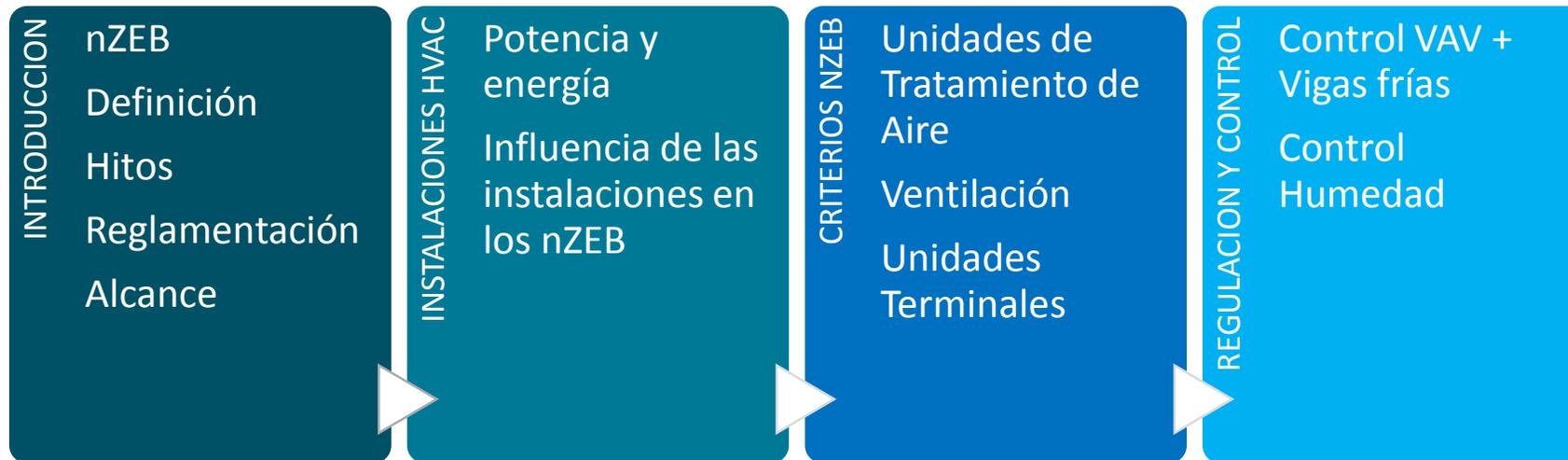




## EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA nZEB INSTALACIONES DE VENTILACION Y TRATAMIENTO DE AIRE CON VIGAS FRIAS

*Roberto Rodríguez Prades*  
Responsable Desarrollo de Negocio Distribución de Aire &  
Sistemas Aire - Agua



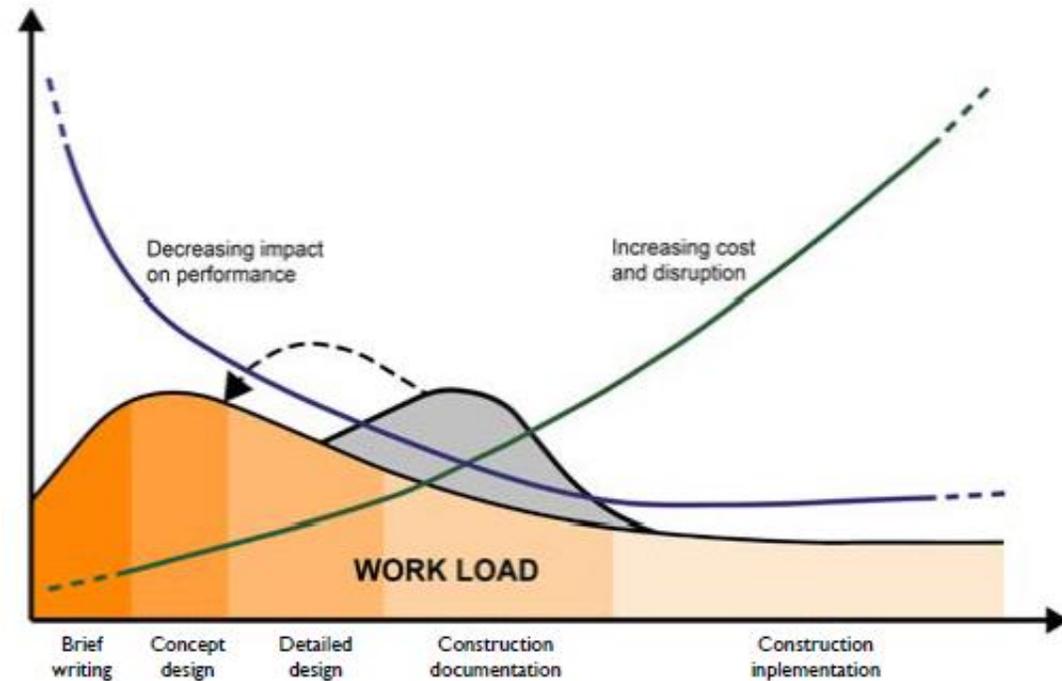
## Movimientos hacia calidad en edificación:

- Sostenibilidad
- Energía
- Confort

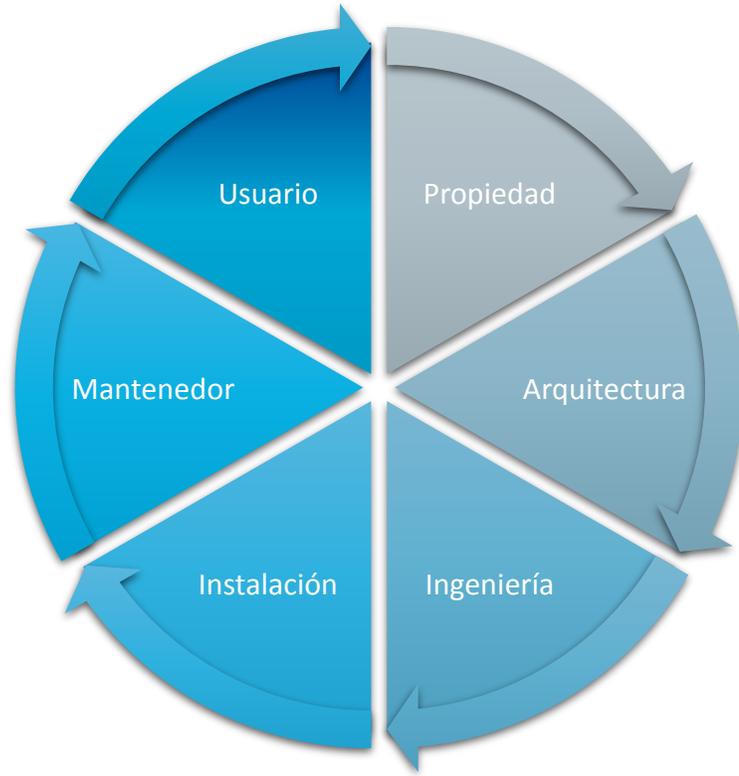


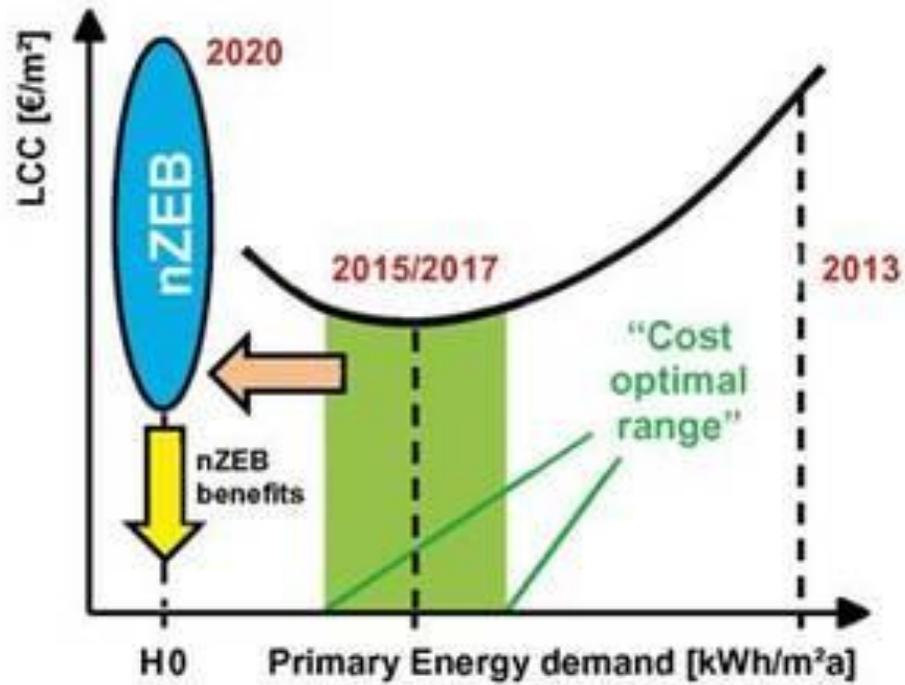
## Nueva estrategia de diseño:

- Equipo Multidisciplinar
- Potenciación fase diseño
- Implicación de todos los actores



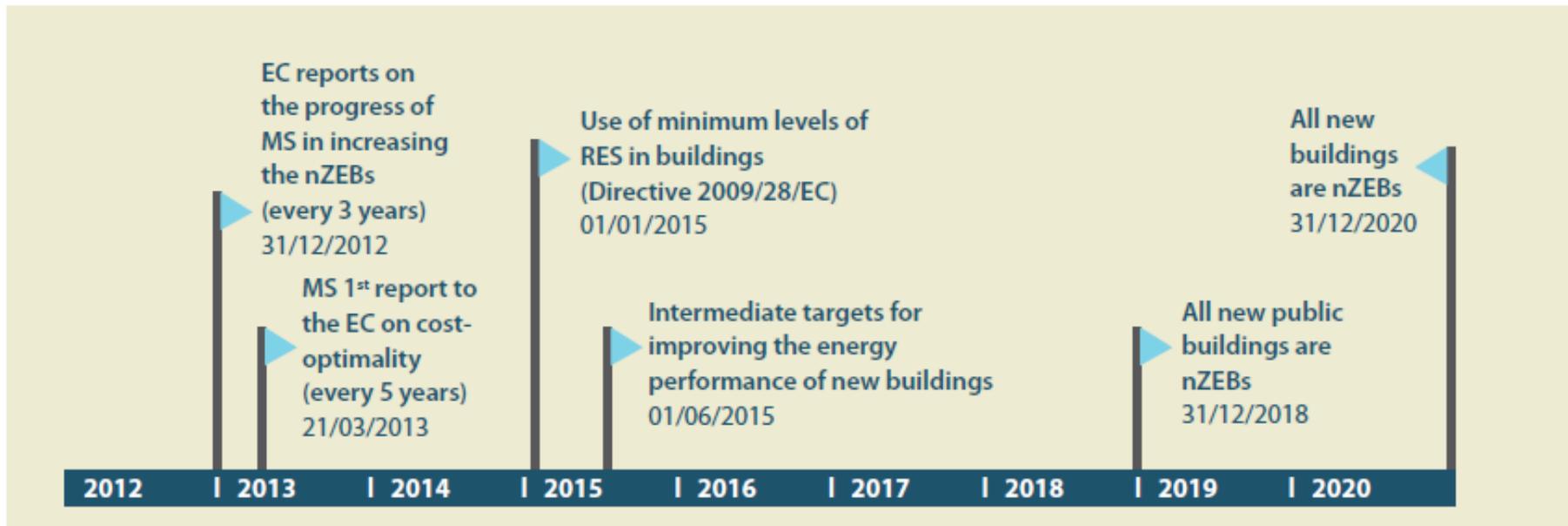
# Edificio de CONSUMO de energía casi nulo



Edificio de CONSUMO de energía casi nulo

Maximum required primary energy consumption in new buildings [kWh/m <sup>2</sup> y]			
Country	Before 2015	2015	2021
Denmark	52,5 + 1650/ (heated gross floor area)	30 + 1000/ (heated gross floor area)	20 (nZEB)
Slovak Republic	109-216 (Energy Class B)	55-108 (Energy Class A1)	54 (nZEB, Energy Class A0)

Figure 1 - Key years for nearly Zero-Energy Buildings (Directive 2010/31/EC) (Source: EPISCOPE<sup>3</sup>)



Country	Status of the definition	Main reference(s)	Year of enforcement	
			Public	Non-public
Portugal	Under development	Law 118/2013	1/01/2019	1/01/2021
Romania	✓	National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021
Slovakia	✓	Decree 364/2012	1/01/2019	1/01/2021
Slovenia	Still to be approved	Official Journal 17/14, National nZEB Plan	1/01/2019	1/01/2021
Spain	Under development	Decree 235/2013	1/01/2019	1/01/2021





2) «edificio de consumo de energía casi nulo»: edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida *in situ* o en el entorno;



1. La eficiencia energética de un edificio se determinará partiendo de la cantidad, calculada o real, de energía consumida anualmente para satisfacer las distintas necesidades ligadas a su utilización normal, que refleje la energía necesaria para la calefacción y la refrigeración (energía necesaria para evitar un calentamiento excesivo) a fin de mantener las condiciones de temperatura previstas para el edificio y sus necesidades de agua caliente sanitaria.





Recomendación (UE) 2016/1318 de la comisión





## MEDITERRANEA

- 20-30 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria Neta
- 80-90 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria
- 60 kWh/m<sup>2</sup> Renovables



## CONTINENTAL

- 40-55 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria Neta
- 85-100 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria
- 45 kWh/m<sup>2</sup> Renovables



## OCEANICA

- 40-55 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria Neta
- 85-100 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria
- 45 kWh/m<sup>2</sup> Renovables



## NORDICA

- 55-70 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria Neta
- 85-100 kWh/m<sup>2</sup> Energía Primaria
- 30 kWh/m<sup>2</sup> Renovables

Recomendación (UE) 2016/1318 de la comisión



procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, se considera como edificio de consumo de energía casi nulo aquel que cumple con los requisitos para edificios de nueva construcción en el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía». Dichas exigencias serán objeto de revisión periódica de acuerdo con lo establecido en el artículo 4 de la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios.

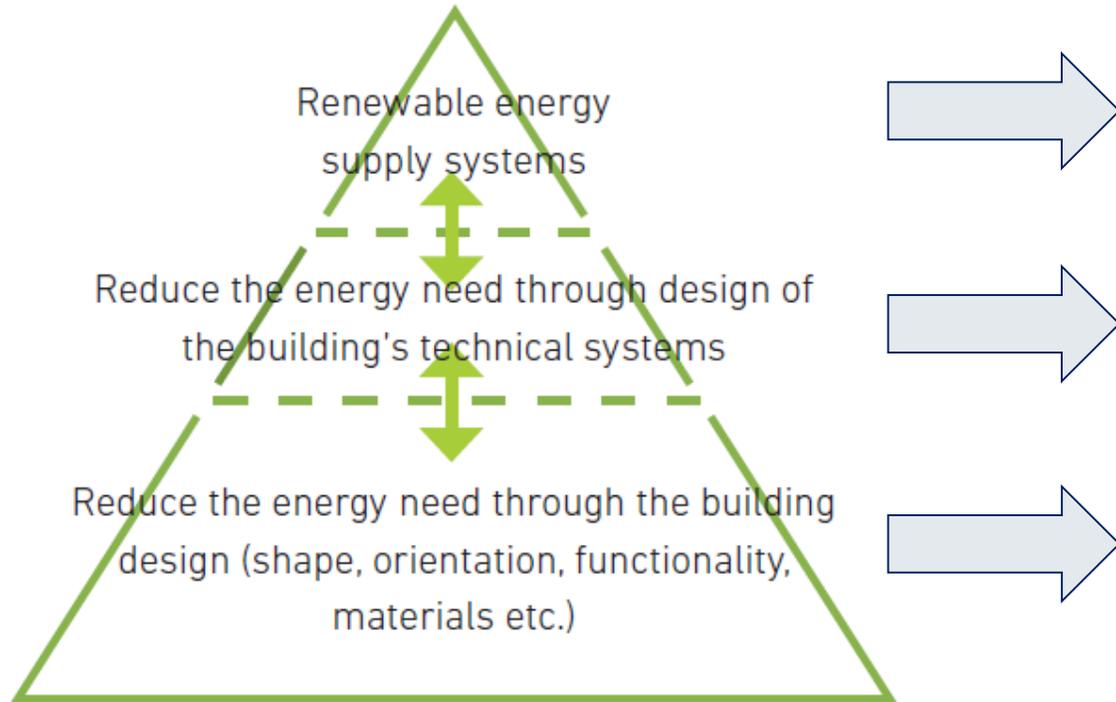
## DOCUMENTO BÁSICO

### DB-HE

Ahorro  
de energía

**Edificio de consumo de energía casi nulo:** edificio que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas para edificios de nueva construcción en las diferentes secciones de este Documento Básico.







*Energía primaria = Energía final + Pérdidas en transformación + Pérdidas en transporte*



← EXTERNO AL EDIFICIO →



Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

[http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores\\_emision\\_CO2.pdf](http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf)



Factores de emisiones de CO2			
	Fuente	Valores aprobados	Valores previos (****)
		kg CO2 /kWh E. final	kg CO2 /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,721	
Gasóleo calefacción	(***)	0,311	0,287
GLP	(***)	0,254	0,244
Gas natural	(***)	0,252	0,204
Carbón	(***)	0,472	0,347
Biomasa no densificada	(***)	0,018	neutro
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018	neutro

[http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores\\_emision\\_CO2.pdf](http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf)



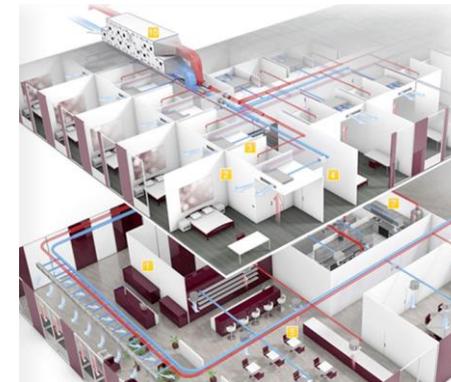
**Demanda energética:** energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente. Se puede dividir en **demanda energética de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria (ACS) y de iluminación**, y se expresa en kW·h/m<sup>2</sup>.año, considerada la superficie útil de los *espacios habitables* del edificio.

DOCUMENTO BÁSICO

DB-HE

Ahorro  
de energíaEnvolvente del  
edificio

Iluminación

Contribución solar  
térmica y fotovoltaica

El *porcentaje de ahorro de la demanda energética conjunta* de calefacción y refrigeración, respecto al edificio de referencia del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser igual o superior al establecido en la tabla 2.2.



## DOCUMENTO BÁSICO

# DB-HE

Ahorro  
de energía

**Tabla 2.2 Porcentaje de ahorro mínimo\* de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %**

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1, 2	25%	25%	25%	10%
3, 4	25%	20%	15%	0%**

\* El cálculo debe efectuarse suponiendo para el edificio objeto y para el edificio de referencia una tasa de ventilación de 0,8 renovaciones/hora durante el periodo de ocupación

\*\* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia

### 5.3 Edificio de referencia

- 1 El *edificio de referencia* es un edificio obtenido a partir del *edificio objeto*, con su misma forma, tamaño, orientación, zonificación interior, uso de cada espacio, e iguales obstáculos remotos, y unas soluciones constructivas tipificadas, cuyos *parámetros característicos* se describen en el Apéndice D.



**Edificio de referencia:** Sección HE1**DB-HE**Ahorro  
de energía**D.2.1 ZONA CLIMÁTICA  $\alpha 1$ , A1**

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno

 $U_{Mlim}: 0,94 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 

Transmitancia límite de suelos

 $U_{Slim}: 0,53 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 

Transmitancia límite de cubiertas

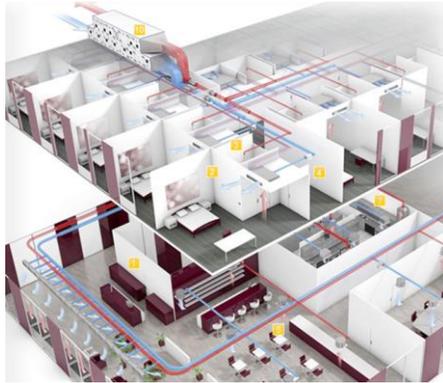
 $U_{Clim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ 

Factor solar modificado límite de lucernarios

 $F_{Llim}: 0,29$ 

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	4,7	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	4,1	5,5	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	3,8	5,2	5,7	5,7	-	-	-	0,56	-	0,60
de 41 a 50	3,5	5,0	5,7	5,7	-	-	-	0,47	-	0,52
de 51 a 60	3,4	4,8	5,7	5,7	-	-	-	0,42	-	0,46





DOCUMENTO BÁSICO

**DB-HE**

Ahorro  
de energía

### Adaptación a reglamentos ErP

- Rendimiento de motores
- Ventiladores
- Unidades de Ventilación
- Recuperación de energía

### Adaptación a EN 16890

- Nueva clasificación de filtros
- Nueva exigencia en función de ODAs e IDAs





DOCUMENTO BÁSICO

**DB-HE**Ahorro  
de energía

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

- P: Potencia de la lámpara (W)
- S: Superficie iluminada (m<sup>2</sup>)
- E<sub>m</sub>: Iluminancia media hztal mantenida (lux)

Zonas de actividad diferenciada	VEEI limite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0



SISTEMAS DE CONTROL



**Control de iluminación:** Sección HE3

- 1 Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un *sistema de control y regulación* con las siguientes condiciones:
  - a) toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Toda zona dispondrá de un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. Las *zonas de uso esporádico* dispondrán de un control de encendido y apagado por *sistema de detección de presencia* temporizado o sistema de pulsador temporizado;
  - b) se instalarán *sistemas de aprovechamiento de la luz natural*, que regulen proporcionalmente y de manera automática por sensor de luminosidad el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural de las *luminarias* de las habitaciones de menos de 6 metros de profundidad y en las dos primeras líneas paralelas de *luminarias* situadas a una distancia inferior a 5 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, cuando se den las siguientes condiciones:



## SOLAR TERMICA



Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

### DOCUMENTO BÁSICO

**DB-HE**

Ahorro  
de energía

## SOLAR FOTOVOLTAICA

La potencia nominal mínima a instalar se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot (0,002 \cdot S - 5) \quad (2.1)$$

Siendo

- P la potencia nominal a instalar [kW];
- C el coeficiente definido en la tabla 2.1 en función de la zona climática establecida en el apartado 4.1;
- S la superficie construida del edificio [m<sup>2</sup>];



DOCUMENTO BÁSICO

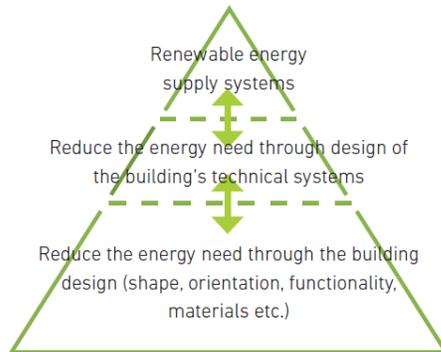
DB-HE

Ahorro  
de energía

# Indicadores

Exigencia	Indicador
Uso de energía	<p>Consumo de energía primaria no renovable (<math>C_{ep,nrcn}</math>)</p> <p>Consumo de energía primaria total (<math>C_{ep,tot}</math>)</p> <p>Uso de energía de fuentes renovables</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aportación mínima de energía procedente de fuentes renovables</li> <li>– Calentamiento de agua de piscinas cubiertas</li> <li>– Acondicionamiento de espacios abiertos de forma permanente</li> </ul>
Características de la envolvente térmica	<p>Transmitancia térmica global (<math>K</math>)</p> <p>Control solar (<math>Q_{sol,jul}/A_{util}</math>)</p> <p>Limitación de descompensaciones en edificios de uso residencial privado (<math>U</math>)</p> <p>Limitación de condensaciones en la envolvente térmica</p>
Características de las instalaciones	<p>Instalaciones térmicas</p> <p>Instalaciones de iluminación</p>

