

LP PYRA 13

1 Introduzione

Il piranometro LP PYRA 13 misura l'irradiazione su una superficie piana (Watt/m^2). Grazie all'utilizzo dell'anello di schermo, LP PYRA 13, misura l'irradiazione solare diffuso eliminando il contributo dell'irradiazione diretto.

Nell'LP PYRA 13 è installato un piranometro Secondary Standard (LP PYRA 10) secondo la norma ISO 9060, e secondo la pubblicazione "Guide to meteorological Instruments and Methods of Observation", quinta edizione (1983) dell'WMO.

Il piranometro è prodotto in tre versioni:

LP PYRA 13	PASSIVO *
LP PYRA 13AC	ATTIVO con uscita in CORRENTE 4..20 mA
LP PYRA 13 AV	ATTIVO con uscita in TENSIONE 0..1** o 0..5 o 0..10 V da definire al momento dell'ordine

* La versione passiva può essere collegata allo strumento indicatore DO9847 attraverso il modulo SICRAM VP 472

** La versione con uscita 0..1 volt può essere collegata, attraverso il modulo SICRAM VP474 allo strumento indicatore HD2302.0 il quale fornisce la lettura direttamente in W/m^2 .

2 Principio di Funzionamento

Il piranometro LP PYRA10 si basa su un nuovo sensore a termopila. La superficie sensibile della termopila è coperta con vernice nera opaca che permette al piranometro di non essere selettivo alle varie lunghezze d'onda. Il campo spettrale del piranometro è determinato dalla trasmissione delle due cupole in vetro tipo K5. Il nuovo sensore adottato consente di avere un tempo di risposta inferiore le richieste della norma ISO9060 per la classificazione dei piranometri Secondari (il tempo di risposta è inferiore a 9 secondi mentre la norma richiede un tempo di risposta inferiore a 15 secondi)

L'energia radiante è assorbita dalla superficie annerita della termopila, creando così una differenza di temperatura tra il giunto caldo ed il corpo del piranometro che in questo caso funge da giunto freddo. La differenza di temperatura tra giunto caldo e giunto freddo è convertita in una Differenza di Potenziale grazie all'effetto Seebeck.

Una seconda termopila è montata all'interno dello strumento e non raggiungibile dalla luce. Questa seconda termopila collegata in antiserie rispetto al sensore esposto alla luce riduce i segnali dovuti alle improvvise variazioni di temperatura del piranometro (choc termici).

Per minimizzare le variazioni di sensibilità in funzione della temperatura l'LP PYRA 10 è equipaggiato con circuito di compensazione passivo. Nel grafico 1 è riportata la variazione tipica della sensibilità a differenti temperature .

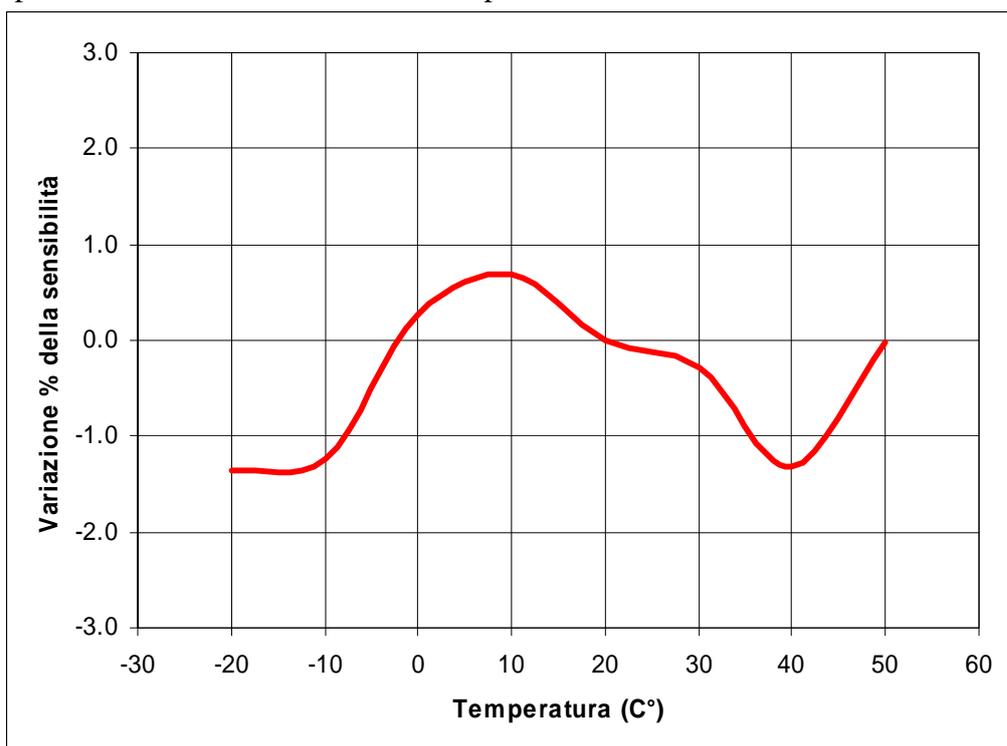


Grafico1: Variazione in % della sensibilità del piranometro LP PYRA 10 rispetto alla sensibilità a 20 °C, nel campo di temperature tra -20 e 50°C.

Gli scostamenti sono calcolati a partire dalla sensibilità misurata a 20°C.

L'LP PYRA 10 è provvisto di due cupole concentriche con diametro esterno di 50 mm e 30mm rispettivamente, questo per garantire un adeguato isolamento termico della termopila dal vento e per ridurre la sensibilità all'irradiazione termico. Le cupole proteggono la termopila dalla polvere che depositandosi sulla parte annerita ne potrebbe modificare la sensibilità spettrale.

3 Installazione e montaggio del piranometro per la misura della radiazione diffusa:

Prima dell'installazione del piranometro si deve caricare la cartuccia che contiene il silica-gel. Il silica gel ha la funzione di assorbire l'umidità nella camera delle cupole, umidità che in particolari condizioni climatiche può portare alla formazione di condensa sulla parete interna delle cupole alterando la misura. Durante il caricamento del 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 piranometro) che contiene il silica-gel
- 5- riempire la cartuccia con il 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 piranometro con una moneta
- 8- assicurarsi che la cartuccia sia ben avvitata (in caso contrario la durata del silica-gel si riduce)
- 9- posizionare lo schermo e avvitarlo con le viti
- 10- il piranometro è pronto per essere utilizzato

Nella figura 2 sono brevemente illustrate le operazioni necessarie al caricamento della cartuccia con il silica-gel.

