



SONDA FOTOMETRICA LP PHOT 02
SONDA RADIOMETRICA LP UVA 02 PER IMPIEGHI AMBIENTALI

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 02 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 silica-gel. Il silica 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 silica-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 silica-gel con una moneta

- 3 rimuovere il tappo forato della cartuccia
- 4 aprire la busta (in dotazione) che contiene il silica-gel
- 5 riempire la cartuccia con i cristalli di silica-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 silica-gel si riduce)
- 9 posizionare lo schermo e avvitarlo 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 silica-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.
- È 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:
 - nero → 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 acquirente di dati con impedenza di ingresso maggiore di 100kΩ.

Manutenzione:

Al fine di garantire una 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: Silica-gel. L'efficienza dei cristalli di Silica-gel diminuisce nel tempo con l'assorbimento di umidità. Quando i cristalli di silica-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 silica-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:

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

dove;

E_e : e' l'illuminamento espresso in klux,

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

S: e' 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 contraddistinto 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 ÷ 2,0 mV/klux
Tempo di risposta:	<0.5 sec (95%)
Impedenza:	0.5 ÷ 1 KΩ
Campo di misura:	0-200 klux
Campo di vista:	2π sr
Campo spettrale:	Curva fotopica standard

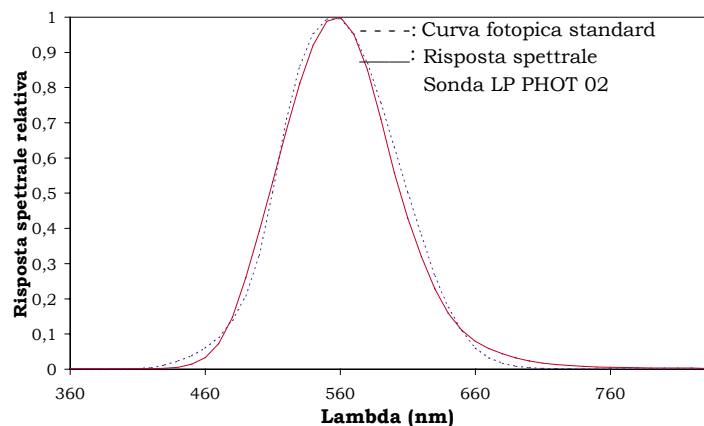


Fig. 1

Temperatura di lavoro:	-40 °C ÷ 80 °C
Errore f_1	<9 %
Risposta secondo legge del coseno:	< 8 % (tra 0° e 80°)
Stabilità a lungo termine (1 anno):	< ±3 %
Non linearità:	<1 %
Risposta in funzione della temperatura:	< 0.1%/°C
Peso:	0.90 Kg
Dimensioni:	figura 4