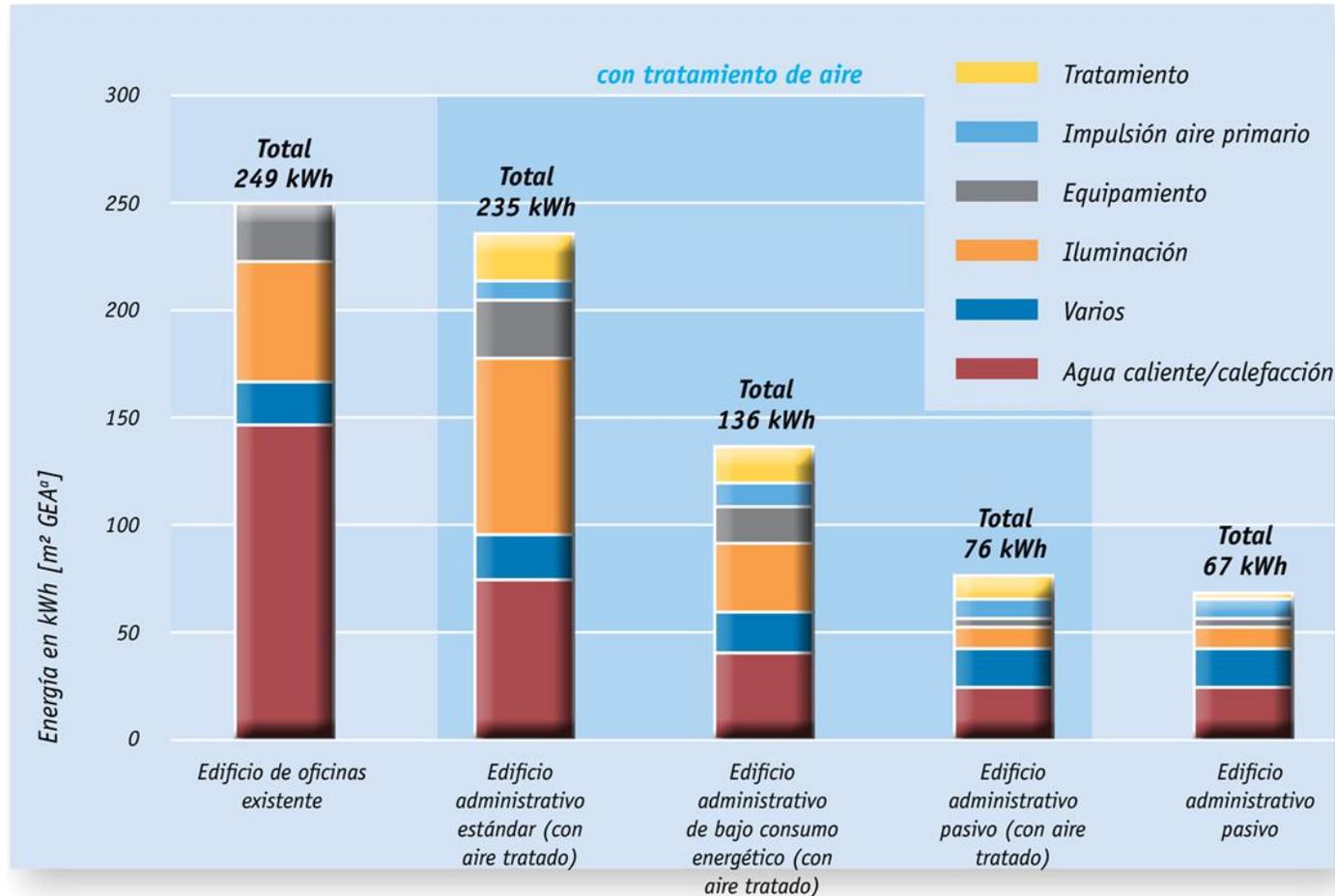




Pirámide: reducción de demanda, eficiencia energética, generación de energía renovable, consumo de energías limpias

Fig. 2. Overall strategy for designing ZEBs.





**Valores energéticos básicos para edificios con rendimiento energético diferente:**

Los sistemas de ventilación y climatización de última generación tienen en cuenta el ahorro potencial al llevar a cabo una reforma o rehabilitación de un edificios administrativo.

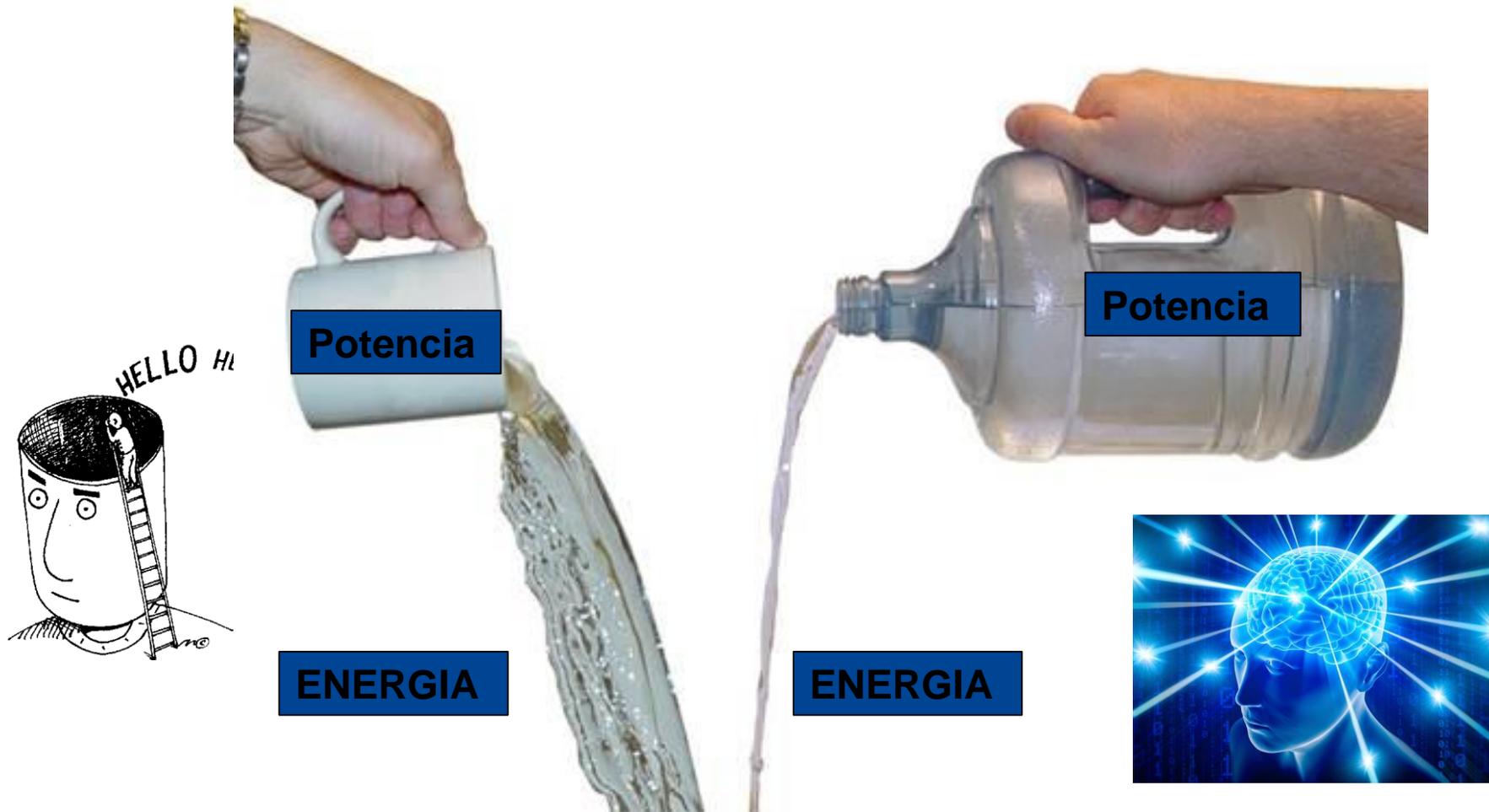


# RENDIMIENTO DE EQUIPOS

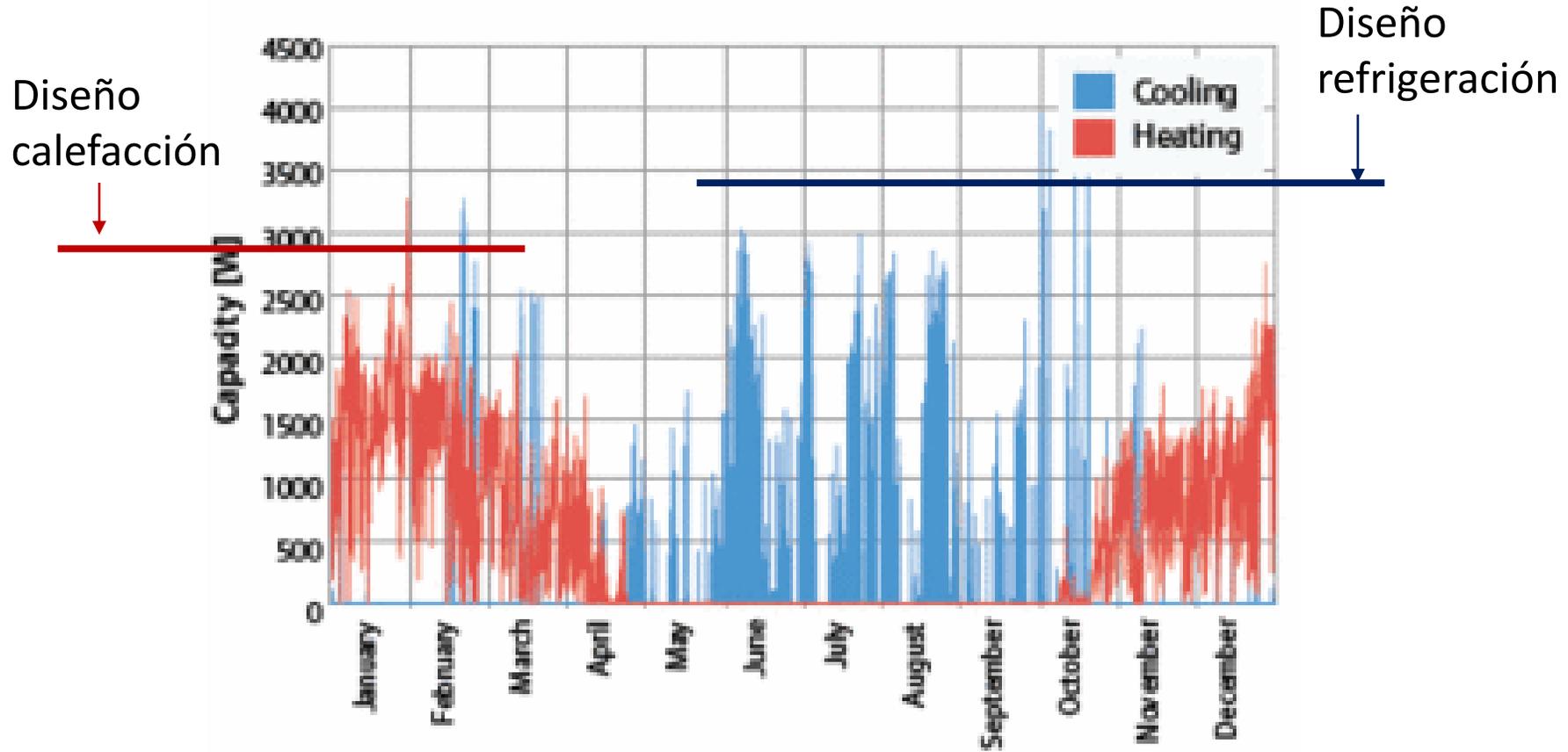


- PRODUCCIÓN: SEER, SCOP, CALDERAS CONDENSACION,
- DISTRIBUCION: REDUCCION PERDIDAS DE CARGA, CAUDALES VARIABLES, EQUIPOS DE BOMBEO Y VENTILACION
- TERMINALES: REDUCCION PERDIDAS DE CARGA

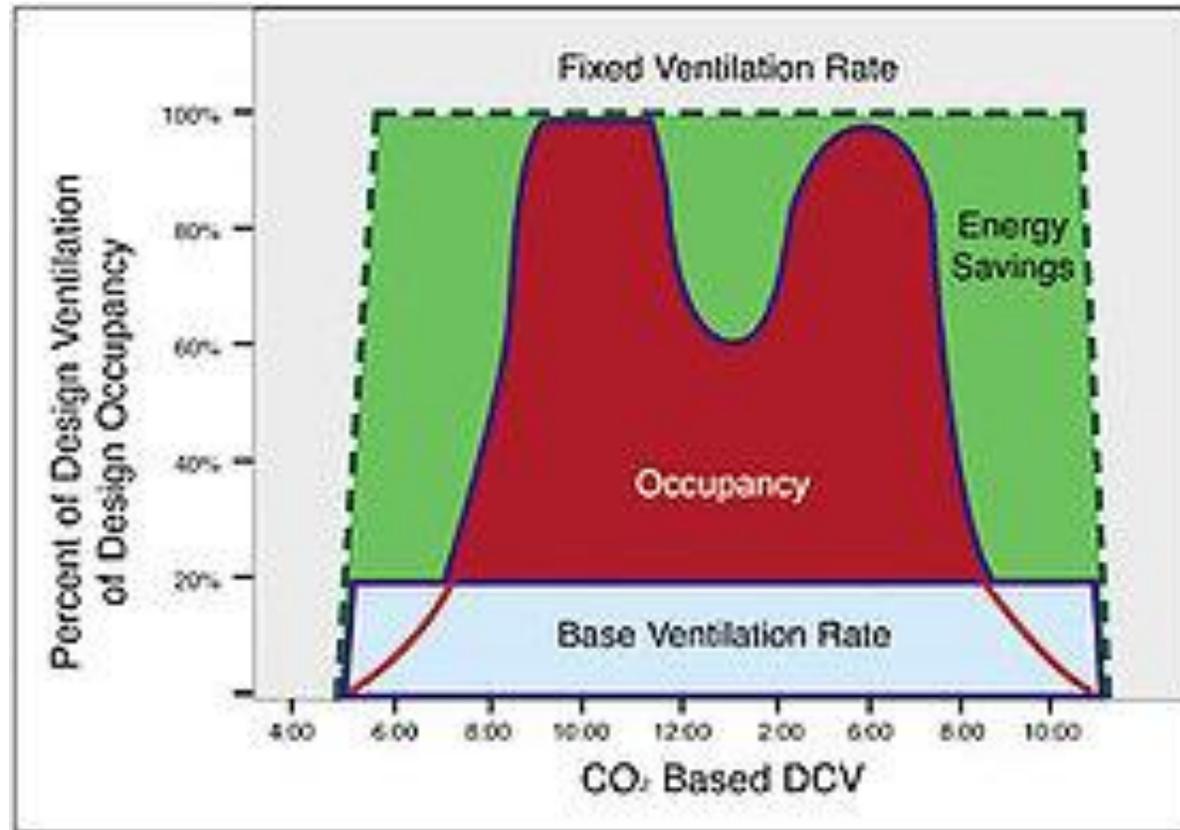




### Variación de las cargas térmicas



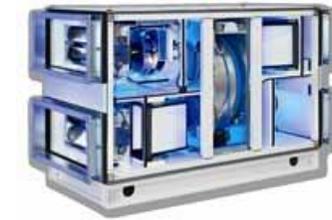
## Control de ventilación a demanda



## RENDIMIENTO DE OPERACION



- TEMPERATURAS DE CONSIGNA VARIABLES,
- PRODUCCION DE ENERGIA ALTERNATIVA, RECUPERACION DE ENERGIA
- ALMACENAMIENTO DE ENERGIA
- FREE-COOLING
- VENTILACION A DEMANDA (DCV)

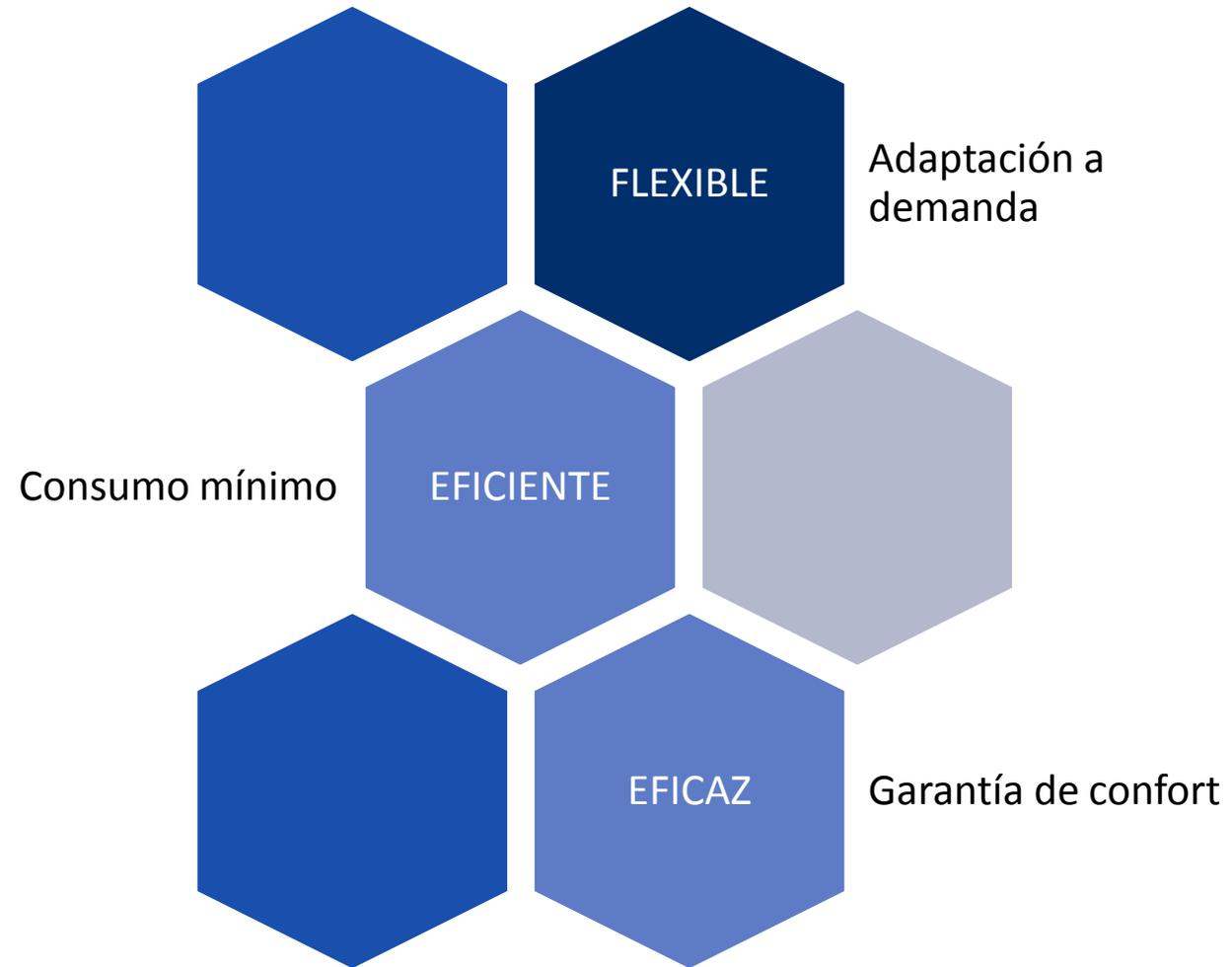


## RENDIMIENTO DE MANTENIMIENTO



- FILTROS DE AIRE Y AGUA
- REVISIONES EQUIPOS DE PRODUCCION
- REVISION FUGAS Y AISLAMIENTOS
- COMPROBACION TENDENCIAS
- GESTION DE ALARMAS







## Menores consumos en instalaciones de vigas frías:



Menores caudales de aire



Temperaturas de agua moderadas



Refrigeración sensible en locales



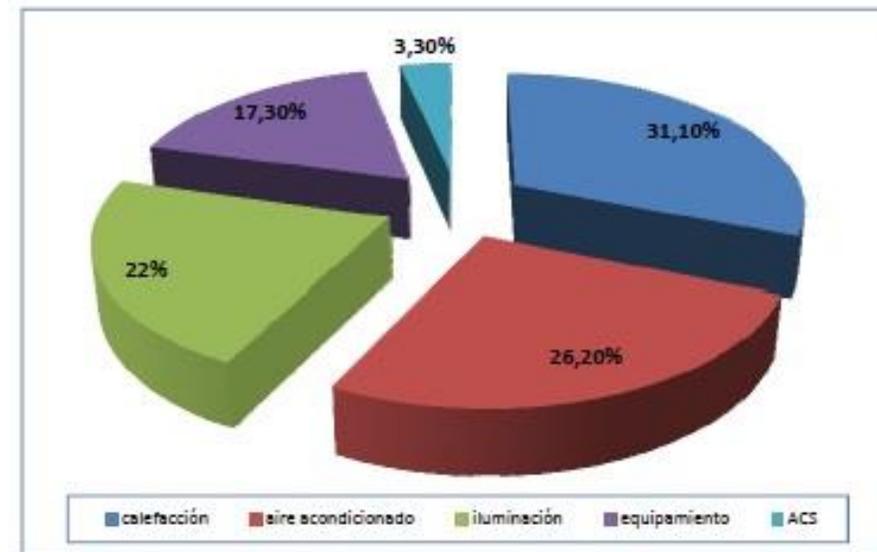
Sin ventiladores en unidades terminales





## Menores caudales de aire

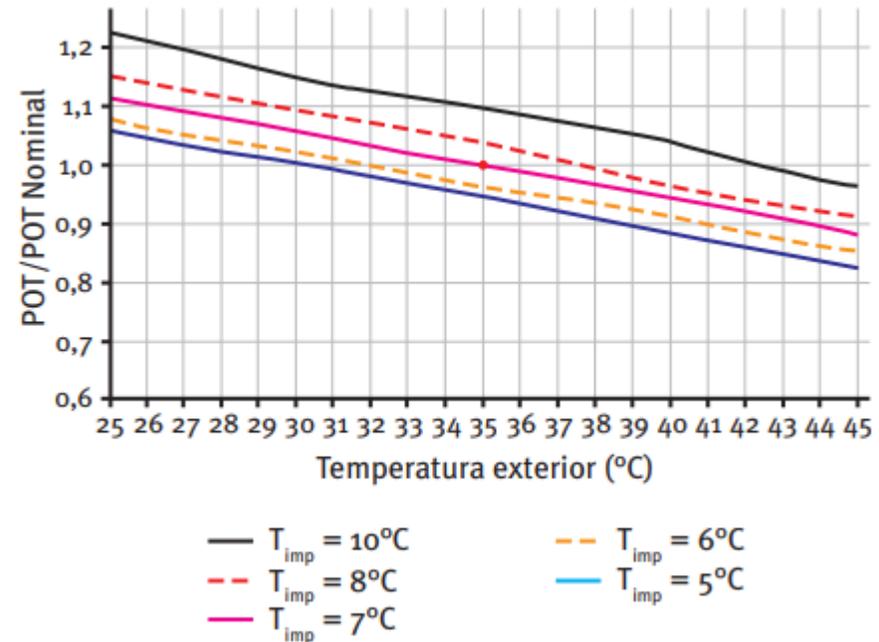
- Puede significar 30% de consumo anual
- Reducción de energía “multiplicada”
- Reducción consumo eléctrico en motores
- Reducción en producción de energía





