

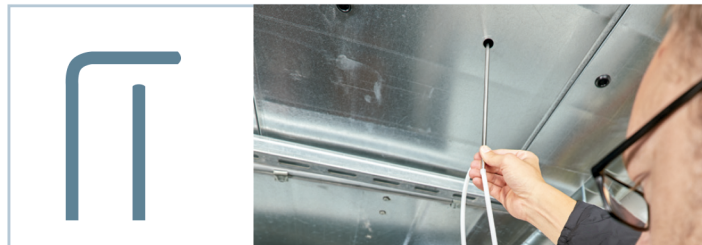


# Consejos y trucos para la medición de caudal en conductos.

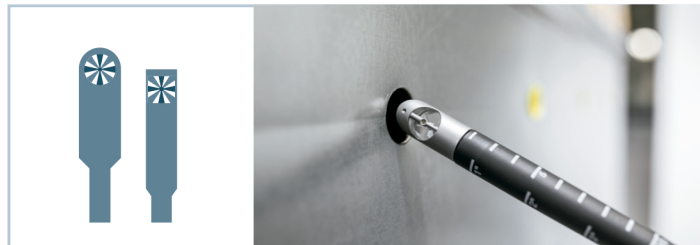
- Las sondas más importantes para cualquier aplicación
- Ejecución correcta de las mediciones según la normativa UNE-EN12599
- Detección y prevención de errores de medición

## La sonda perfecta para su aplicación

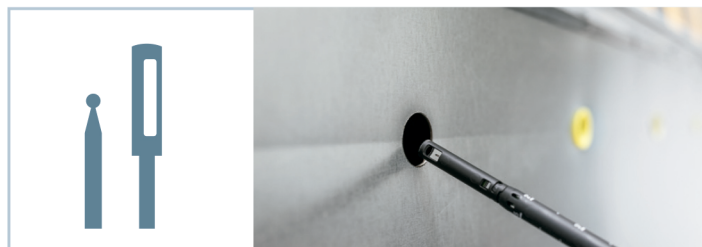
Para altas velocidades de aire desde **20 m/s** y/o medición de flujos de aire altamente sucios con una gran proporción de partículas: tubos Pitot



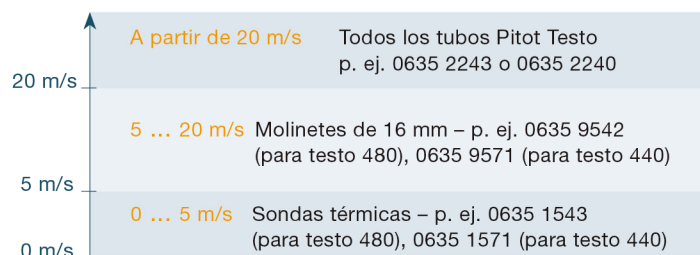
Para velocidades de aire medias entre **5 m/s y 20 m/s**: sondas de molinete con el diámetro más pequeño posible



Para velocidades de aire bajas hasta **5 m/s**: sondas térmicas



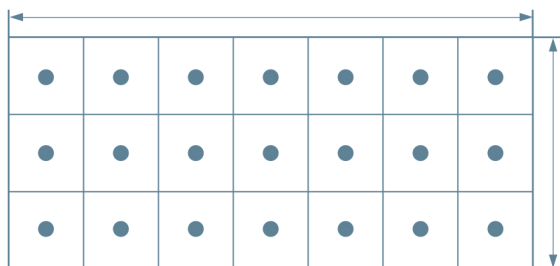
La recomendación Testo para cualquier rango de velocidad:



## Medición de conformidad según UNE-EN 12599

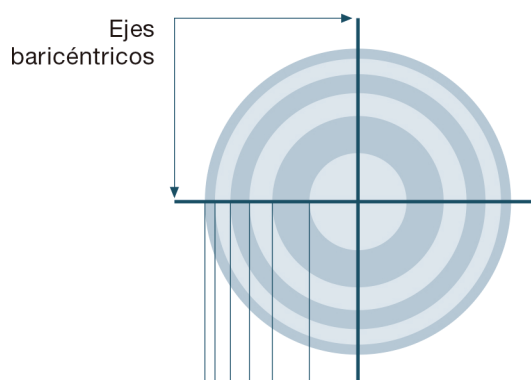
### Método habitual para medición en secciones transversales rectangulares

