



**LP PYRHE 16**

Pirheliómetro



## LP PYRHE 16

### Introducción

El pirheliómetro LP PYRHE 16 (pirheliómetro de primera clase según la clasificación de la norma ISO 9060) mide la radiación solar directa ( $\text{Watt/m}^2$ ). La superficie de recepción debe ser colocada perpendicular a los rayos del sol (a través de un sistema de seguimiento solar o otro). Mediante el uso de diafragmas adecuados, sólo la luz directa llega a la superficie del sensor. De conformidad con las indicaciones de la WMO (Séptima edición de 2008) y de la norma ISO 9060, el pirheliómetro tiene un campo de visión de  $5^\circ$ .

El pirheliómetro se produce en tres versiones:

LP PYRHE 16 PASIVO

LP PYRHE 16 AC ACTIVO con salida en CORRIENTE 4..20 mA

LP PYRHE 16 AV ACTIVO con salida en TENSIÓN 0..1V o 0..5V o 0..10V a seleccionar en el momento del pedido

### Principio de Funcionamiento

El pirheliómetro LP PYRHE 16 se basa en un nuevo sensor pasivo de termopila. El área sensible de la termopila está cubierta con pintura negra que permite que el instrumento no sea selectivo en las diferentes longitudes de onda. El rango espectral del pirheliómetro se determina mediante la transmisión de la ventana de cuarzo que tiene que proteger el sensor contra el polvo y el agua. Un cuarzo especial permite una medición no selectiva entre 250nm-4000nm.

El sensor usado permite de tener un tiempo de respuesta inferior a los requisitos de la norma ISO9060 para la clasificación de los pirheliómetros de primera clase (el tiempo de respuesta es inferior a 9 segundos mientras que la norma requiere un tiempo de respuesta de menos de 20 segundos).

La energía radiante es absorbida por la superficie ennegrecida de la termopila, creando así una diferencia de temperatura entre la unión caliente y el cuerpo del pirheliómetro que, en este caso, sirve como unión fría. La diferencia de temperatura entre la unión caliente y la fría está convertida en una Diferencia de Potencial, gracias al efecto Seebeck.

Para reducir al mínimo las variaciones de sensibilidad en función de la temperatura y ajustarse a las especificaciones requeridas de un pirheliómetro de primera clase, el LP PYRHE 16 está equipado con un circuito pasivo de compensación de la temperatura. El gráfico 1 muestra la variación típica de la sensibilidad a diferentes temperaturas.

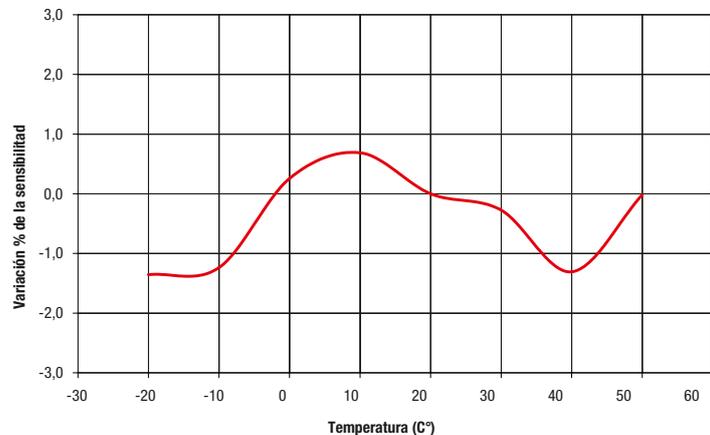


Gráfico 1: Variación en % de la sensibilidad del pirheliómetro LP PYRHE 16 con respecto a la sensibilidad a  $20^\circ\text{C}$  en el rango de temperatura entre  $-20^\circ\text{C}$  y  $50^\circ\text{C}$ .