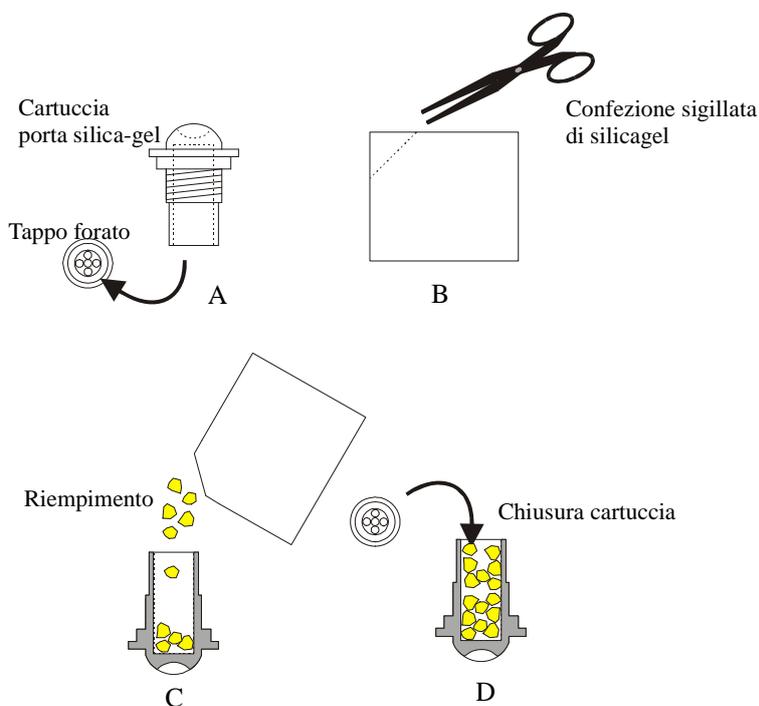


Fig. 2

- L'LP PYRA 13 va installato in una postazione facilmente raggiungibile per poter regolare l'altezza dell'anello di schermo. Si dovrebbe evitare che costruzioni, alberi od ostacoli di qualsiasi tipo superino il piano orizzontale su cui giace il piranometro. 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 piranometro va posto lontano da ogni tipo di ostacolo che possa alterare la misura della luce diffusa.

3.1 Montaggio dell'anello di schermo.

L'LP PYRA 13 è composto da due parti, il piranometro e l'anello di schermo (figura3). Le caratteristiche del piranometro sono riportate nel paragrafo 8.

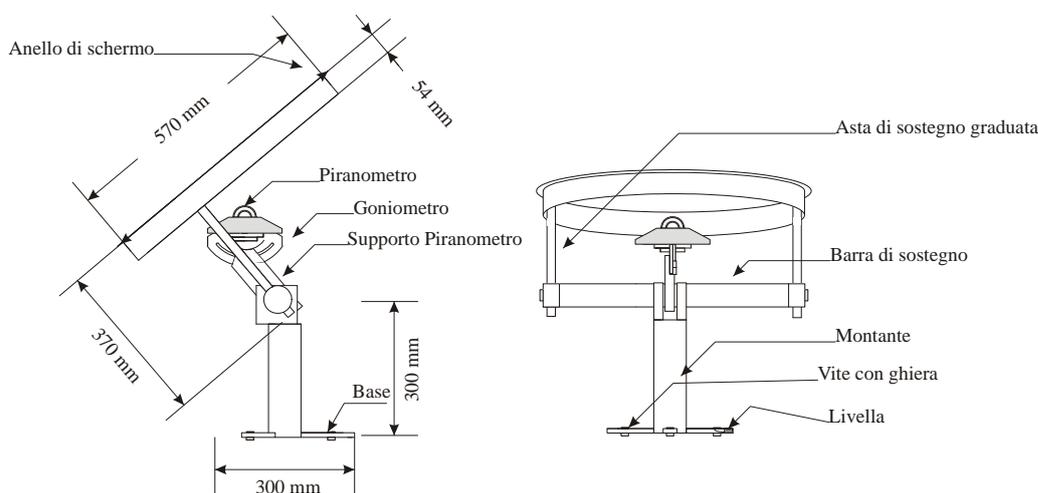


Figura 3

Per facilitarne il trasporto l'anello di schermo è smontato in 5 parti di seguito elencate:

- 1- Base (composta da tre razze)
- 1- anello con profilo ad L
- 2- aste di sostegno con scala graduata
- 1- montante + barra di sostegno + supporto piranometro + goniometro (assemblati ed allineati in fabbrica)

La procedura per il fissaggio è la seguente:

- 1- avvitare la tre razze che compongono la base al montante
- 2- avvitare le due aste di sostegno all'anello di schermo
- 3- inserire le aste di sostegno dell'anello nelle due sedi ai lati della barra di sostegno (quando montato nel verso corretto l'asse dell'anello passa per il centro della termopila che equipaggia il piranometro).

3.2 Posizionamento dello strumento per la misura della luce diffusa.

La particolare geometria dell'anello di schermo, permette di intercettare la luce diretta del sole per tutta la durata della giornata senza bisogno di aggiustamenti.

La base dell' LP PYRA 13 va montata in posizione parallela al terreno. La vite con ghiera insieme alla livella permettono di eseguire questa operazione con facilità.

L'anello di schermo deve essere posizionato in maniera che l'asse dell'anello sia parallelo all'asse terrestre (fig. 4)

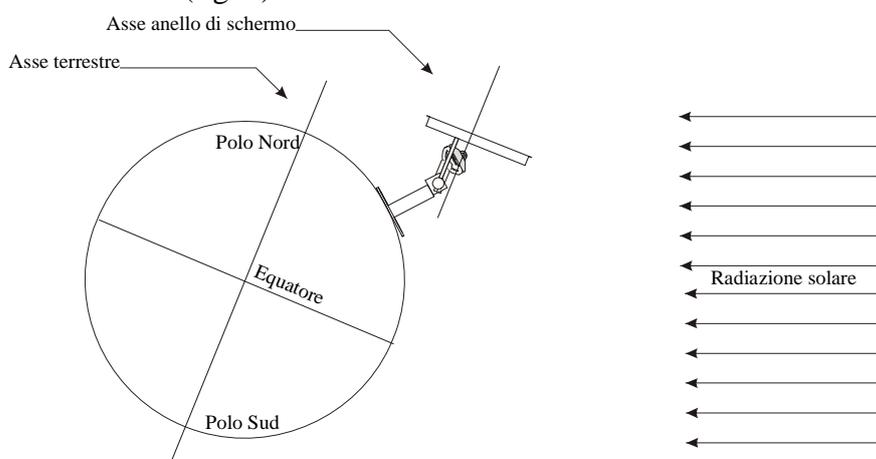


figura 4

per fare questo si procede in due fasi separate:

si allinea l'anello lungo l'asse nord-sud successivamente si regola l'inclinazione dell'anello.

Per allineare l'anello lungo l'asse nord-sud procedere come segue:

1 attendere il mezzogiorno solare,

2 sul goniometro su cui è fissato il piranometro è presente una scanalatura, ruotare la base dell'anello sin tanto che i raggi solari percorrono la scanalatura da entrambi i lati del goniometro (figura 5)

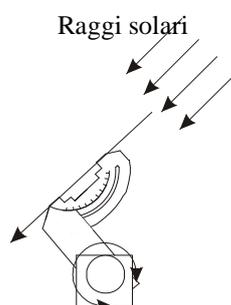


figura 5

Questo metodo presenta un'incertezza crescente man mano che ci si avvicina all'equatore. Per installazioni in luoghi vicini all'equatore è consigliabile l'utilizzo di una carta geografica per l'orientamento dell'anello di schermo lungo l'asse nord-sud.

A questo punto si procede alla regolazione dell'inclinazione delle barre di sostegno nella seguente maniera.

