



**SONDA FOTOMETRICA LP PHOT 02**  
**SONDA RADIOMETRO LP UVA 02 PARA USO AMBIENTAL**

**LP PHOT 02**

La sonda LP PHOT 02 mide la iluminancia (lux) definida como la relación entre el flujo luminoso (lumen) que atraviesa una superficie y el área de la superficie considerada ( $m^2$ ).

La curva de respuesta espectral de una sonda fotométrica es igual a la del ojo humano, conocida como curva fototípica estándar  $V(\lambda)$ . La diferencia de la respuesta espectral entre la sonda LP PHOT 01 y la curva fototípica estándar  $V(\lambda)$  es evaluada mediante el cálculo del error  $f_1$ .

Está proyectada y construida para ser instalada en ambientes externos durante períodos prolongados.

La sonda fotométrica para uso externo es utilizada para la medida de la luz diurna en el campo meteorológico y climatológico.

**Principio de Funcionamiento**

La sonda LP PHOT 02 se basa en un sensor en estado sólido cuya respuesta espectral fue corregida mediante filtros para adaptarla a la respuesta del ojo humano. La curva de respuesta espectral relativa típica se refleja en la figura 1.

La LP PHOT 02 está provista de una cúpula de vidrio transparente con un diámetro externo de 50 mm que tiene como finalidad garantizar una adecuada protección del sensor de los agentes atmosféricos.

La respuesta según la ley del coseno fue obtenida gracias a la particular forma del difusor en PTFE y del contenedor. El desvío entre la respuesta teórica y la medida se reproducen en la figura 2.

La óptima avenencia entre la respuesta del LP PHOT 02 y la ley del coseno permite utilizar el instrumento aun cuando el sol tiene una elevación muy baja.

**Instalación y montaje de la sonda LP PHOT 02 para la medida de la radiación global:**

Antes de la instalación se debe cargar el cartucho que contiene los cristales de silicagel. Este tiene como función absorber la humedad en la pared interna de la cámara de la cúpula, humedad que en condiciones climáticas particulares puede derivar en la formación de condensación alterando la medida. Durante la carga de los cristales de silicagel se debe evitar bañarlo o tocarlo con las manos. Las operaciones a llevar a cabo en un lugar seco (en la medida de lo posible) son:

- 1 desenroscar los tres tornillos que fijan la pantalla blanca
- 2 desenroscar el catucho porta silicagel con una moneda
- 3 remover la tapa perforada del cartucho
- 4 abrir el sobre provisto que contiene el silicagel
- 5 llenar el cartucho con los cristales de silicagel
- 6 cerrar el cartucho con la tapa, asegurándose que el O-ring sea posicionado correctamente
- 7 enroscar el cartucho al cuerpo de la sonda con una moneda
- 8 asegurarse que el cartucho esté bien enroscado (en caso contrario la duración de los cristales de silicagel se reduce)
- 9 posicionar la pantalla y enroscarla
- 10 la sonda fotométrica está lista para ser utilizada

En la figura 3 están brevemente ilustradas las operaciones necesarias para cargar el cartucho con los cristales de silicagel.

- La LP PHOT 02 va instalada en un emplazamiento fácilmente accesible para una limpieza periódica de la cúpula externa y para la manutención de la misma. Al mismo tiempo se debería evitar que construcciones, árboles y obstáculos de cualquier tipo superasen el plano horizontal sobre el cual yace la sonda. En el caso que esto no sea posible se recomienda elegir una posición en la cual los obstáculos presentes en el recorrido del sol, desde el alba hasta el anochecer, sean inferiores a  $5^\circ$ .
- El sensor va ubicado lejos de cada tipo de obstáculo que pueda proyectar el reflejo del sol (o su sombra) sobre la sonda misma.
- Para un preciso emplazamiento horizontal, la sonda LP PHOT 02 está dotado de un nivel para posicionarlo, la regulación se realiza mediante los dos tornillos con abrazadera de registro que permiten variar la inclinación de la sonda. La fijación un piso más arriba puede realizarse utilizando los dos agujeros de 6mm de diámetro a una distancia entre los ejes de 65 mm. Para acceder a los agujeros remover la pantalla y reposicionarla; una vez que el montaje esté concluido, ver la figura 4.
- El soporte LP S1 (figura 5), provisto a pedido como accesorio, permite un montaje fácil de la sonda sobre un palo sostén. El diámetro máximo del palo, al cual el soporte puede ser fijado, es de 50 mm. El instalador debe tener cuidado para que la altura del palo sostén no supere el plano de la sonda, y de esta manera no introdu-

