

We measure it. **testo**

**Mida la  
eficiencia  
energética  
de las paredes**



**Meritxell Juncà**  
**mjunca@testo.es**

1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

We measure it. **testo**

También conocida  
como Coeficiente  
Global de  
Transmisión

Sus unidades  
son  $W/m^2K$

Mide la calidad  
del aislamiento

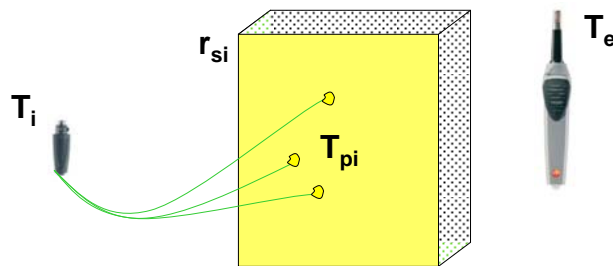
Tiene un valor  
constante  
porque depende  
de elementos  
arquitectónicos

**U**

Cuanto más  
grande es, peor  
aislamiento




1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

$$U = f(T_i, T_e, T_{pi}, r_{si})$$



1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

Tabla E.1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en m<sup>2</sup>K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R <sub>se</sub>	R <sub>si</sub>
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

R<sub>si</sub> y R<sub>se</sub> las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, tomadas de la tabla E.1 de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [m<sup>2</sup> K/W].