## Temperaturas de agua moderadas

- Aumento de EER y COP por acercamiento
- Reducción de consumo de energía
- Reducción pérdidas por aislamiento térmico
- Reducción en condensaciones

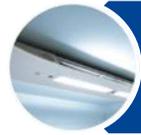




## Refrigeración sensible en locales

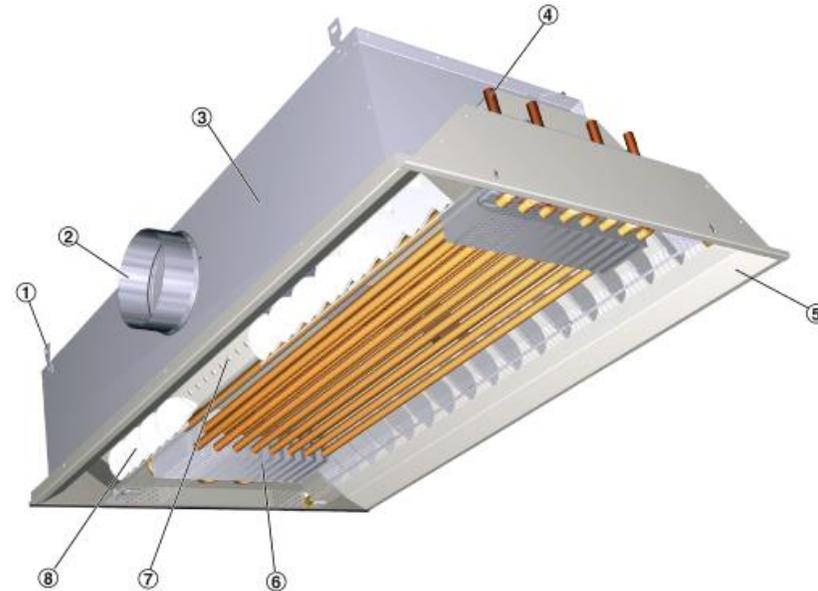
- Control de humedad en UTA
- Evitar secado excesivo en locales





## Sin ventiladores en unidades terminales

- Ventilador = Aire primario UTA
- Rendimientos ventiladores UTA
- Rendimientos motores trifásicos
- Adaptación a caudales variables



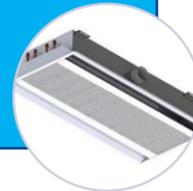
- Producción de frío
- Producción de calor
- Free-cooling
- Recuperación de calor
- Solar

## PRODUCCION



- Tratamiento perimetral
- Inductores con aire ventilación
- Todo Aire
- Elementos pasivos y desplazamiento

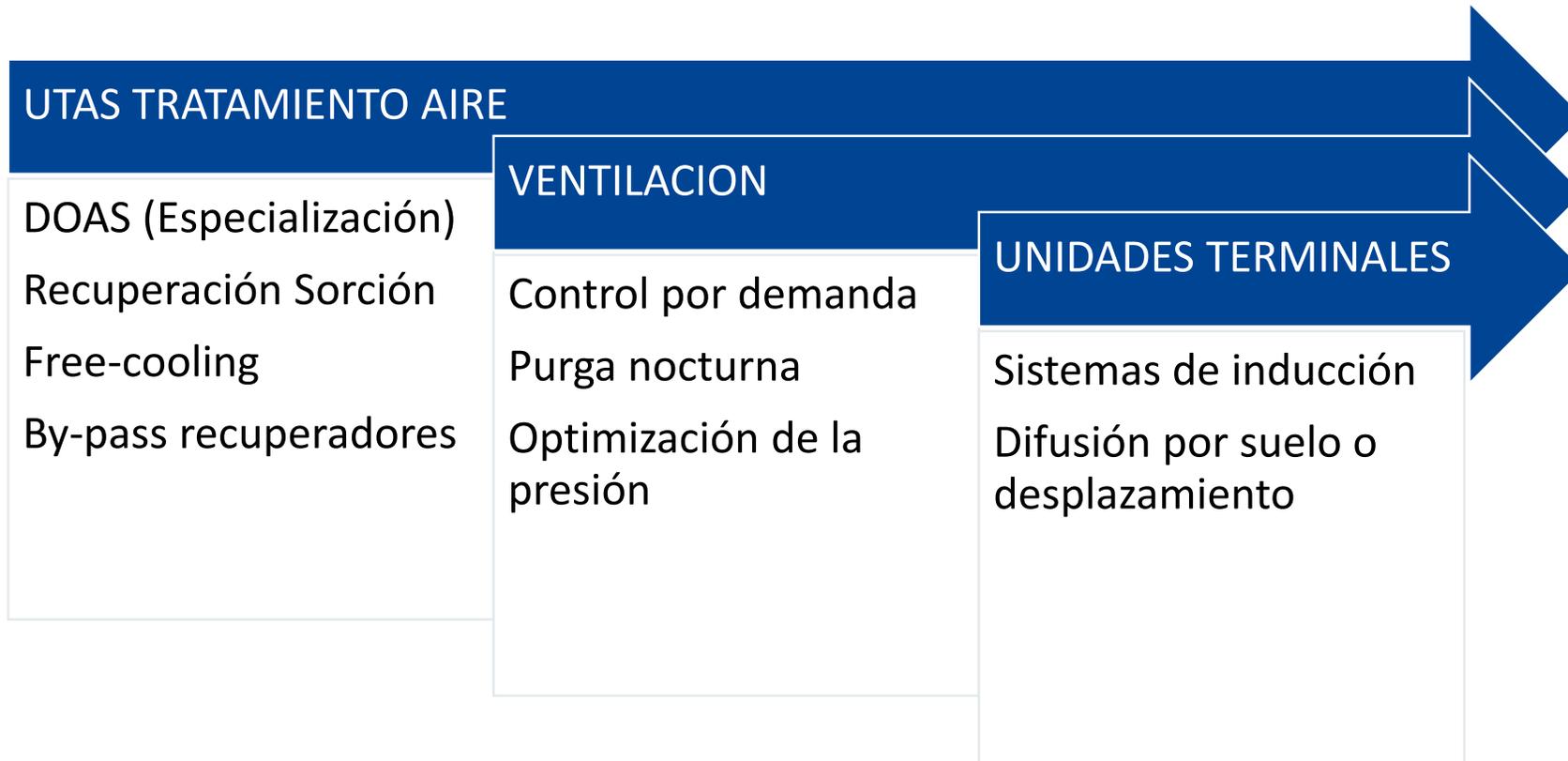
## DIFUSION



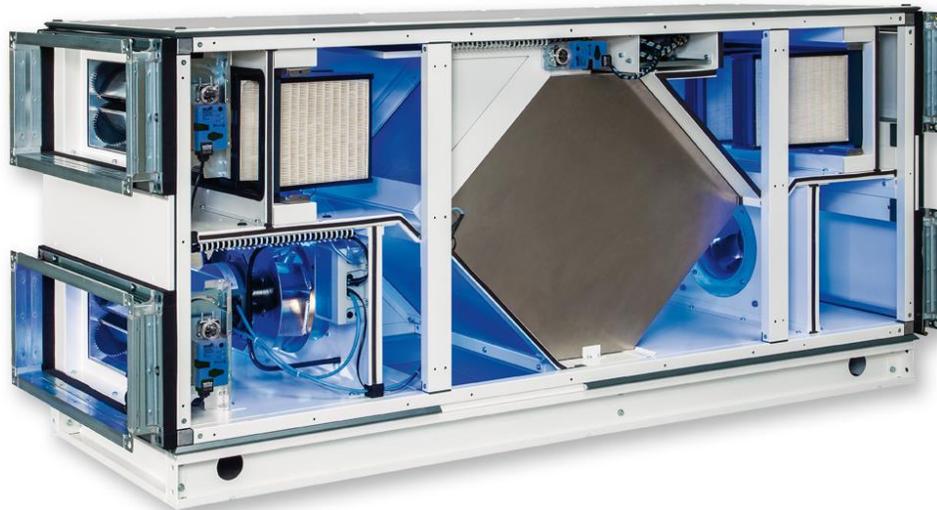
- Caudal Variable ventilación
- Optimización de la presión
- Ocupación/No ocupación

## OPERACIÓN





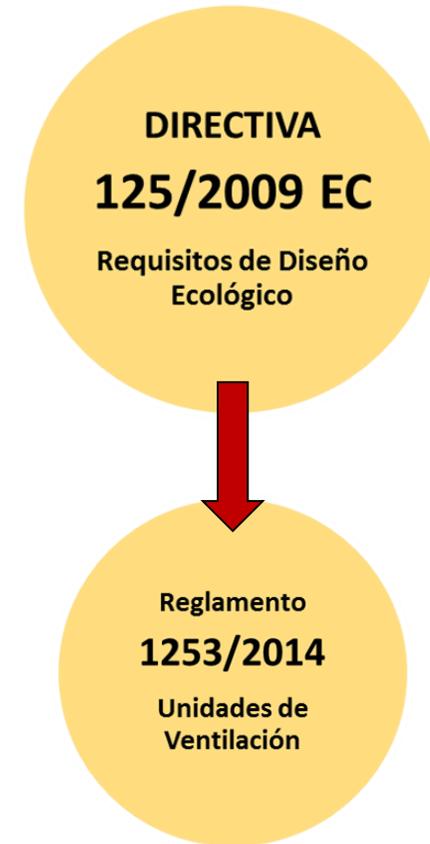
## UTAS específicas para ventilación:

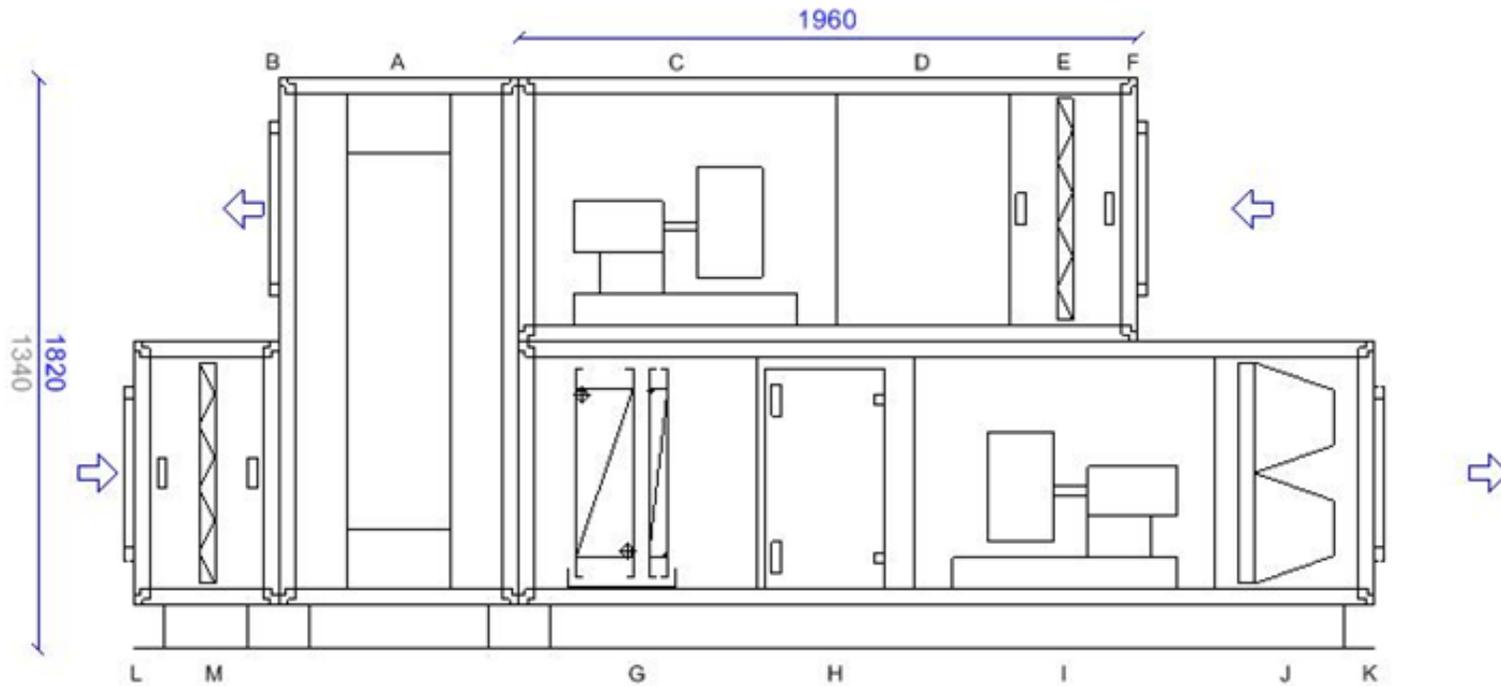


- Reducción de consumo por paso recuperador y filtros
- Aprovechamiento condiciones impulsión
- Ajuste velocidad ventilador a suciedad de filtros



ErP-Stage		Enero 2016	Enero 2018	
Todas las unidades bidireccionales BVU deben incorporar un sistema de recuperación de energía (HRS) con un sistema regulador		requerido	requerido	
Eficiencia de recuperación de energía 1:1 (HRS) en unidades bidireccionales $\eta$ [%]	Recuperador de baterías	63	68	
	Recuperador de placas, rotativos, otros.	67	73	
Monitorización de la pérdida de carga del filtro		-	requerido	
Regulación de la velocidad del ventilador		requerido	requerido	
Rendimiento mínimo del ventilador en UTAs unidireccionales $\eta$ [%]	$P_{sys} \leq 30$ kW	$6,2 \times \ln(P_{sys}) + 35$	$6,2 \times \ln(P_{sys}) + 42$	
	$P_{sys} > 30$ kW	56,1	63,1	
Valor SPF interno por configuración de referencia [W/(m³/s)]	UTAs bidireccionales BVU			
	Recuperador de baterías	$q < 2$ m³/s	$1700+E-300 \times q/2-F$	$1600+E-300 \times q/2-F$
		$q \geq 2$ m³/s	$1400+E-F$	$1300+E-F$
	Recuperador de placas, rotativos, otros.	$q < 2$ m³/s	$1200+E-300 \times q/2-F$	$1100+E-300 \times q/2-F$
		$q \geq 2$ m³/s	$900+E-F$	$800+E-F$
	UTAs unidireccionales UVU	250	230	



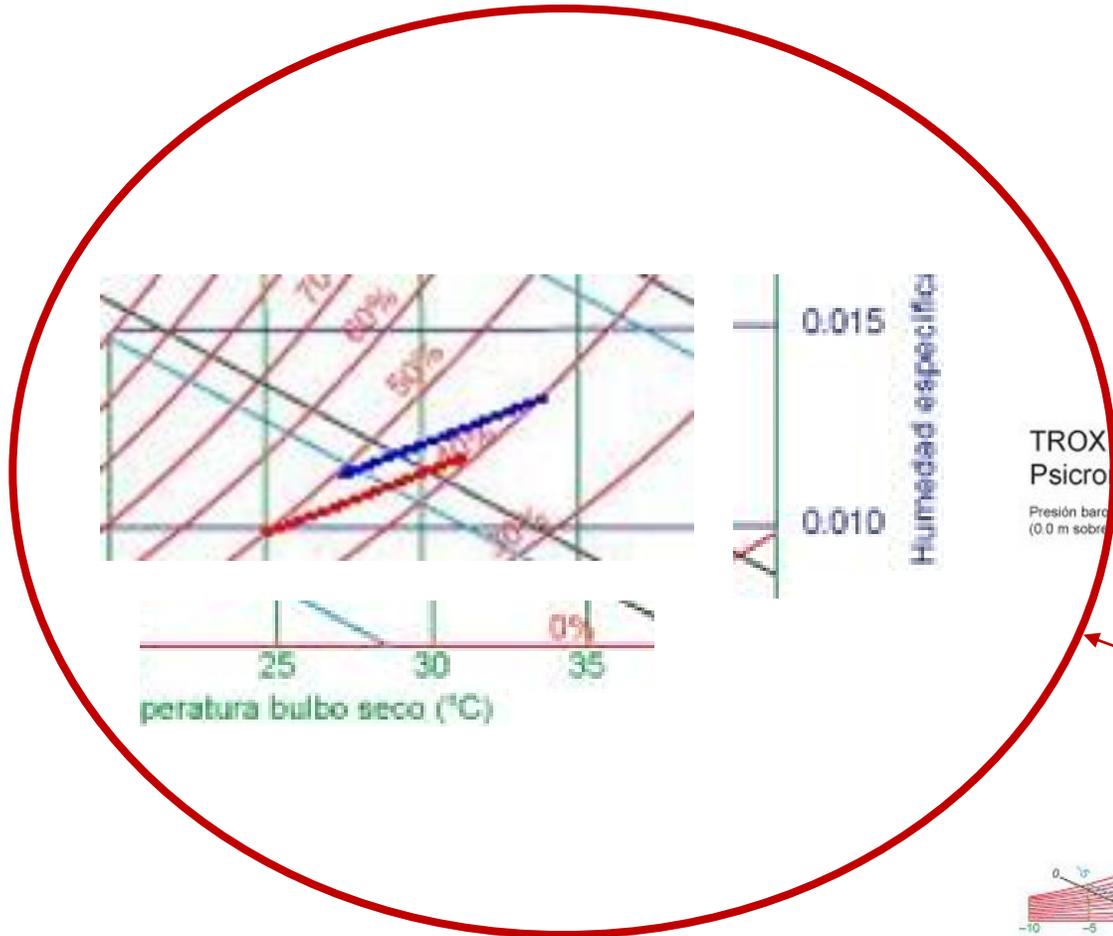




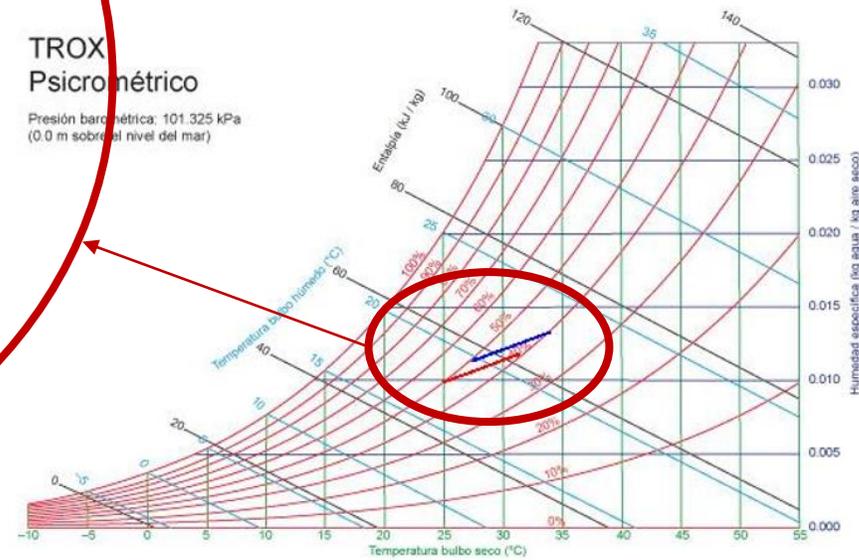
Parámetros	UTA 1	UTA 2	Diferencia
Caudal	5000	5000	----
Temperatura entrada	34	34	----
Humedad entrada	40%	40%	----
Recuperador	Sensible	Sorción	----
Rendimiento EN308	71,20%	72,60%	----
Temperatura salida	27,4	27,5	----
Humedad salida	54%	49,50%	----
<b>Potencia en batería</b>	<b>34,37</b>	<b>27,4</b>	<b>-20,3%</b>
Temperatura impulsión	15	15	----
Humedad impulsión	97,90%	94,90%	----

En localidades donde la humedad absoluta exterior es mayor que la interior, disminuye la demanda de refrigeración mecánica.