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

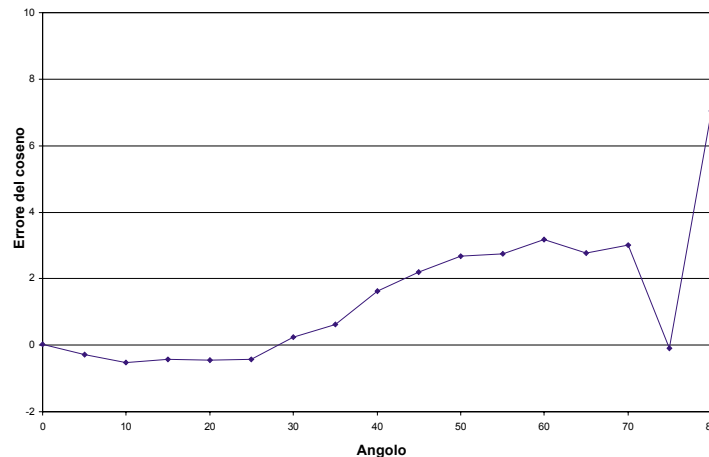


Fig. 2

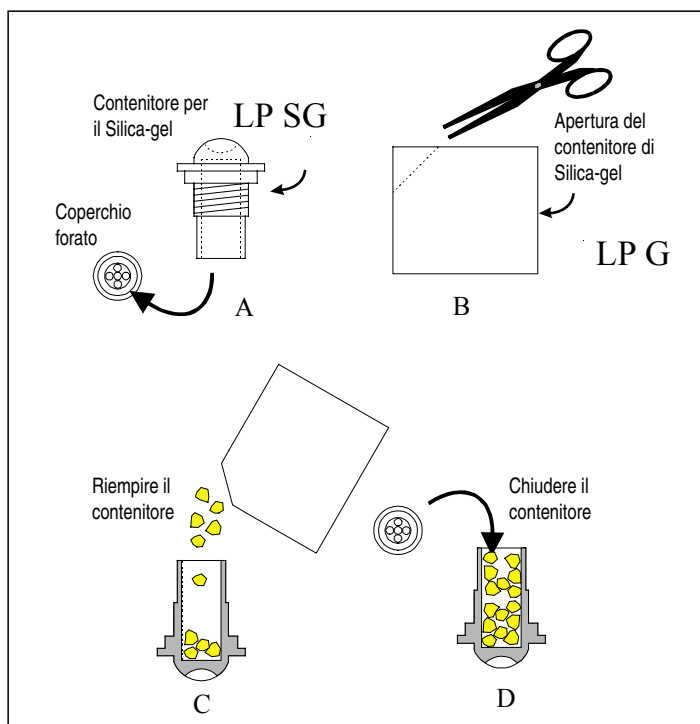


Fig. 3

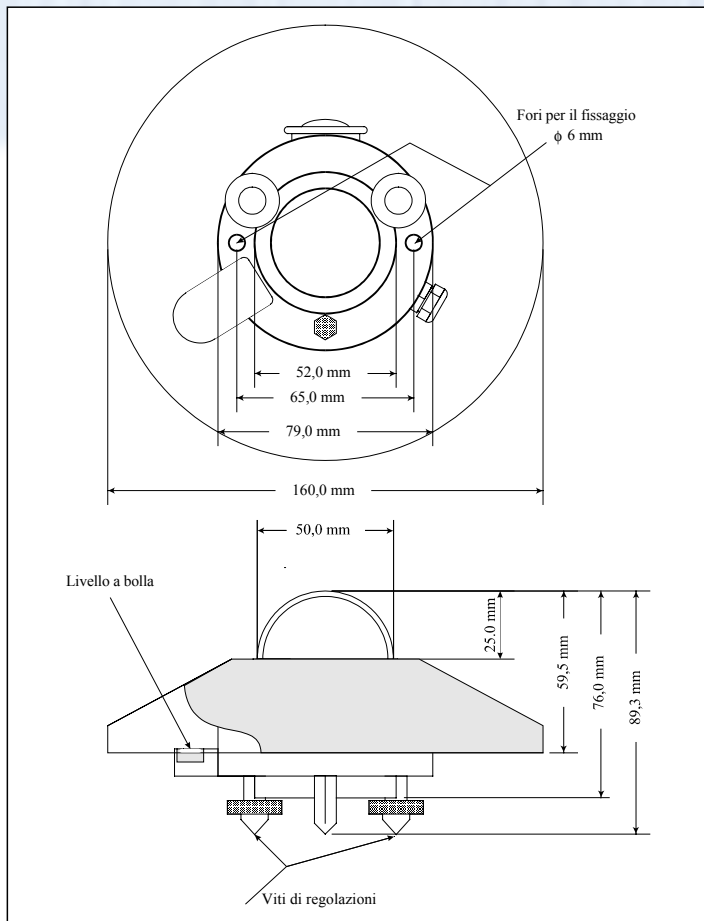


Fig. 4

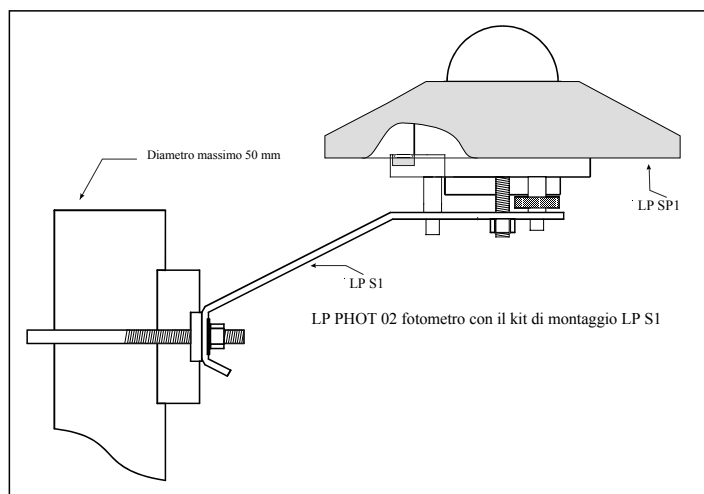


Fig. 5

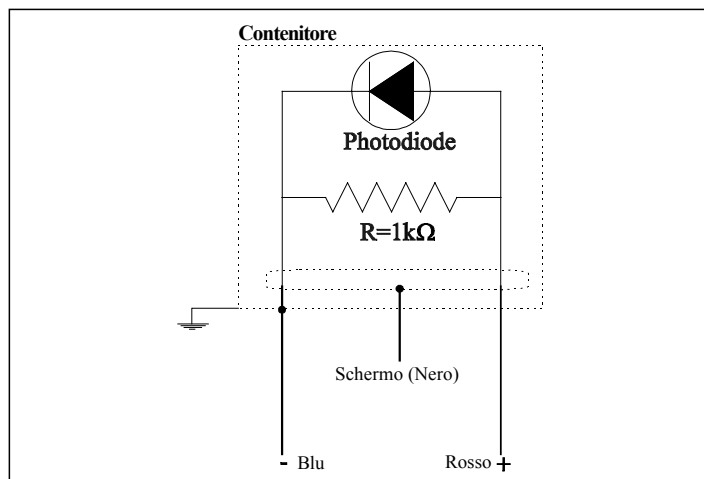


Fig. 6



LP UVA 02

Il radiometro LP UVA 02, misura l'irradiazione globale nella regione spettrale UVA su una superficie piana (Watt/m²). L'irradiazione globale è la somma dell'irradiazione diretto prodotto dal sole e dell'irradiazione diffusa dal cielo. Il radiometro può essere utilizzato anche per il monitoraggio delle emissioni UVA in ambienti interni.

Principio di Funzionamento

Il radiometro LP UVA 02 si basa su un sensore a stato solido la cui risposta spettrale è stata adattata a quella desiderata attraverso l'utilizzo di opportuni filtri. La curva di risposta spettrale relativa è riportata nella figura 7.

Il radiometro LP UVA 02 è provvisto di una cupola 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 8.

