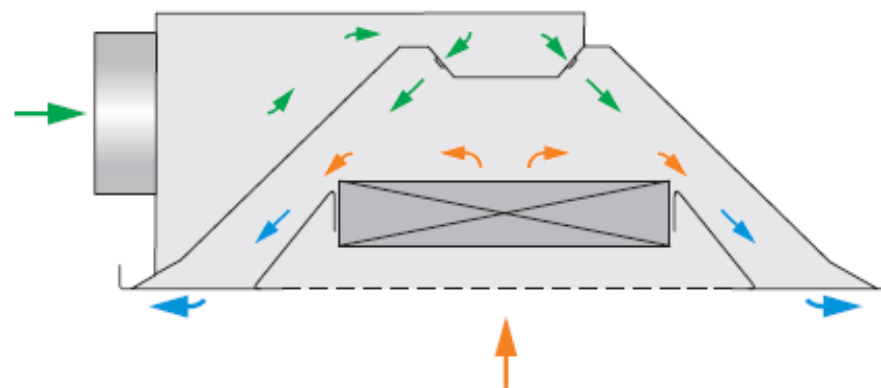


## Nominal width size 600 mm

### Type DID604



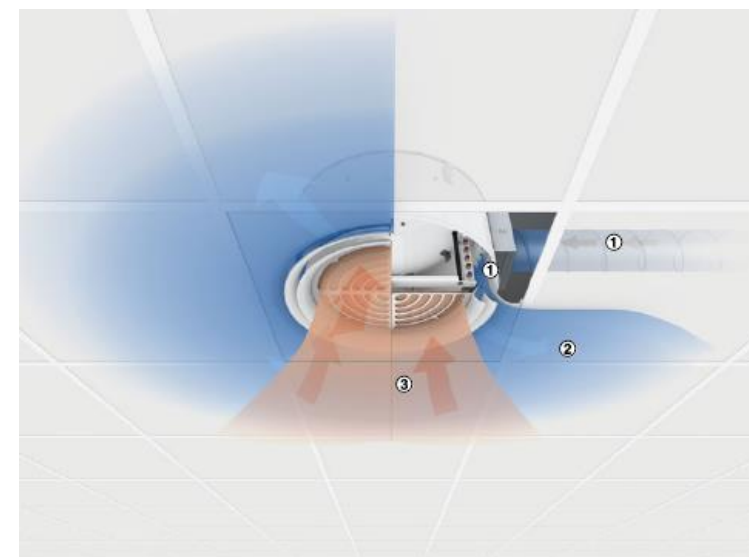
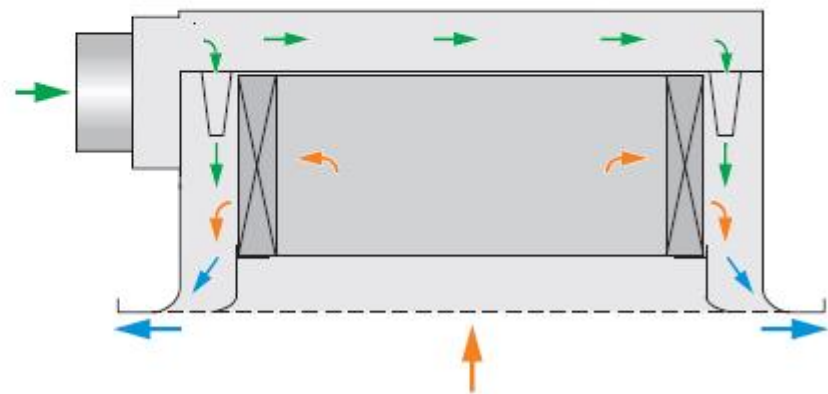
## Type DID632





