



SONDA FOTOMETRICA PER IMPIEGHI AMBIENTALI
PHOTOMETRIC PROBE FOR ENVIRONMENTAL USE
SONDE PHOTOMÉTRIQUE POUR APPLICATIONS DU MILIEU
FOTOMETRISCHE SONDE FÜR DEN EINSATZ IN DER UMWELTMESSTECHNIK
SONDA FOTOMÉTRICA PARA USOS AMBIENTALES

LP PHOT 02



La sonda LP PHOT 02 misura l'illuminamento (lux) definito come il rapporto tra il flusso luminoso (lumen) che attraversa una superficie e l'area della superficie considerata (m^2).

La curva di risposta spettrale di una sonda fotometrica è uguale a quella dell'occhio umano, nota come curva fototipica standard $V(\lambda)$. La differenza della risposta spettrale fra sonda LP PHOT 01 dalla curva fototipica standard $V(\lambda)$ è valutata attraverso il calcolo dell'errore f_1 .

È progettata e costruita per l'installazione all'esterno per lunghi periodi.

La misura fotometrica per uso esterno viene utilizzato per la misura della luce diurna in campo meteorologico e climatologico.

Principio di Funzionamento

La sonda LP PHOT 02 si basa su un sensore a stato solido la cui risposta spettrale è stata corretta mediante filtri per adattarla alla risposta dell'occhio umano. La curva di risposta spettrale relativa tipica è riportata nella figura 1.

La LP PHOT 02 è provvista di una cupola in vetro trasparente con diametro esterno di 50 mm al fine di garantire una adeguata protezione del sensore agli agenti atmosferici.

La risposta secondo la legge del coseno è stata ottenuta grazie alla particolare forma del diffusore in PTFE e del contenitore. Lo scostamento tra risposta teorica e quella misurata è riportato nella figura 2.

L'ottimo accordo tra la risposta dell'LP PHOT 02 e la legge del coseno permette di utilizzare lo strumento anche quando il sole ha un'elevazione molto bassa.

Installazione e montaggio della sonda LP PHOT 02 per la misura della radiazione globale:

Prima dell'installazione si deve caricare la cartuccia che contiene i cristalli di silice-gel. Il silice gel ha la funzione di assorbire l'umidità nella camera della cupola, umidità che in particolari condizioni climatiche può portare alla formazione di condensa sulla parete interna della cupola alterando la misura. Durante il caricamento dei cristalli di silice-gel si deve evitare di bagnarlo o toccarlo con le mani. Le operazioni da eseguire in un luogo secco (per quanto possibile) sono:

- 1 svitare le tre viti che fissano lo schermo bianco
- 2 svitare la cartuccia porta silice-gel con una moneta
- 3 rimuovere il tappo forato della cartuccia
- 4 aprire la busta (in dotazione) che contiene il silice-gel
- 5 riempire la cartuccia con i cristalli di silice-gel
- 6 richiudere la cartuccia con il suo tappo, assicurandosi che l'O-ring di tenuta sia posizionato correttamente
- 7 avvitare la cartuccia al corpo della sonda con una moneta
- 8 assicurarsi che la cartuccia sia ben avvitata (in caso contrario la durata dei cristalli di silice-gel si riduce)
- 9 posizionare lo schermo e avvitare con le viti
- 10 la sonda fotometrica è pronta per essere utilizzata

Nella figura 3 sono brevemente illustrate le operazioni necessarie al caricamento della cartuccia con i cristalli di silice-gel.

- La LP PHOT 02 va installato in una postazione facilmente raggiungibile per una periodica pulizia della cupola esterna e per la manutenzione. Allo stesso tempo si dovrebbe evitare che costruzioni, alberi od ostacoli di qualsiasi tipo superino il piano orizzontale su cui giace la sonda. Nel caso questo non sia possibile è raccomandabile scegliere una posizione in cui gli ostacoli presenti sul percorso del sole dall'alba al tramonto siano inferiori a 5° .
- La sonda va posta lontano da ogni tipo di ostacolo che possa proiettare il riflesso del sole (o la sua ombra) sulla sonda stessa.
- Per un accurato posizionamento orizzontale, la sonda LP PHOT 02 è dotata di livella a bolla, la regolazione avviene mediante le due viti con ghiera di registrazione che permettono di variare l'inclinazione. Il fissaggio su di un piano può essere eseguito utilizzando i due fori di diametro 6mm ed interasse di 65 mm. Per accedere ai fori rimuovere lo schermo e riposizionarlo a montaggio ultimato, si veda la figura 4.
- Il supporto LP S1 (figura 5), fornito a richiesta come accessorio, permette un facile montaggio della sonda su un palo di sostegno. Il diametro massimo del palo a cui il supporto può essere fissato è di 50 mm. L'installatore deve aver cura affinché l'altezza del palo di sostegno non superi il piano della sonda, per non introdurre errori di misura causati dai riflessi ed ombre provocate dal palo. Per fissare la sonda alla staffa di sostegno togliere lo schermo, svitando le tre viti, fissare la sonda, completata l'installazione fissare nuovamente lo schermo bianco.
- E' preferibile isolare termicamente la sonda dal suo supporto.
- Assicurarsi che ci sia un buon contatto elettrico verso massa.

Connessioni Elettriche e requisiti dell'elettronica di lettura:

- La sonda LP PHOT 02 non necessita di alimentazione.
- LP PHOT 02 è fornito in due versioni:
 - con cavo di segnale da 5 m (LP PHOT 02-5)
 - con cavo di segnale da 10 m (LP PHOT 02-10).
- Il cavo in PTFE resistente agli UV, è provvisto di 2 fili più la calza (schermo), il codice dei colori è il seguente:
 - calza → calza schermo
 - rosso → (+) positivo del segnale generato dal rivelatore
 - blu → (-) negativo del segnale generato dal rivelatore (in contatto con il contenitore)

Lo schema elettrico è riportato nella figura 6:

- LP PHOT 02 va connesso ad un millivolmetro od ad un acquisitore di dati con impedenza di ingresso maggiore di $100k\Omega$.