cir errores de medida causados por reflejos y sombras provocadas por el palo. Para fijar la sonda al asta de sostén, quitar la pantalla desenroscando los tres tornillos, fijarla y una vez completa la instalación fijar nuevamente la pantalla blanca.

- Es preferible aislar térmicamente la sonda de su soporte.
- Asegurarse que haya un buen contacto eléctrico hacia la masa.

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

- La sonda LP PHOT 02 no necesita alimentación.
- LP PHOT 02 es provisto en dos versiones:  
con cable de señal de 5 m (LP PHOT 02-5)  
con cable de señal de 10 m (LP PHOT 02-10).
- El cable en PTFE resistente a los UV, es provisto con 2 hilos más la funda (pantalla), el código de los colores es el siguiente:  
negro → funda blindada  
rojo → (+) positivo de la señal generada por el revelador  
azul → (-) negativo de la señal generada por el revelador (en contacto con el contenedor)

El esquema eléctrico se refleja en la figura 6

- La LP PHOT 02 va conectada a un milivólmetro o a un adquisidor de datos con impedancia de ingreso mayor a 100kΩ.

**Manutención:**

Con el fin de garantizar una elevada precisión de las medidas es necesario que la cúpula externa sea mantenida siempre limpia, por lo tanto cuanto mayor sea la frecuencia de limpieza de la cúpula mayor será la precisión de la medida. La limpieza puede ser efectuada con papellitos normales para limpieza de objetivos fotográficos, con agua, y si no fuese suficiente, usar Alcohol ETÍLICO puro. Luego de la limpieza con el alcohol es necesario limpiar nuevamente la cúpula con agua solamente.

A causa de las elevadas oscilaciones térmicas entre el día y la noche es posible que sobre la cúpula de la sonda se forme condensación, en este caso la lectura llevada a cabo es fuertemente sobrestimada. Para minimizar la formación de condensación, al interior del luxmetro está insertado un cartucho apropiado con material absorbente, llamado Silicagel. La eficiencia de cristales de Silicagel disminuye en el tiempo con la absorción de la humedad. Cuando los cristales de silicagel son eficientes **el color es amarillo**, mientras que mano a mano que van perdiendo eficiencia se vuelven de **color azul**, para sustituirlos ver las instrucciones. Generalmente la duración del silicagel varía de 2 a 6 meses según las condiciones ambientales en las cuales opera la sonda.

**Calibración y ejecución de las medidas:**

La sensibilidad la sonda S (o factor de calibración) permite determinar la iluminancia midiendo una señal en Volteos en los extremos de la resistencia que cortocircuita el fotodiodo. **El factor S es dado en mV/klux.**

- Medida la diferencia de potencial (DDP) en los extremos de la resistencia, la iluminancia  $E_e$  se obtiene de la siguiente fórmula:

$$E_e = DDP/S$$

donde;

$E_e$ : es la Iluminancia expresada en klux,

DDP: es la diferencia de potencial expresada en mV medida desde el voltímetro,

S: es el factor de calibración referido en la etiqueta de la sonda (y en el informe de calibración) en mV/klux.