1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

### Cálculo del coeficiente global de transmisión "U"

Flujo de calor ambiente - pared

$$Q/A = (T_i - T_{si}) h_{ci}$$

Flujo a través de una pared

$$Q/A = U (T_i - T_e)$$

$$U (T_i - T_e) = (T_i - T_{si}) h_{ci}$$



$$U = \frac{(T_i - T_{si}) h_{ci}}{(T_i - T_e)} \quad [W/m^2K]$$

1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

### Multifunción Testo 435

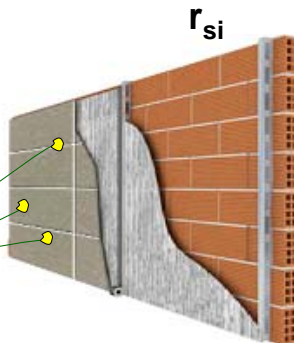


$T_i$

Sonda  
Valor U

$T_{pi}$

$r_{si}$



$T_e$

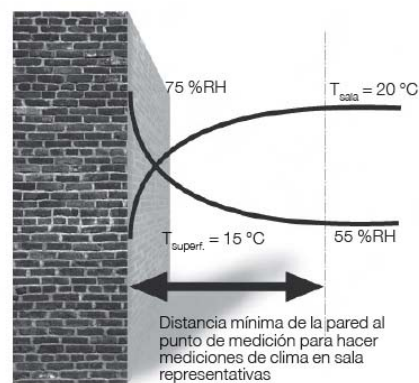


Sonda de  
Temperatura  
inalámbrica

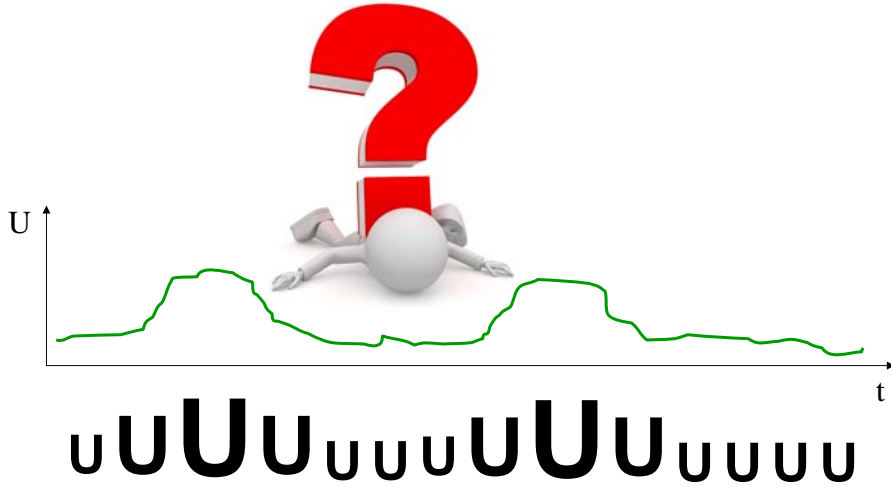
## Condiciones para una óptima medición

- debe existir una clara diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.
- condiciones de temperatura estables (estado estacionario)
- para el instrumento:
  - proteger del frío y de cualquier radicación directa de calor
  - colocar a 30cm de distancia del muro/pared a la misma altura que la sonda de valor U
- No tocar el conector de la sonda valor U durante la medición

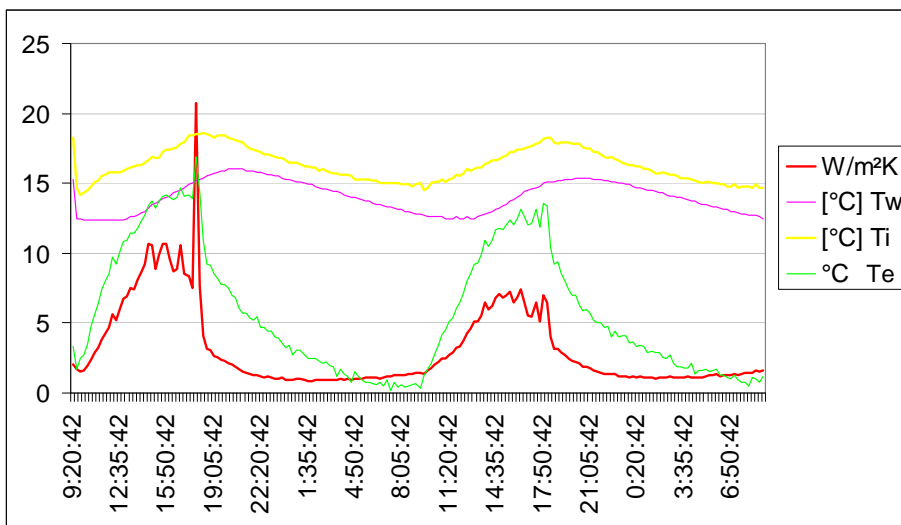
## Condiciones para una óptima medición



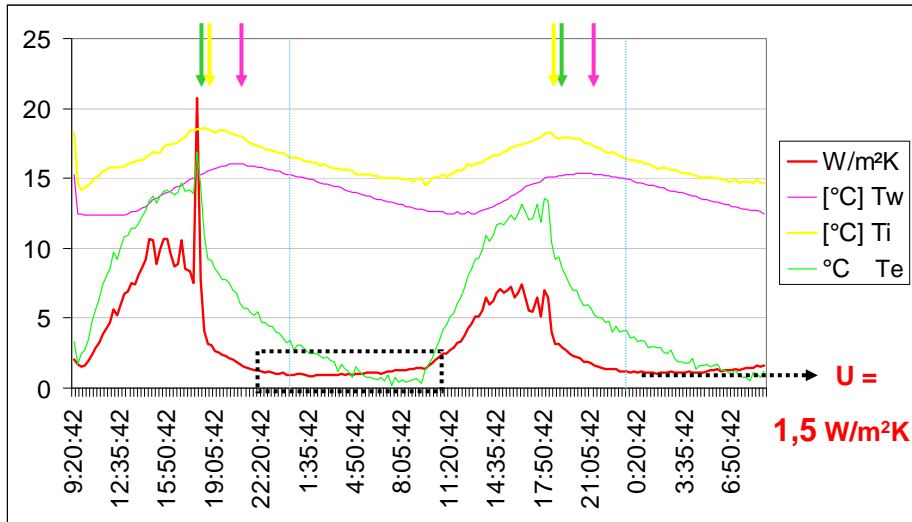
1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?



1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?



1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?



1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

Ya hemos medido el valor U  
¿Cómo sabemos si es  
aceptable?