Manutenzione:

Al fine di garantire un'elevata precisione delle misure è necessario che la cupola esterna sia mantenuta sempre pulita, pertanto maggiore sarà la frequenza di pulizia della cupola maggiore sarà la precisione delle misure. La pulizia può essere eseguita con normali cartine per la pulizia di obiettivi fotografici e con acqua, se non fosse sufficiente usare Alcol ETILICO puro. Dopo la pulizia con l'alcol è necessario pulire nuovamente la cupola con solo acqua.

A causa degli elevati sbalzi termici tra il giorno e la notte è possibile che sulla cupola della sonda si formi della condensa, in questo caso la lettura eseguita è fortemente sovrastimata. Per minimizzare la formazione di condensa, all'interno del luxmetro è inserita un'apposita cartuccia con materiale assorbente: Silice-gel. L'efficienza dei cristalli di Silice-gel diminuisce nel tempo con l'assorbimento di umidità. Quando i cristalli di silice-gel sono efficienti il colore è giallo, mentre man mano che perdono di efficienza il colore diventa blu, per sostituirli vedere le istruzioni.

Tipicamente la durata del silice-gel varia da 2 a 6 mesi a seconda delle condizioni ambientali in cui opera la sonda.

Taratura ed esecuzione delle misure:

La sensibilità della sonda fotometrica S (o fattore di calibrazione) permette di determinare l'illuminamento misurando un segnale in Volt ai capi della resistenza che cortocircuita il fotodiode. Il fattore S è dato in $mV/klux$.

- Misurata la differenza di potenziale (DDP) ai capi della resistenza, l'illuminamento E_e si ottiene dalla seguente formula:

$$E_e = DDP/S$$

dove;

E_e : è l'illuminamento espresso in klux,

DDP: è la differenza di potenziale espressa in mV misurata dal voltmetro,

S: è il fattore di calibrazione riportato sull'etichetta della sonda (e sul rapporto di taratura) in $mV/klux$.

Ogni sonda fotometrica è tarata singolarmente in fabbrica ed è contraddistinta dal proprio fattore di calibrazione. La taratura viene eseguita per confronto con il luxmetro campione in dotazione ai laboratori metrologici Delta Ohm utilizzando come sorgente un illuminante A come previsto dalla guida CIE N°69 "Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters: Performance, characteristics and specifications, 1987".

Per poter sfruttare appieno le caratteristiche dell'LP PHOT 02 è consigliabile eseguire la verifica della taratura con frequenza annuale.

Caratteristiche tecniche:

Sensibilità tipica:	$0,5 \div 2,0 mV/klux$
Tempo di risposta:	$<0,5 sec (95\%)$
Impedenza:	$0,5 \div 1 K\Omega$
Campo di misura:	0-200 klux
Campo di vista:	$2\pi sr$
Campo spettrale:	Curva fototipica standard
Temperatura di lavoro:	$-40^\circ C \div 80^\circ C$
Errore f_1	$<9\%$
Risposta secondo legge del coseno:	$<8\%$ (tra 0° e 80°)
Instabilità a lungo termine (1 anno):	$< \pm 3 \%$
Non linearità:	$<1\%$
Risposta in funzione della temperatura:	$<0,1\%/^\circ C$
Peso:	0.90 Kg
Dimensioni:	figura 4

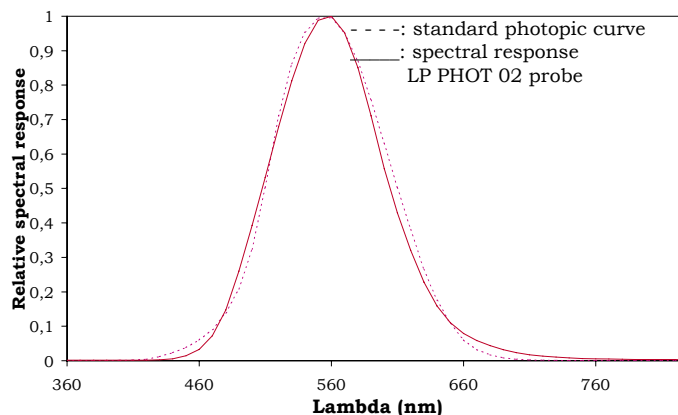


Fig.1 Typical spectral response

LP PHOT 02

GB

LP PHOT 02 probe measures illuminance (lux), defined as the ratio between the luminous flux (lumen) passing through a surface and the surface area (m^2).

The spectral response curve of a photometric probe is similar to the human eye curve, known as standard photopic curve $V(\lambda)$. The difference in spectral response between LP PHOT 01 and the standard photopic curve $V(\lambda)$ is calculated by means of the error f_1 .

It has been designed for long-time outdoor installation. The photometric measurement probe designed for outdoor readings, is basically used for taking weather and climate measurements during daylight.

2 Working principle

LP PHOT 02 probe is based on a solid state sensor, whose spectral response has been corrected by means of filters to adapt it to the response of the human eye. The typical relative spectral response curve is shown in fig.1.

LP PHOT 02 is provided with a 50 mm diameter transparent glass dome, in order to protect the sensor against atmospheric damage.

The cosine corrected response has been obtained through both the PTFE diffuser and case particular shapes. Deviation between the theoretical response and the real one, is shown in fig.2.

The LP PHOT 02 cosine response allows for use even when the sun elevation is low.

Installing and mounting the probe LP PHOT 02 for global radiation measurements:

Before installing the luxmeter, the silica-gel cartridge must be refilled. Silica-gel crystals absorb humidity in the dome chamber and in case of particular climatic conditions, prevent internal condensation forming on the dome inner wall, with a consequent alteration in measurements.