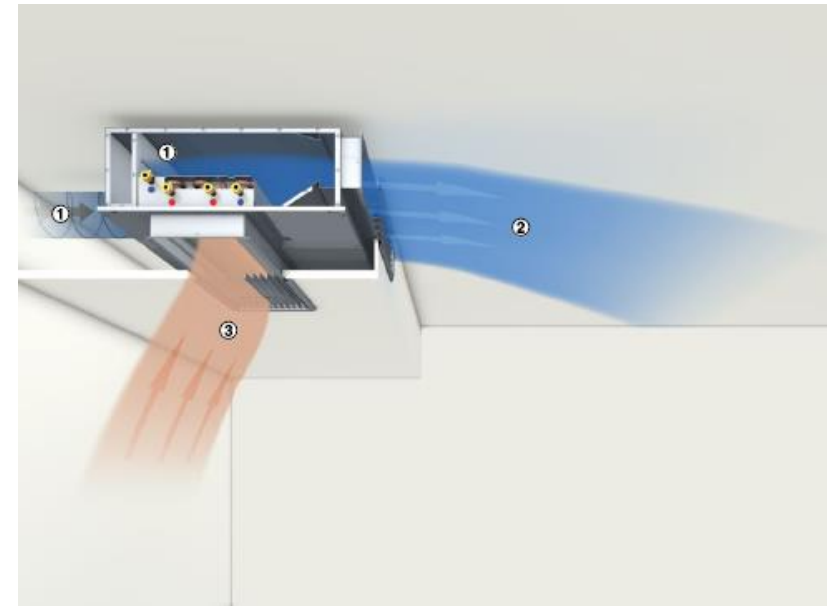
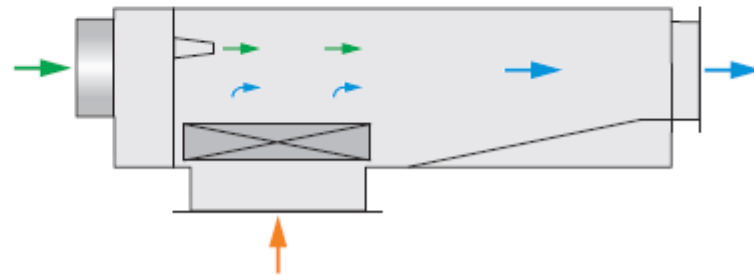
## Circular

### Type DID-R

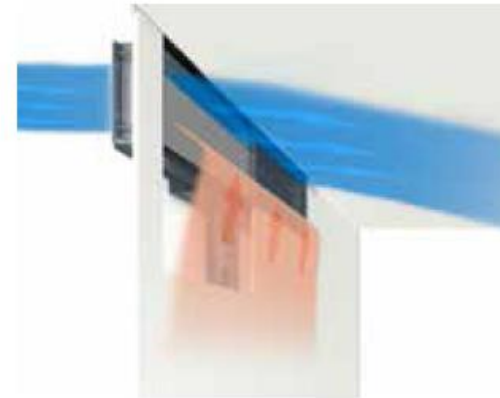


## One-way air discharge

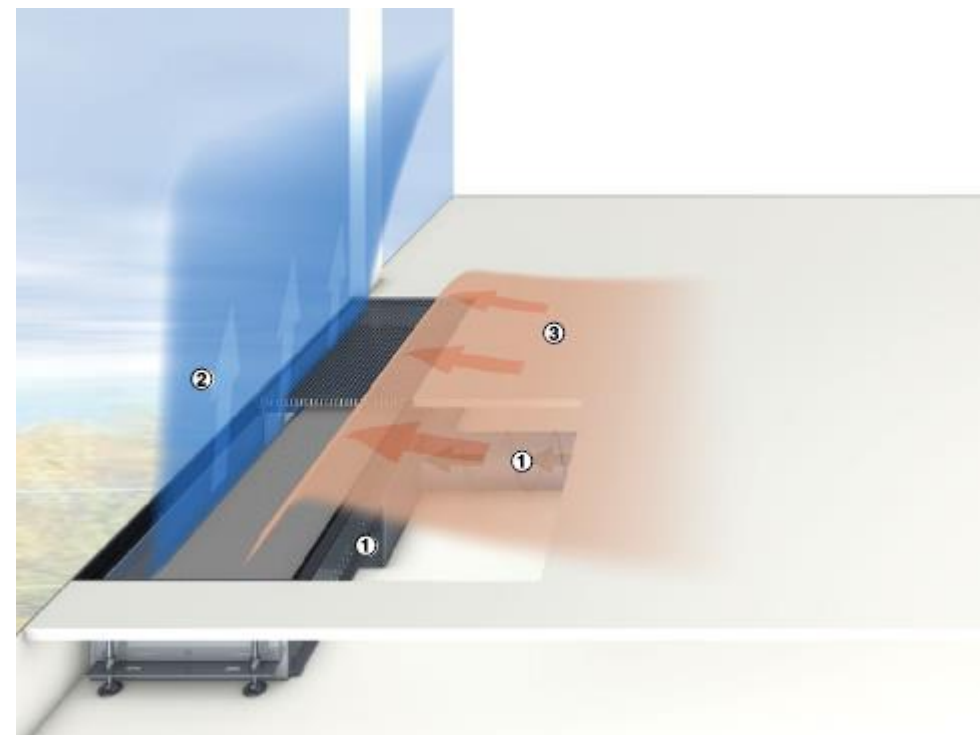
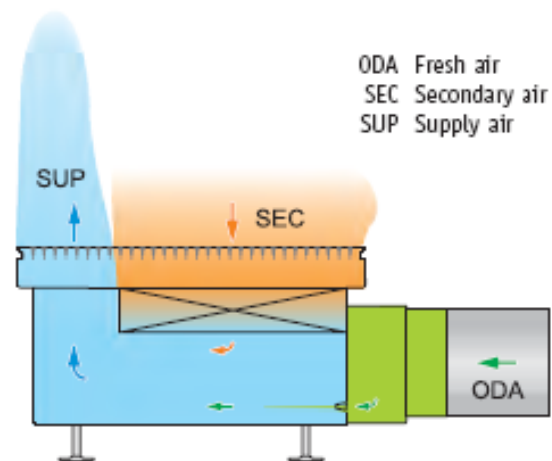
### Type DID-E



