

LP PYRA 10

1 Introduzione

Il piranometro LP PYRA 10 misura l'irradiazione su una superficie piana (Watt/m^2). L'irradiazione misurata è la somma dell'irradiazione diretto prodotto dal sole e dell'irradiazione diffuso (Irradiazione Globale).

L' LP PYRA 10 è un piranometro classificato come "Secondary Standard" 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 quattro versioni:

LP PYRA 10	PASSIVO*
LP PYRA 10 AC	ATTIVO con uscita in CORRENTE 4..20 mA
LP PYRA 10 AV	ATTIVO con uscita in TENSIONE 0...1, 0...5 o 0...10Vdc (da definire al momento dell'ordine)
LP PYRA 10 S	ATTIVO con uscita seriale RS485 MODBUS-RTU

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

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. Due cupole concentriche con diametro esterno di 50 mm e 30mm sono utilizzate 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.

Il campo spettrale del piranometro è determinato dalla trasmissione delle due cupole in vetro. Grazie all'utilizzo di un nuovo materiale per la realizzazione delle cupole, il campo spettrale si è ulteriormente esteso a lunghezze d'onda corte partendo da 283 nm.

Considerando uno spettro solare standard si ha che la porzione di irraggiamento solare misurata dal piranometro è maggiore del 99.8%. Nella figura 1 è riportata la sensibilità spettrale relativa del piranometro LP PYRA 10 ed uno spettro solare standard.

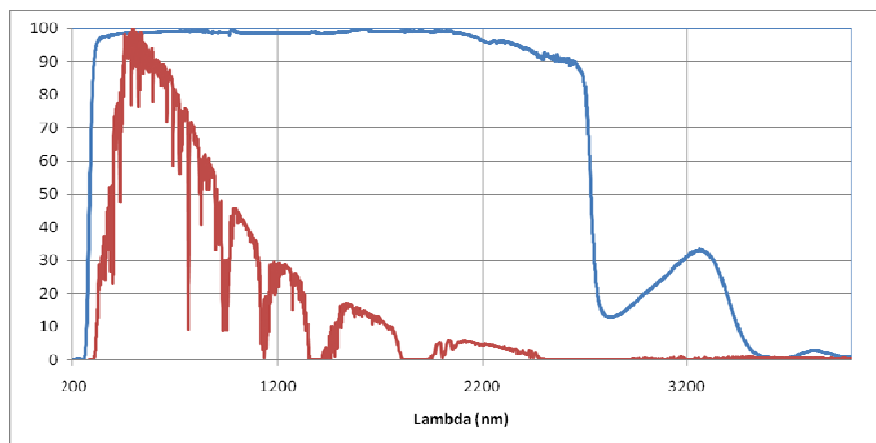


Figura 1 : sensibilità spettrale relativa del piranometro LP PYRA 10 (Linea blu) a confronto con uno spettro solare standard (linea rossa).

Il nuovo sensore adottato consente di avere un tempo di risposta inferiore alle richieste della norma ISO9060 per la classificazione dei piranometri Secondary Standard (il tempo di risposta è inferiore a 6 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 (shock termici).

Per minimizzare le variazioni di sensibilità in funzione della temperatura l'LP PYRA 10 è equipaggiato con circuito di compensazione passivo. Nel grafico di figura 2 è riportata la variazione tipica della sensibilità a differenti temperature.

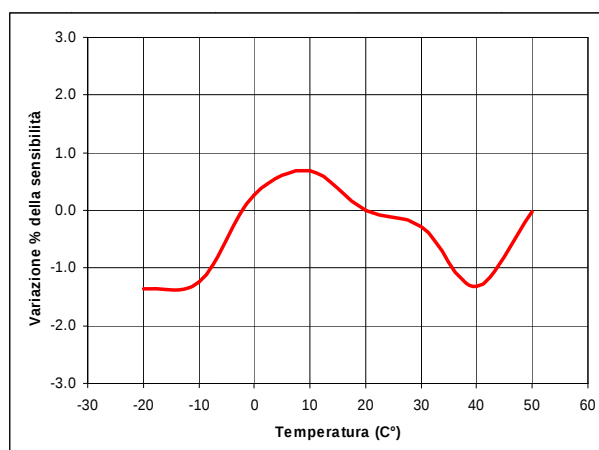


Figura 2: Variazione in % della sensibilità del piranometro LP PYRA 10 rispetto alla sensibilità a 20 °C, nel campo di temperature tra -20 e 50 °C.