Do not wet or touch the instrument with your hands while refilling the silica-gel cartridge. Carry out the following instructions in a dry environment:

- 1 Loosen the three screws that fix the white shade disk
- 2 Unscrew the silica-gel cartridge using a coin
- 3 Remove the cartridge perforated cap
- 4 Open the silica-gel sachet (supplied with the probe)
- 5 Fill the cartridge with silica-gel crystals
- 6 Close the cartridge with its own cap, and check that the sealing O-Ring is in the right position.
- 7 Screw the cartridge to the probe using a coin
- 8 Make sure the cartridge is tightly screwed (otherwise silica-gel crystal will last for a shorter time)
- 9 Position the shade and tighten it with the screws
- 10 The photometric probe is ready for use

Fig.3 shows the operations needed to refill the cartridge with silica-gel crystals

- To allow cleaning the outer dome regularly and carrying out the instrument maintenance, LP PHOT 02 should be mounted in easily reachable places. At the same time, you should check that no building, tree, or any other obstacle exceeds the horizontal plane where the probe is mounted. In case this is not possible, you should find a place where obstacles do not exceed 5 degrees elevation over the path followed by the sun from rising until sunset.
- The probe should be located far from any obstacle which might reflect sunlight (or any shadow) onto the probe.
- For a correct horizontal placing, LP PHOT 02 is provided with a bubble level; inclination adjustment of the luxmeter is made by means of two leveling screws. Use the two 6mm-diameter screw holes with an interaxial distance of 65 mm, to mount the instrument on a plane. To access the holes, remove the shade disk and reposition it after mounting (see fig. 4).
- LP S1 mounting kit (fig. 5) is supplied upon demand as an accessory, and allows for an easy mounting of the probe on a mast. The mast maximum diameter shall not exceed 50 mm. The operator will check that the mast height does not exceed the probe plane, in order to avoid measurement errors due to any reflection or shadow of the mast itself. To fix the probe to the mounting bracket, remove the shade disk by loosening the three screws, then fix the probe to the bracket and mount the white shade disk again.
- The probe should be thermally isolated from the mounting bracket, and the electrical contact with the ground must be properly made.

Electrical Connections and requirements for electronic readout devices

- LP PHOT 02 probe does not require any power supply.
- Two models of LP PHOT 02 are available:
 - with a 5 m output cable (LP PHOT 02-5)
 - with a 10 m output cable (LP PHOT 02-10).
- LP PHOT 02 is supplied with a PTFE, UV resistant, braided shield and 2 wire cable. The color code is as follows:
 - braid → braided shield
 - red → (+) positive pole of the signal generated by the detector
 - blue → (-) negative pole of the signal generated by the detector (in contact with the housing)

Fig.6 shows the wiring diagram:

- LP PHOT 02 has to be connected to a millivoltmeter or to a data acquisition system with input impedance higher than 100k Ω .

Maintenance:

In order to grant the best precision and accuracy in measurements, the outer dome must be always kept clean; the cleaner you keep the dome, the higher the accuracy in measurements will be. Washing can be made with water and standard lens paper; in case this wouldn't work, use pure ETHIL alcohol. After using alcohol, the dome must be washed with water only. Sudden rise and fall in temperature throughout day and night, might cause condensation to appear on the luxmeter dome; in this case the performed reading is highly overestimated. To reduce condensation, the probe is provided with a cartridge containing desiccant material, such as Silica-gel. Silica-gel efficiency decreases in time while absorbing humidity. Active silica-gel crystals are **yellow colored**, while they turn into **blue** when they gradually loose power. To replace them, see instructions. Silica-gel generally lasts from 2 to 6 months, depending on which climatic conditions you have and where the probe works.

Calibration and measurements:

Photometric probe sensitivity, indicated as S (or calibration factor), allows determining illuminance by measuring a signal in Volts at the probe ends. **S factor is measured in V/klux.**

- Once the difference of potential (DDP) has been measured at sensor ends, E_e illuminance is obtained through the following formula:

$$E_e = DDP/S$$

where;

E_e : indicates Illuminance expressed in klux,

DDP: indicates the potential difference expressed in mV and measured by the voltmeter,

S: indicates the calibration factor expressed in mV/klux and shown on the probe label (calibration factor is also mentioned in the calibration report).

Each photometric probe is factory calibrated and has its own calibration factor. Calibration is carried out by using a standard **illuminant A**, as indicated in CIE publication N° 69 "Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters: Performance, characteristics and specifications, 1987". Calibration is carried out by comparison with a reference luxmeter, assigned to Delta Ohm Metrological Laboratory.

To get the best performances from LP PHOT 02, we strongly recommend to check calibration annually.

Technical specifications:

Typical sensitivity:	0,5 \pm 2,0 mV/klux
Response time:	<0.5 sec (95%)
Impedance:	0.5 \pm 1 K Ω
Measuring range:	0-200 klux
Viewing angle:	2 π sr
Spectral range:	Standard photopic curve
Operating temperature:	-40 $^{\circ}$ C \pm 80 $^{\circ}$ C
Error f_1 :	<9 %
Cosine response/directional error:	< 8 % (between 0 $^{\circ}$ and 80 $^{\circ}$)
Long term instability (1 year):	< \pm 3 %
Non-linearity:	<1 %
Temperature response:	< 0.1%/ $^{\circ}$ C
Weight:	0.90 Kg
Dimensions:	fig. 4



LP PHOT 02

La sonde LP PHOT 02 mesure l'éclairage (lux) défini comme le rapport entre le flux lumineux (lumen) qui traverse une surface et la zone de la surface considérée (m²).



La courbe de réponse spectrale d'une sonde photométrique est semblable à celle de l'œil humain, note comme courbe photo typique standard V(λ). La différence de la réponse spectrale entre la sonde LP PHOT 01 à la courbe photo typique standard V(λ) évaluée grâce au calcul de l'erreur f₁.

Elle est conçue et construite pour l'installation à l'extérieur pour de longues durées. La sonde photométrique pour l'utilisation extérieure est utilisée pour la mesure de la lumière du jour dans le domaine météorologique et climatologique.

2 Principe de Fonctionnement

La sonde LP PHOT 02 se base sur un capteur dur dont la réponse spectrale a été corrigée à l'utilisation des filtres pour l'adapter à la réponse de l'œil humain. La courbe de réponse spectrale typique est illustrée sur le schéma 1.

Le LP PHOT 02 est équipé d'une coupole en verre transparent avec un diamètre extérieur de 50 mm afin de garantir une protection appropriée du senseur contre les agents atmosphériques.