## DID-EW



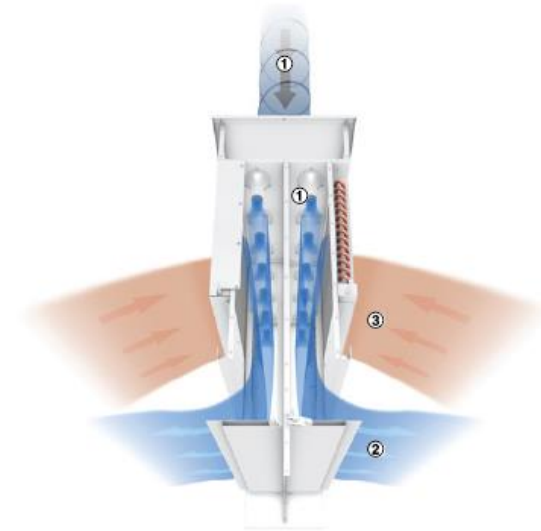
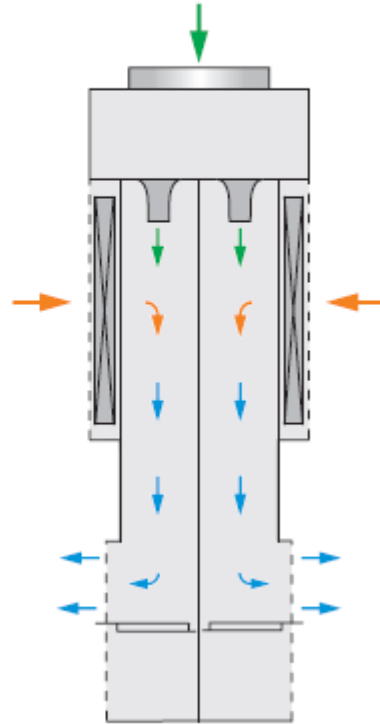
Type BID