L'ottimo accordo tra la risposta dell' LP UVA 02 e la legge del coseno permette di utilizzare lo strumento anche quando il sole ha un elevazione molto bassa (la componente diffusa dell'UVA aumenta man mano che il sole si allontana dallo zenith, pertanto l'errore sulla componente diretta dovuto alla non perfetta risposta secondo la legge del coseno diventa trascurabile sulla misura della radiazione globale).

Installazione e montaggio del radiometro per la misura della radiazione globale:

Prima dell'installazione del radiometro si deve caricare la cartuccia che contiene i cristalli di silica-gel. Il silica 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 silica-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 silica-gel con una moneta
- 3- rimuovere il tappo forato della cartuccia
- 4- aprire la busta (in dotazione al radiometro) che contiene il silica-gel
- 5- riempire la cartuccia con i cristalli di silica-gel
- 6- richiudere la cartuccia con il proprio tappo, assicurandosi che l'O-ring di tenuta sia posizionato correttamente
- 7- avvitare la cartuccia al corpo del radiometro con una moneta
- 8- assicurarsi che la cartuccia sia ben avvitata (in caso contrario la durata dei cristalli di silica-gel si riduce)
- 9- posizionare lo schermo e avvitare con le viti
- 10- il radiometro è pronto per essere utilizzato