- 1- Assicurarsi che le aste di sostegno ed il lato lungo, del supporto del piranometro, siano paralleli (gli strumenti escono dalla fabbrica già allineati).
- 2- montare e fissare il piranometro al goniometro
- 3- posizionare il goniometro in maniera da leggere sulla sua scala la latitudine del punto di installazione dell'LP PYRA 12 (figura 6)

Lettura angolo

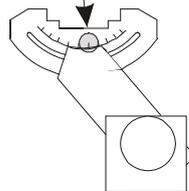


Figura 6

- 4- ruotare la barra di sostegno (dopo avere allentato la vite che la blocca) sin tanto che il piranometro è parallelo al terreno. Questo può essere fatto utilizzando la livella sul corpo del piranometro
- 5- se le operazioni sono state eseguite correttamente l'asse dell'anello sarà parallelo all'asse terrestre.

A questo punto non resta che regolare l'altezza delle aste di sostegno sin tanto che la cupola grande del piranometro non appare in ombra. Per confermare la corretta installazione si può confrontare la lettura sulla scala delle aste di sostegno con quella riportata nella tabella 1 (paragrafo 7) se queste coincidono il piranometro e l'anello di schermo sono stati installati correttamente.

4 Connessioni Elettriche e requisiti dell'elettronica di lettura:

L'LP PYRA 10 viene prodotto in tre versioni, LP PYRA 10, LP PYRA 10 AC e LP PYRA 10 AV.

- La versione LP PYRA 10 è passivo e non necessita di alimentazione.
- Le versioni LP PYRA 10 AC,AV sono attive e hanno bisogno di alimentazione. La tensione richiesta è di:
8-30 VDC per le versioni LP PYRA 10 AC e LP PYRA 10 AV con uscita 0..1V e 0..5 V.
14-30 VDC per la versione LP PYRA 10 AV con uscita 0..10V.
- Tutte le versioni sono provviste di connettore di uscita a 4 poli
- Il cavo opzionale, terminato da una parte con il connettore, è in PTFE resistente agli UV, è provvisto di 3 fili più la calza (schermo), la corrispondenza tra i colori del cavo ed i poli del connettore è la seguente(figura 7):

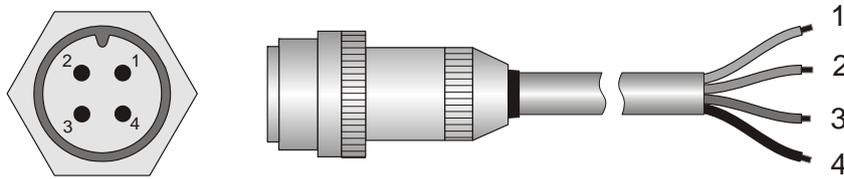


Fig.7
LP PYRA 10

Connettore

4
1
2
3

Funzione

Schermo (\perp)
Positivo (+)
Negativo (-)
Contenitore (\perp)

Colore

Nero
Rosso
Blu
Bianco

LP PYRA 10 AC

Connettore

4
1
2
3

Funzione

Schermo (\perp)
Positivo (+)
Negativo (-)
Contenitore (\perp)

Colore

Nero
Rosso
Blu
Bianco

LP PYRA 10 AV

Connettore

4
1
2
3

Funzione

Schermo (\perp)
(+) Vout
(-) Vout e (-) Vcc
(+) Vcc

Colore

Nero
Rosso
Blu
Bianco

- LP PYRA 10 va connesso ad un millivolmetro od ad un acquirente di dati. Tipicamente il segnale in uscita dal piranometro non supera i 20 mV. La risoluzione consigliata dello strumento di lettura, per poter sfruttare appieno le caratteristiche del piranometro, è di 1 μ V.

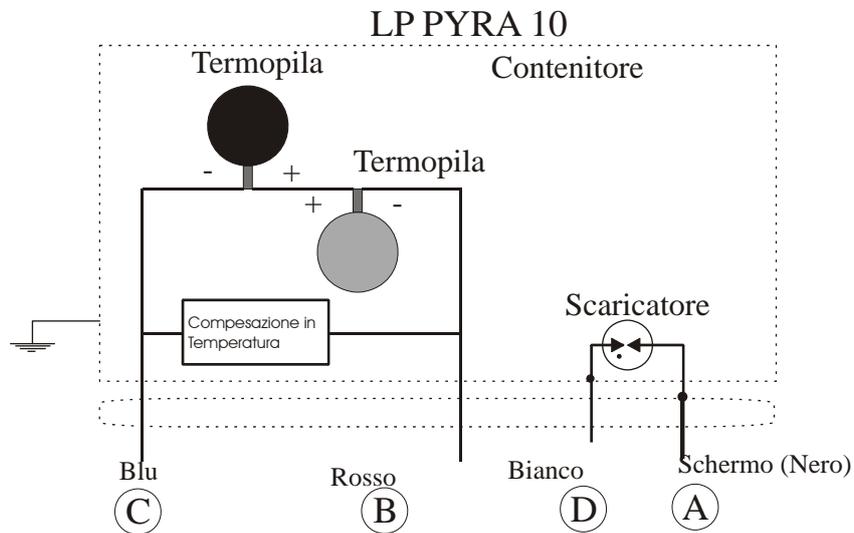


Fig8

Un esempio di collegamento a sistema di lettura è riportato nella figura 9.

LP PYRA 10

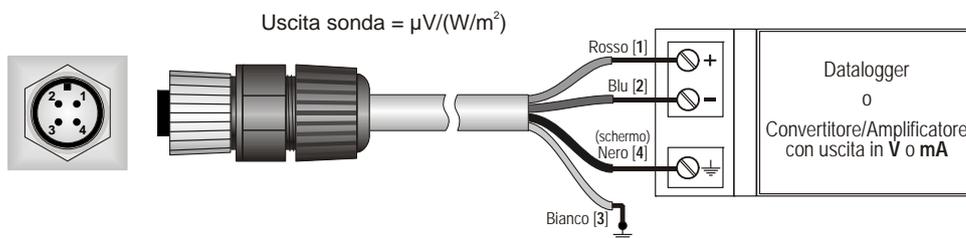


Fig.9

- LP PYRA 10 AC va connesso insieme ad un alimentatore ed ad un multimetro secondo lo schema seguente (Figura 10), la resistenza di carico per la lettura del segnale deve essere $\leq 500 \Omega$:

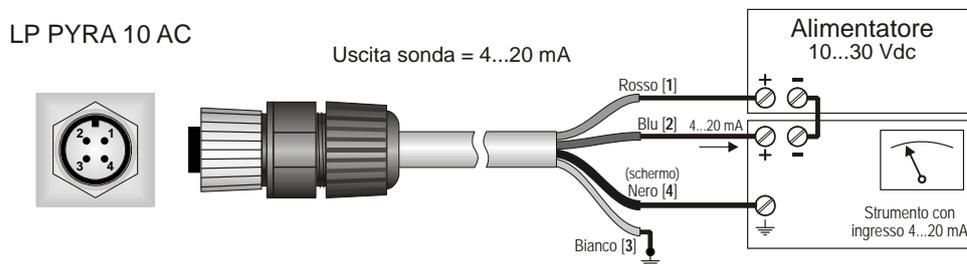


Fig. 10

- LP PYRA 10 AV va connesso insieme ad un alimentatore ed ad un multimetro secondo lo schema seguente (Figura 11), la resistenza di carico per la lettura del segnale deve essere $\geq 100 \text{ K}\Omega$:

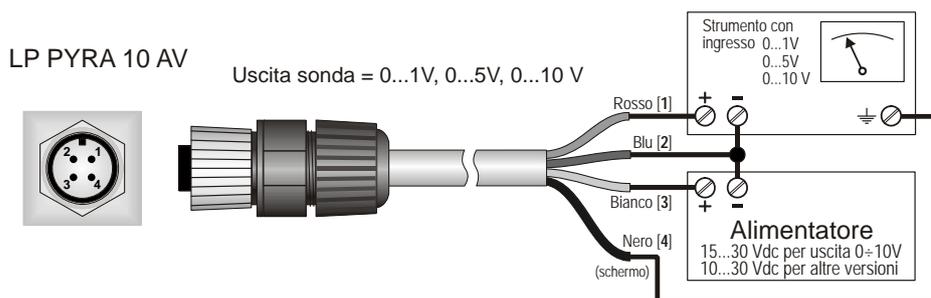


Fig. 11

5 Manutenzione:

La posizione dell'anello di schermo va regolata almeno una volta ogni due giorni. Per la regolazione si procede nella seguente maniera:

- Svitare le due viti che bloccano le aste di supporto e posizionare le due aste all'altezza indicata dalla tabella 1.
- Se il cielo è chiaro ed è presente il sole, la regolazione può essere eseguita direttamente osservando l'ombra dell'anello sul piranometro, regolare le due aste di supporto in maniera che l'ombra copra interamente la cupola esterna.
- Impostata la corretta posizione delle aste di sostegno, stringere le viti di fissaggio e procedere con le misure.
- Al fine di garantire un'elevata precisione delle misure è necessario che la cupola esterna del piranometro 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 sulle cupole del piranometro si formi della condensa, in questo caso la lettura eseguita è fortemente sovrastimata. Per minimizzare la formazione di condensa, all'interno del piranometro è inserita un'apposita cartuccia con materiale assorbente: Silica-gel. L'efficienza del Silica-gel diminuisce con il tempo. Quando il silica-gel è efficiente il colore è giallo, mentre man mano che perde di efficienza il suo colore diventa blu. Per sostituire il silica gel vedere le istruzioni al paragrafo 3. Tipicamente la durata del silica-gel varia da 2 a 6 mesi a seconda delle condizioni ambientali in cui opera il piranometro.

6 Taratura ed esecuzione delle misure:

LP PYRA 10

La sensibilità del piranometro \underline{S} (o fattore di calibrazione) permette di determinare l'irradiazione globale misurando un segnale in Volt ai capi della termopila. Il fattore \underline{S} è dato in $\mu\text{V}/(\text{Wm}^{-2})$.

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

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

dove;

E_e : è l'Irradiazione espresso in W/m^2 ,

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

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

LP PYRA 10 AC

La sensibilità del piranometro è regolata in fabbrica in modo che

$$4..20 \text{ mA} = 0.. 2000 \text{ W}/\text{m}^2$$

Per ottenere il valore di irradiazione una volta nota la corrente (I_{out}) assorbita dallo strumento si deve applicare la seguente formula:

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

dove;

E_e : è l'Irradiazione espresso in W/m^2 ,

I_{out} : è la corrente in mA assorbita dallo strumento

LP PYRA 10 AV

La sensibilità del piranometro è regolata in fabbrica in modo che a seconda della versione scelta si abbia:

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

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

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

Per ottenere il valore di irradiazione una volta nota la tensione di uscita (V_{out}) dello strumento si deve applicare la seguente formula:

$$E_e = 2000 \cdot V_{out} \text{ per la versione } 0...1 \text{ V}$$

$$E_e = 400 \cdot V_{out} \text{ per la versione } 0...5 \text{ V}$$

$$E_e = 200 \cdot V_{out} \text{ per la versione } 0...10 \text{ V}$$

dove;

E_e : è l'Irradiazione espresso in W/m^2 ,

V_{out} : è la tensione di uscita (in Volt) misurata con il Voltmetro

Ogni piranometro è tarato singolarmente in fabbrica ed è contraddistinto del suo fattore di calibrazione. Per poter sfruttare appieno le caratteristiche dell'LP PYRA 10 è consigliabile eseguire la verifica della taratura con frequenza annuale.

La strumentazione in dotazione al laboratorio metrologico di Foto-Radiometria Delta Ohm srl permette la taratura dei piranometri secondo le prescrizioni del WMO, ed assicura la riferibilità delle misure ai campioni internazionali.

7 Correzioni da applicare:

La luce diffusa si misura eliminando il contributo della luce diretta per mezzo dell'anello di schermo. Poiché oltre alla luce diretta l'anello di schermo intercetta parte della luce diffusa è necessario correggere i valori misurati. La percentuale di luce diffusa intercettata dall'anello di schermo varia durante l'anno poiché la posizione che l'anello assume rispetto al piranometro varia. Nelle tabelle 2 e 3 sono riportati i fattori di correzione da apportare alle misure in tutto il periodo dell'anno e per le varie latitudini (emisfero Nord tabella 2, emisfero Sud tabella 3).

Per ottenere il valore "vero" (E_e^v) dell'irradiazione diffuso è necessario moltiplicare il valore misurato per il coefficiente di correzione riportato nelle tabelle come che seguono:

$$E_e^v = E_e \cdot C$$

dove:

- E_e è l'irradiazione diffusa misurato, ottenuto seguendo la procedura riportata nel paragrafo 6
- C è il fattore di correzione riportato nelle tabelle 2 e 3.

Tabella 1:

Nella tabella sono riportati i valori a cui devono essere impostate le aste di sostegno graduate.

Declinazione solare	Data giorno/mese		Valori da impostare sulla aste di sostegno (mm)
-23.26	21/12		130
-22	10/1	3/12	119
-20	21/1	22/11	108
-18	29/1	13/11	97
-16	5/2	6/11	85
-14	11/2	31/10	73
-12	17/2	25/10	63
-10	23/2	19/10	52
-8	28/2	14/10	41
-6	5/3	8/10	30
-4	10/3	3/10	21
-2	15/3	28/9	10
0	21/3	23/9	0
+2	26/3	18/9	10
+4	31/3	12/9	21
+6	5/4	6/9	31
+8	10/4	2/9	41
+10	16/4	27/8	52
+12	22/4	21/8	63
+14	28/4	15/8	73
+16	4/5	9/8	85
+18	12/5	1/8	97
+20	20/5	23/7	108
+22	31/5	12/7	119
+23.26	21/6		130

ANELLO DI SCHERMO

Peso:	5.90 Kg
Diametro anello:	570 mm
Altezza anello:	54 mm
Diametro base:	300 mm