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

3 Installazione e montaggio del piranometro per la misura della radiazione globale

Prima dell'installazione del piranometro si deve caricare la cartuccia che contiene i cristalli di 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 si deve evitare di bagnare o toccare con le mani i cristalli di silica-gel. 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 (fornita con il piranometro) contenente 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 piranometro 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- il piranometro è pronto per essere utilizzato

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

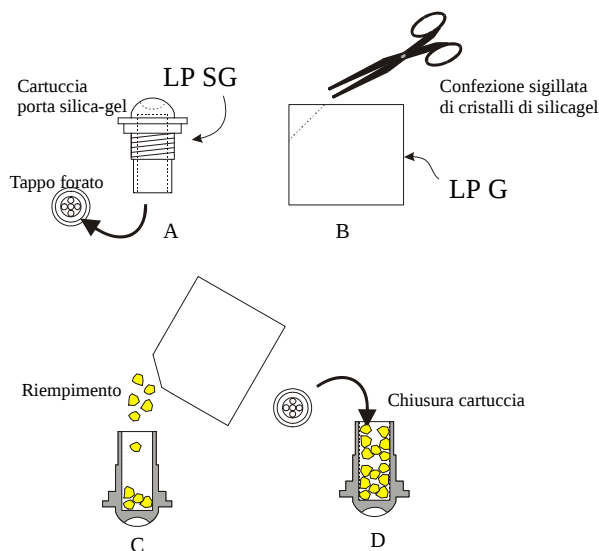


Fig. 3

- L'LP PYRA 10 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 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°. **N.B. La presenza di ostacoli sulla linea dell'orizzonte influenza in maniera sensibile la misura dell'irradiazione diretta.**

- Il piranometro va posto lontano da ogni tipo di ostacolo che possa proiettare il riflesso del sole (o la sua ombra) sul piranometro stesso.
- Quando il piranometro è utilizzato senza lo schermo bianco deve essere posizionato in maniera che il cavo elettrico esca dalla parte del polo NORD, se lo si usa nell'emisfero NORD, dalla parte del polo SUD se lo si usa nell'emisfero SUD, in accordo alla norma ISO TR9901 ed alle raccomandazioni dell'WMO. In ogni caso è preferibile attenersi a questa raccomandazione anche quando è utilizzato lo schermo.
- Per un accurato posizionamento orizzontale, il piranometro LP PYRA 10 è dotato di bolla, la regolazione avviene mediante le due viti con ghiera di registrazione che permettono di variare l'inclinazione del piranometro. 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.
- Al fine di facilitare l'installazione del piranometro, Delta Ohm fornisce a richiesta una serie di accessori illustrati in figura 5. L'installatore deve aver cura affinché l'altezza del palo di sostegno non superi il piano del piranometro, per non introdurre errori di misura causati dai riflessi ed ombre provocate dal palo.
- E' preferibile isolare termicamente il piranometro dal suo supporto, al tempo stesso assicurarsi che ci sia un buon contatto elettrico verso massa.