Las desviaciones se calculan a partir de la sensibilidad medida a  $20^\circ\text{C}$ . El LP PYRHE 16 es un instrumento sellado para evitar la condensación que podría formarse en el domo de cuarzo del instrumento, invalidando así las mediciones realizadas. Por esta razón, hay un cartucho de sales de gel de sílica que seca el aire en el interior del instrumento. El rango de visión angular de acuerdo a las disposiciones de la WMO es de  $5^\circ$  y el ángulo de inclinación es de  $1^\circ$  (Figura 1).

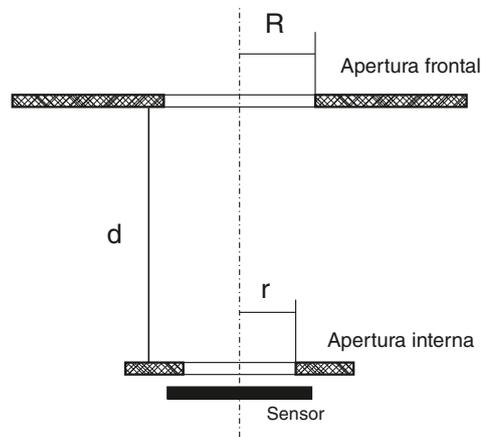


Fig. 1: Rango de visión =  $2 * \arctan (R/d)$   
Ángulo de inclinación =  $\arctan ((R-r)/d)$

Con el fin de minimizar la interferencia de la luz difundida cuando se va a leer el pirheliómetro, se puede insertar el paraluz. Para las mediciones espectrales de la radiación solar directa, útiles para determinar el espesor óptico en la atmósfera, es posible equipar el pirheliómetro LP PYRHE 16 con el conjunto que incluye un paraluz (que permite también el montaje de la rueda portafiltras) y una rueda giratoria del portafiltras. La rueda portafiltras está equipada con los siguientes filtros:

Tipo Filtro	Longitudes de onda de corte [nm]		Coeficiente de transmisión promedio
	Lambda cortas	Lambda largas	
OG 530	526	2900	0.92
RG 630	630	2900	0.92
RG 695	695	2900	0.92

Se puede pedir por separado como accesorio.

El tamaño del pirheliómetro se muestra en la Figura 2:

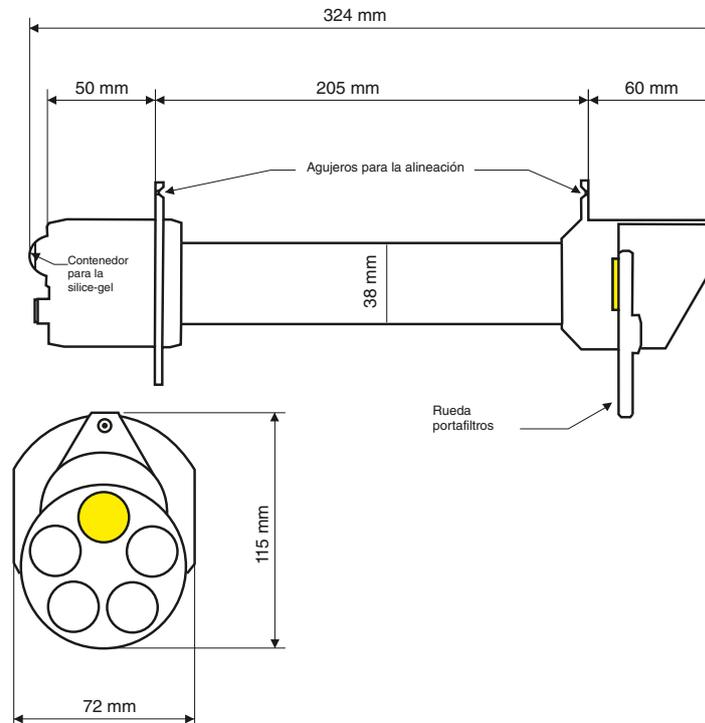


Fig. 2

### Instalación y configuración del pirheliómetro para medir la radiación solar directa:

Antes de la instalación del pirheliómetro, se debe cargar el cartucho que contiene los cristales de sílice-gel. El sílice-gel absorbe la humedad al interior del instrumento, humedad que en particulares condiciones climáticas puede determinar la formación de condensación en la pared interna del domo de cuarzo, que influye así en la medida. Durante la carga de los cristales de sílice-gel, se debe evitar mojarlos o tocarlos con las manos. Las operaciones a realizar en un lugar seco