La réponse selon la loi du cosinus a été obtenue grâce à la forme particulière du diffuseur en PTFE et du récipient. L'écart entre la réponse théorique et la réponse mesurée est reporté sur le schéma 2.

L'accord entre la réponse du LP PHOT 02 et la loi du cosinus permet d'utiliser l'instrument également lorsque le soleil à une élévation très basse.

Installation et montage de la sonde LP PHOT 02 pour la mesure de la radiation totale:

Avant l'installation de la sonde il est nécessaire de charger la cartouche qui contient les cristaux de silicagel. Le silicagel a pour but d'absorber la fonction de l'humidité dans la chambre de la coupole, humidité qui dans des conditions particulières climatiques peut former de la buée sur la paroi intérieure de la coupole et changer la mesure. Pendant le chargement des cristaux de silicagel, il est conseillé d'éviter de le mouiller ou de le toucher avec les mains. Les opérations à suivre dans un lieu sec sont:

- 1 Dévisser les trois vis qui fixent l'écran blanc
- 2 Dévisser la cartouche porte silicagel à l'aide d'une monnaie
- 3 Bouger le bouchon troué de la cartouche
- 4 Ouvrir l'enveloppe (qui se trouve avec la sonde) qui contient le silicagel
- 5 Remplir la cartouche avec des cristaux de silicagel
- 6 Refermer la cartouche avec le bouchon approprié, s'assurant que l'O-ring de tenue est correctement positionné.
- 7 Visser la cartouche au corps de la sonde à l'aide d'un pièce de monnaie
- 8 S'assurer que la cartouche est bien vissée (dans le cas contraire la durée des cristaux de silicagel se réduit)
- 9 Positionner l'écran et le visser avec les vis
- 10 La sonde photométrique est prêt pour être utilisée

Sur l'illustration 3 sont illustrées les opérations utiles pour le chargement de la cartouche avec des cristaux de silicagel.

- Le LP PHOT 02 doit être installé dans un lieu facilement accessible pour effectuer un nettoyage périodique de la coupole extérieure et pour la maintenance. De plus il est souhaitable d'éviter que des constructions, des arbres ou n'importe quelle autre entrave, dépassent le plan horizontal, où se trouve la sonde. Dans le cas où cela ne serait pas possible, on conseille de choisir une position où les éléments gênants présents sur le parcours du soleil de l'aube au couchant, soient inférieur à 5°.
- La sonde doit être placée loin de toute entrave, qui puisse projeter le reflet du soleil (ou son ombre) sur la sonde même.
- Pour un réglage parfait du positionnement horizontal, la sonde LP PHOT 02 est pourvue d'une bulle, le réglage se produit par deux vis à molette de réglage, qui permettent de changer l'inclinaison de la sonde. La fixation sur un plan peut être réalisée en employant les deux trous de 6mm de diamètre et de 65 mm d'entraxe. Pour accéder aux trous enlever l'écran et le repositionner à la fin du montage, voir l'illustration 4.
- Le support LP S1 (illustration), fourni sur demande comme accessoire, permet un montage facile de la sonde sur un poteau à support. Le diamètre maximum du poteau, sur lequel peut être fixé le support, est de 50 mm. L'installateur doit contrôler à ce que la hauteur du poteau au support ne dépasse pas le plan de la sonde, afin de ne pas introduire d'erreur de mesure, dues aux reflets et aux ombres du poteau. Afin de fixer la sonde sur l'étrier du support, retirer l'Écran, en dévissant les trois vis, ensuite fixer la sonde, et une fois achevée l'installation, fixer de nouveau l'écran blanc.
- Il est conseillé d'isoler thermiquement la sonde de son support.
- S'assurer d'avoir un bon contact électrique vers la masse.

Connexions Electriques et Conditions de l'Electronique de lecture:

- La sonde LP PHOT 02 n'a pas besoin d'alimentation.
- LP PHOT 02 est fourni en deux modèles:
avec du câble de signal de 5 m (LP PHOT 02-5)
Avec du câble de signal de 10 m (LP PHOT 02-10).
- Le câble en PTFE résiste aux rayons ultraviolets, est pourvu de 2 fils plus la protection (écran), le code des couleurs est le suivant:
blanc → écran blanc
rouge → (+) positif du signal qui provient du détecteur
bleu → (-) négatif du signal qui provient du détecteur

Le schéma électrique est reporté sur l'illustration 6

- LP PHOT 02 doit être branché à un millivoltmètre ou à un acquéreur des données avec une résistance d'entrée maximum de 100kΩ.

Maintenance:

Afin d'assurer une haute précision des mesures, il est nécessaire que la coupole extérieure la sonde soit toujours propre, donc plus grande sera la fréquence de nettoyage de la coupole plus grande sera la précision des mesures. Le nettoyage peut être effectué avec du papier de nettoyage utilisé pour les objectifs photographiques et de l'eau. Si cela n'est pas suffisant, il est alors possible d'employer de l'alcool éthylique pur.

Après avoir nettoyé avec l'alcool il faut nettoyer de nouveau la coupole seulement avec de l'eau. Pour les écarts thermiques très élevés entre le jour et la nuit il est possible que sur les coupoles du radiomètre se forme de la buée. Dans ce cas, la lecture effectuée sera fortement surestimée. Pour minimiser la formation de la buée à l'intérieur du radiomètre on a introduit une cartouche conçue avec du matériel absorbant: le silicagel.

L'efficacité des cristaux de Silicagel réduit avec le temps l'absorption de l'humidité. Lorsque les cristaux de silicagel sont efficaces, leur **couleur est jaune**, dès lors qu'ils perdent peu à peu d'efficacité leur **couleur devient bleu**, pour les remplacer voir instructions. La durée du silicagel change généralement de 2 à 6 mois selon les conditions ambiantes où travaille la sonde.

Calibrage et réalisation des mesures:

La sensibilité de la sonde S (ou facteur d'étalonnage) permet de déterminer l'éclairage en mesurant un signal en Volt aux extrémités de la thermopile.

Le facteur S est donné en mV/klux.