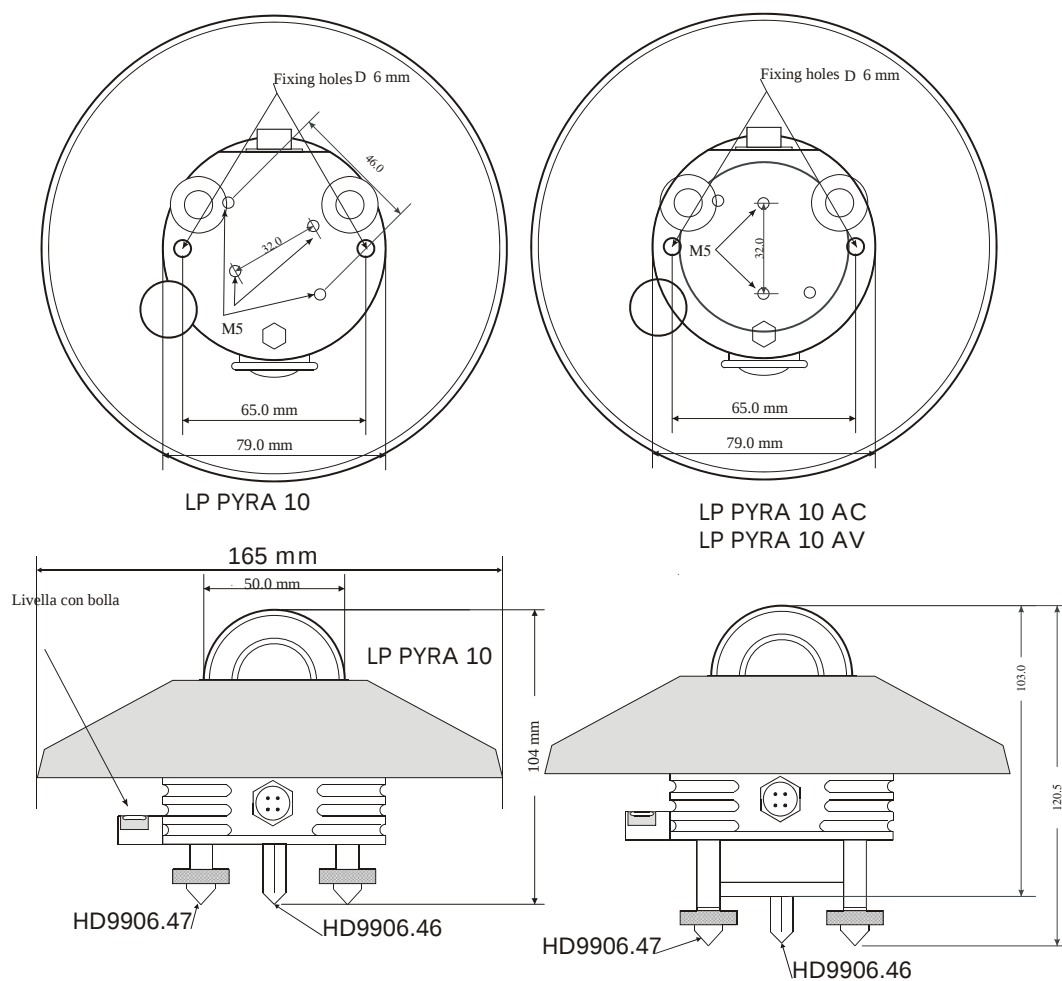


Fig 4

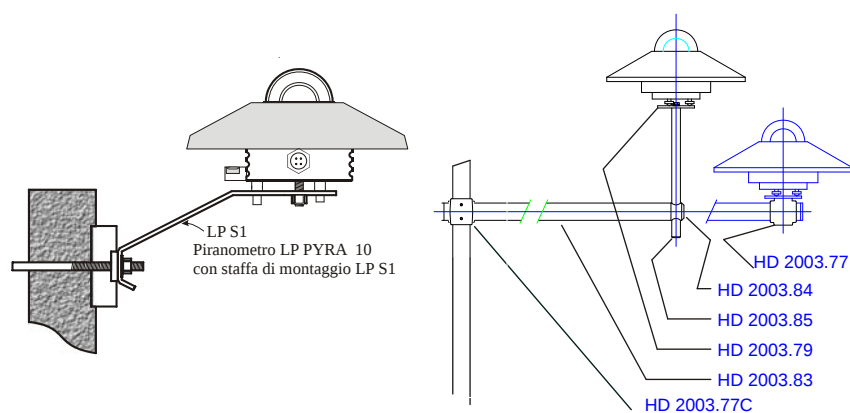


Fig.5

4 Connessioni Elettriche e requisiti dell'elettronica di lettura:

L'LP PYRA 10 viene prodotto in quattro versioni: LP PYRA 10, LP PYRA 10 AC, LP PYRA 10 AV e LP PYRA 10 S.

- La versione LP PYRA 10 è passiva e non necessita di alimentazione.
- Le versioni LP PYRA 10 AC, AV, S sono attive e hanno bisogno di alimentazione. La tensione richiesta è di:
10...30 Vdc per le versioni LP PYRA 10 AC e LP PYRA 10 AV con uscita 0...1V e 0...5 V.
15...30 Vdc per la versione LP PYRA 10 AV con uscita 0...10V.
5...30 Vdc per la versione LP PYRA 10 S con uscita RS485.
- Tutte le versioni sono provviste di connettore di uscita a 4 poli (8 poli la versione S).
- Il cavo opzionale, terminato da una parte con il connettore, in PTFE resistente agli UV, è provvisto di 3 fili più schermo (4 fili più schermo nella versione S). La corrispondenza tra i colori del cavo ed i poli del connettore è la seguente (figura 6):