Cada sonda fotométrica es calibrada individualmente en fábrica y tiene su propio factor de calibración. La calibración es llevada a cabo en comparación con el luxmetro muestra poseído por los laboratorios metrologicos Delta Ohm, utilizando como fuente un **iluminante A** de acuerdo a la guía CIE N°69 "Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters: Performance, characteristics and specifications, 1987".

Para poder aprovechar a pleno las características del LP PHOT 02 es aconsejable realizar la verificación de la calibración con frecuencia anual.

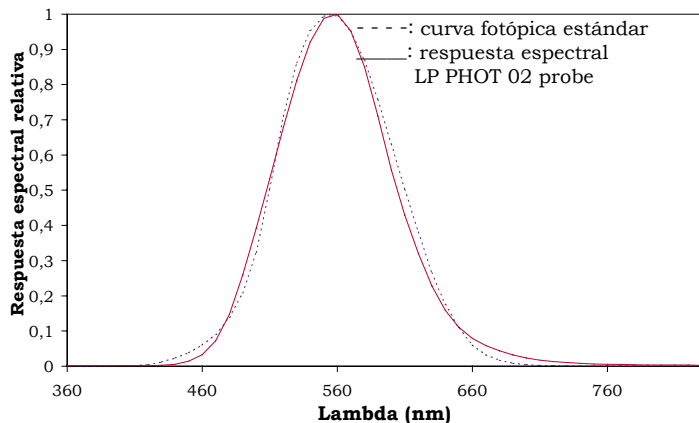


Fig. 1

**Características técnicas:**

Sensibilidad típica:	0.5 ± 2.0 mV/klux
Tiempo de respuesta:	<0.5 seg (95%)
Impedancia:	0.5 ± 1 KΩ
Rango de medida:	0-200 klux
Rango de visión:	2π sr
Rango espectral:	Curva fotópica estándar
Temperatura de trabajo:	-40 °C ÷ 80 °C
Error f <sub>1</sub> :	<9 %
Respuesta según ley del coseno:	< 8 % (entre 0° y 80°)
Inestabilidad a largo término (1 año):	<  ±3  %
No linealidad:	<1 %
Respuesta en función de la temperatura:	< 0.1%/°C
Peso:	0.90 Kg
Dimensiones:	figura 4

**CÓDIGO DE PEDIDO**

**LP PHOT 02-5: Sonda fotométrica** completa de: protección, cartucho para cristales de silicagel, 2 recargas, nivel para posicionarlo.

Cable de conexión 5 m

**LP PHOT 02-10: Sonda fotométrica** completa de: protección, cartucho para los cristales de silicagel, 2 recargas, nivel para posicionarlo.

Cable de conexión 10 m

**LP S1:** Kit compuesto de asta para la fijación de los radiómetros LP PHOT 02 a un soporte cilíndrico, completo de tornillos de posición y tornillos de fijación