(por lo que sea posible) son:

- 1 Destornillar el cartucho porta sílice-gel con una moneda;
- 2 Quitar el tapón del cartucho;
- 3 Abrir el sobre (suministrado con el pirheliómetro) que contiene el sílice-gel;
- 4 llenar el cartucho con los cristales de sílice-gel;
- 5 Cerrar el cartucho con su tapón, teniendo en cuenta que el retén de sujeción esté puesto correctamente;
- 6 Atornillar el cartucho al cuerpo del pirheliómetro con una moneda;
- 7 Asegurarse de que el cartucho esté bien atornillado (diversamente, la duración de los cristales de sílice-gel se reduce);
- 8 El pirheliómetro está listo para ser usado.

En la Figura 3 se muestran brevemente las operaciones necesarias para cargar el cartucho con los cristales de sílice gel.

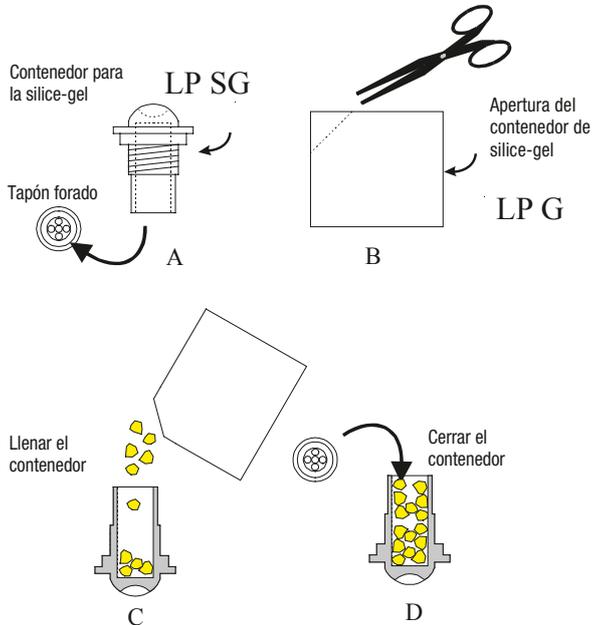


Fig. 3

El LP PYRHE 16 debe ser instalado en una posición fácil por alcanzar para una periódica limpieza del domo de cuarzo y para el mantenimiento. Al mismo tiempo se debe evitar que edificios, árboles u obstáculos de cualquier tipo intercepten la trayectoria del sol durante el día y durante todo el año.

Para el apuntamiento del pirheliómetro, se utiliza los dos agujeros en la brida delantera y trasera del reborde. Para alinear correctamente el instrumento, es suficiente garantizar que los rayos del sol que pasan por el primer agujero (en la brida delantera del pirheliómetro) lleguen en el segundo agujero (en la brida trasera).

**Conexiones eléctricas y requisitos de la electrónica de lectura:**

El LP PYRHE 16 se produce en tres versiones: LP PYRHE 16, LP PYRHE 16 AC y LP PYRHE 16 AV.

- La versión LP PYRHE 16 es **pasiva** y no necesita ninguna alimentación.
- Las versiones LP PYRHE 16 AC, AV son **activas** y necesitan alimentación. La tensión requerida es de: 8-30 VDC para las versiones LP PYRHE 16 AC y LP PYRHE 16 AV con salida 0..1V y 0..5 V. 14-30 VDC para la versión LP PYRHE 16 AV con salida 0..10V.
- Todas las versiones tienen un conector de salida M12 de 4 polos.
- El cable opcional, terminado por un lado con el conector M12 femenino, es en PTFE resistente a los rayos UV y tiene 3 hilos más el blindaje. La correspondencia entre los colores de los cables y los polos del conector es como sigue (Figura 4):