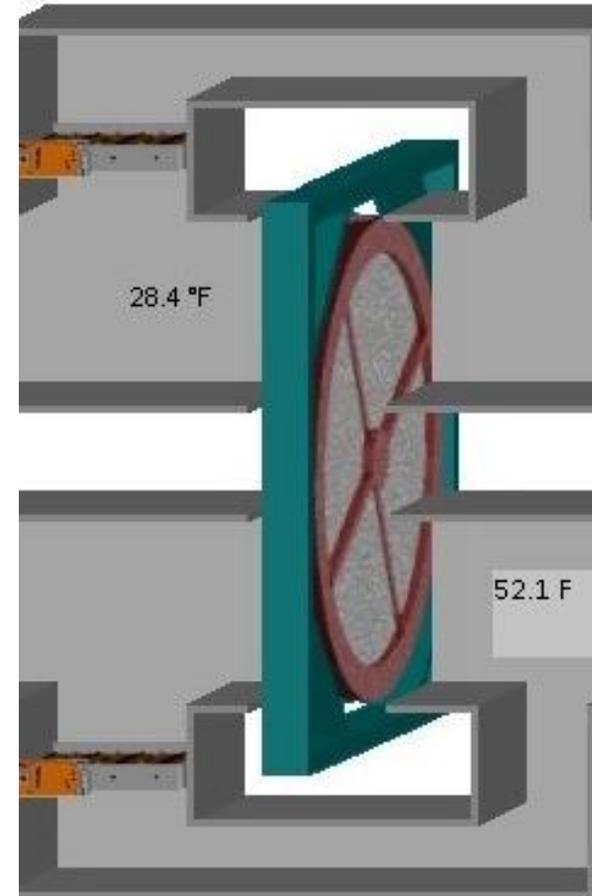
TROX  
Psicrométrico  
Presión barométrica: 101.325 kPa  
(0.0 m sobre el nivel del mar)

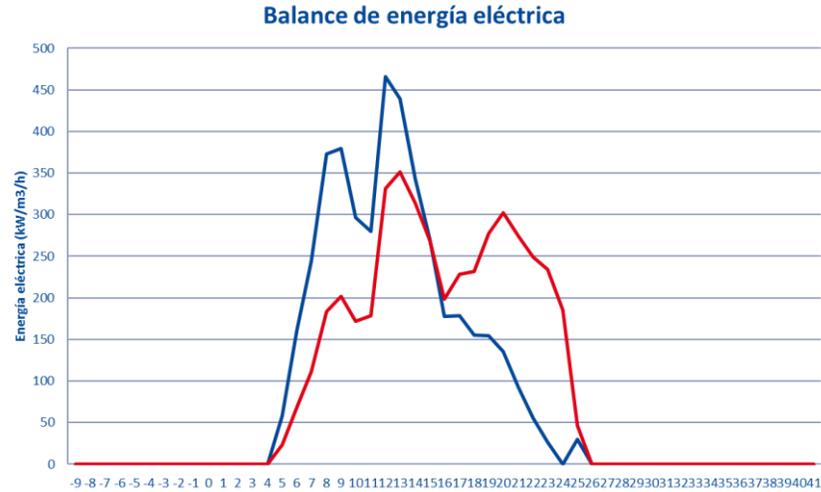


Sobreconsumo del recuperador:

$$POT = \left( \frac{\dot{V} \cdot \Delta P}{\eta_{vent}} \right)_{imp} + \left( \frac{\dot{V} \cdot \Delta P}{\eta_{vent}} \right)_{ret}$$

Recuperar energía,  
cuesta energía

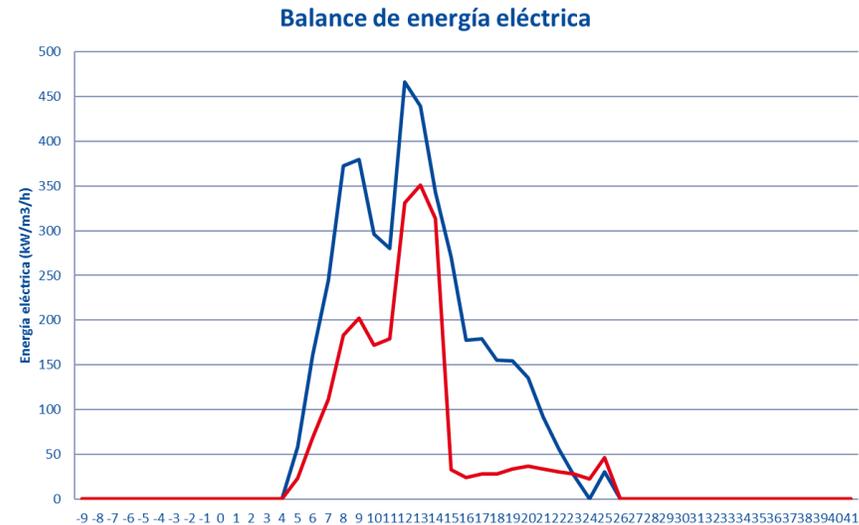




**-118 kWh/(m3/s)**

By-pass de recuperador en modo free-cooling. Disminución del 20% de consumo en ventiladores (10% en acumulado anual)

— ENERGIA RECUPERADA  
— ENERGIA SOBRECONSUMIDA



**2037 kWh/(m<sup>3</sup>/s)**

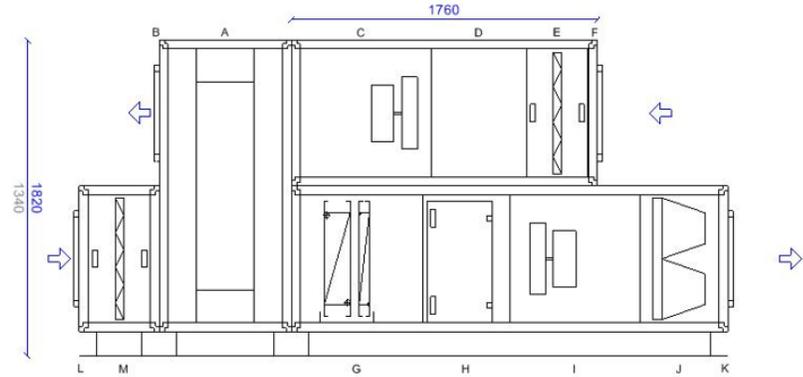
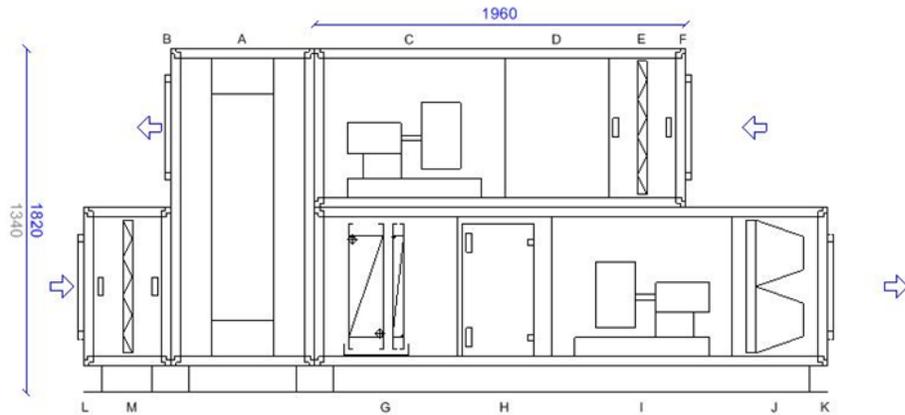




Parámetros	UTA 1	UTA 2	Diferencia
Caudal	5000	5000	----
Ventilador impulsión	Plug Fan AC	Plug Fan EC	----
Presión disponible	400	400	----
Consumo vent. Impulsión	2,43	2,29	-5,8%
Ventilador retorno	Plug Fan AC	Plug Fan EC	----
Presión disponible	200	200	----
Consumo vent. Retorno	1,07	1,05	-1,9%
<b>Total consumo ventiladores</b>	<b>3,5</b>	<b>3,34</b>	<b>-4,6%</b>

Los ventiladores de rueda libre con motor EC, para presiones medias presentan rendimientos totales mejores. Aún así hay que revisar cada caso.

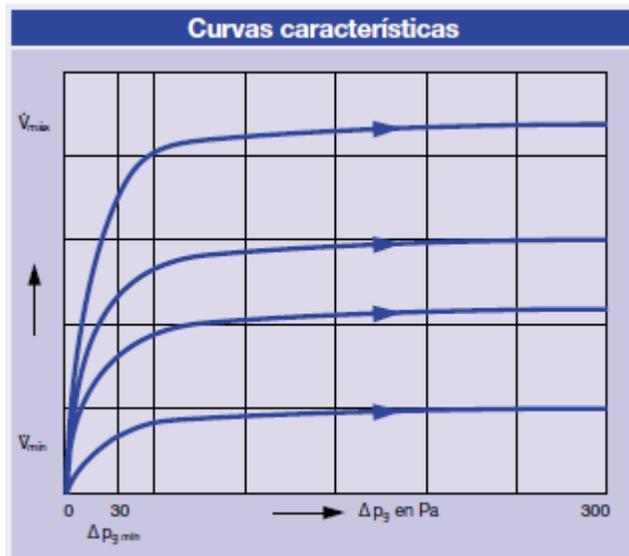




Concepto	Energía "Recuperada"	Unidades
Sorción	1859	kWh
Bypass recuperador	889	kWh
Ventiladores EC	640	kWh
TOTAL	3388	kWh
Ahorro	406,51	€/año
Retorno	2,91	años

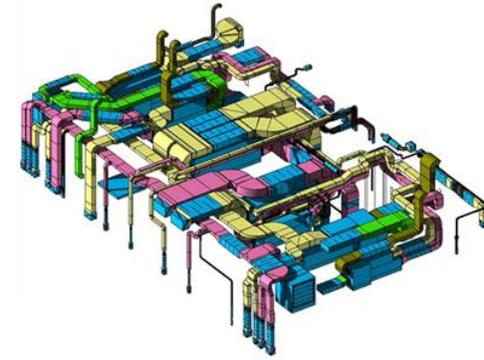


- Asegurar la ventilación por local
- Independiente de modificaciones en presión
- Equilibrado de los caudales / pérdidas de carga
- Fijado en puesta en marcha



## Puede una instalación VAC satisfacer todos los requerimientos?

- Control individual de temperatura
- Caudal de ventilación a demanda
- Cierre total de zonas
- Fácil ajuste de valores de consigna
- Operación diurna-nocturna de instalación
- Control de presión
- Señal de salida a BMS
- Control remoto
- Medición de caudal



**No!**



## SISTEMAS DE MEDICION DE IAQ

- Dióxido de carbono
- Control suficiente en aplicaciones de oficinas
- VOC complementario

Categoría	Concentración de CO <sub>2</sub> (ppm)	
	Rango	Valores por defecto
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400 ... 600	500
IDA 3	600 ... 1.000	800
IDA 4	> 1.000	1.200

Categoría	Caudal de aire exterior por persona (L/s)	
	Rango	Valores por defecto
IDA 1	> 15	20
IDA 2	10 ... 15	12,5
IDA 3	6 ... 10	8
IDA 4	< 6	5

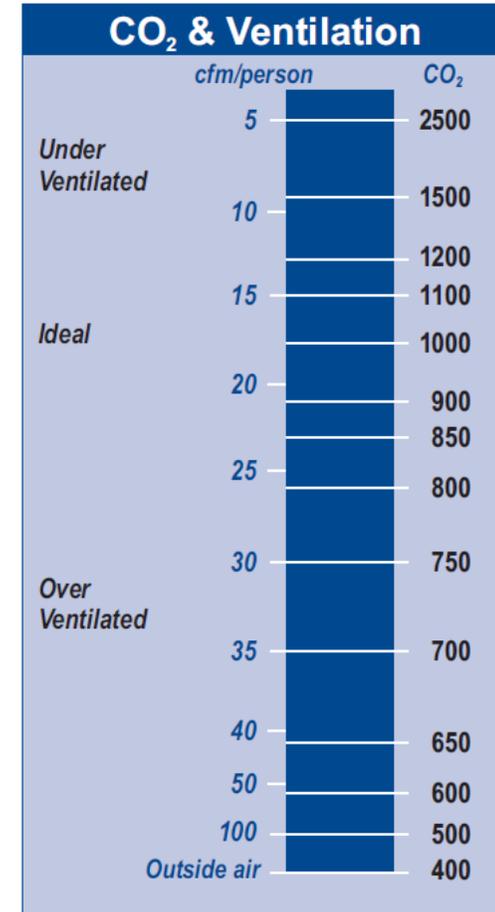
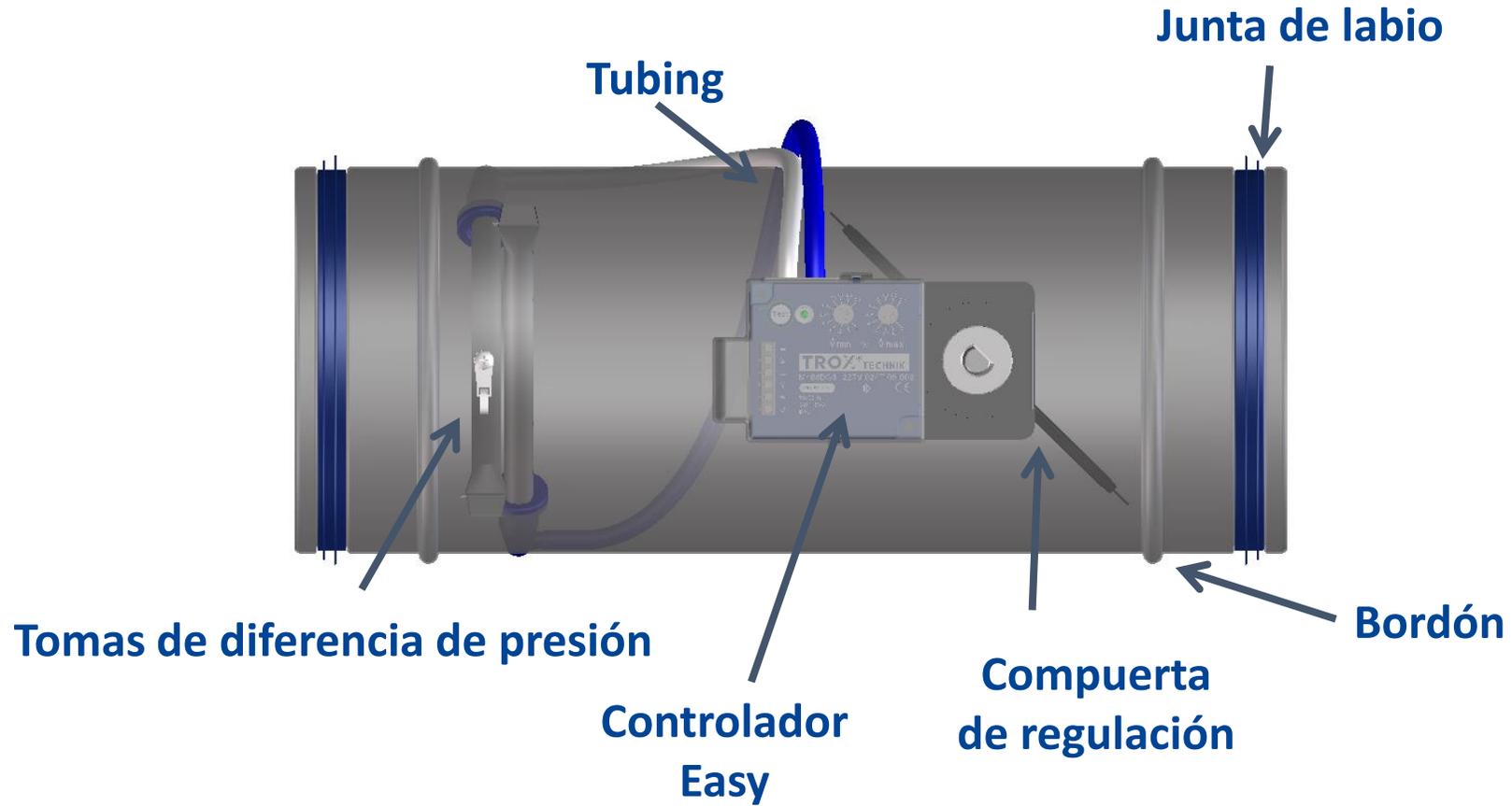


Figure 6. CO<sub>2</sub> to ventilation rate conversion, assuming 400 ppm outside and office-type activity (1.2 MET).





## Sistemas de medición de IAQ

X-SENS-VOC



X-SENS-CO2-RH



- Sondas localizadas en locales
- Ambiente o retorno
- Control a través de regulador ambiente



.....

**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



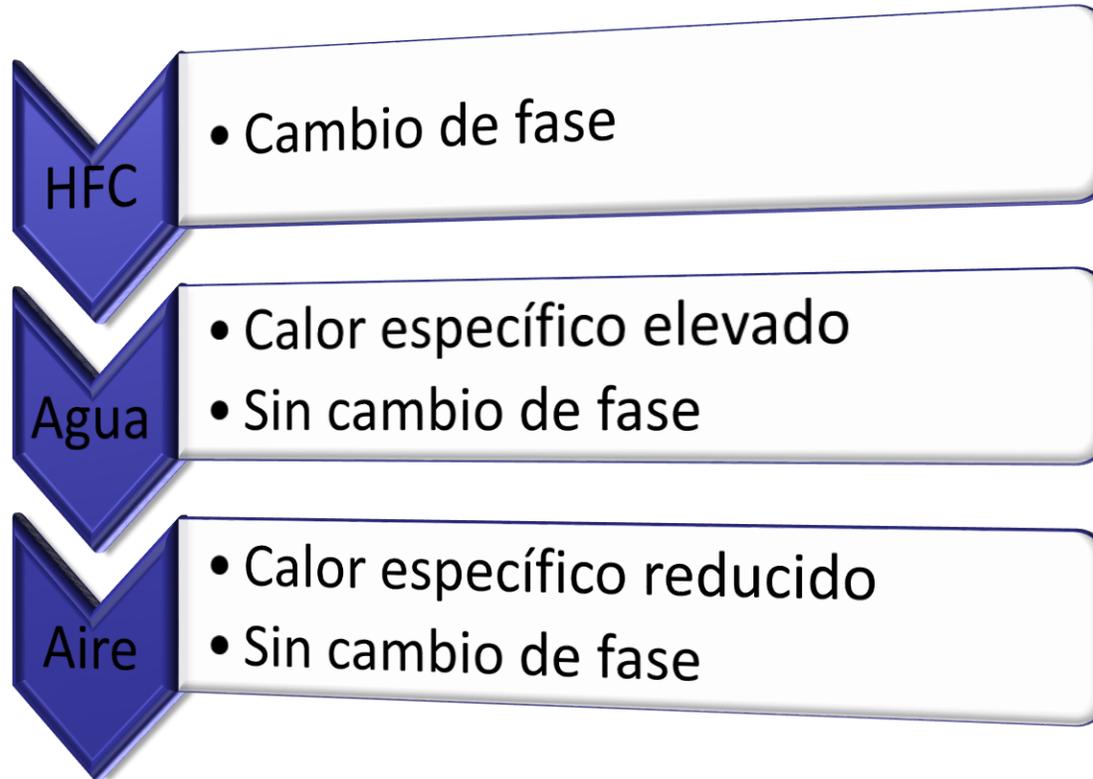
## Cargas térmicas medias y ocupación media

### Sistemas de vigas frías/inductores:

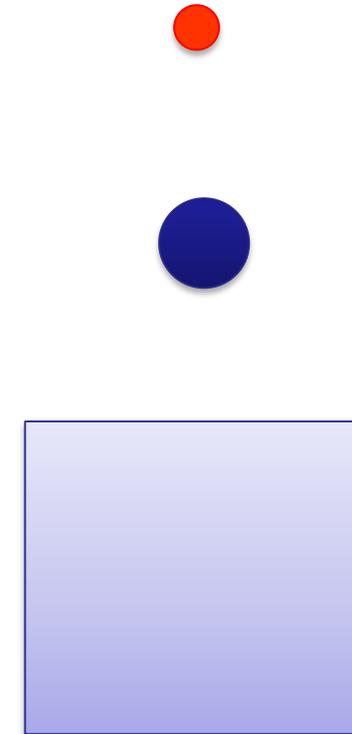
- Temp. de agua 15 °C
- Reducción de consumo en ventilación (inducción)
- Calor sensible
- Distribución de la ventilación



## Dimensión del conducto en función del fluido



**Tamaño de conducto**  
para transportar la misma  
cantidad de energía



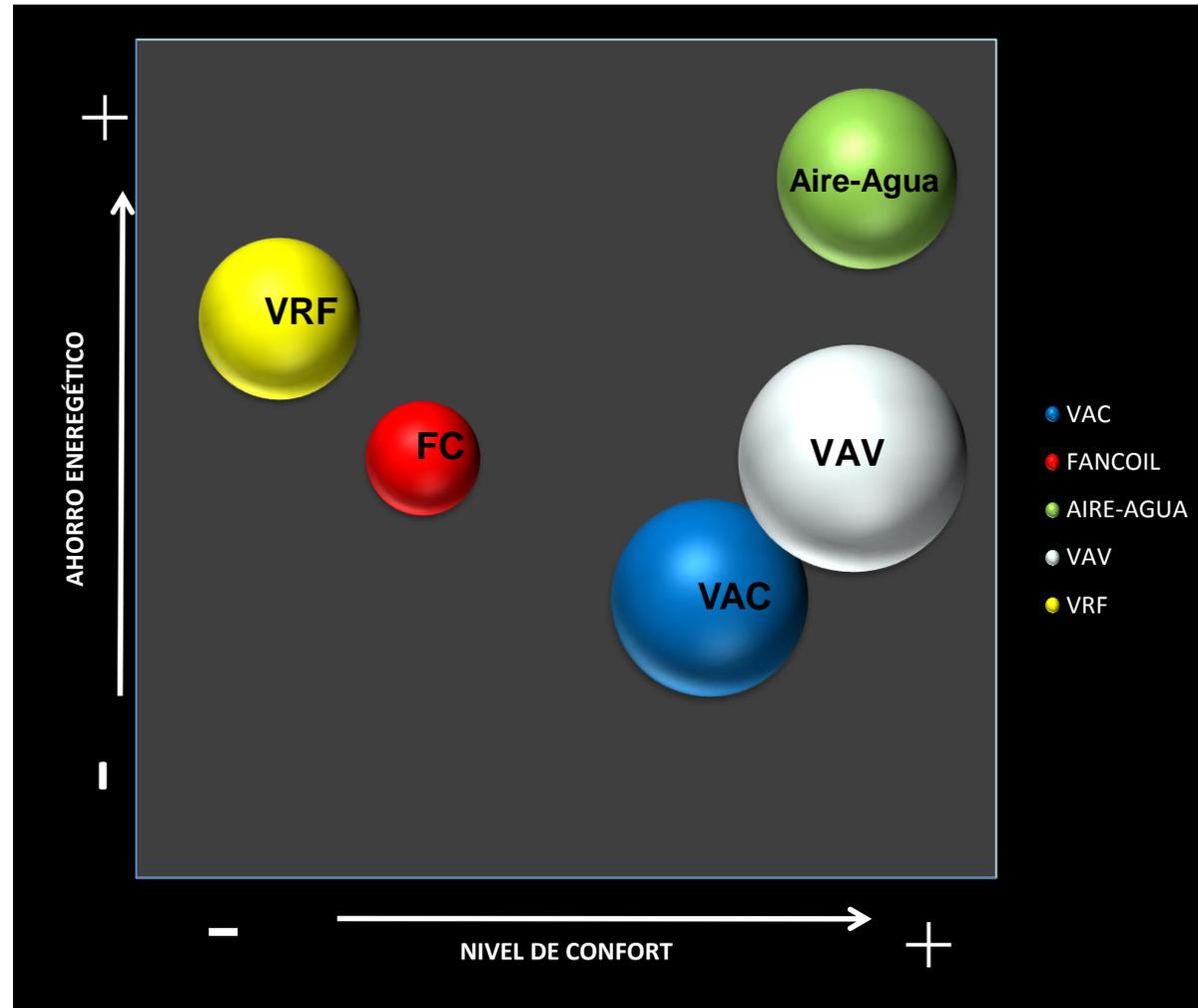
## Consumo aire vs agua

	Aire	Agua
<b>Potencia Frigorífica</b>	$Q_L = 1 \text{ Kw}$	$Q_w = 1 \text{ Kw}$
<b>Diferencia Temperatura</b>	$\Delta t_L = 10^\circ\text{C}$	$\Delta t_w = 2^\circ\text{C}$
<b>Caudal Aire / Agua</b>	$V_L(\text{m}^3 / \text{h}) = Q_L(\text{w}) / 0,336 \times \Delta t$ $V_L = 1000 / 0,336 \times 10$ $V_L = 300 \text{ m}^3 / \text{h}$	$V_w(\text{m}^3 / \text{h}) = Q_L(\text{kw}) / 1,163 \times \Delta t$ $V_w = 1 / 1,163 \times 2$ $V_w = 0,430 \text{ m}^3 / \text{h}$
<b>Potencia Eléctrica Ventilador / Bomba</b>	$P_w(\text{w}) = V(\text{m}^3 / \text{s}) \times \Delta p(\text{Pa}) / \mu$	
<b>Presión Ventilador / Bomba</b>	$\Delta P_L = 800 \text{ Pa}$	$\Delta P_L = 50.000 \text{ Pa} \approx 5 \text{ m.c.d.a.}$
<b>Rendimiento Ventilador / Bomba</b>	$\mu = 0,7$	$\mu = 0,7$
<b>Potencia Motor Ventilador / Bomba</b>	$P_m = 0,083 \times 800 / 0,7 = 95\text{w}$	$P_m = 0,000119 \times 50000 / 0,7 = 8,5\text{w}$