**LP SP1:** Pantalla de protección en material plástico UV resistente. LURAN S777K de la BASF

**LP SG:** Cartucho para contener los cristales de silicagel completo de los OR y tapa

**LP G:** Confección de 5 recargas de cristales de silicagel

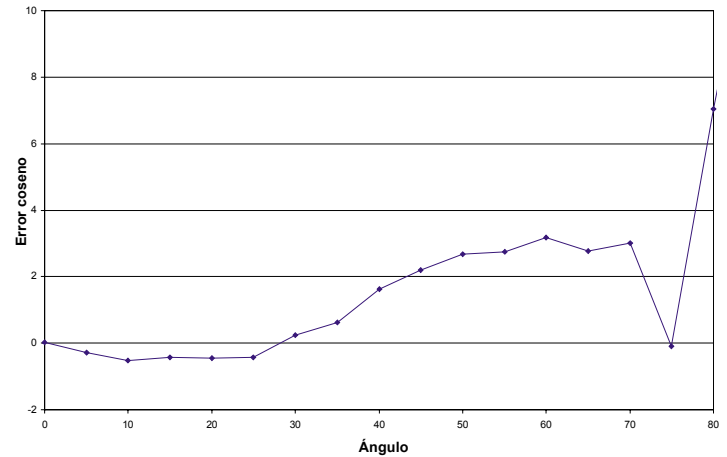


Fig. 2

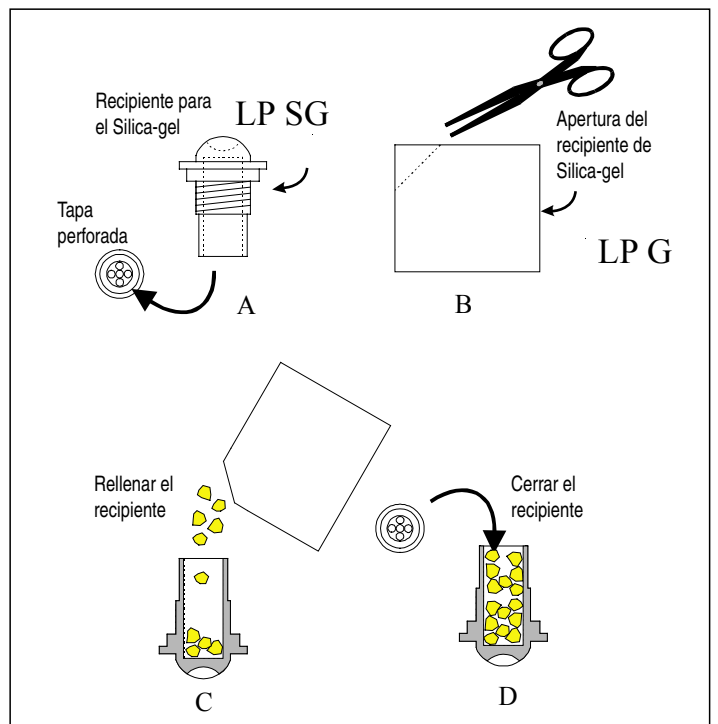


Fig. 3

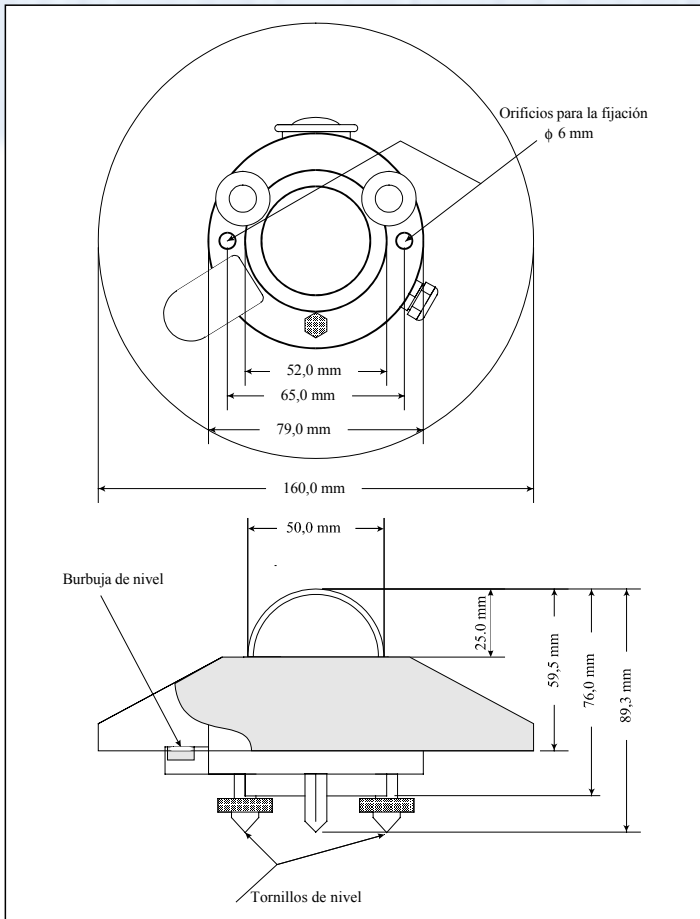


Fig. 4

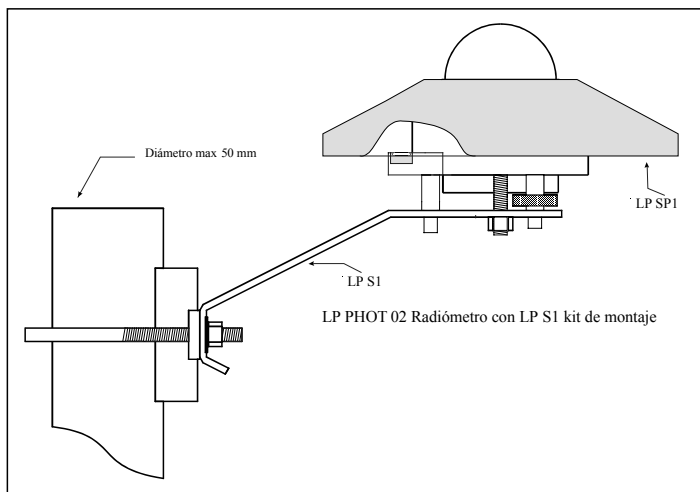


Fig. 5

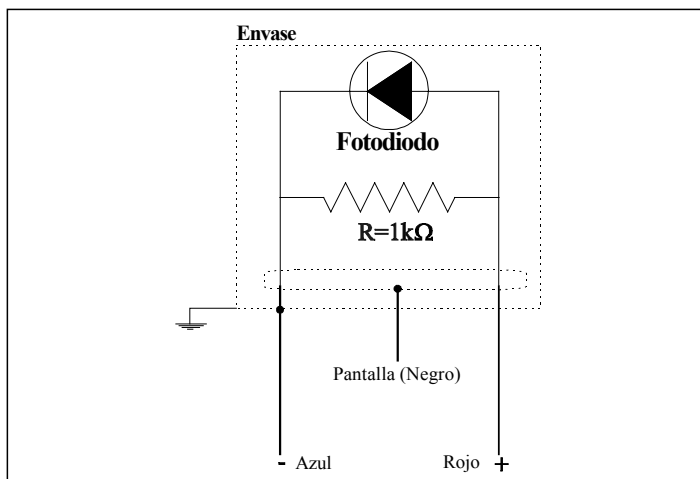


Fig. 6



### LP UVA 02

El radiómetro LP UVA 02, mide la irradiancia global en la región espectral UVA sobre una superficie plana ( $\text{Watt/m}^2$ ). La irradiancia global es la suma de la irradiancia directa producida por el sol y de la irradiancia difusa del cielo. El radiómetro puede ser utilizado además para la monitorización de las emisiones UVA en ambientes internos.

### Principio de Funcionamiento

El radiómetro LP UVA 02 se basa en un sensor en estado sólido cuya respuesta espectral ha sido adaptada a la deseada mediante el uso de filtros adecuados. La curva de respuesta espectral relativa se representa en la figura 1.

El radiómetro LP UVA 02 es provisto con una cúpula de 50 mm de diámetro externo con el fin de garantizar una adecuada protección del sensor de los agentes atmosféricos.

La respuesta según la ley del coseno fue obtenida gracias a la forma particular del difusor en PTFE y del contenedor. La desviación entre la respuesta teórica y la medida se representa en la figura 2.

La óptima avenencia entre la respuesta del LP UVA 02 y la ley del coseno permite utilizar el instrumento aun cuando el sol tiene una elevación muy baja (la componente difusa del UVA aumenta a medida que el sol se aleja del zenit, por lo tanto el error sobre la componente directa debido a la respuesta no perfecta según la ley del coseno deviene insignificante en la medida de la radiación global).