- Une fois mesurée la différence du potentiel (DDP) aux extrémités de la sonde, l'éclairage E_e est obtenu par la formule suivante:

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

où;

E_e: est l'éclairage exprimé en klux,

DDP: est la différence du potentiel exprimée dans mV mesurée par le multimètre,

S: est le facteur de calibrage mentionné sur l'étiquette de la sonde (et sur le rapport d'étalonnage) en mV/klux.

Chaque sonde photométrique est individuellement à l'usine et est caractérisée par son facteur d'étalonnage. Le calibrage est effectué pour comparer l'échantillon du luxmètre donné par les laboratoires métrologiques Delta Ohm et utilisant un **illuminant étaloné A** comme prévu par la guide CIE N°69 "Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters: Performance, characteristics and specifications, 1987".

Pour pouvoir exploiter pleinement des caractéristiques de LP PHOT 02 il est conseillé de suivre le contrôle de calibrage avec une fréquence annuelle.

Caractéristiques techniques:

Sensibilité typique:	0,5 ÷ 2,0 mV/klux
Temps de réponse:	<0.5 sec (95%)
Impédance:	0.5 ÷ 1 KΩ
Champ de mesure:	0-200 klux
Champ de vue:	2π sr
Champ spectral:	Courbe photo typique standard
Température de travail:	-40 °C ÷ 80 °C
Erreur f ₁	<9 %
Réponse selon la loi du cosinus:	< 8 % (entre 0° et 80°)
Instabilité à long terme (1 an):	< ±3 %
Non-linéarité:	<1 %
Réponse en fonction de la température:	< 0.1%/°C
Poids:	0.90 Kg
Dimensions:	ill. 4

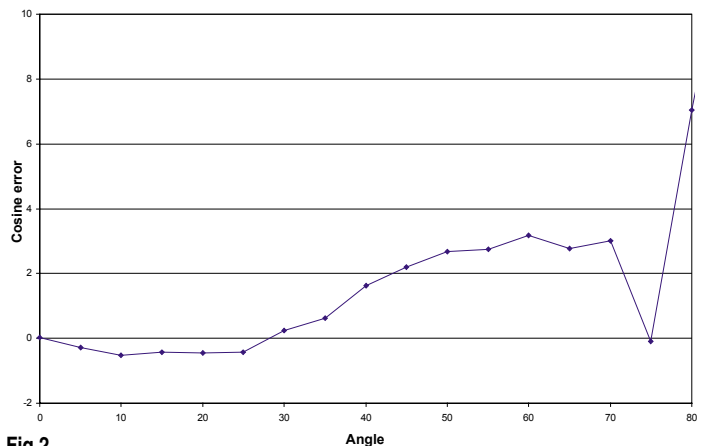


Fig.2

LP PHOT 02



Die Sonde LP PHOT 02 misst die Beleuchtungsstärke (lux), diese wird als Verhältnis zwischen dem Lichtstrom (lumen) der auf eine Oberfläche trifft und der berücksichtigten Oberfläche (m^2) definiert.

Die spektrale Antwortkurve einer fotometrischen Sonde entspricht der des menschlichen Auges und ist als fototypische Standardkurve $V(\lambda)$ bekannt. Der Unterschied zwischen der spektralen Antwort der Sonde LP PHOT 01 zur fototypischen Standardkurve $V(\lambda)$ wird durch die Berechnung des Fehlers f_1 bewertet.

Sie ist für den Aussengebrauch über längere Zeiträume konzipiert.

Die fotometrische Sonde zum Aussengebrauch wird zur Messung des Tageslichtes im meteorologischen und klimatologischen Bereich verwendet.

Funktionsprinzip

Die Sonde LP PHOT 02 basiert auf einem Halbleiterdetektor, dessen spektrale Antwort durch Verwendung geeigneter Filter an die gewünschte angepasst wurde. Die spektrale Antwortkurve ist in Abb. 1 dargestellt.

Die LP PHOT 02 ist mit einer transparenten Glaskuppel des äusseren Durchmessers von 50 mm ausgestattet, diese dient dem Schutz des Sensoren vor Umwelteinflüssen. Die Antwort nach dem Lambertischen Kosinusetz wird dank einer besonderen Streukörper- und Gehäuseform aus PTFE erzielt. Die Abweichung zwischen der theoretischen Antwort und der gemessenen ist in Abb. 2 dargestellt.

Die optimale Übereinstimmung der Antwort der LP PHOT 02 mit dem Lambertischen Kosinusetz gestatten den Gebrauch des Gerätes auch bei sehr niedrigem Sonnenstand.

Installation und Montage der Sonde LP PHOT 02 zur Messung der globalen Strahlung:

Vor der Installation der Sonde muss die Patrone aufgefüllt werden, welche die Silicagelkristalle enthält. Die Silicagelkristalle dienen dazu, die Feuchtigkeit im Inneren der Glaskuppel zu absorbieren, welche unter besonderen klimatischen Bedingungen zu Kondensbildung an der Innenwand der Glaskuppel und somit zu verfälschten Messergebnissen führen kann. Während des Aufladens der Patrone muss darauf geachtet werden, sie nicht mit blossen Händen anzufassen oder mit Wasser in Verbindung zu bringen. Dieser Vorgang sollte, in einem möglichst trockenen Raum, folgendermassen durchgeführt werden:

- 1 Abschrauben der drei Schrauben des weissen Schutzschirmes
- 2 Aufschrauben der Silicagelpatrone mit Hilfe einer Münze
- 3 Entfernen des gelochten Deckels der Patrone
- 4 Öffnen des Silicagel Päckchens (wird mitgeliefert)
- 5 Auffüllen der Patrone mit den Silicagelkristallen
- 6 Wiederaufschrauben des gelochten Deckels der Patrone, dabei auf richtige Positionierung des O-Rings achten
- 7 Wiederaufschrauben der Patrone auf den Körper der Sonde mit einer Münze
- 8 Überprüfen, ob die Patrone gut aufgeschraubt ist (die Lebensdauer der Silicagel-Kristalle könnte sonst stark beeinträchtigt werden)
- 9 Den Schutzschirm positionieren und wieder aufschrauben
- 10 Die fotometrische Sonde ist zum Gebrauch bereit

In Abb. 3 wird der zum Füllen der Patrone mit den Silica-Gel Kristallen notwendige Vorgang kurz illustriert.