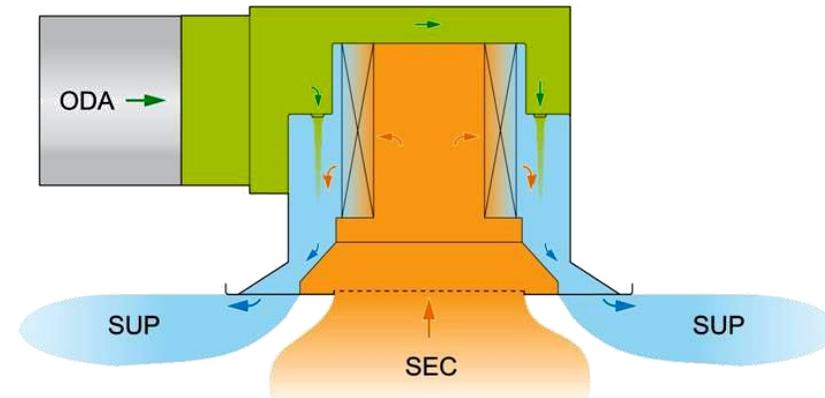
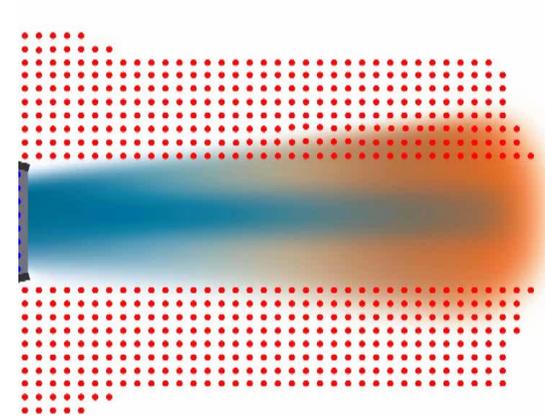
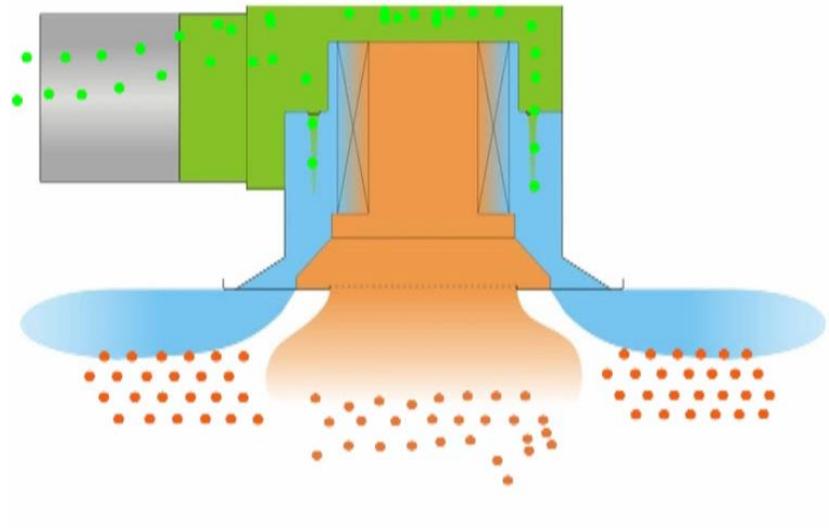
Tamaño de conductos



## Comparación ahorro energético vs confort



- Principio de inducción
- La velocidad efectiva de impulsión entre 3 y 4 m/s se reduce a 0,2 m/s en la zona ocupada
- El aire inducido pasa a través de una o varias baterías de agua

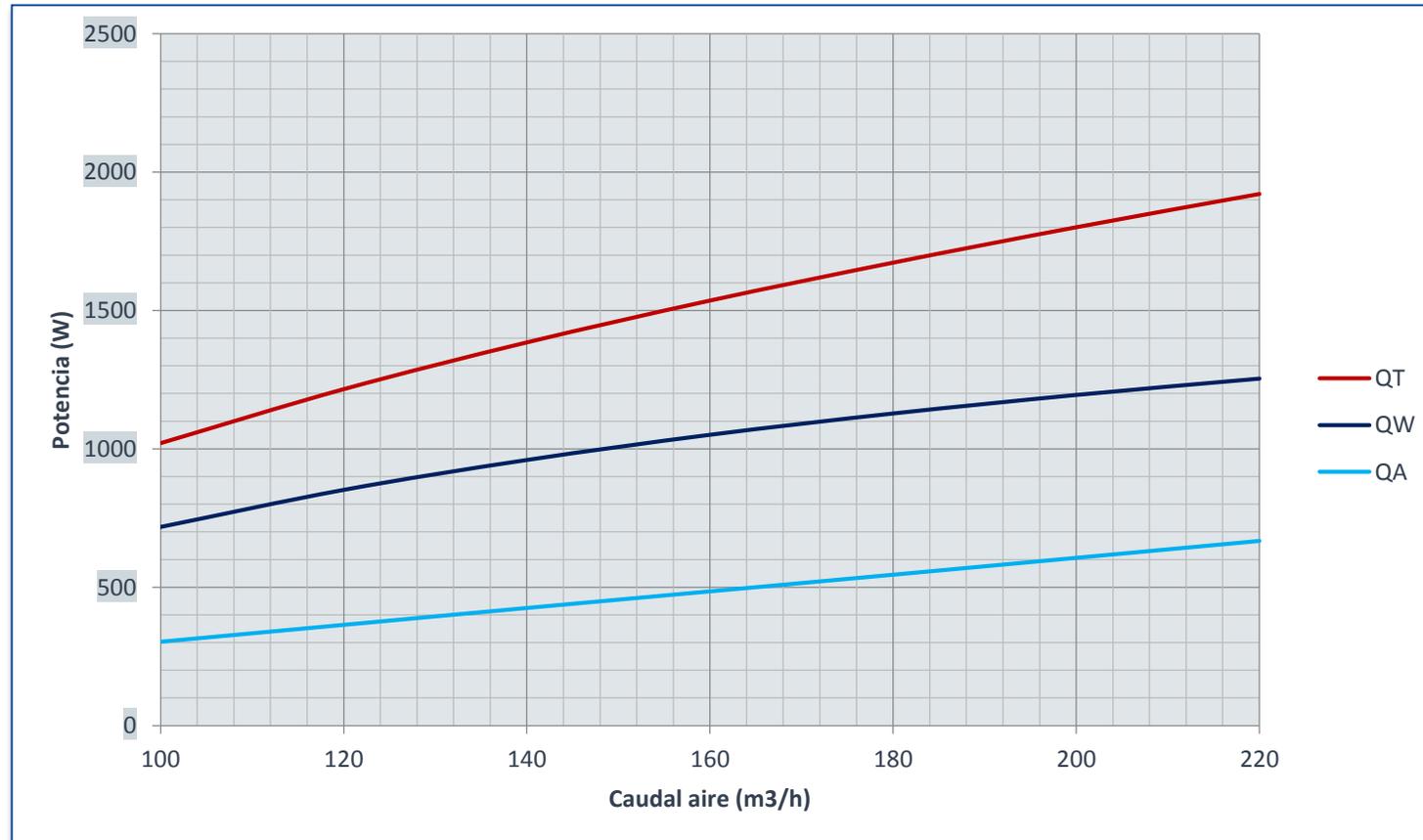




**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**  
The art of handling air

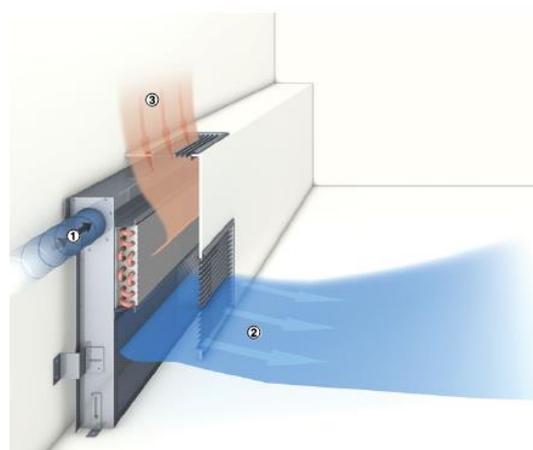
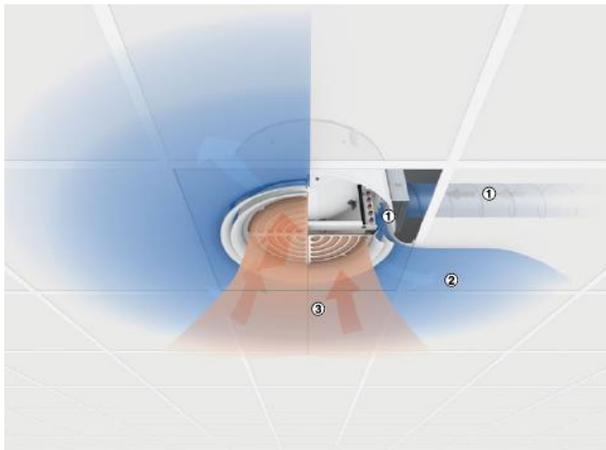
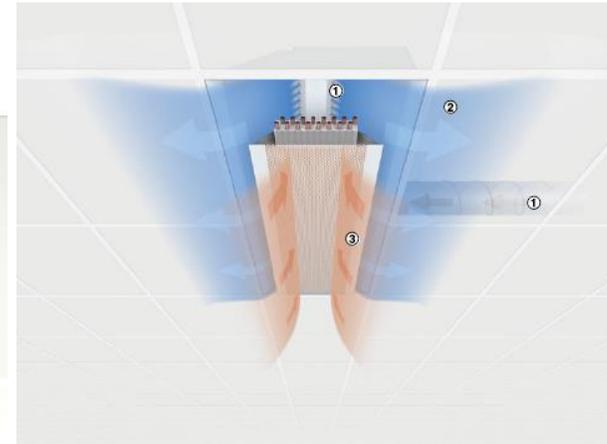
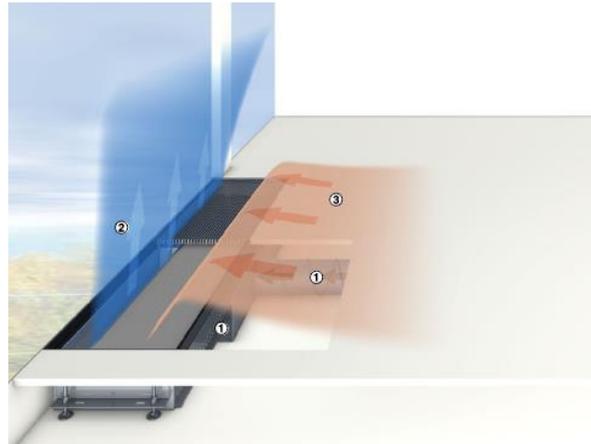


### Variación de la potencia térmica con el caudal primario



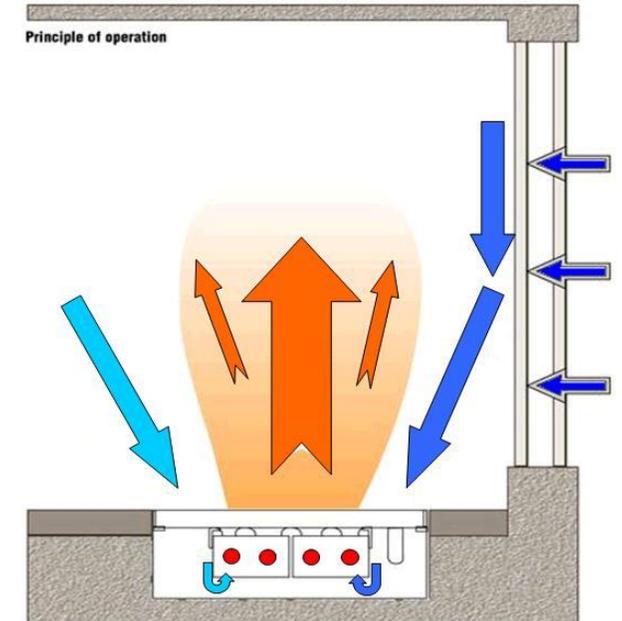




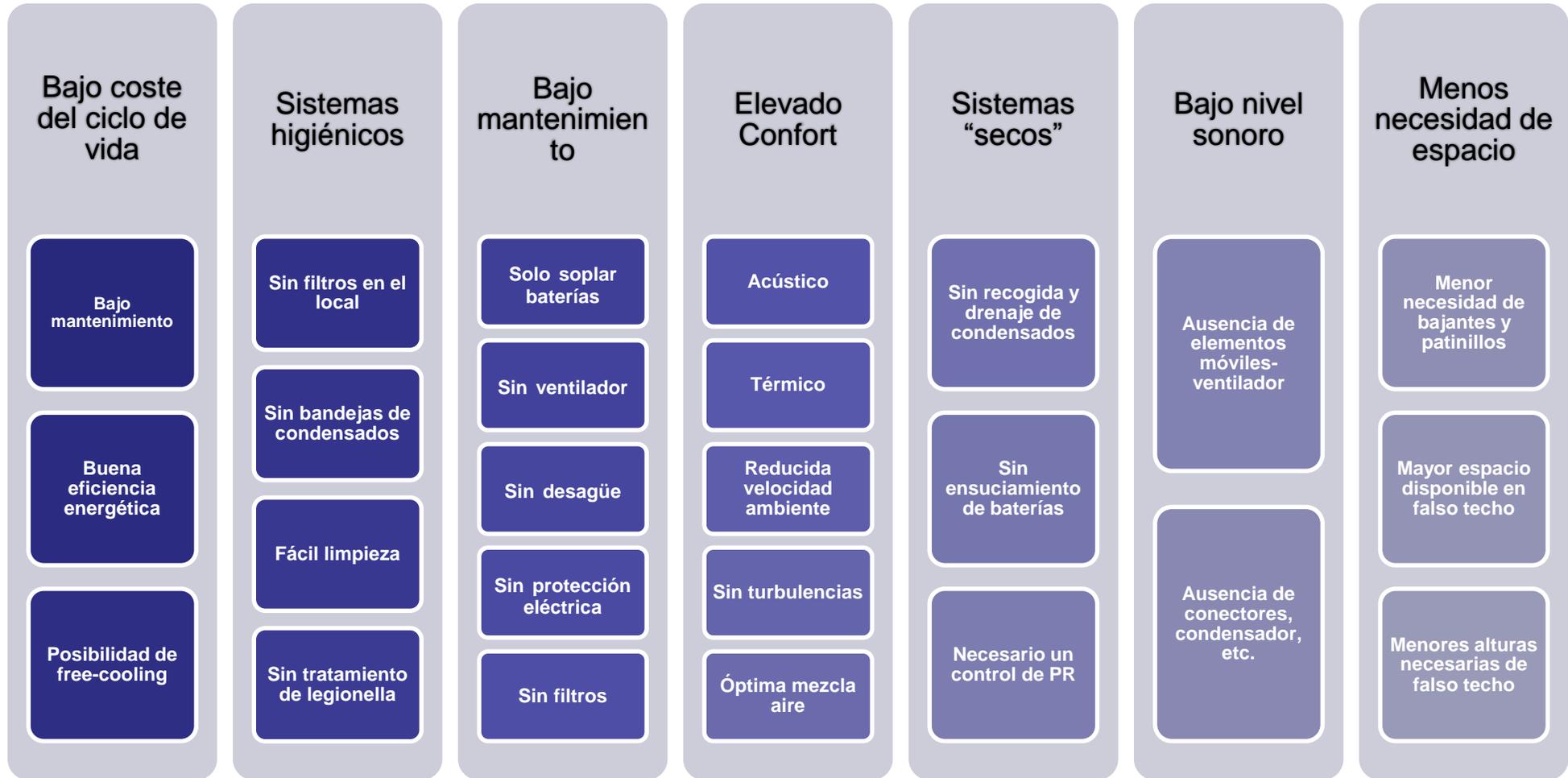


## Climas con inviernos fríos

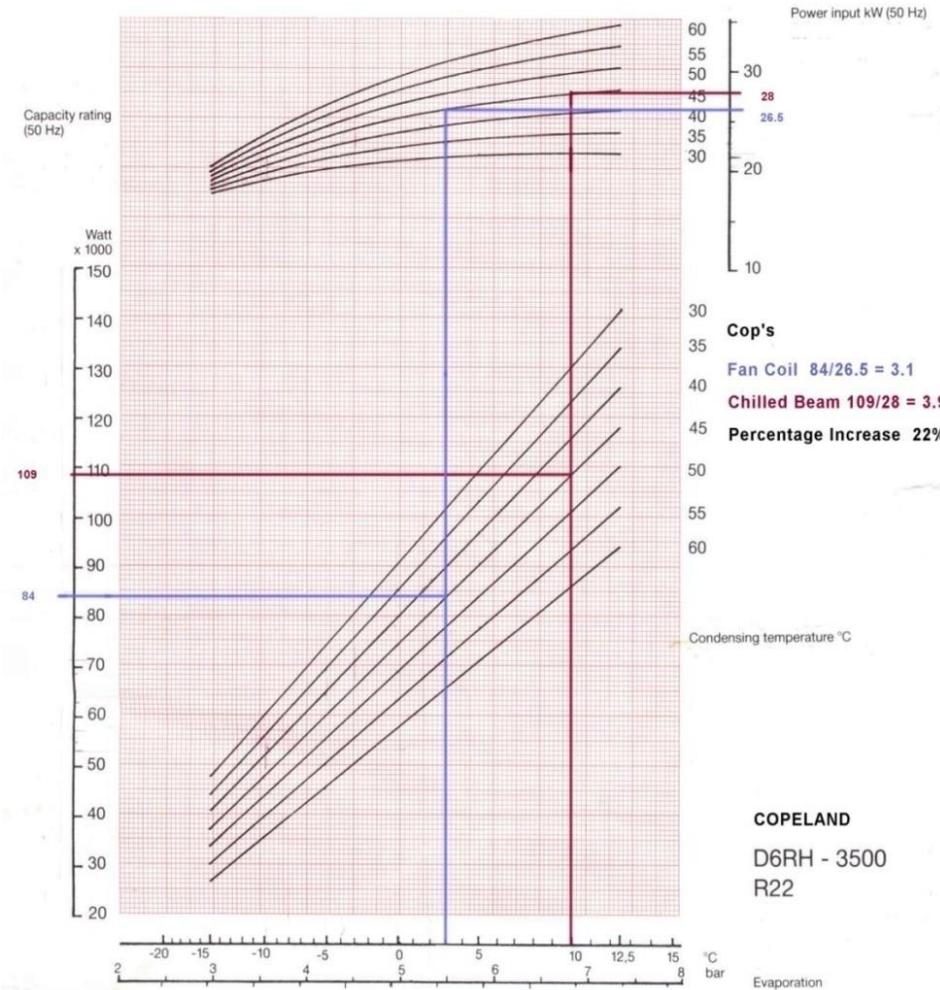
- Recomendable un tratamiento específico de fachada
- Convectores de suelo, calculados para vencer la transmisión a través del cerramiento
- Las zonas interiores con posibilidad de refrigeración o atemperación.



## Ventajas sistemas Aire-Agua



# Ventajas sistemas Aire-Agua



Aumento del COP de la enfriadora un 22% con sistemas Aire-Agua

Agua 15-18°C



## Ventajas sistemas Aire-Agua

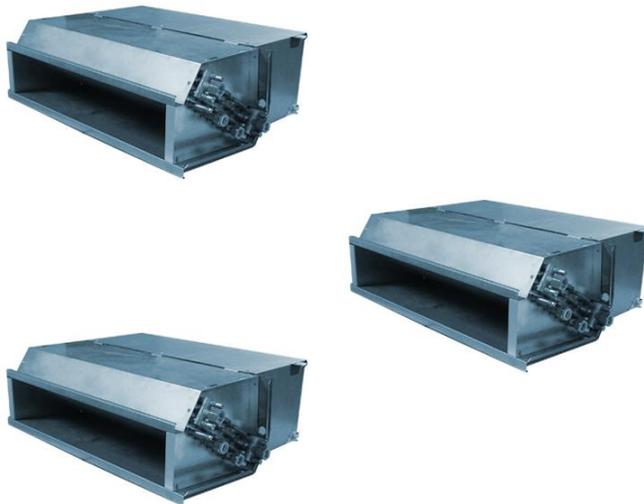
### OTRAS VENTAJAS A CONSIDERAR EN INSTALACIONES CON DIFUSORES CON INDUCCION

Ahorros en la Coordinación de trabajos de instalación:  eléctrica ventilación Canalización desagües
Ahorro en la Potencia Eléctrica Total Contratada
Ahorro en el consumo de Potencia Eléctrica mensual. (Se eliminan todos los consumos de los ventiladores de los Fan-coil)
Ahorro en la generación de frío. (Evaporadoras con punto de evaporación más alto = menor consumo eléctrico)
Máxima Rentabilidad del Edificio:  Menor ruido en la instalación Mayor confort térmico Alta disminución del peligro de legionela.
Publicidad Positiva en la opinión pública: EDIFICIOS RESPETUOSOS CON EL MEDIO AMBIENTE



## Reducción energética sistemas Aire-Agua

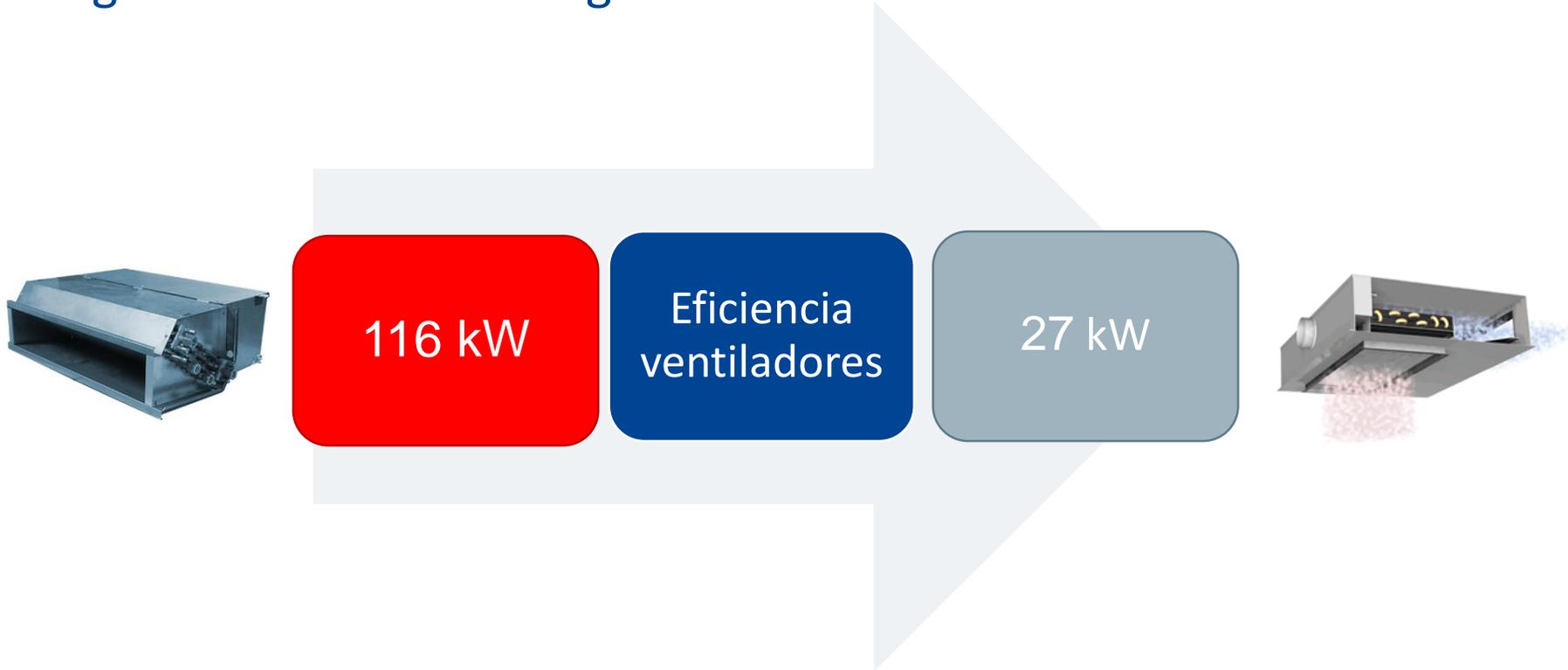
Caudal aire	<b>90000</b> m <sup>3</sup> /h
Eficiencia	<b>79,0</b> %
Potencia eje	<b>27,60</b> kW
Potencia específica	<b>1116</b> W/m <sup>3</sup> /s
Categoría	<b>SFP 3</b> -
Presión estática disponible	<b>250</b> Pa
Presión estática total	<b>825</b> Pa
Presión dinámica	<b>59</b> Pa
Presión total	<b>884</b> Pa
Velocidad giro	<b>1492</b> rpm