8 Codici di ordinazione

LP PYRA 13	Piranometro Secondario secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, livella per la messa in piano, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Anello di schermo radiazione diretta.
LP PYRA 13 AC	Piranometro Secondario secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, livella per la messa in piano, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in corrente 4..20 mA. Anello di schermo radiazione diretta.
LP PYRA 13 AV	Piranometro Secondario secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silica-gel, 3 ricariche, livella per la messa in piano, presa volante M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in tensione 0..1Vdc, 0..5Vdc, 0..10Vdc, da definire al momento dell'ordine. Anello di schermo radiazione diretta.
CP AA 1.5	Presa volante a 4 poli completa di cavo resistente agli UV, L=5m.
CP AA 1.10	Presa volante a 4 poli completa di cavo resistente agli UV, L=10m.
LP SP1	Schermo di protezione in materiale plastico UV resistente. LURAN S777 K della BASF
LP SG	Cartuccia per contenere il silica-gel completo di O-ring.e tappo
LP G	Confezione da 5 ricariche di silica-gel

Table 2:

Correction factors C for installation of LP PYRA 13 in northern hemisphere

Northern Latitudine	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Declination of the sun																			
-23	1.11	1.10	1.09	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-22	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-20	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-18	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-16	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
-14	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
-12	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
-10	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.08	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
-8	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00
-6	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00
-4	1.14	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00
-2	1.14	1.14	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	1.00
0	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00
+2	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01
+4	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03
+6	1.13	1.13	1.14	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.06	1.04	1.04	1.04
+8	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.07	1.05	1.05	1.05
+10	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.09	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06
+12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.09	1.09	1.08	1.08	1.08
+14	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.10	1.09	1.09	1.09
+16	1.11	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.11	1.10	1.10	1.11	1.10	1.10	1.09
+18	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.10
+20	1.10	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.10
+22	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.13	1.12	1.11
+23	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.12

Table 3:

Correction factors C for installation of LP PYRA 13 in southern hemisphere

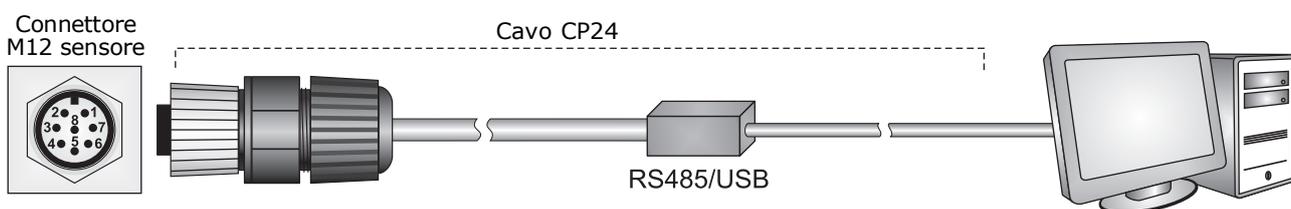
Southern Latitudine	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Declination of the sun																			
+23	1.11	1.10	1.09	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
+22	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
+20	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
+18	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
+16	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
+14	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
+12	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
+10	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.08	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
+8	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00
+6	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00
+4	1.14	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00
+2	1.14	1.14	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	1.00
0	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00
-2	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.02	1.01
-4	1.14	1.14	1.14	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03	1.03
-6	1.13	1.13	1.14	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.06	1.04	1.04	1.04
-8	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.08	1.07	1.07	1.05	1.05	1.05
-10	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.09	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06
-12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.10	1.09	1.09	1.09	1.08	1.08	1.08
-14	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.10	1.10	1.09	1.10	1.09	1.09	1.09
-16	1.11	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.11	1.11	1.10	1.10	1.11	1.10	1.10	1.09
-18	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.12	1.12	1.12	1.12	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.10
-20	1.10	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.10
-22	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.13	1.12	1.11
-23	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.12

IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI DI COMUNICAZIONE RS485 DEI PIRANOMETRI LP PYRA...S E DEL PIRELIOMETRO LP PYRHE 16 S MEDIANTE UN PROGRAMMA DI COMUNICAZIONE STANDARD

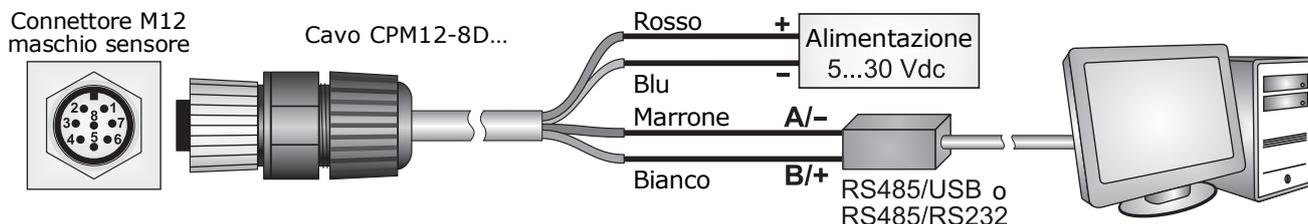
Prima di collegare il sensore alla rete RS485 è necessario assegnargli un indirizzo e impostarne i parametri di comunicazione, se diversi da quelli preimpostati di fabbrica.

L'impostazione dei parametri si realizza collegando il sensore al PC secondo una delle due modalità seguenti:

- A.** Utilizzando il cavo **CP24** opzionale, con convertitore RS485/USB integrato. In questa modalità di connessione, il sensore è alimentato dalla porta USB del PC. Per l'utilizzo del cavo è necessario installare nel PC i driver USB relativi.



- B.** Utilizzando la presa volante M12 a 8 poli fornita o il cavo **CPM12-8D...** opzionale e un convertitore RS485/USB o RS485/RS232 generico. In questa modalità di connessione è necessario alimentare separatamente il sensore. Se si utilizza un convertitore RS485/USB è necessario installare nel PC i driver USB relativi.



NOTE SULL'INSTALLAZIONE DI DRIVER USB NON FIRMATI: prima di installare driver USB non firmati nei sistemi operativi a partire da Windows 7 è necessario riavviare il PC disabilitando la richiesta della firma dei driver. Nei sistemi operativi a 64-bit, anche dopo l'installazione è necessario disabilitare la richiesta della firma dei driver a ogni riavvio del PC.

PROCEDURA DI IMPOSTAZIONE DEI PARAMETRI:

1. Partire dalla condizione sensore non alimentato (se si utilizza il cavo CP24, scollegare il cavo da un lato).
2. Avviare un programma di comunicazione seriale, per esempio Hyperterminal. Impostare il Baud Rate a 57600 e impostare i parametri di comunicazione come segue (il sensore risulta connesso a una porta di tipo COM):

Bit di dati: 8
Parità: Nessuna
Bit di stop: 2

Nel programma, impostare il numero della porta COM alla quale si collega il sensore.

3. Alimentare il sensore (se si utilizza il cavo CP24, collegarlo da entrambi i lati).

4. Attendere che il sensore trasmetta il carattere **&**, quindi inviare (entro 10 secondi dall'istante di alimentazione del sensore) il comando **@** e premere il tasto **invio**.

Nota: se il sensore non riceve il comando **@** entro 10 secondi da quando viene alimentato, si attiva automaticamente la modalità RS485 MODBUS. In tal caso è necessario togliere e ridare alimentazione al sensore.

5. Inviare il comando **CAL USER ON**.

Nota: il comando CAL USER ON si disattiva dopo 5 minuti di inattività.