La respuesta está en el



1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

## CTE:H1. Zonas Climáticas

**Tabla D.1. – Zonas climáticas**

Capital de provincia	Capital
Albacete	D3
Alicante	B4
Almería	A4
Ávila	E1
Badajoz	C4
Barcelona	C2
Bilbao	C1
Burgos	E1
Cáceres	C4

1. ¿Cómo medir transmitancia térmica con su testo 435?

## CTE:H1. U máxima por Zona Climática

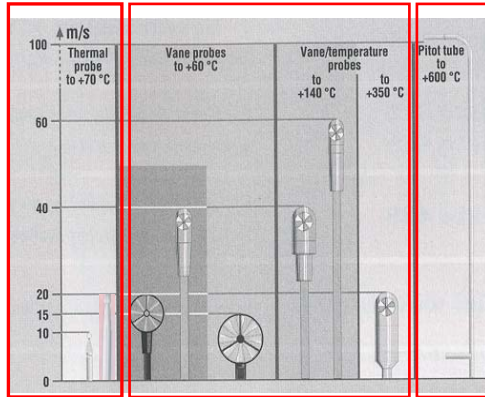
**Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>K**

Cerramientos y particiones interiores	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

$$U_{\max} = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\text{med}} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

Medida de velocidad y caudal en sistemas de Extracción/Impulsión



2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

PARTE II.- INSTRUCCIONES TÉCNICAS - I.T 1 DISEÑO Y DIMENSIONADO

Medida de velocidad y caudal en sistemas de Extracción/Impulsión

Característica	Hilo	Bola
Velocidad	unidireccional	Omnidireccional
Rango	0...20 m/s	0...10 m/s
Exactitud	± (0,03 ± 4%v.m.)	± (0,03 ± 5%v.m.)
Resolución	0,01	0,01
Utilidad	Aguantan hasta 70°C y no se mide en ambientes con partículas o explosivas	
Influencia	De la presión atmosférica: $V_{real} = V_{med.} \times (1013 / P_{atm.})$	



OJO !! La Temperatura medida no es la temperatura ambiente, sino que es la temperatura del aire que circula alrededor del sensor en ese momento

**APLICACIÓN**

- Sistemas de flujo laminar
- Cabinas de flujo laminar: EN 14175 (hilo caliente)
- Interior de conductos
- Salida de rejillas
- Salida de difusores (bola caliente)
- Aspiración de aire con conos



2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

**Medida de velocidad y caudal en sistemas de Extracción/Impulsión**

Característica	molinetes
Velocidad	Unidireccional
Rango	0,25...60 m/s
Exactitud	$\pm (0,2 \pm 1\% \text{ v.m.})$
Resolución	0,1
Utilidad	Aguanta temperaturas hasta 350°C
Influencia	De temperatura cuando ésta es $> 300$ °C

**APLICACIÓN**

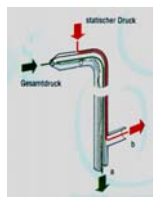
- Interior de conductos
- Salida de rejilla (impulsión)
- Aspiración de aire (con cono)



2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

**Medida de velocidad y caudal en sistemas de Extracción/Impulsión**

Tubo Pitot Prandtl  
s = 1



Tubo Pitot Recto  
s = 0,67



Tubo Pitot-S  
s = 1

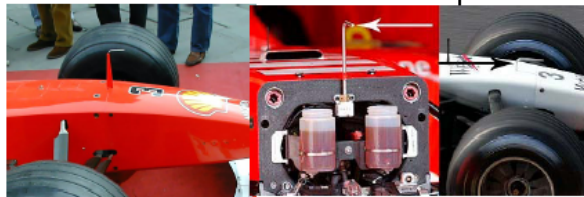
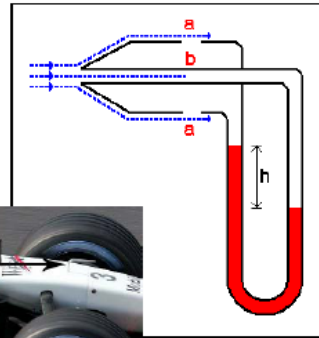