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

- Il radiometro LP UVA 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 il radiometro. 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°.
- Il radiometro va posto lontano da ogni tipo di ostacolo che possa proiettare il riflesso del sole (o la sua ombra) sul radiometro stesso.
- Per un accurato posizionamento orizzontale, il radiometro LP UVA 02 è dotato di livella a bolla, la regolazione avviene mediante le due viti con ghiera di registrazione che permettono di variare l'inclinazione del radiometro. 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 del radiometro 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 del radiometro, per non introdurre errori di misura causati dai riflessi ed ombre provocate dal palo. Per fissare il radiometro alla staffa di sostegno togliere lo schermo, svitando le tre viti, fissare il radiometro, completata l'installazione fissare nuovamente lo schermo bianco.

- E' preferibile isolare termicamente il radiometro dal suo supporto, al tempo stesso assicurarsi che ci sia un buon contatto elettrico verso massa.

Connessioni Elettriche e requisiti dell'elettronica di lettura:

- Il radiometro LP UVA 02 non necessita di alimentazione.
- LP UVA 02 è fornito in due versioni:
 - con cavo di segnale da 5 m (LP UVA 02-5)
 - con cavo di segnale da 10 m (LP UVA 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:
 - nero → calza schermo
 - rosso → (+) positivo del segnale generato dal rivelatore
 - blu → (-) negativo del segnale generato dal rivelatore (in contatto con il contenitore)

La calza è collegata al contenitore. Lo schema elettrico è riportato nella figura 6.

- LP UVA 02 va connesso ad un millivolmetro od ad un acquisitore di dati con impedenza di ingresso maggiore di 5MΩ. Tipicamente il segnale in uscita dal radiometro non supera i 5-10 mV. La risoluzione consigliata dello strumento di lettura, per poter sfruttare appieno le caratteristiche del radiometro, è di 1μV.

Manutenzione:

Al fine di garantire una elevata precisione delle misure è necessario che la cupola esterna del radiometro sia mantenuta sempre pulita, pertanto maggiore sarà la frequenza di pulizia della cupola migliore 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 del radiometro si formi della condensa, in questo caso la lettura eseguita è fortemente sovrastimata. Per minimizzare la formazione di condensa, all'interno del radiometro è inserita un'apposita cartuccia con materiale assorbente: Silica-gel. L'efficienza dei cristalli di Silica-gel diminuisce nel tempo con l'assorbimento di umidità. Quando i cristalli di silica-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 silica-gel varia da 2 a 6 mesi a seconda delle condizioni ambientali in cui opera il radiometro.

Taratura ed esecuzione delle misure:

La sensibilità del radiometro **S** (o fattore di calibrazione) permette di determinare l'irradiazione misurando un segnale in Volt ai capi della resistenza che cortocircuita il fotodiode. Il fattore S è dato in $\mu V/(W/m^2)$.

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

$$E_e = DDP/S$$

dove;

E_e : e' l'Irradiazione espressa in W/m^2 ,

DDP: e' la differenza di potenziale espressa in μV misurata dal multimetro,

S: e' il fattore di calibrazione riportato sull'etichetta del radiometro (e sul rapporto di taratura) in $\mu V/(W/m^2)$.

Ogni radiometro è tarato singolarmente in fabbrica ed è contraddistinto dal proprio fattore di calibrazione. La taratura viene eseguita in accordo alla procedura DHLF-E-59 per la taratura dei radiometri UVA. Tale procedura è attualmente impiegata nel centro di Taratura SIT N° 124 per la taratura dei radiometri UVA per la quale il centro è accreditato ad emettere certificati SIT (Il SIT è l'organismo di accreditamento italiano che aderisce all'Accordo multilaterale di mutuo riconoscimento EA).

La taratura è eseguita utilizzando la riga di emissione a 365 nm di una lampada a Xe-Hg, opportunamente filtrata, la misura è eseguita per confronto con il campione di prima linea in dotazione al laboratorio metrologico DeltaOhm.