Para ello se divide primero el campo de velocidad entre la sección transversal rectangular del conducto en superficies de medición del mismo tamaño. En el centro se encuentra el punto de medición respectivo. En un perfil laminar de velocidad se obtiene un resultado representativo incluso con pocos puntos de medición. Sin embargo, en caso de que se detecten grandes diferencias en la velocidad de flujo mediante la sección, se debe aumentar el número de puntos de medición.



### Método del eje baricéntrico para mediciones en secciones circulares

Aquí se divide la sección circular del canal en anillos redondos de la misma superficie teniendo el lugar de medición en el eje baricéntrico de dicho anillo. La evaluación de la medición se lleva a cabo a través de la generación aritmética del valor medio de los distintos valores medidos.



A partir de los valores de velocidad individuales medidos se calcula la velocidad de flujo media y, a partir de esta, el caudal volumétrico.

$$\dot{V} = A \cdot \bar{v} \cdot 3600$$

$\dot{V}$  = Caudal volumétrico en m<sup>3</sup>/h  
 $v$  = velocidad del aire media en m/s  
 $A$  = Sección de flujo en m<sup>2</sup>

**Ejemplo:** Con una sección  $A$  de 0,5 m<sup>2</sup> y una velocidad media medida de 4 m/s se obtiene un caudal volumétrico de 7200 m<sup>3</sup>/h



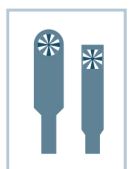
# Detección y prevención de errores de medición

## Imcertidumbre en la medición



Las sondas de velocidad térmicas tienen un error fundamental de  $\pm(2 \dots 5 \text{ cm/s})$ , al que se le agrega un error de sensibilidad de 2,5 ... 5 % del valor medido.

La incertidumbre de medición aumenta con una velocidad del aire creciente. Por esta razón, estas sondas son ideales para la medición de velocidades del aire bajas hasta 5 m/s.



Los molinetes tienen un error fundamental de aprox.  $\pm(0,1 \dots 0,2 \text{ m/s})$  y un error de sensibilidad de 1 ... 2 % del valor medido.

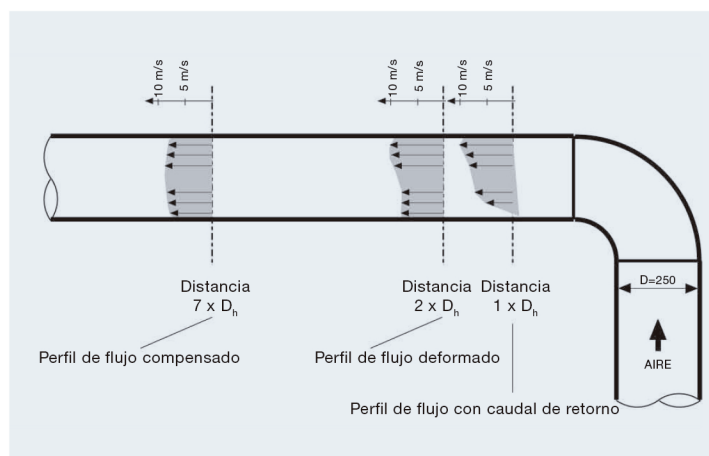
Rango de aplicación óptimo: velocidades del aire por encima de 5 m/s.



En tubos Pitot el error de medición se reduce notablemente cuando la velocidad del aire aumenta. Por esta razón son ideales para velocidades del aire altas.

## Influencia por fuentes de interferencias

Debe respetarse una distancia a las fuentes de interferencias situadas hacia arriba en la corriente de mínimo seis veces el diámetro hidráulico  $D_h = 4A/U$  (A: sección del conducto; U: perímetro del conducto). Es suficiente una distancia a las fuentes de interferencias situadas hacia abajo en la corriente de  $2 \times D_h$ .