6. Inviare i comandi seriali indicati nella seguente tabella per impostare i parametri RS485 MODBUS:

Comando	Risposta	Descrizione
CMA _{nnn}	&	Imposta indirizzo RS485 a nnn Compreso tra 1 e 247 Preimpostato a 1
CMB _n	&	Imposta Baud Rate RS485 n=0 ⇒ 9600 n=1 ⇒ 19200 Preimpostato a 1 ⇒ 19200
CMP _n	&	Imposta modalità di trasmissione RS485 n=0 ⇒ 8-N-1 (8 bit di dati, nessuna parità, 1 bit di stop) n=1 ⇒ 8-N-2 (8 bit di dati, nessuna parità, 2 bit di stop) n=2 ⇒ 8-E-1 (8 bit di dati, parità pari, 1 bit di stop) n=3 ⇒ 8-E-2 (8 bit di dati, parità pari, 2 bit di stop) n=4 ⇒ 8-O-1 (8 bit di dati, parità dispari, 1 bit di stop) n=5 ⇒ 8-O-2 (8 bit di dati, parità dispari, 2 bit di stop) Preimpostato a 2 ⇒ 8-E-1
CMW _n	&	Imposta modalità di ricezione dopo la trasmissione RS485 n=0 ⇒ Viola il protocollo e si pone subito in ascolto dopo Tx n=1 ⇒ Rispetta il protocollo e attende 3,5 caratteri dopo Tx Preimpostato a 1 ⇒ Rispetta il protocollo

7. È possibile verificare le impostazioni dei parametri inviando i seguenti comandi:

Comando	Risposta	Descrizione
RMA	<i>Indirizzo</i>	Leggi indirizzo RS485
RMB	<i>Baud Rate</i> (0,1)	Leggi Baud Rate RS485 0 ⇒ 9600 1 ⇒ 19200
RMP	<i>Modalità Tx</i> (0,1,2,3,4,5)	Leggi modalità di trasmissione RS485 0 ⇒ 8-N-1 1 ⇒ 8-N-2 2 ⇒ 8-E-1 3 ⇒ 8-E-2 4 ⇒ 8-O-1 5 ⇒ 8-O-2
RMW	<i>Modalità Rx</i> (0,1)	Leggi modalità di ricezione dopo la trasmissione RS485 0 ⇒ Viola il protocollo e si pone subito in ascolto dopo Tx 1 ⇒ Rispetta il protocollo e attende 3,5 caratteri dopo Tx

Nota: la lettura delle impostazioni non richiede l'invio del comando CAL USER ON.

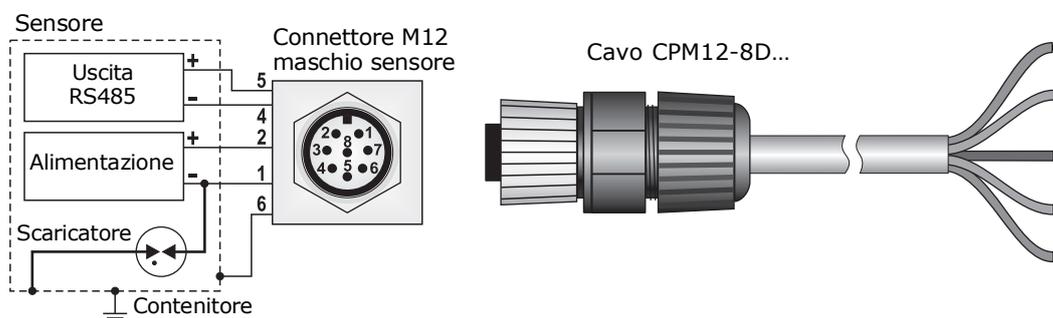
LETTURA DELLE MISURE CON IL PROTOCOLLO MODBUS-RTU QUANDO IL SENSORE È IN CONDIZIONE OPERATIVA (INSTALLATO IN UNA RETE)

In modalità MODBUS è possibile leggere i valori misurati dal sensore mediante il codice funzione 04h (Read Input Registers). La tabella seguente elenca le grandezze disponibili con il relativo indirizzo di registro:

Indirizzo	Grandezza	Formato
0	Temperatura in °C (x10) [se disponibile nel modello]	Intero 16 bit
1	Temperatura in °F (x10) [se disponibile nel modello]	Intero 16 bit
2	Radiazione solare in W/m ²	Intero 16 bit
3	Registro di stato bit0=1 ⇒ misura radiazione solare in errore bit1=1 ⇒ misura temperatura in errore bit2=1 ⇒ errore nei dati di configurazione bit3=1 ⇒ errore nella memoria di programma	Intero 16 bit
4	Radiazione solare media in W/m ² La media è relativa alle ultime 4 misure	Intero 16 bit
5	Segnale (in mV x 100) generato dal sensore	Intero 16 bit

MODALITÀ OPERATIVA: il sensore entra in modalità RS485 MODBUS-RTU dopo 10 secondi dall'accensione. Durante i primi 10 secondi dall'accensione il sensore non risponde a eventuali richieste dell'unità "master" MODBUS. Trascorsi 10 secondi, è possibile inviare richieste MODBUS al sensore.

CONNESSIONE:



Connettore	Funzione	Colore
1	Negativo alimentazione	Blu
2	Positivo Alimentazione	Rosso
3	Non connesso	
4	RS485 A/-	Marrone
5	RS485 B/+	Bianco
6	Contenitore	Calza (Nero)
7	Non connesso	
8	Non connesso	

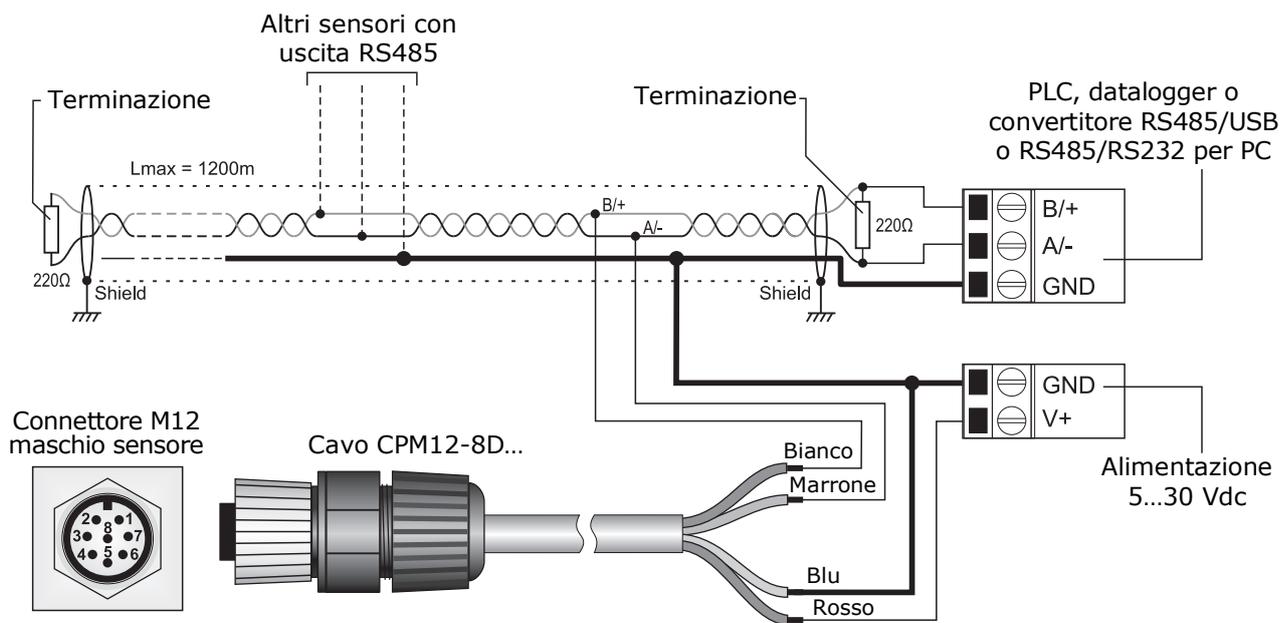
L'uscita RS485 non è isolata.