### Instalación y montaje del radiómetro para la medida de la radiación global:

Antes de la instalación del radiómetro se debe cargar el cartucho con los cristales de silicagel. Éstos tienen la función de absorber la humedad en la pared interna de la cámara de la cúpula, humedad que en condiciones climáticas particulares puede llevar a la formación de condensación alterando la medida. Durante la carga de los cristales de silicagel se debe evitar bañarlo o tocarlo con las manos. Las operaciones a llevarse a cabo en un lugar seco, en la medida de lo posible, son:

- 1- desenroscar los tres tornillos que fijan la pantalla blanca
- 2- desenroscar el cartucho porta silicagel con una moneda
- 3- remover la tapa perforada del cartucho
- 4- abrir el sobre (en dotación con el radiómetro) que contiene el silicagel
- 5- rellenar el cartucho con los cristales de silicagel
- 6- cerrar el cartucho con su tapa, asegurándose que el O-ring esté posicionado correctamente
- 7- enroscar el cartucho al cuerpo del radiómetro con una moneda
- 8- asegurarse que el cartucho esté bien enroscado (en caso contrario la duración de los cristales de silicagel se reduce)
- 9- posicionar la pantalla y enroscarla con los tornillos
- 10- el radiómetro está listo para ser utilizado

En la figura 3 son brevemente ilustradas las operaciones necesarias para cargar el cartucho con los cristales de silicagel.

- El radiómetro LP UVA 02 se instala en un emplazamiento fácilmente alcanzable para una periódica limpieza de la cúpula externa y para el mantenimiento de la misma. Al mismo tiempo se debería evitar que construcciones, árboles u obstáculos de cualquier tipo superasen el plano horizontal sobre el cual yace el radiómetro. En el caso que esto no sea posible es recomendable elegir una posición en la cual los obstáculos presentes en el recorrido del sol, desde el alba hasta el atardecer, sean inferiores a  $5^\circ$ .
- El radiómetro debe ser colocado lejos de cada tipo de obstáculo que pueda proyectar el reflejo del sol (o la sombra) sobre el radiómetro mismo.
- Para un preciso posicionamiento horizontal, el radiómetro LP UVA 02 está dotado de nivel de fijación, la regulación se realiza mediante los dos tornillos con abrazadera de registro que permiten variar la inclinación del radiómetro. La fijación un piso más arriba puede realizarse utilizando los dos orificios de 6 mm de diámetro a una distancia de 65 mm entre los ejes de los mismos. Para acceder a los orificios

remover la pantalla y reposicionarla; una vez que el montaje esté concluido, ver la figura 4.

- El soporte LP S1 (figura 5), provisto a pedido como accesorio, permite un fácil montaje del radiómetro sobre un palo sostén. El diámetro máximo del palo al cual el soporte puede ser fijado es de 50 mm. El instalador debe tener cuidado para que la altura del palo sostén no supere el plano del radiómetro, y de esta manera no introducir errores de medida causados por los reflejos y sombras provocados por el palo. Para fijar el radiómetro al asta de sostén, quitar la pantalla, desenroscar los tres tornillos, fijar el radiómetro, y una vez completa la instalación fijar nuevamente la pantalla blanca.
- Es preferible aislar térmicamente el radiómetro de su soporte, asegurándose al mismo tiempo que haya un buen contacto eléctrico hacia la masa.

#### Conexiones Eléctricas y requisitos de la electrónica de lectura:

- El radiómetro LP UVA 02 no necesita alimentación.
- El LP UVA 02 está provisto en dos versiones:  
con cable de señal de 5 m (LP UVA 02-5)  
con cable de señal de 10 m (LP UVA 02-10).
- El cable en PTFE resistente a los UV, está provisto con 2 hilos más la funda (pantalla), el código de los colores es el siguiente:  
negro → funda blindada  
rojo → (+) positivo de la señal generada por el revelador  
azul → (-) negativo de la señal generada por el revelador (en contacto con el contenedor)  
La funda está conectada al contenedor. El esquema eléctrico se reproduce en la figura 6.
- El LP UVA 02 va conectado a un milivólmetro o a un adquirente de datos con impedancia de ingreso mayor a 5MΩ. Generalmente la señal en salida desde el radiómetro no supera los 5-10 mV. La resolución aconsejada del instrumento de lectura, para poder aprovechar a pleno las características del radiómetro, es de 1μV.