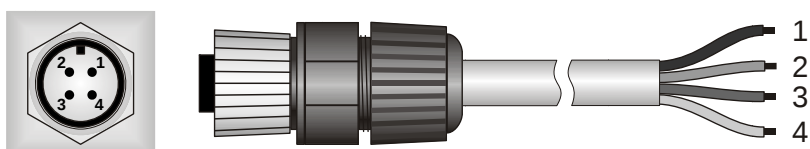


Fig.6

LP PYRA 10

Connettore

	Funzione	Colore
1	Positivo (+)	Rosso
2	Negativo (-)	Blu
3	Contenitore (---)	Bianco
4	Schermo (---)	Nero

LP PYRA 10 AC

Connettore

	Funzione	Colore
1	Positivo (+)	Rosso
2	Negativo (-)	Blu
3	Contenitore (---)	Bianco
4	Schermo (---)	Nero

LP PYRA 10 AV**Connettore****Funzione****Colore**

1	(+) Vout	Rosso
2	(-) Vout e (-) Vcc	Blu
3	(+) Vcc	Bianco
4	Schermo ($\frac{1}{\pi}$)	Nero

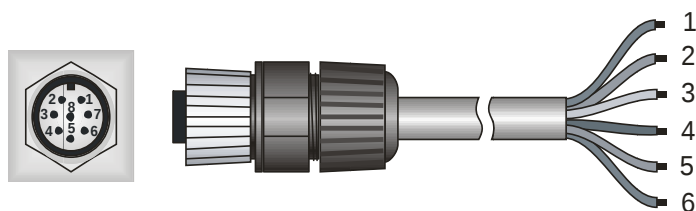
Schema di collegamento LP PYRA 10 S

Fig.7

LP PYRA 10 S**Connettore****Funzione****Colore**

1	Negativo alimentazione (-Vcc)	Nero
2	Positivo alimentazione (+Vcc)	Rosso
4	RS485 A/-	Marrone
5	RS485 B/+	Bianco
6	Non connesso	Blu
8	Non connesso	Verde

- LP PYRA 10 va connesso ad un millivoltmetro od ad un acquisitore 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.

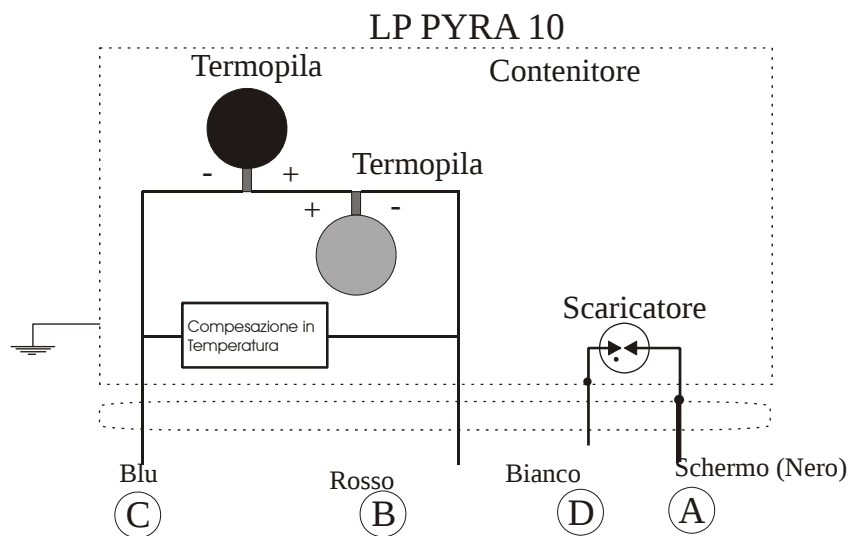


Fig.8

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

LP PYRA 10

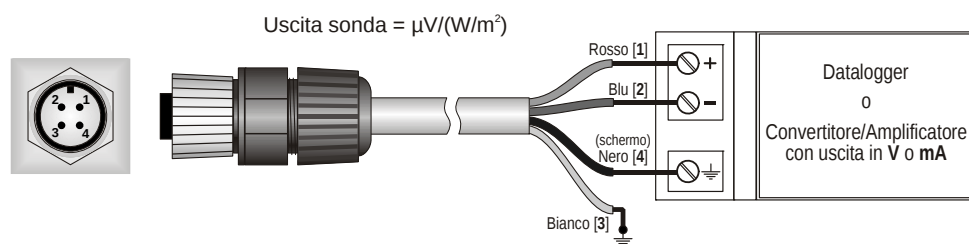


Fig.9

- 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 $\leq 500 \Omega$:

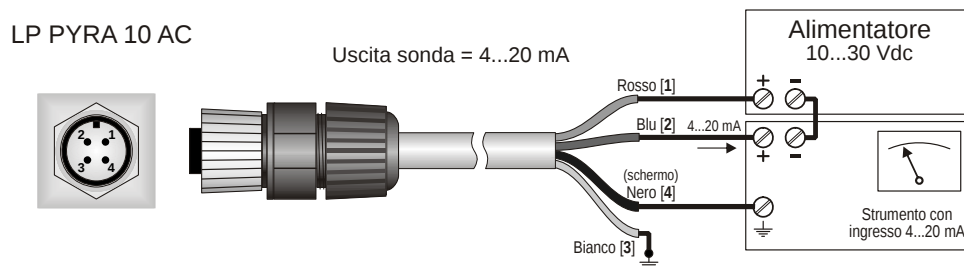


Fig. 10

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

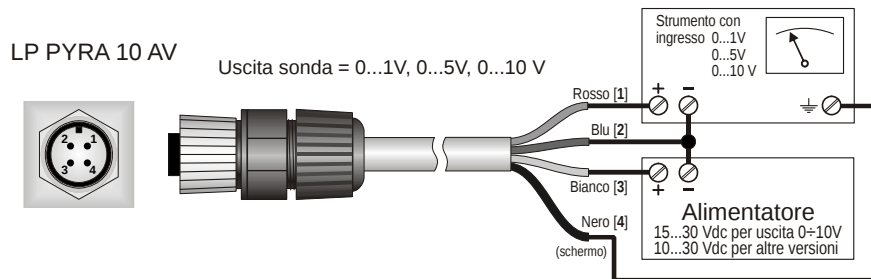


Fig. 11

- LP PYRA 10 S va connesso come riportato nella figura seguente:

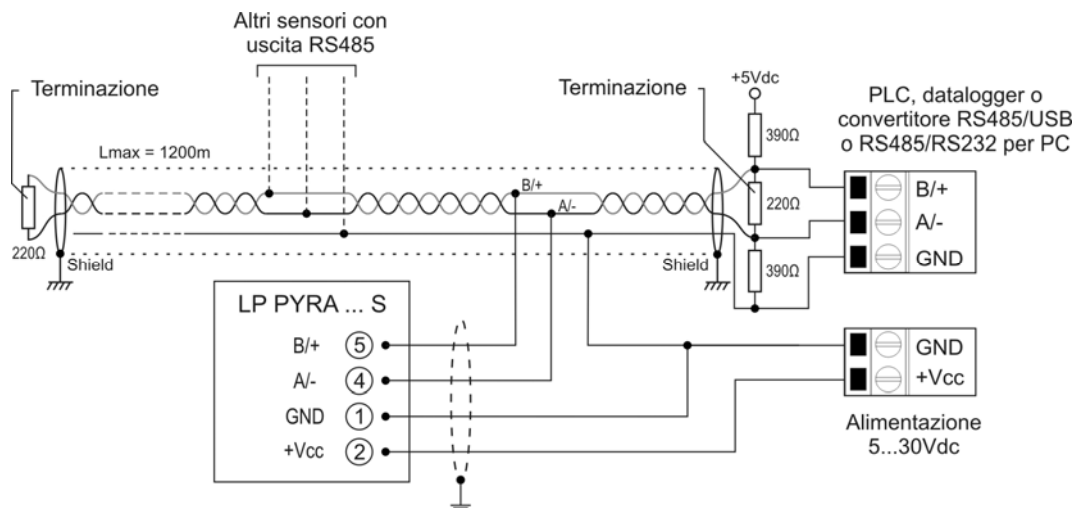


Fig. 12

5 Manutenzione:

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 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 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 **bianco/trasparente**, per sostituirli vedere le istruzioni al paragrafo 3. Tipicamente la durata del silica-gel varia da 4 a 12 mesi a seconda delle condizioni ambientali in cui opera il piranometro.

6 Taratura ed esecuzione delle misure:

LP PYRA 10, LP PYRA 10 S

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 $\mu V/(W/m^2)$.