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

N.B. Al momento attuale non esiste uno standard internazionale per la taratura di radiometri di questo tipo, pertanto il valore del coefficiente di taratura ha senso se viene anche specificato il metodo con cui tale valore è stato ottenuto. Pertanto l'utilizzatore deve tenere conto che lo stesso radiometro tarato con procedure differenti può avere fattori di sensibilità differenti, come riportato nell'articolo "Source of Error in UV Radiation Measurements", T. C. Larason, C. L. Cromer apparso sul "Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology" Vol. 106, Num. 4, 2001. (L'articolo è disponibile gratuitamente sul sito WEB del NIST al seguente indirizzo: <http://www.nist.gov/jers>)

Caratteristiche tecniche:

Sensibilità tipica:	150 ÷ 350 $\mu V/(W/m^2)$
Tempo di risposta:	<0.5 sec (95%)
Impedenza:	5 ÷ 7.5 KΩ
Campo di misura:	0-1000 W/m^2
Campo di vista:	2π sr
Campo spettrale:	327 nm ÷ 384 nm (1/2) 312 nm ÷ 393 nm (1/10) 305 nm ÷ 400 nm (1/100)
Temperatura di lavoro:	-40 °C ÷ 80 °C
Risposta secondo legge del coseno:	< 8 % (tra 0° e 80°)
Stabilità a lungo termine (1 anno):	< ±3 %
Non linearità:	< 1 %
Risposta in funzione della temperatura:	< 0.1%/°C
Dimensioni:	figura 4
Peso:	0.90 Kg

CODICE DI ORDINAZIONE

LP UVA 02-5: Radiometro completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano e Rapporto di Taratura. Cavo di collegamento 5 m

LP UVA 02-10: Radiometro completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano e Rapporto di Taratura. Cavo di collegamento 10 m

LP S1: Kit composto da staffa per il fissaggio dei radiometri LP UVA 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

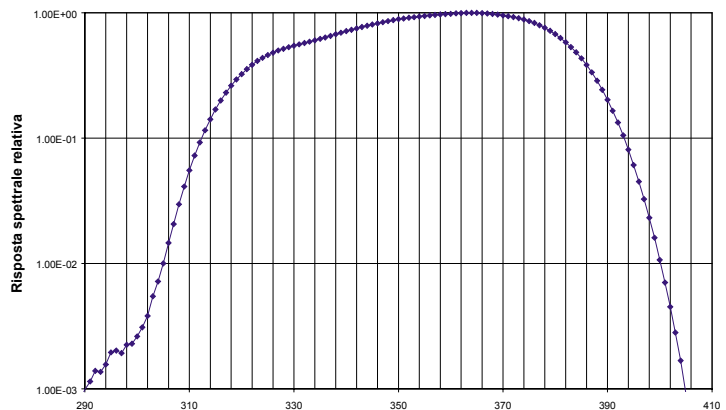


Fig. 7

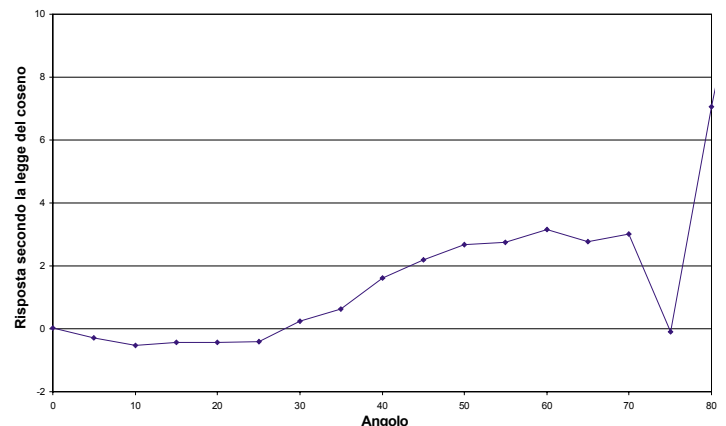


Fig. 8