Fig. 4

**LP PYRHE 16**

Conector	Función	Color
4	Blindaje ( $\pm$ )	Negro
1	Positivo (+)	Rojo
2	Negativo (-)	Azul
3	Contenedor ( $\neq$ )	Blanco

**LP PYRHE 16 AC**

Conector	Función	Color
4	Blindaje ( $\pm$ )	Negro
1	Positivo (+)	Rojo
2	Negativo (-)	Azul
3	Contenedor ( $\neq$ )	Blanco

**LP PYRHE 16 AV**

Conector	Función	Color
4	Blindaje ( $\pm$ )	Negro
1	(+) Vout	Rojo
2	(-) Vout y (-) Vcc	Azul
3	(+) Vcc	Blanco

- El LP PYRHE 16 debe ser conectado a un milivoltímetro o a un sistema de adquisición de datos. Usualmente, la señal en salida del pirheliómetro no excede los 20 mV. La resolución aconsejada del instrumento de lectura para poder disfrutar las características del pirheliómetro es de 1  $\mu$ V.

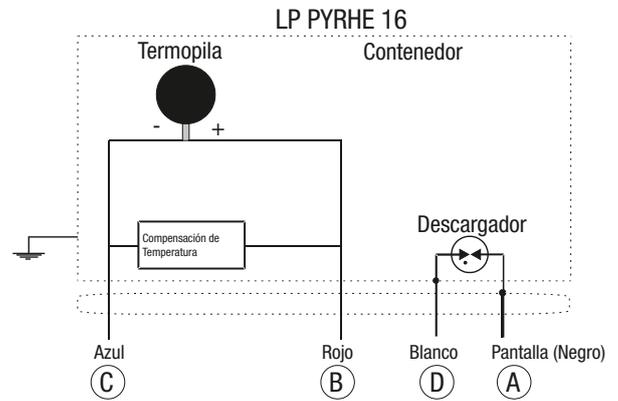


Fig. 5

Un ejemplo de conexión con el sistema de lectura se muestra en la Figura 6.

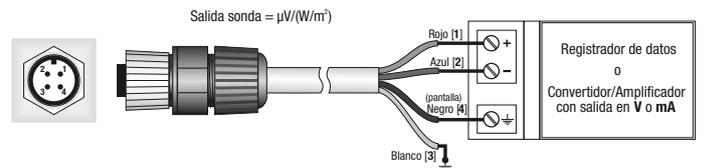


Fig. 6

- El LP PYRHE 16 AC debe ser conectado en conjunto con un alimentador y un multímetro según el diagrama siguiente (Figura 7); la resistencia de carga para la lectura de la señal debe ser  $\leq$  500  $\Omega$ :

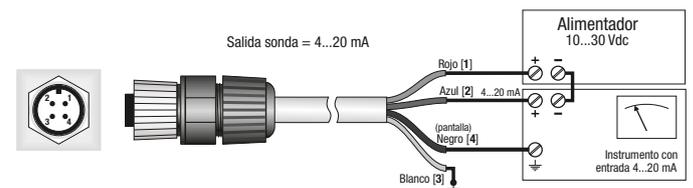


Fig. 7

- El LP PYRHE 16 AV debe ser conectado en conjunto con un alimentador y un multímetro según el diagrama siguiente (Figura 8); la resistencia de carga para la lectura de la señal debe ser  $\leq 100 \text{ k}\Omega$ :

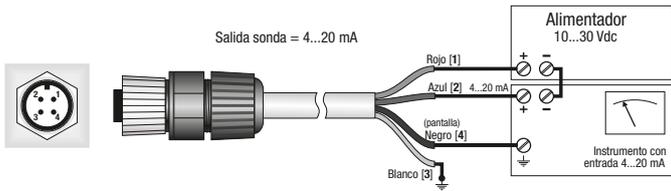


Fig. 8

#### Mantenimiento:

Para garantizar una alta precisión de las medidas, es necesario que el domo de cuarzo esté siempre limpio. Luego, mayor será la frecuencia de limpieza, mejor será la precisión de las medidas. La limpieza puede ser realizada con normales papeles para limpiar los objetivos fotográficos y con agua. Si no es suficiente, usar alcohol etílico puro. Después de la limpieza con el alcohol, es necesario limpiar de nuevo la cúpula sólo con agua.