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

$$E_e = DDP/S$$

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 $\mu V/(W/m^2)$.

LP PYRA 10 AC

La sensibilità del piranometro è regolata in fabbrica in modo che

$$4...20 \text{ mA} = 0...2000 \text{ W/m}^2 \text{ (a richiesta } 0...4000 \text{ W/m}^2)$$

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

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

$$E_e = 250 \cdot (I_{out} - 4mA) \text{ con fondo scala } 4000 \text{ W/m}^2$$

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:

$$\begin{array}{lll} 0...1 \text{ V} & = & 0... 2000 \text{ W/m}^2 \text{ (a richiesta } 0...4000 \text{ W/m}^2) \\ 0...5 \text{ V} & = & 0... 2000 \text{ W/m}^2 \text{ (a richiesta } 0...4000 \text{ W/m}^2) \\ 0...10 \text{ V} & = & 0... 2000 \text{ W/m}^2 \text{ (a richiesta } 0...4000 \text{ W/m}^2) \end{array}$$

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

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

$$E_e = 4000 \cdot V_{out} \text{ per la versione } 0 \dots 1 \text{ V con fondo scala } 4000 \text{ W/m}^2$$

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

$$E_e = 800 \cdot V_{out} \text{ per la versione } 0 \dots 5 \text{ V con fondo scala } 4000 \text{ W/m}^2$$

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

$$E_e = 400 \cdot V_{out} \text{ per la versione } 0 \dots 10 \text{ V con fondo scala } 4000 \text{ W/m}^2$$

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 Caratteristiche tecniche:

Sensibilità tipica:	10 $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$	LP PYRA 10, LP PYRA 10 S
	4...20 mA (0...2000 W/m^2)	LP PYRA 10 AC
	4...20 mA (0...4000 W/m^2)	a richiesta
	0...1, 5, 10V (0...2000 W/m^2)	LP PYRA 10 AV
	0...1, 5, 10V (0...4000 W/m^2)	a richiesta

Impedenza:	$5\Omega \div 50\Omega$
Campo di misura:	0...4000 W/m^2
Campo di vista:	2π sr
Campo spettrale:	283 nm $\div$ 2800 nm (50%)
Temperatura di lavoro:	$-40\text{ }^\circ\text{C} \div 80\text{ }^\circ\text{C}$
Dimensioni:	figura 1
Peso:	0.90 Kg

Caratteristiche Tecniche secondo ISO 9060

1- Tempo di risposta (95%):	< 6 sec
2- Off-set dello Zero:	
a) risposta ad una radiazione termica di 200 W/m^2 :	$< 7\text{ W}/\text{m}^2$
b) risposta ad una cambiamento della temperatura ambiente di 5K/h:	$< \pm 2 \text{ W}/\text{m}^2$
3a- Instabilità a lungo termine (1 anno):	$< \pm 0.8 \%$
3b- Non linearità:	$< \pm 0.5 \%$
3c- Risposta secondo legge del coseno:	$< \pm 10 \text{ W}/\text{m}^2$
3d- Selettività spettrale:	$< \pm 3 \%$
3e- Risposta in funzione della temperatura	$< 2 \%$
3f- Risposta in funzione del Tilt:	$< \pm 0.5 \%$