- Die LP PHOT 02 sollte in einer zur Reinigung und Wartung leicht zugänglichen Position installiert werden. Gleichzeitig sollte dabei verhindert werden, dass Bäume, Bauwerke oder andere Hindernisse die Ebene überragen, auf welcher die Sonde installiert ist. Falls dies nicht möglich sein sollte, ist es empfehlenswert, eine Position zu wählen, bei welcher diese Hindernisse den Sonnenverlauf vom Sonnenauf- bis Untergang maximal bis zu einem Winkel von 5° (zur Ebene) beeinträchtigen.
- Die Sonde sollte fern von jedem Hindernis installiert werden, welches Sonnenreflexe oder den eigenen Schatten auf diese projizieren könnte.
- Zur korrekten horizontalen Positionierung ist die LP PHOT 02 mit einer Libelle zur waagrechten Ausrichtung ausgestattet; die Justierung erfolgt mittels zweier Schrauben und eines Gewinderinges, welcher die Veränderung der Inklination der Sonde ermöglicht.
- Zur Befestigung auf einer Ebene dienen die beiden vorgebohrten Löcher (Durchmesser 6mm, Abstand 65mm). Um diese beiden Löcher erreichen zu können, muß der Schutzschirm abgeschraubt und nach der Montage erneut positioniert werden (siehe Abb.4).
- Die Halterung LP S1 (siehe Abb.5) wird auf Wunsch als Zubehörteil mitgeliefert und ermöglicht eine leichte Montage der Sonde an einem Mast, dessen maximaler Durchmesser 50mm betragen darf. Der Installateur muß dabei beachten, dass der Mast die Höhe der Sonde nicht überragen sollte, um Messfehler durch Reflexe und Schatten zu vermeiden. Um die Sonde auf der Halterung zu montieren, muß der Schutzschirm durch Lösen der drei Schrauben abgenommen werden und nach Beendigung der Montage erneut befestigt werden.
- Es ist empfehlenswert, die Sonde thermisch von der Halterung zu isolieren und sich dabei gleichzeitig des guten elektrischen Kontaktes zur Masse zu vergewissern.

Elektrische Anschlüsse und Anforderungen an die Auswerte - Elektronik

- Die Sonde LP PHOT 02 benötigt keine aktive Stromversorgung
- LP PHOT 02 ist in zwei Versionen erhältlich:
 - mit 5m langem Kabel (LP PHOT 02-5)
 - mit 10m langem Kabel (LP PHOT 02-10)
- Das geschirmte Dreileiter- PTFE-Kabel ist UV-strahlungsbeständig, der Farbcode

lautet folgendermassen:

Umflechtung → Abschirmung

Rot → (+) Pluspol des Sensorsignals

Blau → (-) Minuspol des Sensorsignals

Die Abschirmung ist mit dem Gehäuse verbunden. Das elektrische Anschlussschema wird in Abb.6 wiedergegeben.

- Das LP PHOT 02 wird entweder an ein Millivoltmeter oder an ein anderes Auswertegerät angeschlossen, dessen Eingangsimpedanz grösser sein sollte als $100k\Omega$.

Wartung

Um eine hohe Genauigkeit der Messungen beizubehalten, ist es notwendig, die Glaskuppel der Sonde so oft als möglich zu säubern. Je öfter dies geschieht, desto grösser wird die Präzision der Messwerte bleiben. Die Reinigung kann mit Wasser und mit weichem Papier zur Reinigung von Foto-Objektiven ausgeführt werden, falls dies nicht ausreichend sein sollte, kann reiner Äthylalkohol verwendet werden. Nach Reinigung mit Äthylalkohol ist eine erneute Reinigung mit reinem Wasser erforderlich.

Aufgrund der grossen Unterschiede zwischen Tages- und Nachttemperaturen ist es möglich, dass sich auf der Glaskuppel der Sonde Kondensat bildet. In diesem Fall werden die gemessenen Werte weit höher sein als die realen Werte.

Um die Kondensbildung weitmöglichst zu vermeiden, befindet sich eigens hierfür im Inneren der Sonde eine Silicagel-Patrone, welche Feuchtigkeit absorbiert. Die Effizienz der Silicagel-Kristalle nimmt im Laufe der Zeit durch Absorbierung der Feuchtigkeit ab.

Der Verlust der Effizienz wird durch ihre Farbveränderung angezeigt: die anfangs **gelbe Farbe** wird im Verlaufe der Zeit **blau**. Zum Austausch der Kieselgelkristalle notwendige Vorgang der Anleitung folgen. Die Wirksamkeitsdauer der Kieselgelkristalle beträgt durchschnittlich 2-6 Monate, diese hängt jedoch stark von den jeweiligen Betriebsbedingungen ab.

Kalibrierung und Durchführung der Messungen:

Die Empfindlichkeit S der Sonde (Eichfaktor) erlaubt es, die Beleuchtungsstärke durch Messung des Spannungssignals an den Enden des Widerstandes bestimmen, welcher die Fotodiode kurzschliesst. **Der Faktor S wird in mV/klux angegeben:**

Nach Bestimmung des Differenzpotenziales (DDP) an den Enden des Widerstandes errechnet sich die Beleuchtungsstärke E_e durch folgende Formel:

$$E_e = DDP/S$$

Dabei gilt folgendes:

E_e : Beleuchtungsstärke in klux

DDP: Vom Voltmeter gemessenes, in mV wiedergegebenes Differenzpotential

S: Eichfaktor, welcher auf dem Etikett der Sonde (und im Eichbericht) in mV/klux angegeben wird

Jede fotometrische Sonde wird einzeln im Werk geeicht und erhält seinen individuellen Eichfaktor. Um die Charakteristiken der LP PHOT 02 optimal auszunutzen, ist es empfehlenswert, die Eichung des Gerätes jährlich zu wiederholen.

Die messtechnische Ausrüstung des foto-radiometrischen Labors der DELTA OHM gestattet die Eichung der Luxmeter unter Verwendung der **Lichtart A**, nach den Empfehlungen und Vorschriften des CIE N°69 "Methods of characterizing illuminance meters and luminance meters: Performance, characteristics and specifications, 1987".