Caudal aire	<b>450.000</b> m <sup>3</sup> /h
Unidades	<b>500</b> ud
Caudal por unidad	<b>900</b> m <sup>3</sup> /h
Consumo	<b>178</b> W
Consumo total	<b>89</b> kW



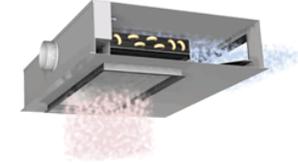
## Reducción energética sistemas Aire-Agua



- **75% menos de Potencia eléctrica contratada:** 89 kW
- 8760 horas funcionamiento/año por fancoil:  $1.559 \text{ kWh} \times 0,11\text{€} = 172 \text{ €/consumo año}$
- Consumo total 500 fancoils / año: **86.000 €**
- **Consumo total vida útil 20 años: 1.720.000 €**



## Ahorro mantenimiento vigas frías vs fancoils



### Edificio con 500 fancoils, ciclo de vida de 20 años:

Cambio de filtros:	Material: 2 veces/año x 25€ Mano de obra: 15 min por filtro x 20€/h	500.000 € 100.000 €	
Limpieza de bandeja de condensados:	3 veces/año 15 min por fancoil	150.000 €	
Reemplazar motor-ventilador:	1 vez por fancoil en su vida útil (20 años) 150 € por motor-ventilador	75.000 €	
Reemplazar fancoils:	500 €/ud (mitad fancoils en 20 años)	100.000 €	
Protección eléctrica ventilador y control:	2 veces/año 15 min por fancoil	100.000 €	
Limpieza de baterías:	1 vez cada 4 años 15 min por viga fría		12.500 €
<b>Total:</b>		<b>1.025.000 €</b>	<b>12.500 €</b>
<b>Ahorro total en 20 años con vigas frías:</b>	<b>1.012.500 € (50.625 €/año)</b>		



## Coste global de un edificio en su vida útil (20 años)

- 5 % coste del proyecto
- 20 % coste de la construcción
- 65 % coste de mantenimiento y explotación
- 10 % coste de la rehabilitación o derribo

Máxima Eficiencia Energética en sus instalaciones para reducir consumo y emisiones de CO<sub>2</sub>



5 600 036 236 (7911)

**Real decreto 235/2013**  
**Directiva 2010/31/UE**  
**del Parlamento Europeo**



## Ahorro mantenimiento y explotación vigas frías vs fancoils

**Edificio con 500 fancoils, ciclo de vida de 20 años:**

**Mantenimiento:**

Ahorro total en 20 años con vigas frías: **1.012.500 € (50.625 €/año)**

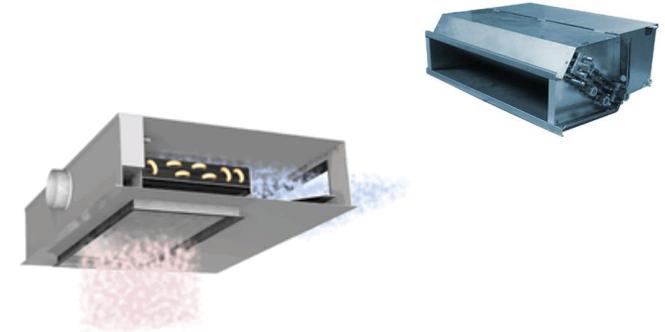
**Potencia eléctrica contratada:**

75% menor: **89 kW menos de coste fijo**

**Consumo:**

Consumo total vida útil 20 años: **1.720.000 € (86.000 €/año)**

**Total ahorro en 20 años: 2.732.500 € (136.625 €/año)**





5 600 036 236 (7911)

## Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo

### ▷ Directiva europea

- Etiquetado energético de edificios
- Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>
- Impuestos locales y presiones del mercado

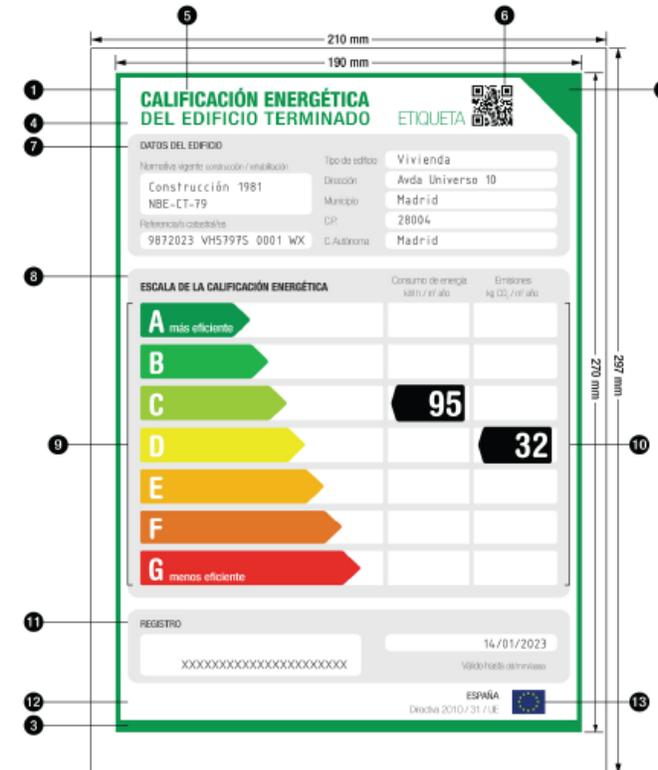
### ▷ Vigas frías energéticamente eficientes

- 22% de ahorro frente a FCU
- Alta temperatura. (15°)
- Free cooling + sin ventiladores

### ▷ Reducidas emisiones de carbono

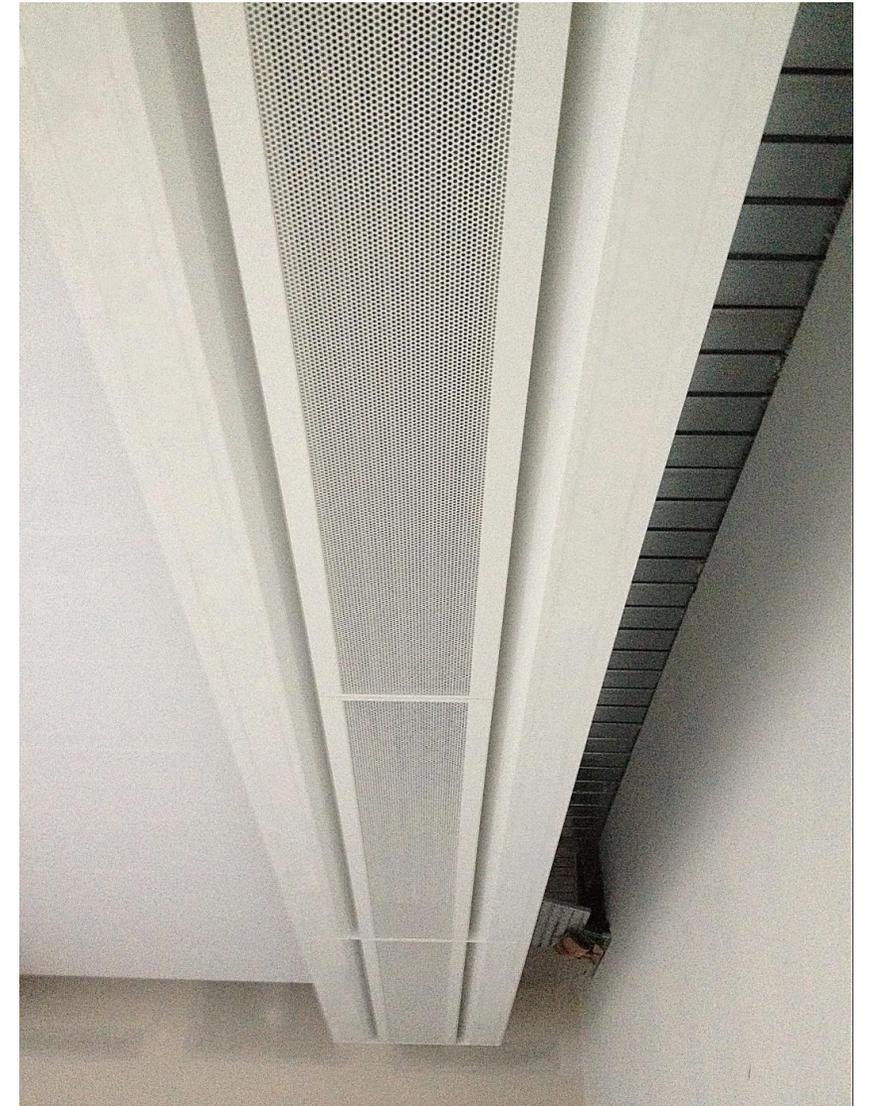
- 6% inferior que el FCU

# BREEAM®





# **TROX Multiservice Chilled Beams**



GENERAL:-  
BEAM FACE CONSTRUCTED FROM ALUMINIUM EXTRUSIONS  
BETWEEN 3mm THK ALUMINIUM END PLATES POWDER COATED.  
AIR PLENUM FROM 0.7MM PRE GALV STEEL SHT POWDER COAT RAL 9005 20%

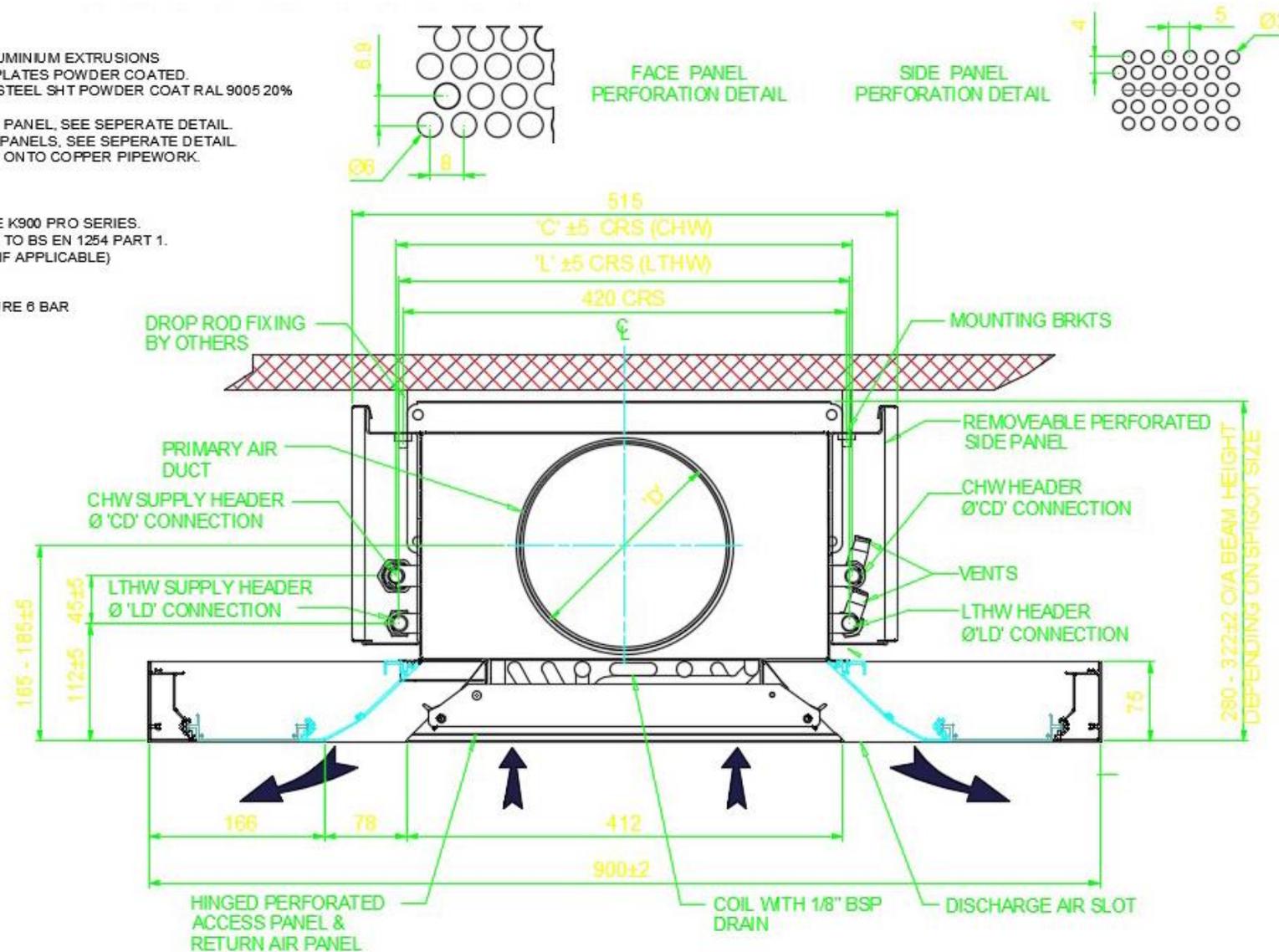
PERFORATED PRE GALV STEEL FACE PANEL, SEE SEPERATE DETAIL.  
PERFORATED PRE GALV STEEL SIDE PANELS, SEE SEPERATE DETAIL.  
COIL FROM ALUMINIUM FINS SWAGED ONTO COPPER PIPEWORK.  
FINISH:- NATURAL

PIPEWORK SPECIFICATION:-  
COMPRESSION FITTINGS:- KUTERLITE K900 PRO SERIES.  
SOLDER FITTINGS:- ENDEX END FEED TO BS EN 1254 PART 1.  
VALVES:- TO CLIENT SPECIFICATION (IF APPLICABLE)  
COIL TEST PRESSURE 24BAR  
COPPER TUBE TO BS EN 1057 1998  
FACTORY PIPE CIRCUIT TEST PRESSURE 8 BAR

BEAM FINISH: - PROJECT SPECIFIC  
APPROX DRY WEIGHT 25-30Kg/M

SPIGOT SIZE	
FLOW (Vs)	SPIGOT Ø'D' (mm)
UP TO 25	98
28 TO 35	123
38 TO 80	158
81 TO 105	198

CHW / LTHW		
FLOW (Vhr)	Ø 'CD/LD' (mm)	'C/L' (mm)
UP TO 550	15	428
551 TO 1200	22	432



Listado de referencias





Inductor DID 600 BL



Sede Corporativa IDOM



Ciudad de las Comunicaciones de Telefónica en Las Tablas

## ► Oficinas y edificios administrativos ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Generalitat	Barcelona	DID312	2017	6.500
Tribunal de cuentas	Madrid	DID632	2017	600
Oficinas Centrales Laboral Kutxa	Mondragón	DID632	2016	500
Castellana 77	Madrid	DID312 MSCB	2016	1.000
Sepides	Madrid	DID632	2016	500
Sede BBVA (C/Pío Baroja)	Bilbao	DID632	2015	258
Sede Patentes y Marcas (OAMI)	Alicante	DID300B	2014	450
Oficinas ETXEZURI Ayto. San Sebastián	San Sebastián	DID632 / DID-EW	2014	25
Oficinas THYSENKRUPP	Mieres	MSCB DID300B	2013	50
Sede Mutua Madrileña	Madrid	WK-D-UM	2013	10.000
Oficinas PITA	Almería	DID632	2011	387
		MSCB		232
Sede IDOM	Bilbao	DID 600B	2011	256
		BID		28
Sede corporativa Layetana de Inversión	Hospitalet de Llobregat	DID300B	2010	54
PARQUE EMPRESARIAL (PEPA)	Avilés	MSCB	2009	1.100
Sede TELEFÓNICA	Barcelona	DID-E	2009	1.400
Sede IBEROSTAR	Palma de Mallorca	DID300B	2009	1200
Sede ACORDE	Santander	DID300B	2008	129
BBVA	Bilbao	DID-E	2008	153
Oficinas SARRIGUREN	Bilbao	DID300B	2007	700
Ciudad de la Justicia	Barcelona	DID600B	2007	11.000
Centro de Innovación BBVA	Madrid	MSCB	2007	36
Oficinas PYRENTEC	Zaragoza	DID300B	2007	700
Juntas Generales Guipuzcoa	San Sebastián	DID300B	2007	489
Sede de Sanidad Gobierno Vasco	Bilbao	DID-EH	2007	22
Edificio de Oficinas del CIEMAT	Almería	DID300B	2007	76
Oficinas en SAMANIEGO	Pamplona	WK-D-UM	2006	348
Gerencia de Urbanismo	Zaragoza	DID300B	2006	1.500
Edificio de oficinas en Las Rozas	Madrid	DID600	2005	355
Juzgados de Tafalla	Tafalla	DID300	2005	76
Ciudad de las Comunicaciones de Telefónica	Madrid	DID300B	2006	31.500
Edificio JUSA GALARIA	Pamplona	DID300B	2005	98
Oficinas VDR	Pamplona	DID300B	2005	60
Telefónica León	León	DID300B	2006	479
Vivienda y suelo de Euskadi (VISESA)	Vitoria	DID300	2004	68
Ayuntamiento de La Muela	Zaragoza	DID600	2004	108
Estudio de Arquitectura JESUS PASCUAL	Logroño	DID300	2004	48



Palacio de los Deportes de la Comunidad de Madrid

## ► Residencial ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Viviendas unifamiliares en San Lamberto	Zaragoza	DID-E-a/b/c	2010	30
Viviendas unifamiliares en San Lamberto	Zaragoza	DID-E	2008	12
Convento de las Adoratrices	Zaragoza	DID-E DID300B	2007	51
Vivienda	Madrid	WK-D-UL	2006	374

## ► Centros Deportivos ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Palacio de los Deportes de Madrid	Madrid	IDH	2004	80
Pistas Polideportivo Actur (Zona VIP)	Zaragoza	MSCB (con luz)	2004	22

## ► Centros de Investigación - Laboratorios Geriátricos ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Centro de investigación biomédica Hospital de Pamplona	Pamplona (Navarra)	DID 300	2011	10
Instituto investigación sanitaria	San Sebastián	DID 300	2010	14
		DID 300B		10
Centro de investigación biomédica Hospital de Pamplona	Pamplona (Navarra)	DID300	2010	586
Instituto de Investigación Médica de Donosti	Gupuzcoa	DID300B	2008	98
		DID300		
Edificio Anatomía Patológica	Pamplona	DID300	2007	40
Laboratorios LABEIN	Vizcaya	DID300	2004	24



Centro de Investigación Biomédica del Hospital de Pamplona

## ► Infraestructuras · Transportes ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Estación AVE Atocha	Madrid	DID 600B-L	2010	215

## ► Bodegas ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Bodegas IRIUS Barbastro	Huesca	DID300B	2007	61
Bodegas Proconsol	Álava	DID300	2006	30

## ► Customer Service ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Audi Las Rozas	Las Rozas (Madrid)	DID 300 con deployee	2011	100
Mercado de Zarauz	San Sebastián	DID300	2008	64

## ► Centro de Proceso de Datos ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Centro de Proceso de Datos del Ayuntamiento de Pamplona	Pamplona	DID600	2007	46

## ► Centros Culturales · Bibliotecas ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Biblioteca Granada	Granada	DID632	2016	150
Centro Cívico El Carmen en Badalona	Barcelona	DID600B-L	2011	390
Centro Cultural en Vic	Barcelona	DID300B	2009	82
Biblioteca de Ciudad Real	Ciudad Real	MSCB DID	2008	1.000

## ► Centros de Formación ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Universidad San Jorge	Villanueva de Gállego (Zaragoza)	DID 300	2011	24
Centro Culinario Vasco	San Sebastián	DID 600B	2011	142
Universidad San Jorge	Villanueva de Gállego (Zaragoza)	DID 300	2010	25
UPM	Madrid	IDH	2008	10
Conservatorio de Novelda	Alicante	WK-D-UL	2007	1.386



Concesionario AUDI Las Rozas



Biblioteca Pública Ciudad Real



Viga fría multiservicio

## ► Hospitales ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Hospital Collado Villalba	Madrid	DID-E	2012	135
Hospital de Pamplona (Pabellón C)	Pamplona (Navarra)	DID300	2011	37
Hospital Clínico San Carlos	Madrid	DID-E	2011	40
Hospital Cruces	Baracaldo (Vizcaya)	DID300	2011	210
Hospital de Cantoblanco	Madrid	DID300B	2010	42
Hospital de Pamplona (Pabellón C)	Pamplona (Navarra)	DID300	2010	432
Hospital Clínico San Carlos	Madrid	DID-E	2010	392
Hospital de Sondureta	Palma de Mallorca	DID-E DID300	2009	941
Hospital de Mérida	Badajoz	DID-E	2008	5
Hospital de Cartagena	Cartagena	DID300B	2008	1.200
Hospital de San Sebastián de Los Reyes	Madrid	DID-E	2007	259
Hospital Psiquiátrico	Huesca	DID300 DID-E	2007	95 48
Hospital Virgen de la Macarena	Sevilla	DID-E	2005	44
Hospital de Manlleu	Barcelona	DID-E DID600	2006 2006	60 40
Hospital de La Concepción (Fundación Jiménez Díaz)	Madrid	DID300 DID-R	2003	44

## ► Ambulatorios · Geriátricos ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Centro Médico Banco Santander	Madrid	DID312	2014	250
Centro de Especialidades Inocencio Jiménez	Zaragoza	DID600B	2013	120
Geriátrico en Alcobendas	Madrid	WK-D-UM	2009	1.604
Centro de Salud de Membrilla	Ciudad Real	DID300B DID600B	2008	34
Residencia de ancianos Rivera Baja	Barcelona	WK-D-UM-GK	2007	3.075

## ► Industrial ►►

Proyecto	Ubicación	Serie de inductor	Fecha de suministro	Nº de unidades
Fábrica Agustinos	Pamplona	DID300	04/2003	24