Pitot Prandtl Telescópico  
s = 1

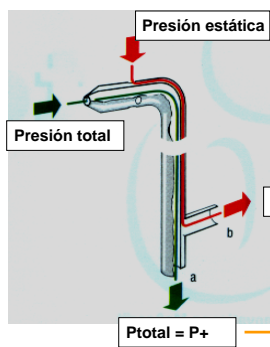


2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

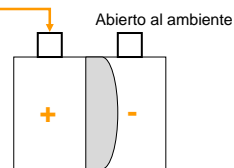
$$V = s \sqrt{\frac{2 \times P_{\text{dinámica}} \text{ (Pa)}}{\text{densidad} \text{ (kg/m}^3\text{)}}$$



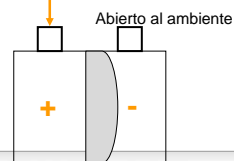
2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?



**Cálculo de la presión total**



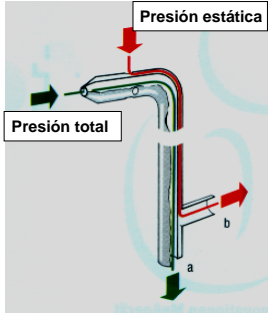
**Cálculo de la presión estática**



En ambos casos, el valor visualizado de presión es positivo

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

**Medida de velocidad y caudal en sistemas de Extracción/Impulsión**



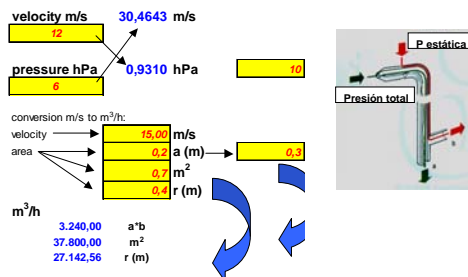
- > Precisión:
  - > depende de la precisión en la medida de presión
  - > aumenta cuando aumenta la velocidad
- > Compensación de la densidad (Kg/m<sup>3</sup>)
- > Posicionar correctamente el pitot encarado al flujo de aire
- > Tubo de pitot curvo (factor de pitot (s)=1)  
Tubo de pitot recto (factor de pitot (s)=0.67)
- > Cálculo:

$$P_{\text{dinámica (Pa)}} = P_{\text{total}} - P_{\text{estática}}$$

$$V = s \sqrt{\frac{2 \times P_{\text{dinámica (Pa)}}}{\text{densidad (kg/m}^3\text{)}}}$$

¿ Cómo escoger el sensor de presión más adecuado ?

Característica	Velocidad
Velocidad	unidireccional
0 a 100 Pa	0...12 m/s
0 a 10 hPa	0...39 m/s
0 a 100 hPa	0...120 m/s
0 a 2 hPa	0...17,5 m/s
0 a 20 hPa	0...55 m/s
0 a 200 hPa	0...100 m/s
Utilidad	Pitot curvo (S=1) o recto (S=0,67) Resisten temperaturas de 1000 °C
Influencia	De la densidad del aire = f (P, T°, %Hr) V <sub>real</sub> =S x raíz (2 x AP / densidad)

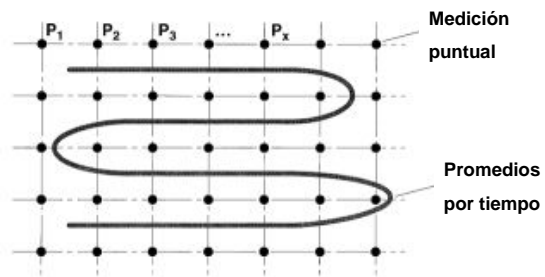
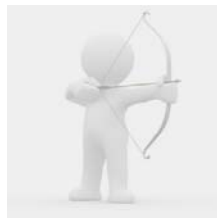