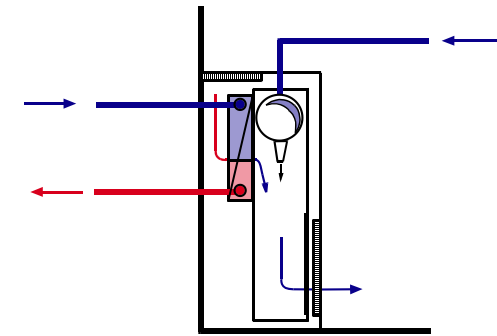
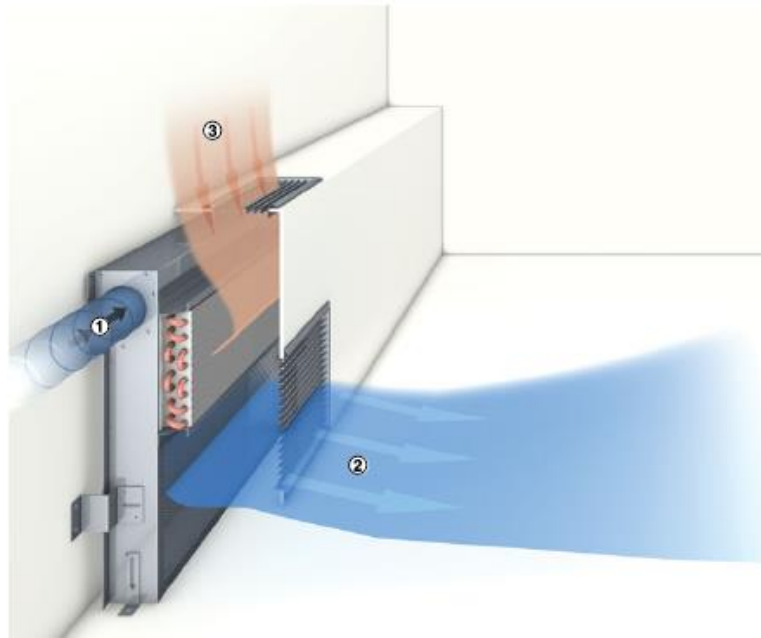
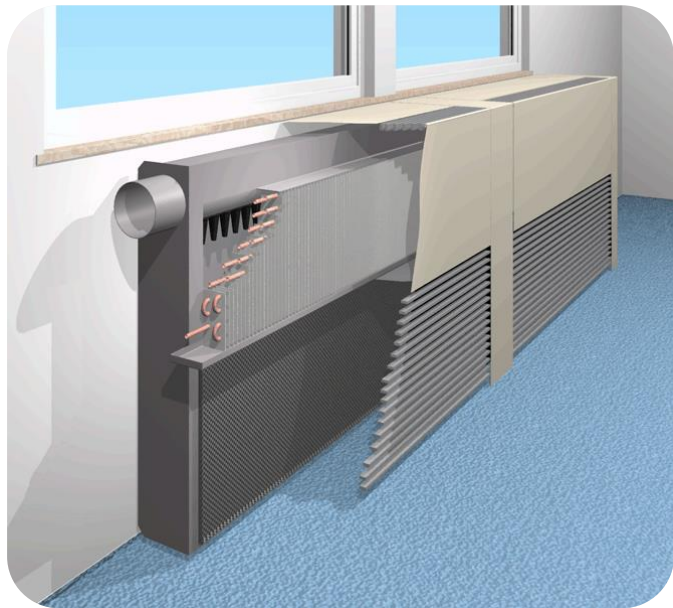




## For installation in large height spaces

### Type IDH



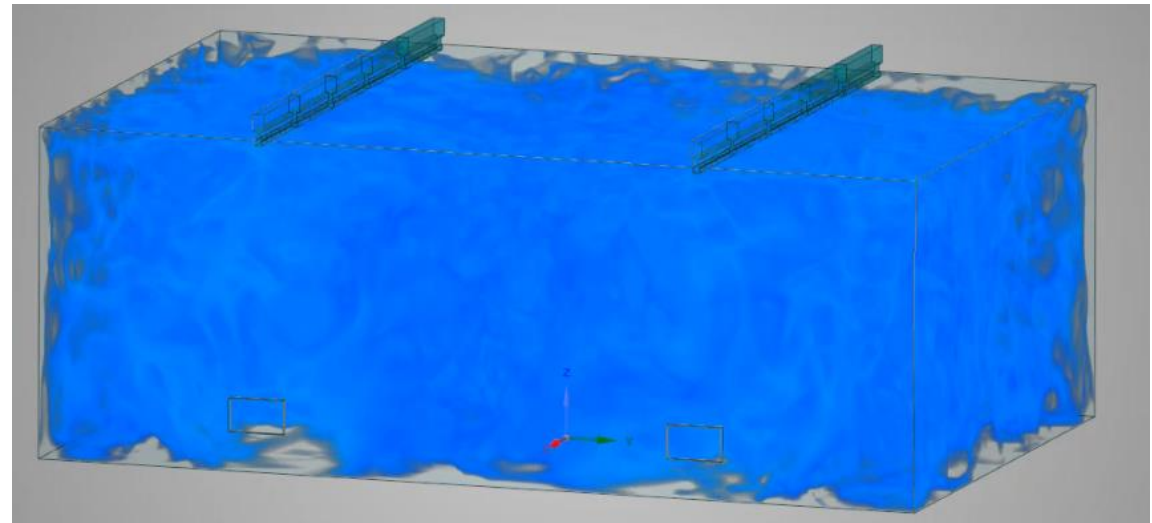






## Frente a las soluciones convencionales





**Eficacia de ventilación en sistemas  
de difusión por mezcla de aire**

Finalidad de la impulsión de aire:

- **Intercambio eficaz** entre el aire impulsado y el aire ambiente
- **Reducción** de sustancias contaminantes y olores

Criterio para valorar la calidad de un sistema de difusión de aire:

Eficacia de ventilación  $\epsilon_v$        $\epsilon_v = 1 / \mu$

$\mu$  el grado de carga en el local       $\mu_{1,2} = \frac{K_{1,2} - K_{imp}}{K_{ret} - K_{imp}}$

K es la concentración para diferentes grados de carga como:

$$\mu_t = \frac{T_{1,2} - T_{imp}}{T_{ret} - T_{imp}}$$

Grado de carga térmica

$$\mu_t = 1$$

$$\mu_c = \frac{C_{1,2} - C_{imp}}{C_{ret} - C_{imp}}$$

Grado de concentración  
de partículas

$$\mu_c = 1$$

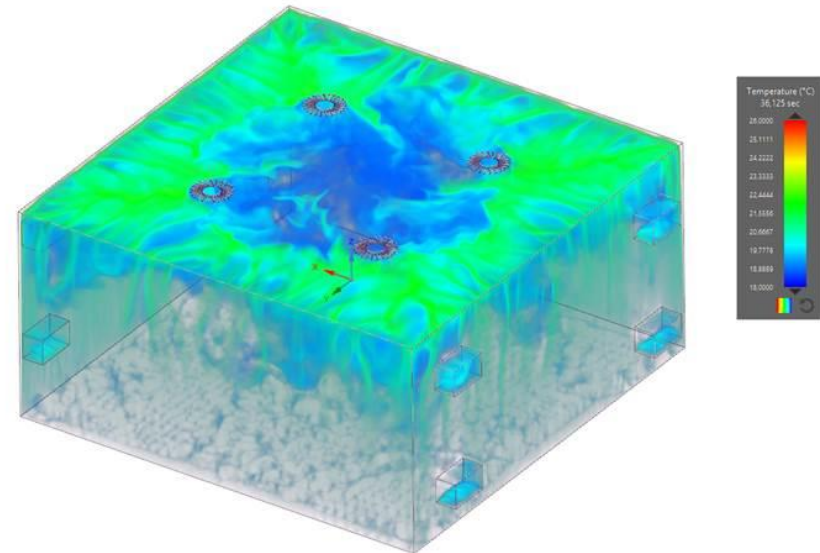
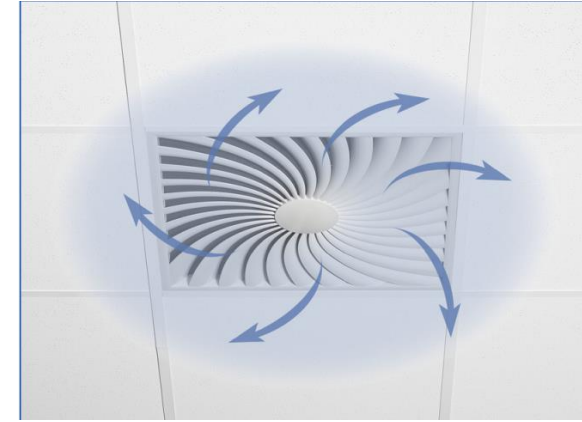
Sistema de mezcla de aire ideal       $\{\epsilon_v = 1$