Hospital de Manlleu



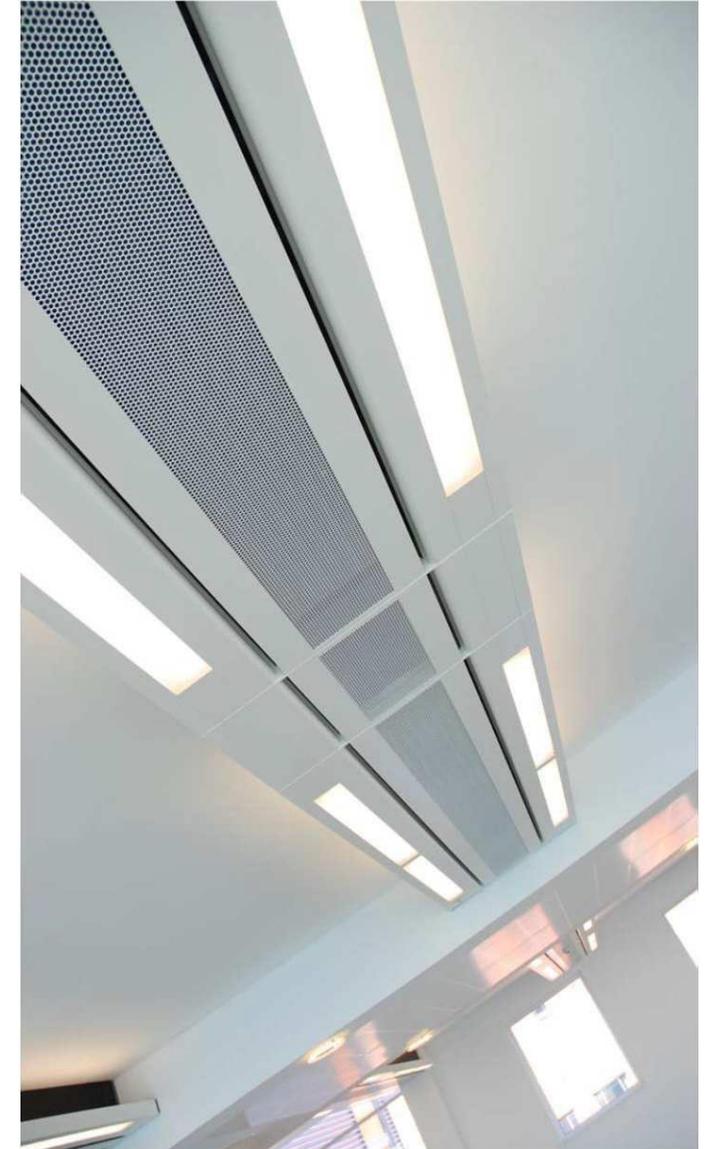
Inductor DID-E



Hospital de Cartagena



Algunos ejemplos de  
instalación de MSCB





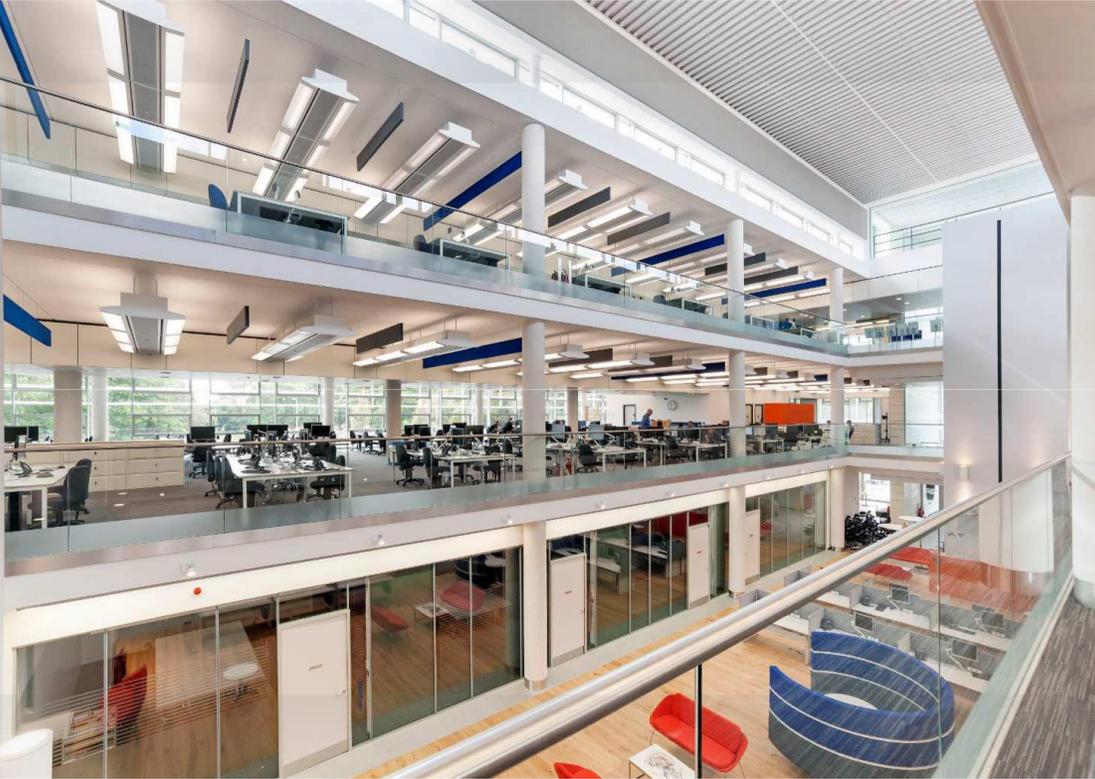








# Aykley Heads Police Headquarters, Durham



# Aykley Heads Police Headquarters, Durham







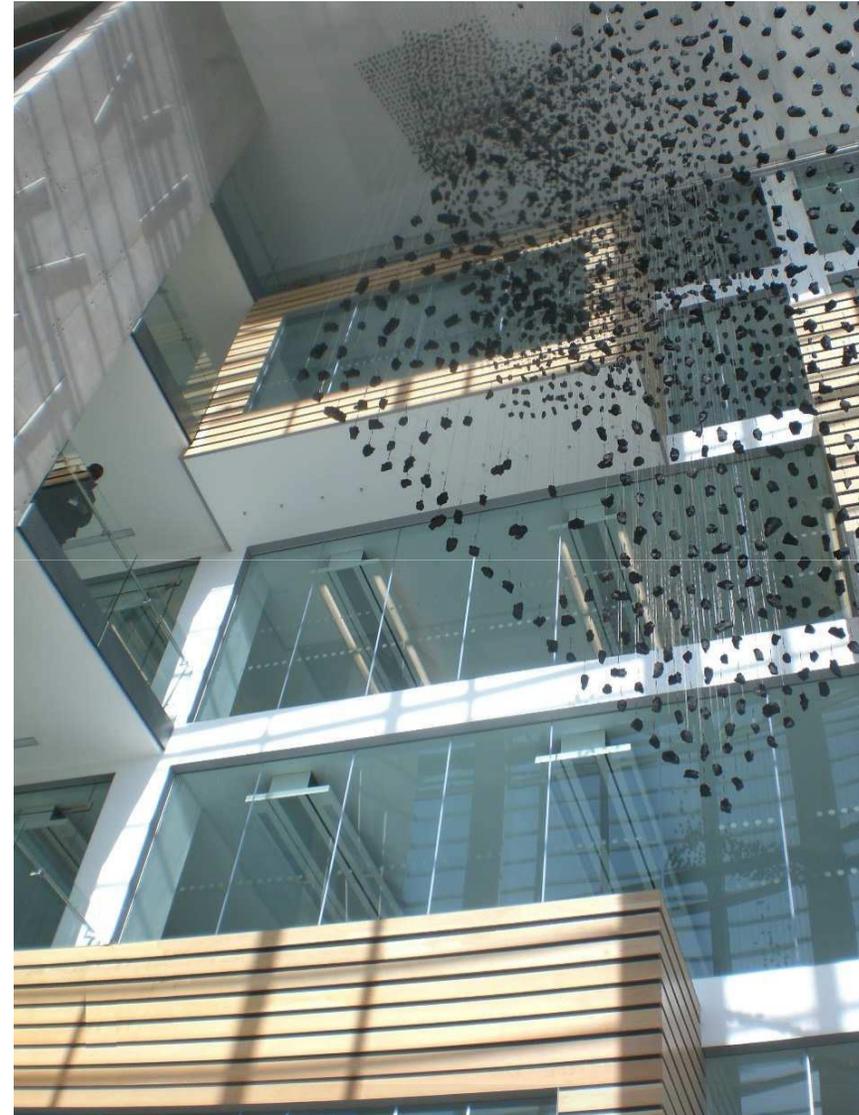


# Newcastle Sixth Form College





# Project Spinnaker





# 5 Broadgate, London





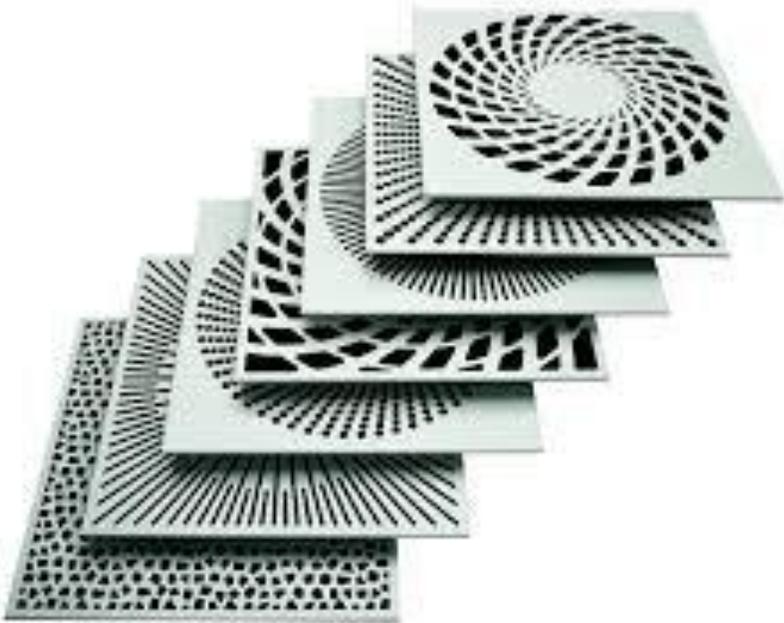








## Cargas térmicas medias y ocupación elevada



### Sistemas de VAV:

- Free-cooling total
- Adaptación a la demanda
- Calor sensible



### Variación del alcance crítico

#### Difusores radiales de sección constante

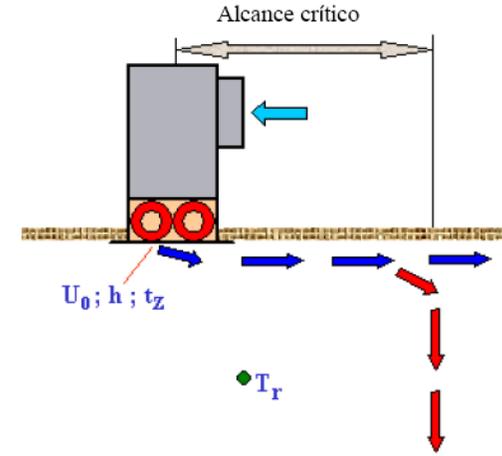
La reducción del alcance crítico entre 100% y 25% del caudal de aire aproximadamente es:

$$X_{crit\ 25\%} = 0,3 \cdot X_{crit\ 100\%}$$

#### Difusores lineales de sección constante

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

$$X_{crit\ 25\%} = 0,28 \cdot X_{crit\ 100\%}$$



### Variación del alcance crítico, ejecución Varyset

#### Difusores radiales de sección variable

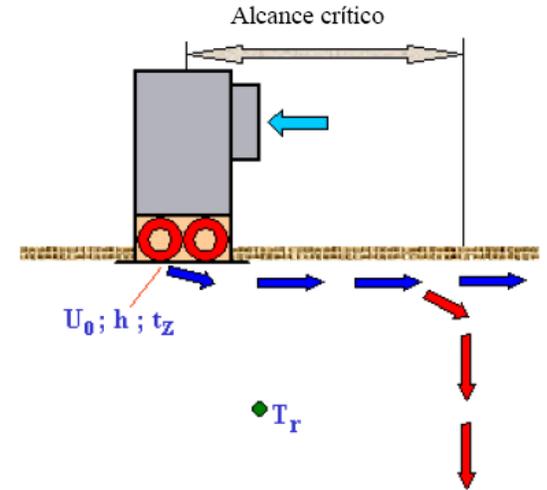
La reducción del alcance crítico entre 100% y 25% del caudal de aire aproximadamente es:

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

#### Difusores lineales de sección variable

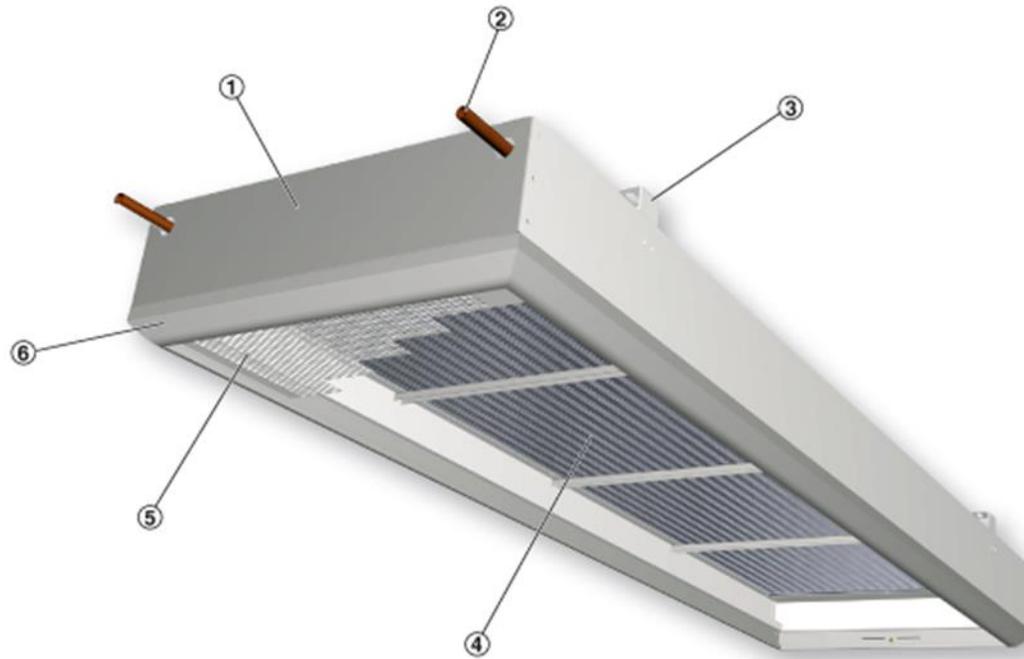
La reducción del alcance crítico entre 100% y 25% del caudal de aire aproximadamente es:

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

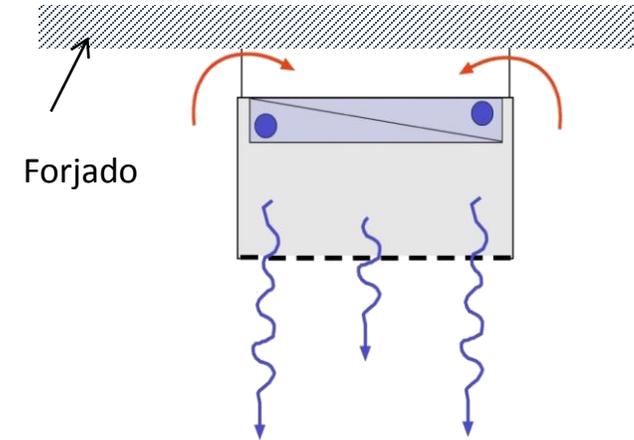


## Bajas cargas térmicas y ocupación media: Sistemas pasivos + ventilación por suelo o desplazamiento





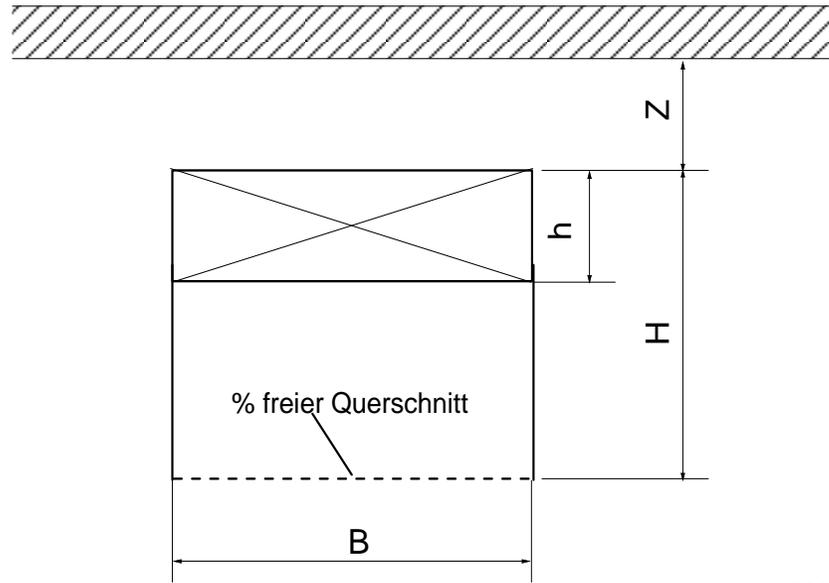
- ① Casing
- ② Water connections, Ø12 mm, straight (90° bent upwards as an option)
- ③ Hanging bracket
- ④ Heat exchanger
- ⑤ Perforated metal facing (optional)
- ⑥ Aluminium frame (optional)



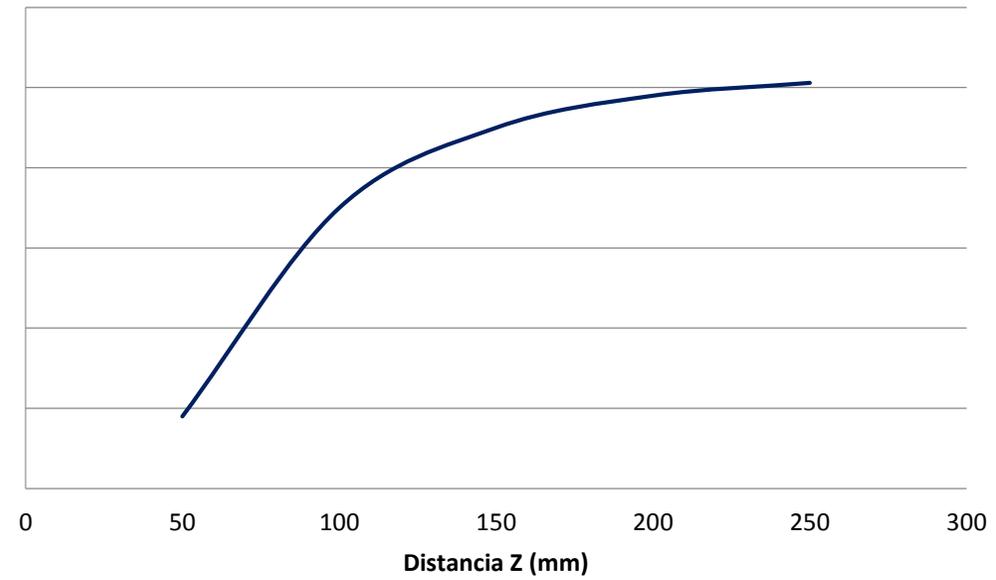
**Factores propios:**

- Superficie de viga (ancho x largo)
- Alto de viga (número de filas)
- Caudal de agua
- Temperatura del agua
- Temperatura del local