Technische Eigenschaften

Typische Empfindlichkeit	0,5 ÷ 2,0 mV/klux
Ansprechzeit:	<0,5Sek. (95%)
Impedanz:	0,5 Ω ÷ 1K Ω
Messbereich:	0-2000 klux
Raumwinkel:	2 π sr
Spektralbereich:	Fototypische Standardkurve
Betriebstemperatur:	-40°C ÷ 80°C
Fehler f_1	<9%
Antwort nach Lambertischen Kosinusetz	<8% (zwischen 0° und 80°C)
Langzeitstabilität (1 Jahr):	< ±3 %
Nichtlinearität:	<1 %
Temperaturabhängigkeit der Antwort:	<0,1%/°C
Gewicht:	0.90 Kg
Abmessungen:	siehe Abb.4

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. Éste 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

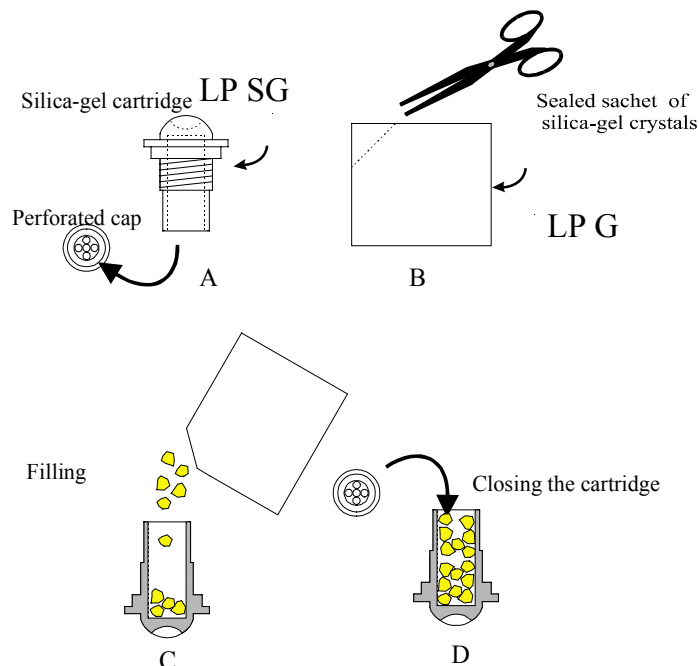


Fig.3

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° .

- 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 introducir 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, asegurándose 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:
 - funda → 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 $100k\Omega$.

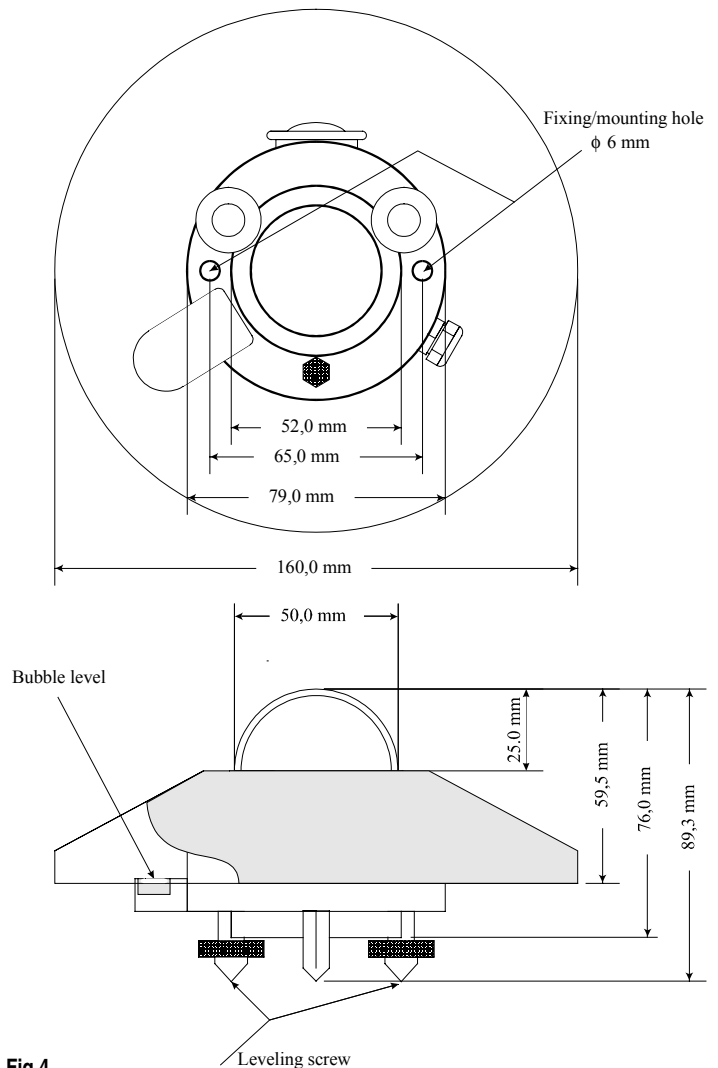


Fig.4

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 metrológicos 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.

Características técnicas:

Sensibilidad típica:	0.5 ± 2.0 mV/klux
Tiempo de respuesta:	<0.5 seg (95%)
Impedancia:	0.5 ± 1 KΩ
Campo de medida:	0-200 klux
Campo de visión:	2π sr
Campo espectral:	Curva fotópica estándar
Temperatura de trabajo:	-40 °C ± 80 °C
Error f ₁ :	<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