**APLICACIÓN**  
 Medición a velocidades muy elevadas  
 Medición a Temperaturas superiores a 140°C  
 Chimeneas y salida de ventiladores

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

**Medida de velocidad y caudal en sistemas de Extracción/Impulsión**

**MEDICIÓN POR TIEMPO O POR PUNTOS**



2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

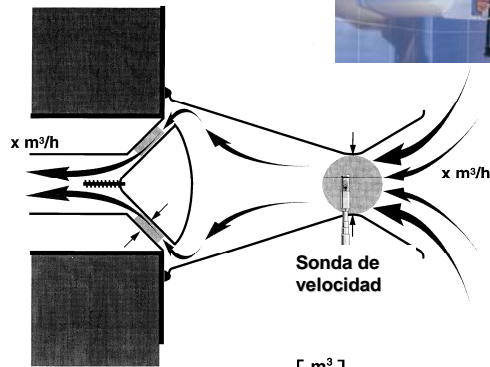


**Medida en Conductos con aspiración**

**Medida con cono de caudal**



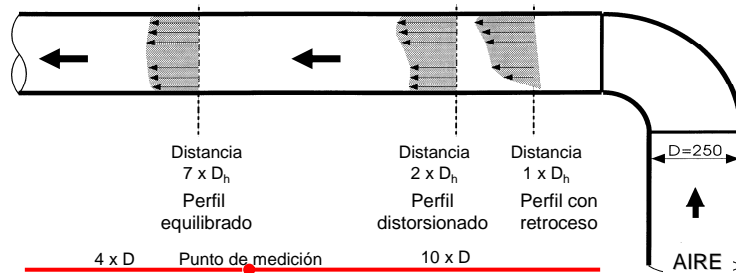
**Caudal de entrada de aire**



$$v \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right] = x \left[ \text{m/s} \right] \cdot 20$$

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

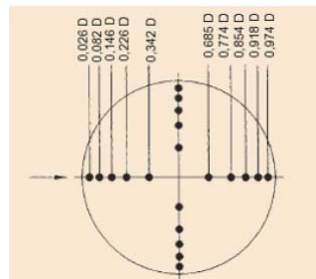
**Medición de la velocidad en conductos circulares y rectangulares**



2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

**Medición de la velocidad en conductos circulares y rectangulares**

Para los **conductos circulares** se aconseja un número de **medidas entre 6 y 20** en dos diámetros perpendiculares dependiendo del tamaño del conducto y de la exactitud requerida (para conductos de diámetro **inferior a 15 cm** son suficientes **6 lecturas**). Los puntos de medida corresponden a coronas circulares de igual área dentro de la sección recta.



Según NTP 668: Medición del caudal en sistemas de extracción localizada

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

**Medición de la velocidad en conductos circulares y rectangulares**

En **conductos rectangulares** se divide la sección en rectángulos de igual área y se mide la velocidad en el centro de cada uno de ellos. La distancia entre puntos debe ser como **máximo de 15 cm**.

En el caso de no requerir una elevada exactitud de la velocidad media en conducto, es decir, cuando se trate de una comprobación rutinaria, y teniendo en cuenta que el régimen es turbulento, puede utilizarse la siguiente aproximación a partir de una sola medida en el centro del conducto:



$$v = 0.85 * v_{\text{centro}}$$

Según NTP 668: Medición del caudal en sistemas de extracción localizada

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

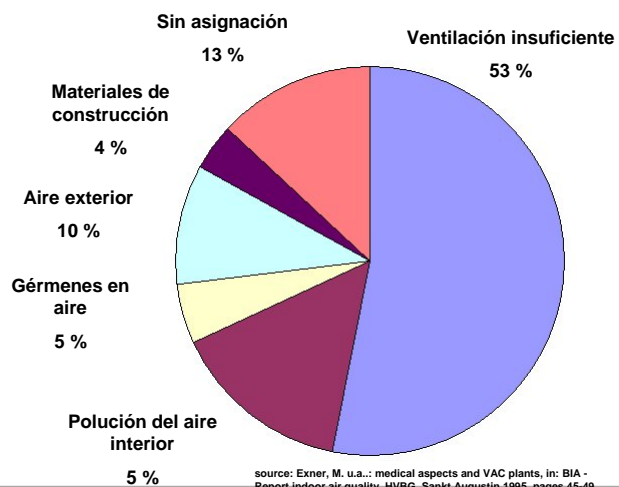
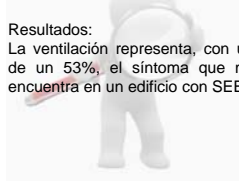
**PARTE II.- INSTRUCCIONES TÉCNICAS – I.T 1 DISEÑO Y DIMENSIONADO**