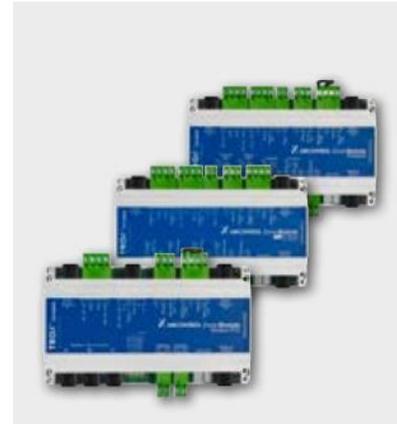
Variación Potencia/distancia Z



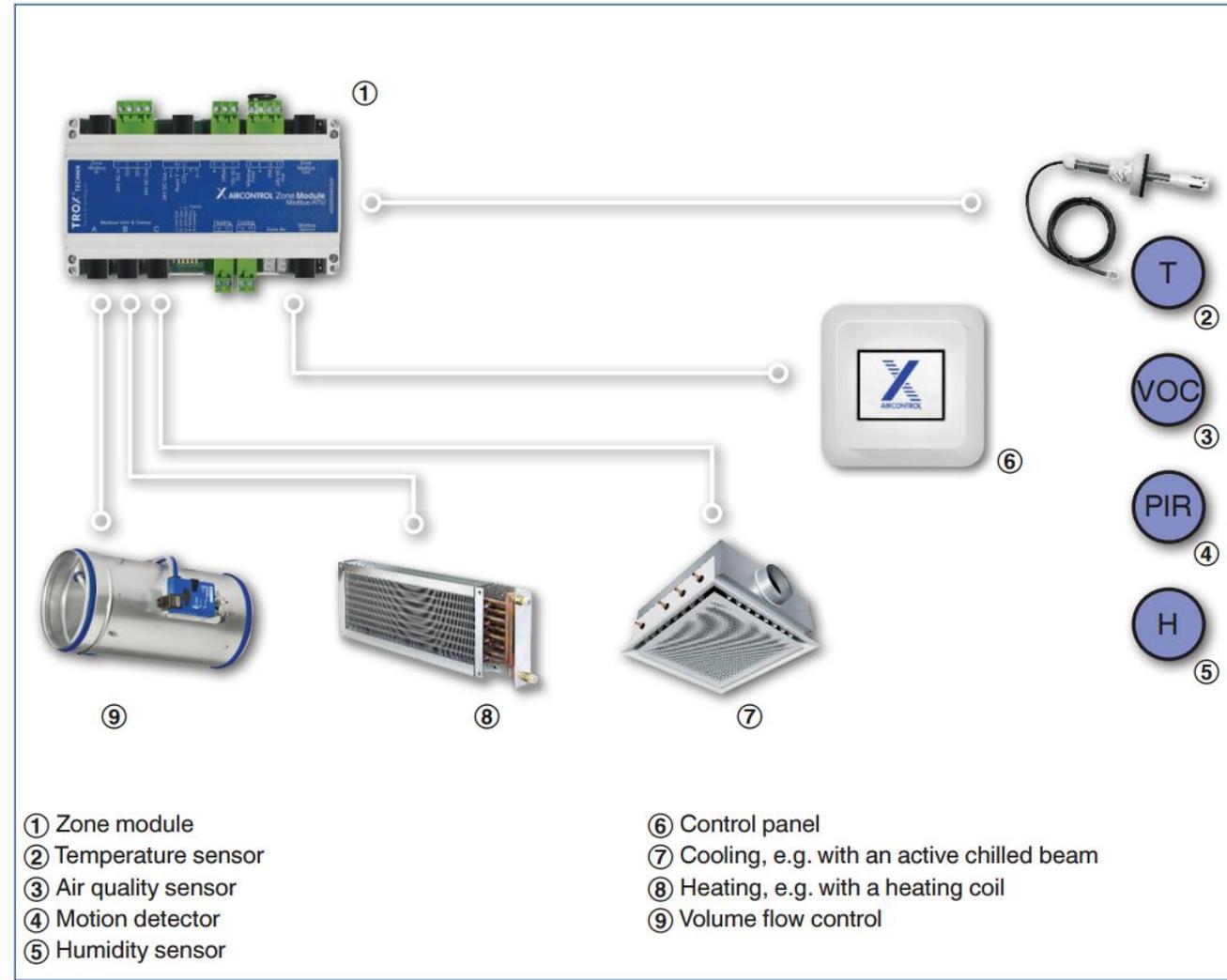




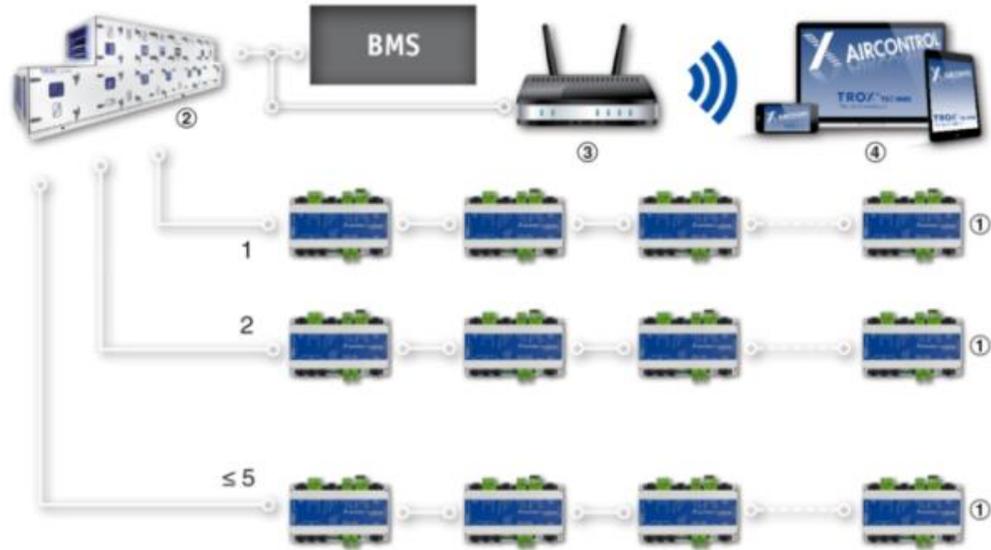




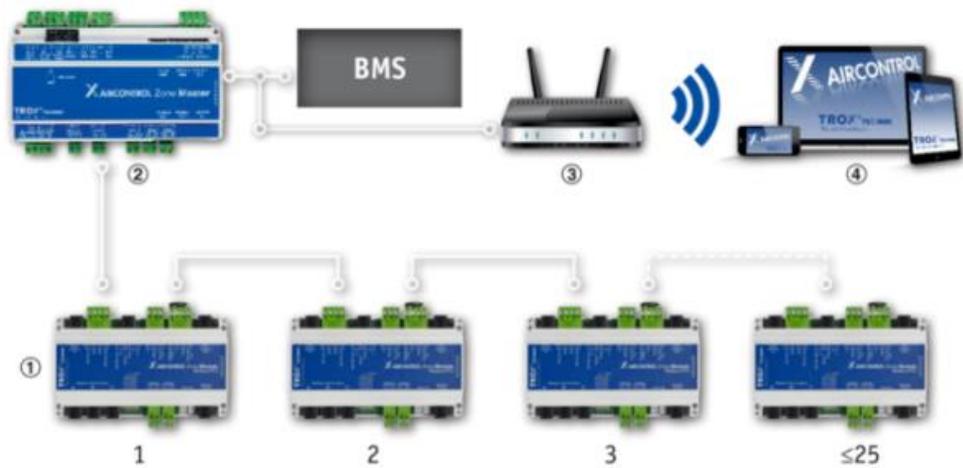
X-AIRCONTROL zone



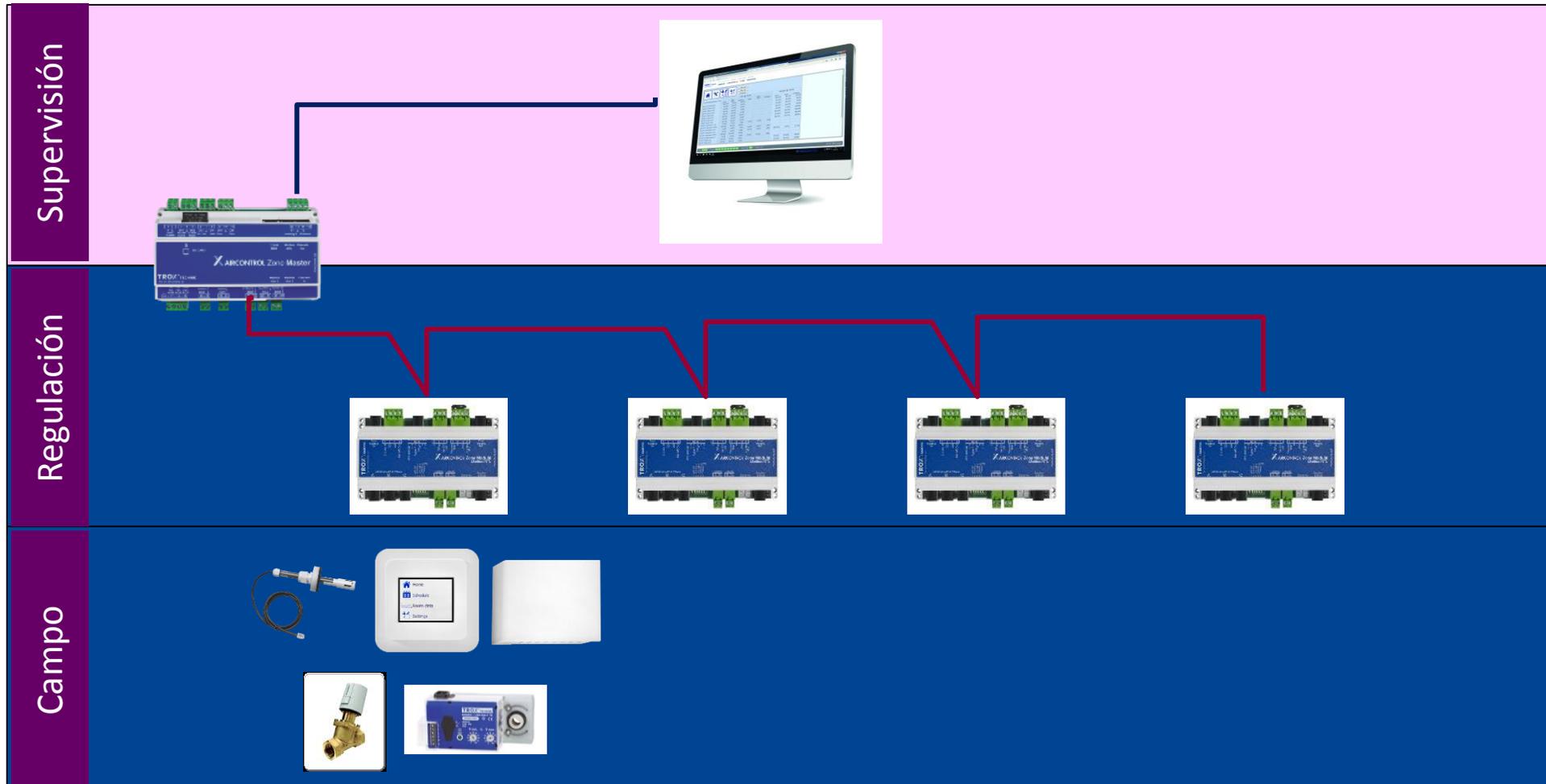
X-AIRCONTROL section with X-CUBE



X-AIRCONTROL segment

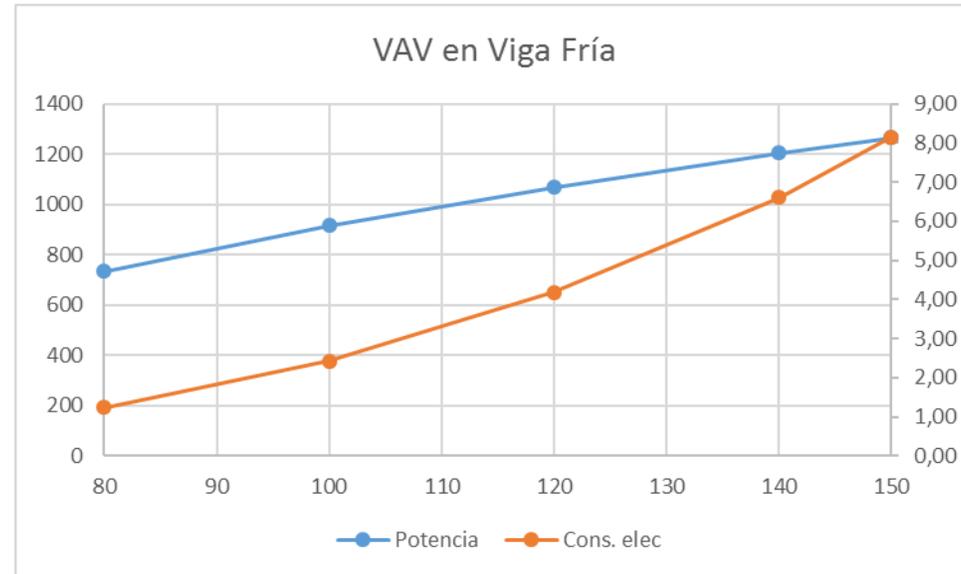






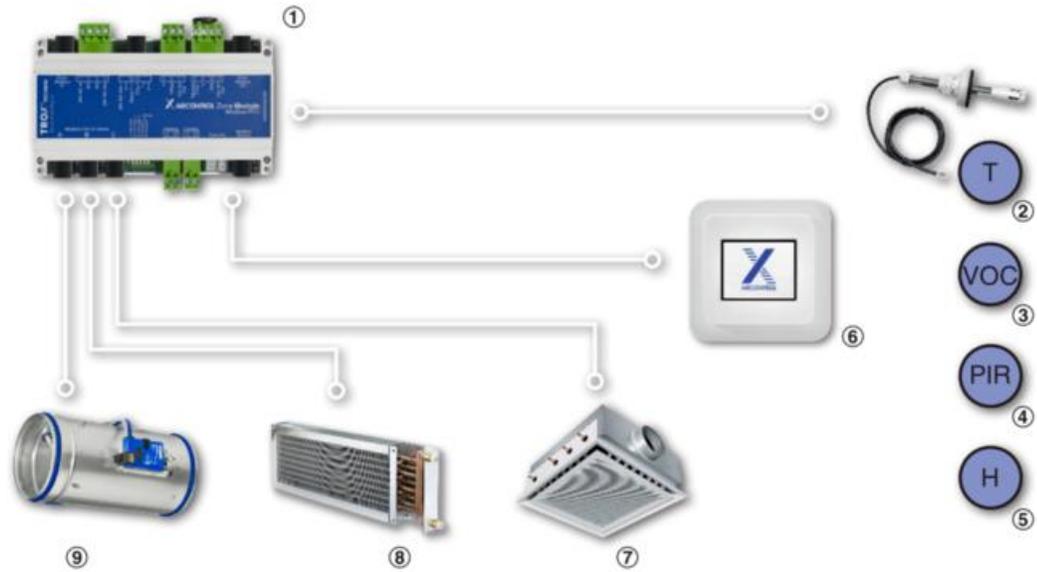


DID-632-G/1500x1500

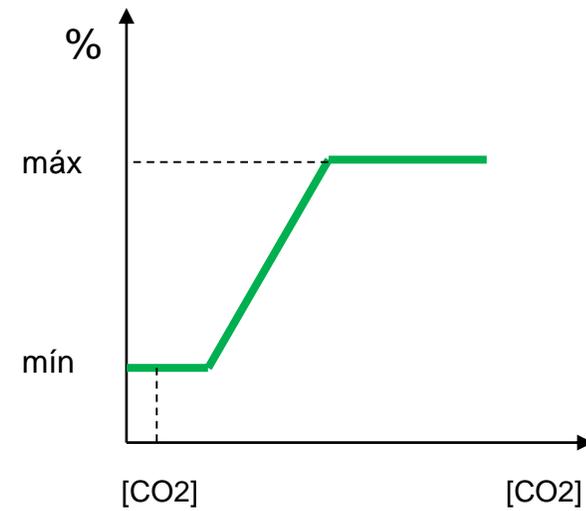
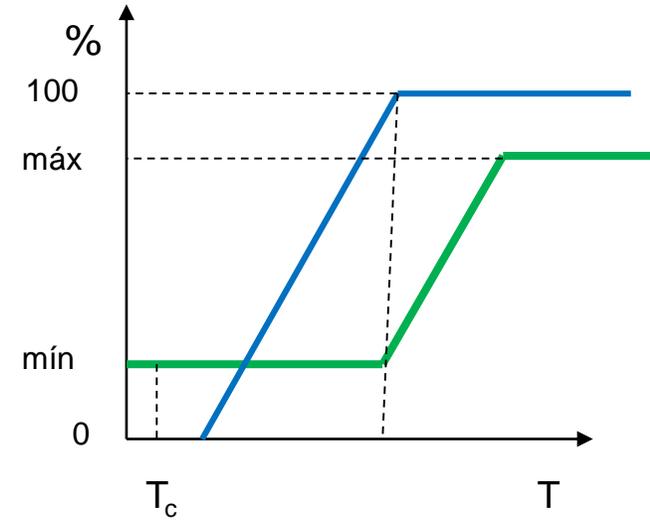
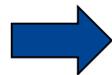


Aire Primario	Potencia	%	DP	LW	v	Cons. elec	%
80	735	-42%	39	22	0,07	1,24	-85%
100	916	-28%	61	28	0,1	2,42	-70%
120	1069	-16%	88	33	0,12	4,19	-49%
140	1204	-5%	119	37	0,14	6,61	-19%
150	1266	0%	137	39	0,16	8,15	0%

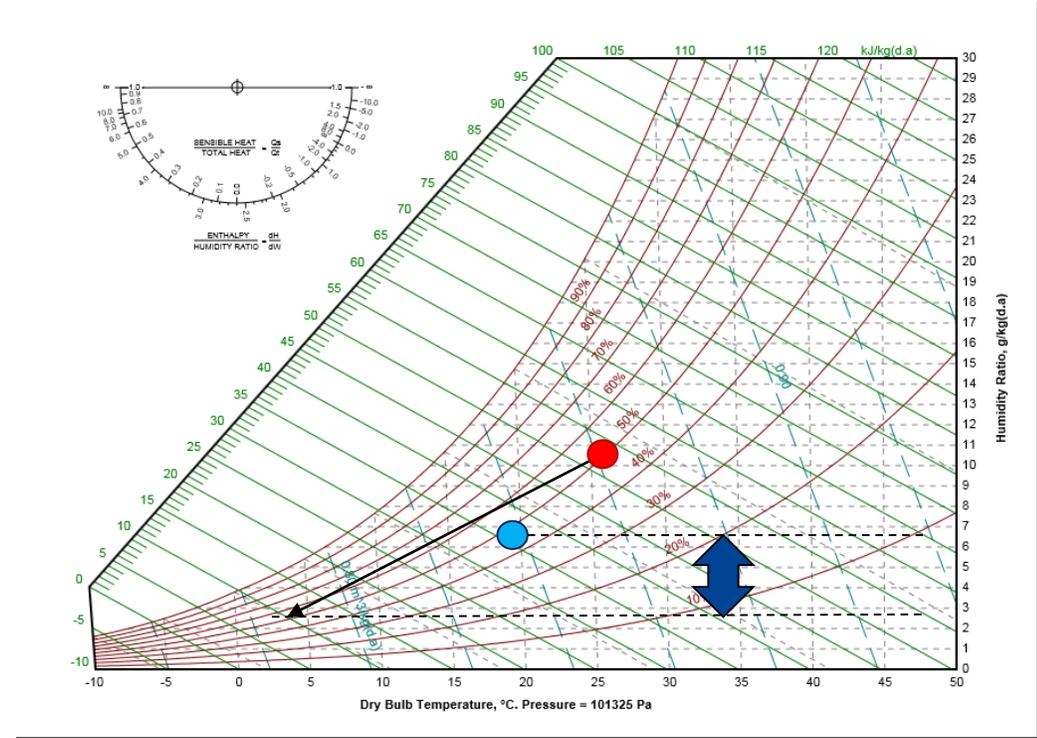




Punto de rocío



Control de humedad



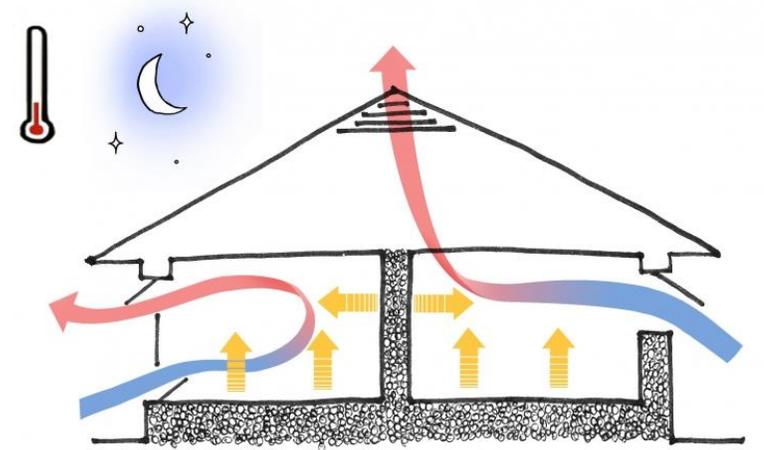
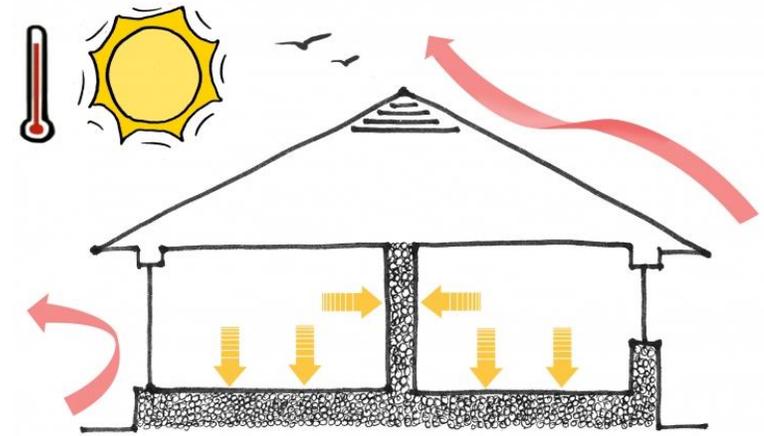
Temperatura impulsión:  $T_r - 1^\circ\text{C}$

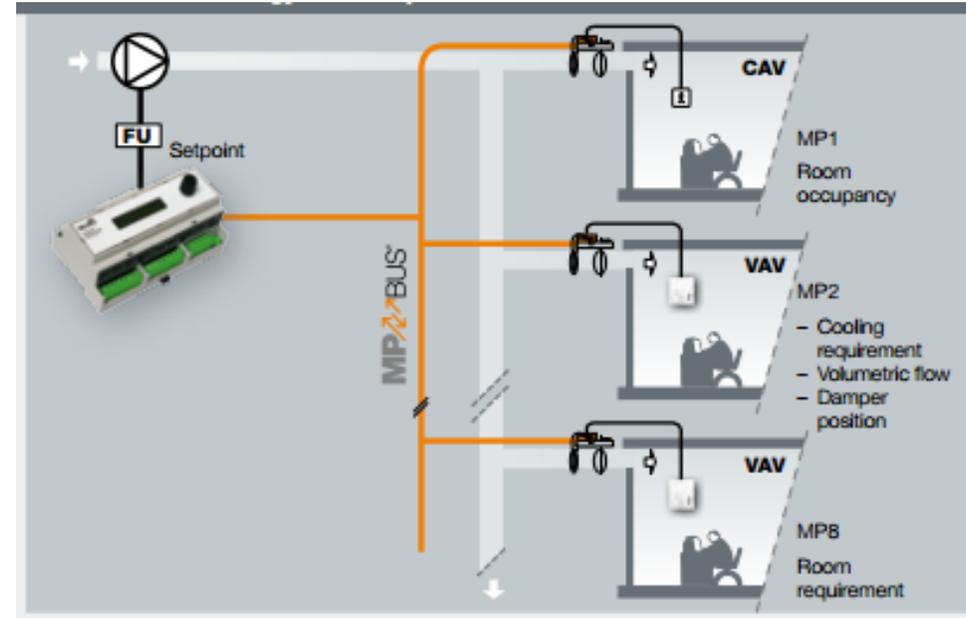
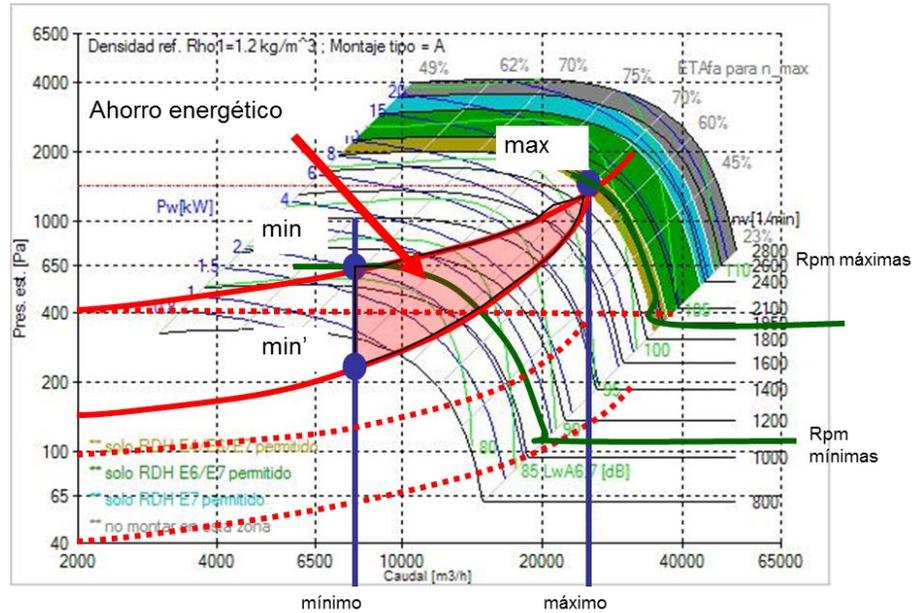
Humedad absoluta impulsión:  $X_a - \text{latente interno} - 1\text{g/kg}$



## Purga nocturna

- Niveles de concentración de contaminantes bajos
- Consumos energéticos bajos
- Tanto modo refrigeración como calefacción
- En modo calefacción se necesita un atemperamiento





Optimización de la presión disponible:

- Consigna variable
- Posición de las compuertas
- Conexión BUS



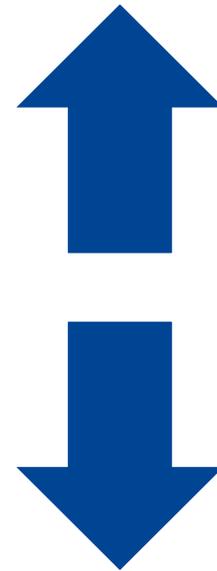
## Sistema óptimo para oficinas



## Costes operativos empresa



## Visión RRHH



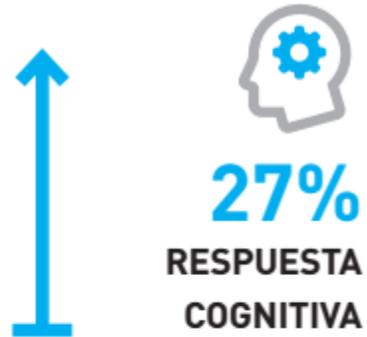
RRHH

Oficinas con mayor  
“experiencia humana”

Herramienta esencial  
para motivar a los  
trabajadores



## Ventajas edificio con gran calidad aire interior



## Futuro edificio de oficinas



... 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



# Muchas gracias por su atención



**EDIFICIOS DE ENERGÍA CASI NULA nZEB  
INSTALACIONES DE VENTILACION Y TRATAMIENTO DE AIRE CON VIGAS FRIAS**