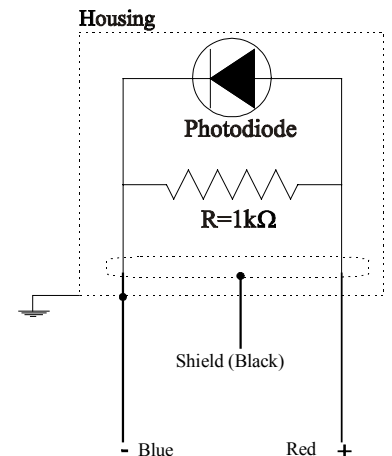
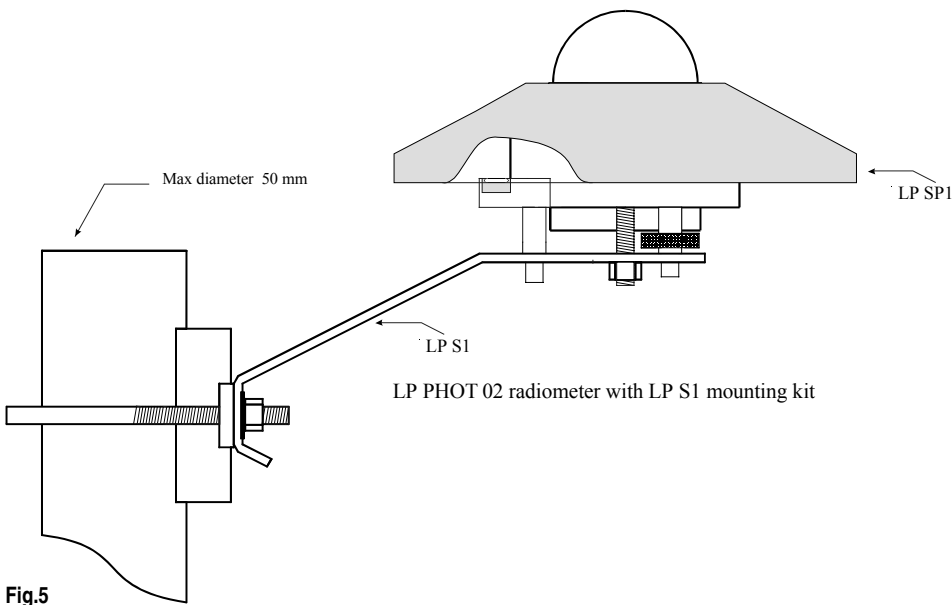


Fig.5

Fig.6

CODICE DI ORDINAZIONE

LP PHOT 02-5: Sonda fotometrica completa di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano.
Cavo di collegamento 5 m

LP PHOT 02-10: Sonda fotometrica completa di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano.
Cavo di collegamento 10 m

LP S1: Kit composto da staffa per il fissaggio dei radiometri LP PHOT 02 ad un supporto cilindrico, completo di viti di messa in piano e viti di fissaggio

LP SP1: Schermo di protezione in materiale plastico UV resistente. LURAN S777K della BASF

LP SG: Cartuccia per contenere i cristalli di silica-gel completa di OR e tappo

LP G: Confezione da 5 ricariche di cristalli di silica-gel



ORDERING CODES

LP PHOT 02-5: Photometric probe complete with shade disk, dessicant sachet with silica-gel crystals, 2 silica-gel cartridges, bubble level.
Connecting cable: 5 m

LP PHOT 02-10: Photometric probe complete with: shade disk, dessicant sachet with silica-gel, 2 silica-gel cartridges, bubble level.
Connecting cable: 10 m

LP S1: Mounting kit: bracket for attaching LP PHOT 02 radiometer to a mast, including fasteners and levelling screws.

LP SP1: UV resistant plastic shade disk. BASF LURAN S777K.

LP SG: Dessicant sachet with silica-gel crystals, complete with inner O-ring and cap.

LP G: Pack of 5 cartridges of silica-gel crystals.



CODE DE COMMANDE

LP PHOT 02-5: Sonde Photométrique complete: protection cartouche pour les cristaux de silicagel, 2 recharges, niveau pour le nivellement
Câble de raccordement 5 m

LP PHOT 02-10: Sonde Photométrique complete: protection, cartouche pour les cristaux de silicagel, 2 recharges, niveau pour le nivellement.
Câble de raccordement 10 m

LP S1: Kit composé d'un étrier pour le fixage des radiomètres LP PHOT 02 à un support cylindrique, complet avec vis à nivelage et vis à fixation.

LP SP1: Ecran de protection en matière plastique qui résiste aux rayons ultraviolets. LURAN S777K de BASF

LP SG: Cartouche pour contenir les cristaux de silicagel avec OR et bouchon

LP G: Paquet de 5 recharges de cristaux de silicagel



BESTELLCODE

LP PHOT 02-5 Luxmeter komplett mit: Schutzschirm, Patrone für Silicagelkristalle, 2 Päckchen Silicagel, einer Libelle zur Ausrichtung, einem 5m langen Anschlusskabel und dem Kalibrierbericht.

LP PHOT 02-10 Luxmeter komplett mit: Schutzschirm, Patrone für Silicagelkristalle, 2 Päckchen Silicagel, einer Libelle zur Ausrichtung und dem Kalibrierbericht wie oben, jedoch mit 10m langem Anschlusskabel.

LP S1: Kit, bestehend aus einer Befestigungshalterung für das Luxmeter LP PHOT 02 an Pfahl und Mast, mit Nivellier- und Fixierschrauben versehen.

LP SP1: Schutzschirm aus UV-strahlungsbeständigem Material (Luran S777K von BASF)

LP SG: Silicagelpatrone, komplett mit O-Ring und Deckel

LP G: Packung mit 5 Silicagel Nachfüllpäckchen



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



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
Voltage variations	EN61000-4-11
Electromagnetic interference susceptibility	IEC1000-4-3
Electromagnetic interference emission	EN55020 class B



Made in Italy



DELTA OHM SRL - VIA G. MARCONI, 5
35030 CASELLE DI SELVAZZANO (PD) - ITALY
TEL. 0039-0498977150 r.a. - FAX 0039-049635596
e-mail: deltaohm@tin.it - Web Site: www.deltaohm.com



Miglioriamo in continuazione i nostri prodotti, apportiamo modifiche senza preavviso. We improve continually our products and reserve us the right to modify them without prior notice. Wir entwickeln unsere Produkte weiter und behalten uns das Recht der Änderung vor. Nous améliorons continuellement nos produits, nous réservons le droit de le modifier sans préavis. Mejoramos continuamente nuestros productos, nos reservamos el derecho de modificarlos sin previo aviso.

LP PHOT 02