**Síndrome del Edificio Enfermo**

Definición:  
Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) = disorder of health conditions and illness of human beings because of indoor air problems.

El diagrama muestra el resultado del examen realizado sobre edificios que denotan padecer el Síndrome del Edificio Enfermo

Resultados:  
La ventilación representa, con un más de un 53%, el síntoma que más se encuentra en un edificio con SEE



source: Exner, M. u.a.: medical aspects and VAC plants, in: BIA - Report indoor air quality, HVBG, Sankt Augustin 1995, pages 45-49

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

**EXIGENCIA DE CALIDAD DE AIRE INTERIOR**

**2. Método directo por Concentración de CO<sub>2</sub>**

Para locales con elevada actividad metabólica, en los que no está permitido fumar (salas de fiestas, locales para el deporte y actividades físicas).

La tabla indica el valor de la concentración de CO<sub>2</sub> sobre el nivel de concentración en el aire exterior.

CATEGORIA	ppm*
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1200



CATEGORIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IDA)	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
IDA 1	Aire óptima calidad	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
IDA 2	Aire de buena calidad	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	Aire de calidad media	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	Aire de calidad baja	

2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?

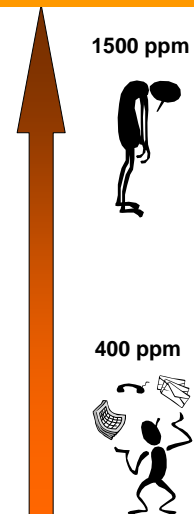
**RITE PARTE II.- INSTRUCCIONES TÉCNICAS – I.T 1 DISEÑO Y DIMENSIONADO**

¿Quejas relacionadas con la Calidad del aire interior?



Cuando en una habitación cerrada hay mucha gente no es suficiente el suministro de aire fresco.

- ⇒ aumenta la concentración de CO<sub>2</sub>
- ⇒ disminuye la calidad del aire interior
- ⇒ disminuye la capacidad de concentración
- ⇒ aumentan las quejas

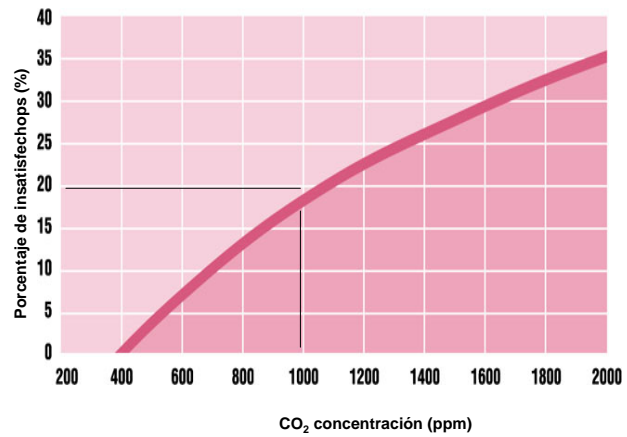



2. ¿Cómo medir caudal de renovación de aire con su testo 435?



### Conexión entre la concentración de CO<sub>2</sub> Y la calidad del aire

La curva muestra el porcentaje de personas insatisfechas con la calidad del aire interior a ciertos niveles de CO<sub>2</sub>.



We measure it. 

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Mida la eficiencia energética de las paredes



[mjunca@testo.es](mailto:mjunca@testo.es)

93 753 95 20