#### Manutención:

Con el fin de garantizar una alta precisión de las medidas es necesario que la cúpula externa del radiómetro sea mantenida siempre limpia, por lo tanto cuanto mayor sea la frecuencia de limpieza de la cúpula mejor será la precisión de las medidas. La limpieza puede ser efectuada con papeillos comunes para limpieza de objetivos fotográficos, con agua, y si no fuese suficiente usar Alcohol ETILICO puro. Luego de la limpieza con el alcohol es necesario limpiar nuevamente la cúpula con agua solamente.

A causa de las elevadas oscilaciones térmicas entre el día y la noche es posible que sobre la cúpula del radiómetro se forme condensación, en este caso la lectura llevada a cabo es fuertemente sobrestimada. Para minimizar la formación de condensación, al interior del radiómetro está insertado un cartucho apropiado con material absorbente, el Silicagel. La eficiencia de los cristales de silicagel disminuye en el tiempo con la absorción de la humedad. Cuando los cristales de silicagel son eficientes el color es **amarillo**, mientras que mano a mano que van perdiendo eficiencia se vuelven de color **azul**, para sustituirlos ver las instrucciones. Generalmente la duración del silicagel varía de 2 a 6 meses según las condiciones ambientales en las cuales opera el luxmetro.

#### Calibración y ejecución de las medidas:

La sensibilidad del radiómetro **S** (o factor de calibración) permite determinar la irradiancia midiendo una señal en Volteos en los extremos de la resistencia que cortocircuita el fotodiodo. El factor S está dado en μV/(Wm<sup>-2</sup>).

- Medida la diferencia de potencial (DDP) en los extremos de la resistencia, la irradiancia E<sub>e</sub> se obtiene de la siguiente fórmula:

$$E_e = DDP/S$$

donde;

**E<sub>e</sub>**: es la irradiancia expresada en W/m<sup>2</sup>,

**DDP**: es la diferencia de potencial expresada en μV medida desde el multímetro,

**S**: es el factor de calibración referido en la etiqueta del radiómetro (y sobre el informe de calibración) en μV/(W/m<sup>2</sup>).

Cada radiómetro es calibrado individualmente en fábrica y tiene su propio factor de calibración. La calibración es llevada a cabo según el procedimiento DHLF-E-59 para la calibración de los radiómetros UVA. Tal procedimiento es actualmente empleado en el Centro de Calibración SIT N° 124, con lo cual el Centro está acreditado para emitir certificados SIT (SIT es el organismo de acreditación Italiano que adhiere al Acuerdo multilateral de mutuo reconocimiento EA).

La calibración se lleva a cabo utilizando la raya de emisión a 365 nm de una lámpara a Xe-Hg, oportunamente filtrada la medida es realizada por comparación con la muestra de primera línea poseída por el laboratorio metrológico DeltaOhm.

Para poder aprovechar a pleno las características del LP UVA 02 es aconsejable realizar la verificación de la calibración con frecuencia anual.

**N.B. por el momento no existe un estándar internacional para la calibración de radiómetros de este tipo, por lo tanto el valor del coeficiente de calibración tiene sentido si es especificado además el método con el cual tal valor fue**

obtenido. Por lo tanto el usuario debe tener en cuenta que el mismo radiómetro calibrado con procedimientos diferentes puede tener factores de sensibilidad diferentes, tal como se reproduce en el artículo "Source of Error in UV Radiation Measurements", T. C. Larason, C. L. Cromer apparo sul "Journal of Reaserch of the National Institute of Standards and Technology" Vol. 106, Num. 4, 2001. (El artículo está disponible gratuitamente en el sitio WEB del NIST en la siguiente dirección: <http://www.nist.gov/jers>).