Disminución de la irregularidad del perfil de flujo con una distancia creciente de la fuente de interferencia. Los perfiles horizontales de velocidad se han medido con un tubo Pitot Prandtl.

## Bloqueo de la sección del flujo a través de la sonda de medición

La sonda de molinete ideal para mediciones en grandes secciones del conducto es una sonda de velocidad/ temperatura con  $\varnothing 16 \text{ mm}$  (p.ej. el Set Pro testo 440 con sonda de molinete de 16 mm). Para mediciones en secciones pequeñas del conducto, la influencia de la sección del molinete sobre la exactitud de la medición aumenta con una sección del conducto decreciente. Como consecuencia se miden velocidades altas.



El testo 480 le ayuda a ajustar las instalaciones HVAC en cumplimiento con la norma UNE-EN 12599. Le guía por la medición paso a paso y evita las mediciones incorrectas de manera eficaz.

## Evaluación errónea de los resultados de medición en tubos Pitot

**Consejo: Por debajo de 5 m/s, los tubos Pitot pueden usarse solo de forma condicionada. Aquí se recomienda la medición con sondas térmicas o sondas de molinete.**

En el rango de velocidad medio es importante observar la exactitud del sensor de presión ya que influye considerablemente la medición con tubo Pitot.

### Fórmula básica para calcular la exactitud de la medición con tubo Pitot:

Exactitud de medición con tubo Pitot =  $1/v \cdot 77,38 \cdot \text{error de presión}$

Observar: Exactitud de la medición con tubo Pitot en m/s  
 $v$  = velocidad media en m/s  
 Error de presión en hPa

### Fórmula para calcular la velocidad del aire en m/s

$$v = s \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$$

$\Delta P$  = Presión dinámica en Pa  
 $s$  = Factor de tubo de Pitot = 1,000 para tubos Pitot Prandtl  
 $v$  = velocidad del aire media en m/s  
 $\rho$  = Densidad del aire en kg/m<sup>3</sup> = 1,199 kg/m<sup>3</sup> (a 20 °C, 50 %HR, 1013 hPa)

La velocidad del aire se calcula a partir del factor de tubo Pitot, la presión dinámica (presión diferencial) y la densidad del aire.

Los instrumentos multifunción testo 440 y testo 480, y los manómetros testo 510 y testo 510i convierten la presión del tubo de Pitot automáticamente a la velocidad del aire. El testo 440 y el testo 480 tienen menús para la medición de caudal volumétrico con factor K. La generación puntual del valor medio puede ejecutarse directamente en valores de m/s. Con frecuencia se produce un error común en la medición con tubo Pitot debido al cálculo con una densidad media de 1200 g/m<sup>3</sup>. En la medición de velocidad del aire exterior es posible que la densidad real del aire varíe hasta  $\pm 10\%$  del valor medido indicado anteriormente. De este modo resulta una imprecisión del caudal de hasta  $\pm 5\%$ . Por eso, para las mediciones con tubo Pitot es importante indicar la densidad correcta en el instrumento. Este puede consultarse mediante tablas o calcularse automáticamente mediante los instrumentos según la información sobre la temperatura, la humedad ambiental relativa y la presión absoluta. La condición para ello es el conocimiento de los valores locales de la presión absoluta, la temperatura y la humedad relativa.



#### testo 440 Instrumento de climatización

- La combinación de versatilidad y una gran facilidad de uso:
- menús sencillos para todas las mediciones de climatización
  - sondas inalámbricas para todas las aplicaciones
  - Display a color: configuración, valores medidos y resultados en un solo vistazo



#### testo 480 Instrumento multifunción



#### testo 510 Manómetro diferencial



#### testo 510i Manómetro diferencial para smartphone



3-3433818



Av. Beni, C/ Mururé, 2055.  
Santa Cruz, Bolivia.