## Distribución de aire efectiva

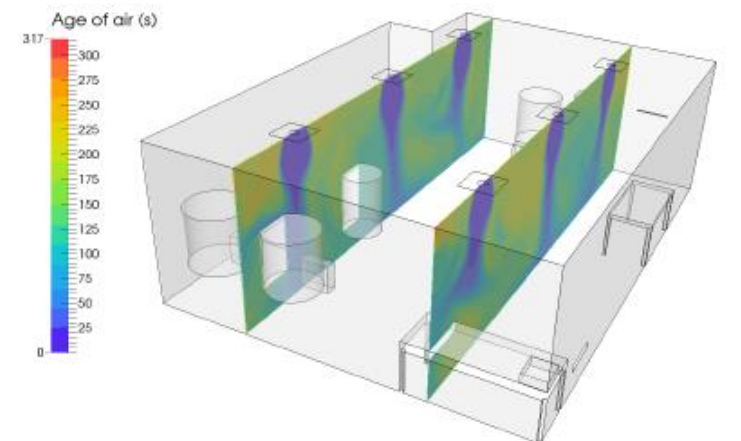
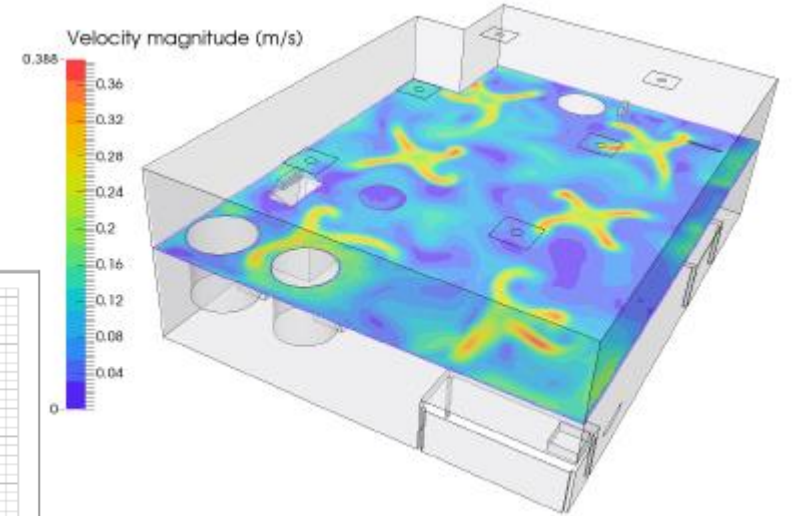
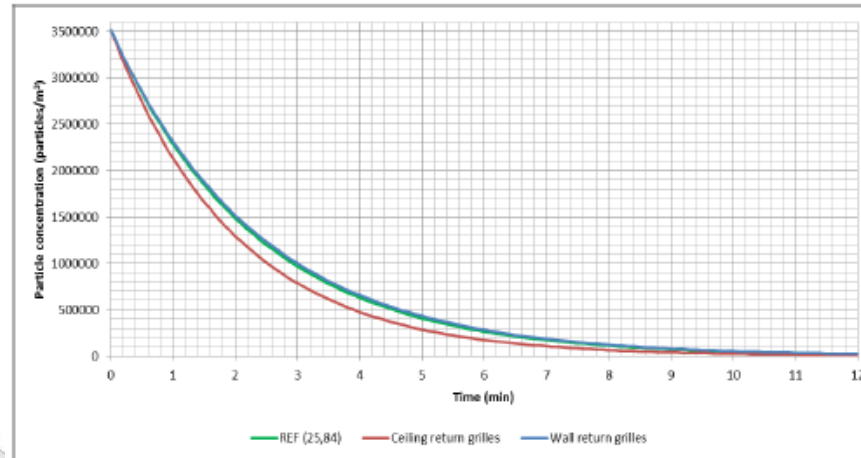
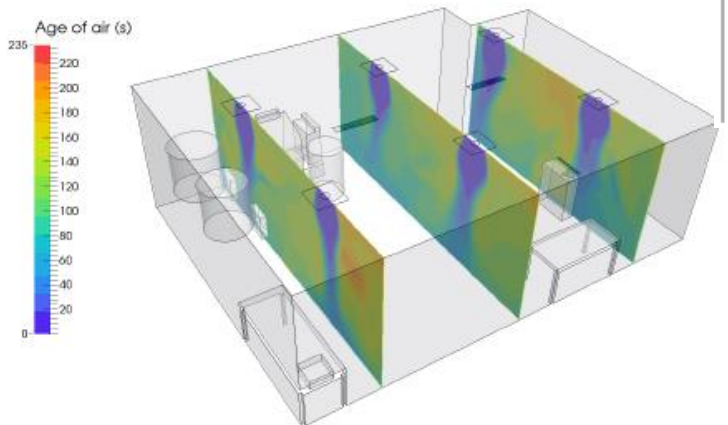
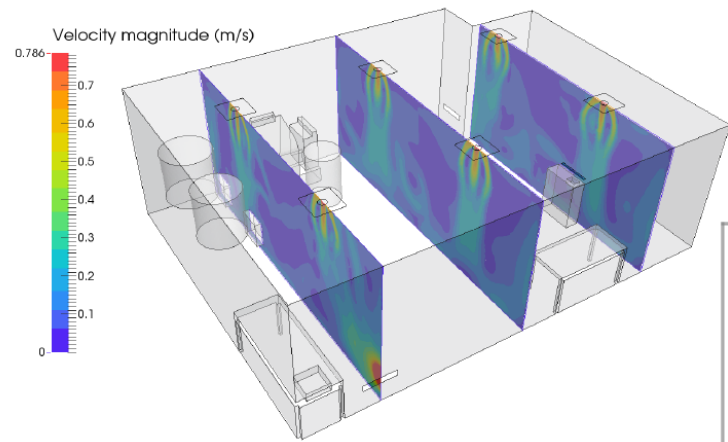
En los sistemas de difusión por mezcla de aire, la eficacia de ventilación depende:

- ✓ Tipo de unidad terminal de impulsión
- ✓ Situación de las unidades terminales de impulsión
- ✓ Situación de las unidades de retorno y extracción
- ✓ Situación de las fuentes de calor
- ✓ Situación de los cerramientos exteriores

Edad del aire: indicador



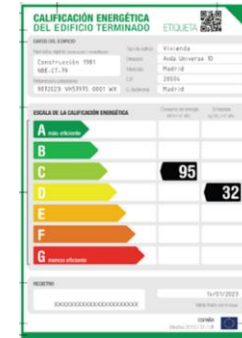
# Eficiencia de ventilación



## Edificios de oficinas: Confort y eficiencia

Control de caudal y temperatura  
Sistemas de certificación

- **LEED / BREEAM**
- **WELL** Building Standard
- The **Gallup** Workplace Audit
- The **Leesman Index**
- **Building Use Studies (BUS)**
- **CBE Berkeley**



## Edificios de oficinas: Confort y eficiencia



... es clave que las oficinas sean herramientas que permiten a las compañías **motivar y comprometer** mejor a sus trabajadores

No está lejano el día en que las métricas referidas a la salud, bienestar y productividad de los ocupantes... sean factores claves en la determinación de la obsolescencia de un edificio



Para realizar su registro

Pulse aquí

## Portal de Servicios Digitales myTROX



Diseño



Pedidos



Servicios



Formación

Mostrar servicios:  Todo  Diseño  Pedidos  Servicios  Formación



TROX Academy ¿qué es?



Seminarios y otros eventos



Webinars nacionales e internacionales



Biblioteca de vídeos y documentación

## CALIDAD DE AIRE INTERIOR



### CRITERIOS DE CONFORT PARA GARANTIZAR UNA ÓPTIMA CALIDAD DE AIRE INTERIOR (IAQ). OPERACIÓN EN CRISIS SANITARIAS GLOBALES

- Importancia de la calidad de aire interior
- Ventilación
- Control de temperatura y humedad
- Filtración
- Operaciones recomendadas durante la crisis del COVID-19
- Distribución de aire efectiva. Simulación CFD

Webinar realizado el lunes 20 de Abril de 2020.  
Esta es la documentación relativa y disponible para visualización/descarga:

- Presentación (formato pdf)
- Grabación webinar (mp4)

Otros documentos:

- Getting your place ready for COVID-19 (fuente: WHO)
- Regular and correct maintenance of ventilation systems (fuente EUROVENT)
- Guía de recomendaciones preventivas en calidad de aire interior (fuente FEDECAI)
- Prevención y control de la infección en el manejo de pacientes con COVID-19 (fuente: Ministerio de Sanidad)



# TROX<sup>®</sup> TECHNIK

The art of handling air

*for indoor life quality*



Javier Aramburu  
Director Técnico

Contacto: [jaramburu@trox.es](mailto:jaramburu@trox.es)