Debido a las altas diferencias térmicas entre el día y la noche, puede ser que sobre la ventana de entrada se forme condensación. En este caso, la lectura realizada será muy sobrestimada. Para minimizar la formación de condensación, dentro del pirheliómetro hay un cartucho con material absorbente: Silíce-gel. La eficiencia de los cristales de silíce-gel disminuye en el tiempo con la absorción de la humedad. Cuando los cristales de silíce-gel son eficientes, el color es **amarillo**, mientras que cuando pierden su eficiencia el color es **blanco/transparente**. Para remplazarlos, ver las instrucciones. Usualmente la duración del silíce-gel varía de 4 a 12 meses según las condiciones ambientales en las que trabaja el pirheliómetro.

#### Calibración y medidas:

##### LP PYRHE 16

La sensibilidad del pirheliómetro **S** (o factor de calibración) permite de determinar la radiación directa midiendo una señal en Voltios a las extremidades de la termopila. El factor **S** se proporciona en  $\mu\text{V}/(\text{Wm}^{-2})$ . Medida la diferencia de potencial (DDP) a las extremidades de la sonda, la irradiación  $E_e$  se consigue con la fórmula siguiente:

$$E_e = \text{DDP}/S$$

donde:

$E_e$ : es la irradiación expresada  $\text{W}/\text{m}^2$ ,

DDP: es la diferencia de potencial expresada en  $\mu\text{V}$  medida por el multímetro,

S: es el factor de calibración indicado en la etiqueta del pirheliómetro (y en el informe de calibración) en  $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$ .

##### LP PYRHE 16 AC

La sensibilidad del pirheliómetro se ajusta en fábrica para que 4..20 mA corresponda a 0.. 2000  $\text{W}/\text{m}^2$

Para obtener el valor de la irradiación directa una vez que se conoce la corriente ( $I_{\text{out}}$ ) absorbida por el instrumento, se debe aplicar la fórmula siguiente:

$$E_e = 125 \cdot (I_{\text{out}} - 4\text{mA})$$

donde:

$E_e$ : es la irradiación expresada  $\text{W}/\text{m}^2$ ,

$I_{\text{out}}$ : es la corriente en mA absorbida por el instrumento

##### LP PYRHE 16 AV

La sensibilidad del pirheliómetro se ajusta en fábrica para que, de acuerdo a la versión que se selecciona, se tenga:

0..1 V = 0.. 2000  $\text{W}/\text{m}^2$

0..5 V = 0.. 2000  $\text{W}/\text{m}^2$

0..10 V = 0.. 2000  $\text{W}/\text{m}^2$

Para obtener el valor de la irradiación una vez que se conoce la tensión de salida ( $V_{\text{out}}$ ) del instrumento, se debe aplicar la fórmula siguiente:

$$E_e = 2000 \cdot V_{\text{out}} \text{ para la versión } 0 \dots 1 \text{ V}$$

$$E_e = 400 \cdot V_{\text{out}} \text{ para la versión } 0 \dots 5 \text{ V}$$

$$E_e = 200 \cdot V_{\text{out}} \text{ para la versión } 0 \dots 10 \text{ V}$$

donde:

$E_e$ : es la irradiación expresada  $\text{W}/\text{m}^2$ ,

$V_{\text{out}}$ : es la tensión de salida (en Voltios) medida con el Voltímetro



Cada pirheliómetro está calibrado singularmente en fábrica y se distingue por su factor de calibración. Para poder disfrutar las características del LP PYRHE 16, se aconseja comprobar la calibración anualmente.

El equipo usado por el laboratorio de metrología de Photo-Radiometría de Delta Ohm permite la calibración de los pirheliómetros de acuerdo a los requisitos de WMO, y asegura la trazabilidad de las mediciones con las muestras internacionales (WRR).