#### Características técnicas:

Sensibilidad típica:	150 ± 350 μV/(W/m <sup>2</sup> )
Tiempo de respuesta:	< 0.5 seg (95%)
Impedancia:	5 ± 7.5 KΩ
Rango de medida:	0-1000 W/m <sup>2</sup>
Rango de visión:	2π sr
Rango espectral:	327 nm ± 384 nm (1/2) 312 nm ± 393 nm (1/10) 305 nm ± 400 nm (1/100)
Temperatura de trabajo:	-40 °C ± 80 °C
Respuesta según ley del coseno:	< 8 % (entre 0° y 80°)
Inestabilidad a largo plazo (1 año):	<   ±3   %
No linealidad:	< 1 %
Respuesta en función de la temperatura:	< 0.1%/°C
Dimensiones:	figura 4
Peso:	0.90 Kg

#### CODIGO DE PEDIDO

**LP UVA 02-5:** Radiómetro completo con: protección, cartucho para los cristales de silicagel, 2 recargas, nivel para posicionarlo e Informe de Calibración. Cable de conexión 5 m

**LP UVA 02-10:** Radiómetro completo con: protección, cartucho para los cristales de silicagel, 2 recargas, nivel para posicionarlo e Informe de Calibración. Cable de conexión 10 m

**LP S1:** Kit compuesto de asta de fijación de los radiómetros LP UVA 02 a un soporte cilíndrico, completo con tornillos de posición y tornillos de fijación

**LP SP1:** Pantalla de protección en material plástico UV resistente. LURAN S777K de la BASF

**LP SG:** Cartucho para contener los cristales de silicagel completo con OR y tapa

**LP G:** Confección de 5 recargas de cristales de silicagel

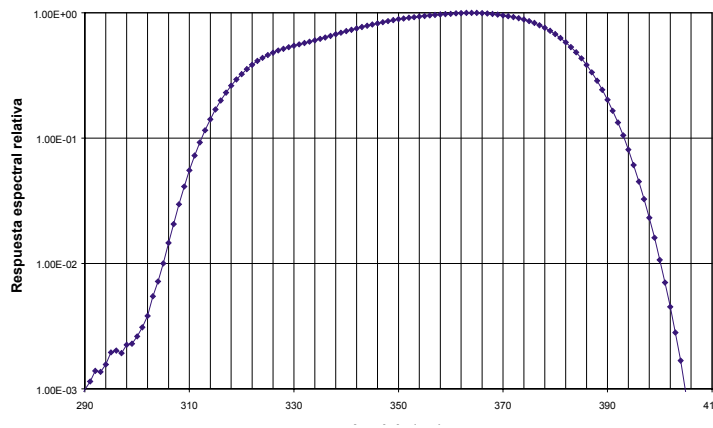


Fig. 7

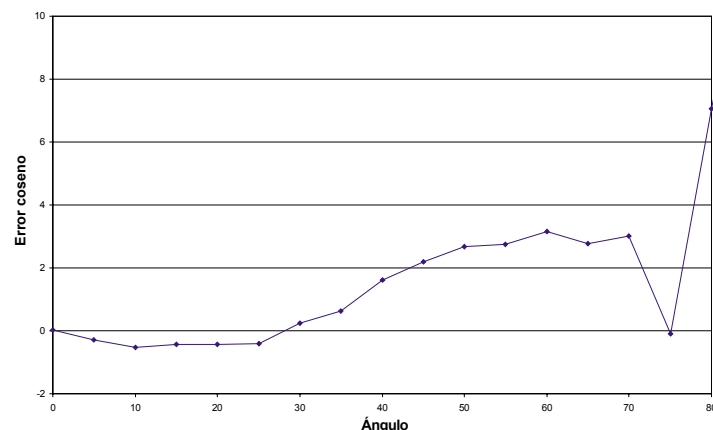


Fig. 8