Il contenitore metallico del sensore deve preferibilmente essere messo a terra (⊥) localmente. In questo caso, non collegare la calza del cavo CPM12-8D... per evitare anelli di massa (ground loops).



Solo se non è possibile mettere a terra localmente il contenitore metallico del sensore, collegare la calza del cavo CPM12-8D... a terra (⊥).



Collegamento uscita RS485

CAVI:

CP24

Cavo di collegamento al PC per la configurazione dei parametri MODBUS. Con convertitore RS485/USB integrato. Connettore M12 a 8 poli dal lato sensore e connettore USB tipo A dal lato PC.

CPM12-8D.2

Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 2 m.

CPM12-8D.5

Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 5 m.

CPM12-8D.10

Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 10 m.



I piranometri della serie **LP PYRA...S12** sono sensori di radiazione solare con uscita digitale SDI-12.

Grazie al suo basso consumo, lo standard SDI-12 si sta notevolmente diffondendo nel campo del monitoraggio ambientale, specialmente in sistemi di acquisizione alimentati da pannello solare e batteria.

I sensori sono compatibili con la versione 1.3 del protocollo SDI-12 e possono essere collegati al datalogger HD32MT.3 o a qualsiasi altro datalogger con ingresso SDI-12.

Le connessioni elettriche si realizzano tramite un connettore M12.

I sensori sono calibrati di fabbrica.

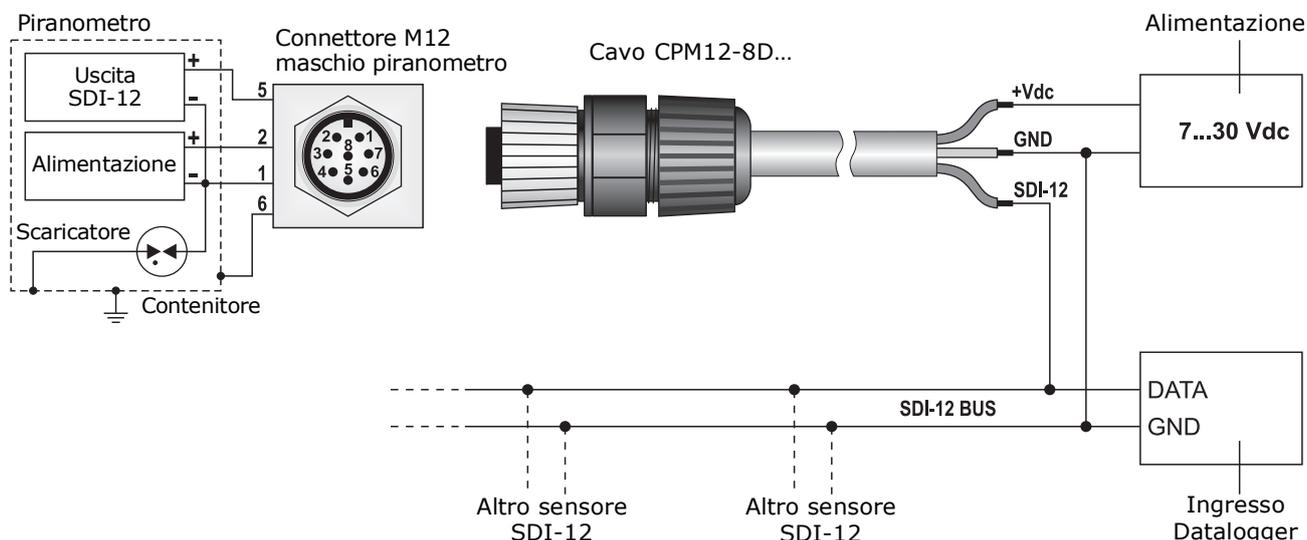
Un sensore di temperatura NTC 10KΩ consente di rilevare la temperatura interna del piranometro.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Sensore di radiazione solare	Termopila
Sensore di temperatura	NTC 10KΩ (rileva la temperatura interna del piranometro)
Alimentazione	7...30 Vdc
Consumo	< 200 μA
Uscita	digitale SDI-12
Connessione	Connettore M12 a 8 poli
Campo di misura e caratteristiche ottiche	Uguali alla serie LP PYRA ...

CONNESSIONE:

Più sensori SDI-12 possono essere collegati in parallelo. La distanza tra un sensore e il sistema di acquisizione (datalogger) non deve superare 60 m. Prima di collegare lo strumento a una rete SDI-12 contenente altri sensori, impostare l'indirizzo tramite l'apposito comando SDI-12 riportato nella tabella dei comandi.



Connettore M12	Funzione	Colore cavo
1	Negativo alimentazione (GND) Negativo uscita SDI-12	Blu
2	Positivo Alimentazione (+Vdc)	Rosso
3	Non connesso	
4	Non connesso	
5	Positivo uscita SDI-12	Bianco
6	Contenitore	Calza (Nero)
7	Non connesso	
8	Non connesso	



Il contenitore metallico del piranometro deve preferibilmente essere messo a terra (\perp) localmente. In questo caso, non collegare la calza del cavo CPM12-8D... per evitare anelli di massa (ground loops).



Solo se non è possibile mettere a terra localmente il contenitore metallico del piranometro, collegare la calza del cavo CPM12-8D... a terra (\perp).

PROTOCOLLO SDI-12

I parametri di comunicazione del protocollo sono:

- baud rate: 1200
- bit di dati: 7
- parità: Pari
- bit di stop: 1

La comunicazione con lo strumento avviene inviando un comando nella forma seguente:

<Indirizzo><Comando>!

con <Indirizzo> = indirizzo dello strumento al quale si invia il comando
<Comando> = tipo di operazione richiesta allo strumento

La risposta dello strumento è nella forma:

<Indirizzo><Dati><CR><LF>

con <Indirizzo> = indirizzo dello strumento che risponde
<Dati> = informazioni inviate dallo strumento
<CR> = carattere ASCII *Carriage Return*
<LF> = carattere ASCII *Line Feed*

I sensori escono di fabbrica con indirizzo preimpostato a 0. L'indirizzo può essere modificato con l'apposito comando SDI-12 indicato nella tabella successiva.

La tabella seguente riporta i comandi SDI-12 disponibili. Per uniformità con la documentazione dello standard SDI-12, nella tabella l'indirizzo dello strumento è indicato con la lettera **a**.