#### Características técnicas:

Sensibilidad típica:	10 $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$	LP PYRHE 16
	4..20 mA (0-2000 $\text{W}/\text{m}^2$ )	LP PYRHE 16 AC
	0..1,5,10V (0-2000 $\text{W}/\text{m}^2$ )	LP PYRHE 16 AV
Impedancia:	500 $\Omega \pm 1000 \Omega$	
Campo de medición:	0-2000 $\text{W}/\text{m}^2$	
Rango de visión:	$2\pi$ sr	
Campo espectral:	250 nm $\pm$ 4000 nm (50%)	
(transmisión de las cúpulas	280 nm $\pm$ 3800 nm (95%)	
Temperatura de trabajo:	-40 $^{\circ}\text{C} \pm 80 ^{\circ}\text{C}$	
Dimensiones:	figura 1	
Peso:	1,5 Kg	

#### Características técnicas según ISO 9060

1	Tiempo de respuesta: (95%)	< 9 seg.
2	Off-set de cero: respuesta a una variación de la temperatura ambiente de 5K/h:	< $ \pm 3  \text{W}/\text{m}^2$
3a	Inestabilidad a largo plazo: (1 año)	< $ \pm 1  \%$
3b	No linealidad:	< $ \pm 0.5  \%$
3c	Selectividad espectral:	< $ \pm 1  \%$
3d	Respuesta en función: de la temperatura	< $ \pm 2  \%$
3e	Respuesta según el Tilt:	< $ \pm 0.5  \%$

#### Códigos de pedido

**LP PYRHE 16:** Pirheliómetro de primera clase según la norma ISO 9060. Completo con: paraluz, cartucho para los cristales de sílice-gel, 3 recargas, conector volante M12 de 4 poles e informe de calibración.

**LP PYRHE 16 AC:** Pirheliómetro de primera clase según la norma ISO 9060. Completo con: paraluz, cartucho para los cristales de sílice-gel, 3 recargas, conector volante M12 de 4 poles e informe de calibración. Salida de la señal en corriente 4..20 mA.

**LP PYRHE 16 AV:** Pirheliómetro de primera clase según la norma ISO 9060. Completo con: paraluz, cartucho para los cristales de sílice-gel, 3 recargas, conector volante M12 de 4 poles e informe de calibración. Salida de la señal en tensión 0..1Vdc, 0..5Vdc, 0..10Vdc, de seleccionar en el momento del pedido.

**CPM AA 4.5:** Conector volante M12 de 4 poles completo de cable resistente a los UV, L=5 metros.

**CPM AA 4.10:** Conector volante M12 de 4 poles completo de cable resistente a los UV, L=10 metros.

**Kit 16.16:** Kit que se compone de rueda rotativa portafiltros (cinco posiciones) con 3 filtros Shott, OG530, RG630, RG695, paraluz y accesorios para el montaje de la rueda en el pirheliómetro.



Fabricación instrumentos de medida portátil y de sobremesa.  
Transmisores y reguladores en tensión o loop de corriente  
Temperatura - Humedad, Dew point- Presión - CO<sub>2</sub>  
Velocidad del aire - Luz - Radiaciones ópticas - Acústica - Vibración  
pH - Conductividad - Oxígeno disuelto - Turbidez  
Elementos para estaciones meteorológicas - Microclima



LAT N°124 Signatario de los mutuos reconocimientos de acuerdos EA, IAF e ILA  
Temperatura - Humedad - Presión - Velocidad del aire  
Acústica - Fotometría - Radiometría

#### CE CONFORMITY

- **Safety:** EN61000-4-2, EN61010-1 Level 3
- **Electrostatic discharge:** EN61000-4-2 Level 3
- **Electric fast transients:** EN61000-4-4 Level 3, EN61000-4-5 Level 3
- **Voltage variations:** EN61000-4-11
- **Electromagnetic interference susceptibility:** IEC1000-4-3
- **Electromagnetic interference emission:** EN55022 class B