Comandi SDI-12

Comando	Risposta dello strumento	Descrizione
a!	a<CR><LF>	Verifica della presenza dello strumento.
aI!	allccccccmmmmmmvvvsssssss<CR><LF> con: a = indirizzo dello strumento (1 carattere) ll = versione SDI-12 compatibile (2 caratteri) ccccccc = produttore (8 caratteri) mmmmmm = modello strumento (6 caratteri) vvv = versione firmware (3 caratteri) sssssss = numero di matricola (8 caratteri) ⇒ Esempio di risposta: 013DeltaOhmLP-PYRA0016051518 con: 0 = indirizzo dello strumento 13 = compatibile SDI-12 versione 1.3 DeltaOhm = nome del produttore LP-PYR = modello strumento A00 = firmware versione A.0.0 16051518 = numero di matricola	Richiesta delle informazioni dello strumento.
aAb! dove: b = nuovo indirizzo	b<CR><LF> Nota: se il carattere b non è un indirizzo accettabile, lo strumento risponde con a al posto di b.	Modifica dell'indirizzo dello strumento.
?!	a<CR><LF>	Richiesta dell'indirizzo dello strumento. Se più di un sensore è connesso al bus, si verificherà un conflitto.
COMANDI DI TIPO M (START MEASUREMENT) E DI TIPO C (START CONCURRENT MEASUREMENT)		
Irradiazione, livello interno del segnale e temperatura interna		
aM! aC!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere per aM!, 2 caratteri per aC!) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di esecuzione della misura.
aD0!	a+n+w...w+v...v+t...t<CR><LF> con: n = contenuto del registro di stato w...w = irradiazione in W/m ² v...v = livello interno del segnale in mV t...t = temperatura interna nell'unità di misura impostata (default °C) ⇒ Esempio di risposta: 0+0+228.7+3.294+25.1 indirizzo della sonda = 0 contenuto del registro di stato = 0 irradiazione = 228,7 W/m ² livello interno del segnale = 3,294 mV temperatura interna = 25,1 °C <i>Nota:</i> il registro di stato contiene normalmente zero; un valore diverso da zero indica una condizione di errore.	Legge la misura.

Comando	Risposta dello strumento	Descrizione
Irradiazione e temperatura interna		
aM1! aC1!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere per aM1!, 2 caratteri per aC1!) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di esecuzione della misura.
aD0!	a+w...w+t...t<CR><LF> con: w...w = irradiazione in W/m ² t...t = temperatura interna nell'unità di misura impostata (default °C) ⇒ Esempio di risposta: 0+228.7+25.1 indirizzo della sonda = 0 irradiazione = 228,7 W/m ² temperatura interna = 25,1 °C	Legge la misura.
Temperatura interna		
aM2! aC2!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere per aM2!, 2 caratteri per aC2!) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di esecuzione della misura.
aD0!	a+t...t<CR><LF> con t...t = temperatura interna nell'unità di misura impostata (default °C) ⇒ Esempio di risposta: 0+25.1 indirizzo della sonda = 0 temperatura interna = 25,1 °C	Legge la misura.
Livello interno del segnale		
aM3! aC3!	atttn<CR><LF> con: ttt = numero di secondi necessari allo strumento per rendere disponibile la misura (3 caratteri) n = numero di variabili rilevate (1 carattere per aM3!, 2 caratteri per aC3!) Nota: ttt = 000 indica che il dato è subito disponibile.	Richiesta di esecuzione della misura.
aD0!	a+v...v<CR><LF> con v...v = livello interno del segnale in mV ⇒ Esempio di risposta: 0+3.294 indirizzo della sonda = 0 livello interno del segnale = 3,294 mV	Legge la misura.

In aggiunta ai comandi sopraindicati, il sensore implementa anche gli analoghi comandi con CRC, che richiedono di aggiungere un codice CRC a 3 caratteri in coda alla risposta prima di <CR><LF>. Il formato di tali comandi si ottiene dai precedenti aggiungendo la lettera C: aMC!, aMC1!, aMC2!, aMC3!, aCC!, aCC1!, aCC2!, aCC3!. Il sensore **non** implementa i comandi di tipo R (Continuous Measurements).

Comandi SDI-12 estesi

Comando	Risposta dello strumento	Descrizione
aXSCAL USER ON!	a> USER ENABLED!<CR><LF>	Abilita la modalità di configurazione.
aXSCFD!	a> &<CR><LF>	Imposta °C come unità di misura della temperatura.
aXSCFE!	a> &<CR><LF>	Imposta °F come unità di misura della temperatura.
aXSCAL END!	a> LOCKED!<CR><LF>	Disabilita la modalità di configurazione.

I comandi estesi permettono di impostare l'unità di misura della temperatura. Per modificare l'unità di misura:

- 1) Inviare il comando **aXSCAL USER ON!** (nota: **a**=indirizzo dello strumento).
- 2) Inviare il comando **aXSCFD!** (per impostare °C) o **aXSCFE!** (per impostare °F).
- 3) Inviare il comando **aXSCAL END!**

Per ulteriori informazioni riguardanti il protocollo SDI-12, visitare il sito "www.sdi-12.org".

CODICI DI ORDINAZIONE:

- LP PYRA 10S12** Piranometro "**secondary standard**" secondo ISO 9060. Completo di schermo, cartuccia per i cristalli di silice gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano e **Rapporto di Taratura. Uscita SDI-12**. Alimentazione 7...30 Vdc. **Il cavo CPM12-8D... va ordinato a parte.**
- LP PYRA 13S12** Piranometro "**secondary standard**" secondo ISO 9060, con anello di schermo per la misura della sola componente diffusa della radiazione solare. Completo di schermo, cartuccia per i cristalli di silice gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano e **Rapporto di Taratura. Uscita SDI-12**. Alimentazione 7...30 Vdc. **Il cavo CPM12-8D... va ordinato a parte.**
- LP PYRA 02S12** Piranometro di **Prima Classe** secondo ISO 9060. Completo di protezione, cartuccia per i cristalli di silice-gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano, connettore e **Rapporto di Taratura. Uscita SDI-12**. Alimentazione 7...30 Vdc. **Il cavo CPM12-8D... va ordinato a parte.**
- LP PYRA 12S12** Piranometro di **Prima Classe** secondo ISO 9060, con anello di schermo per la misura della sola componente diffusa. Completo di protezione, cartuccia per i cristalli di silice-gel, 2 ricariche, livella per la messa in piano. **Rapporto di Taratura. Uscita SDI-12**. Alimentazione 7...30 Vdc. **Il cavo CPM12-8D... va ordinato a parte.**
- LP PYRA 03S12** Piranometro di **Seconda Classe** secondo ISO 9060. Completo di livella per la messa in piano e **Rapporto di Taratura. Uscita SDI-12**. Alimentazione 7...30 Vdc. **Il cavo CPM12-8D... e lo schermo vanno ordinati a parte.**
- CPM12-8D.2** Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 2 m.
- CPM12-8D.5** Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 5 m.
- CPM12-8D.10** Cavo con connettore M12 a 8 poli da un lato, fili aperti dall'altro. Lunghezza 10 m.