8 Codici di ordinazione

LP PYRA 10	Piranometro Secondary Standard secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silicagel, 2 ricariche, livella per la messa in piano, connettore M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura.
LP PYRA 10 AC	Piranometro Secondary Standard secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silicagel, 2 ricariche, livella per la messa in piano, connettore M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in corrente: 4...20 mA (0...2000 W/m ²) 4...20 mA (0...4000 W/m ²) a richiesta
LP PYRA 10 AV	Piranometro Secondary Standard secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silicagel, 2 ricariche, livella per la messa in piano, connettore M12 a 4 poli e Rapporto di Taratura. Uscita del segnale in tensione: 0...1Vdc, 0...5Vdc, 0...10Vdc (0...2000 W/m ²) 0...1, 5, 10Vdc (0...4000 W/m ²) a richiesta
LP PYRA 10 S	Piranometro Secondary Standard secondo ISO 9060. Completo di: protezione, cartuccia per i cristalli di silicagel, 2 ricariche, livella per la messa in piano, connettore M12 a 8 poli e Rapporto di Taratura. Uscita seriale RS485 con protocollo MODBUS-RTU.
CPM12 AA 4.2	Connettore M12 a 4 poli completo di cavo resistente agli UV, L=2 metri.
CPM12 AA 4.5	Connettore M12 a 4 poli completo di cavo resistente agli UV, L=5 metri.
CPM12 AA 4.10	Connettore M12 a 4 poli completo di cavo resistente agli UV, L=10 metri.
CPM12-8P.2	Connettore M12 a 8 poli completo di cavo resistente agli UV, L=2 metri. Per versione LP PYRA 10 S
CPM12-8P.5	Connettore M12 a 8 poli completo di cavo resistente agli UV, L=5 metri. Per versione LP PYRA 10 S
CPM12-8P.10	Connettore M12 a 8 poli completo di cavo resistente agli UV, L=10 metri. Per versione LP PYRA 10 S
CP 24	Cavo di collegamento al PC per la configurazione dei piranometri LP PYRA...S con convertitore RS485/USB integrato. Connettore M12 a 8 poli lato strumento e USB tipo A lato PC. Completo di CD-ROM con driver USB e software per la connessione in modalità MODBUS-RTU al PC.

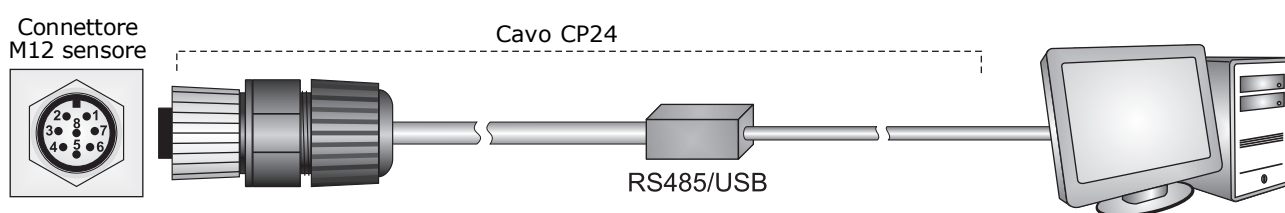
HD 2003.85	Kit per fissaggio, con altezza regolabile, piranometro su palo con diametro Ø 40 mm (HD2003.84 + HD2003.85 + HD2003.79)
HD 2003.79	Kit fissaggio piranometri su bussola Ø 40mm (HD2003.77+HD2003.79)
HD 2003.77	Bussola per tubo Ø 40mm
LP SP1	Schermo di protezione in materiale plastico UV resistente. LURAN S777K della BASF
LP S1	Staffa di posizionamento per piranometro LP PYRA 10, adatta a palo con diametro massimo di 50mm
LP S6	Kit per l'installazione dei piranometri LP PYRA 10 composto da: palo da 1 m (LP S6.05), raccordo di base (LP S6.04), piastra di supporto graduata (LP S6.01), staffa per HD9007 o HD32MTT.03.C (HD 9007T29.1), staffa per piranometri (LP S6.03).
LP SG	Cartuccia per contenere i cristalli di silica-gel completa di O-ring e tappo
LP G	Confezione da 5 ricariche di cristalli di silica-gel

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

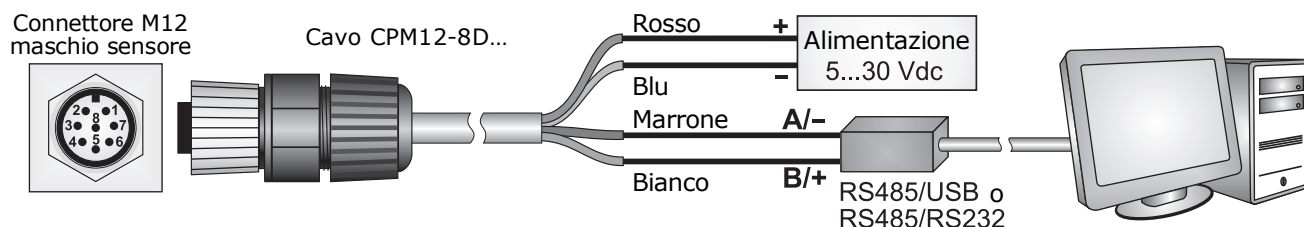
Prima di collegare il sensore alla rete RS485 è necessario assegnargli un indirizzo e impostarne i parametri di comunicazione, se diversi da quelli preimpostati di fabbrica.

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.

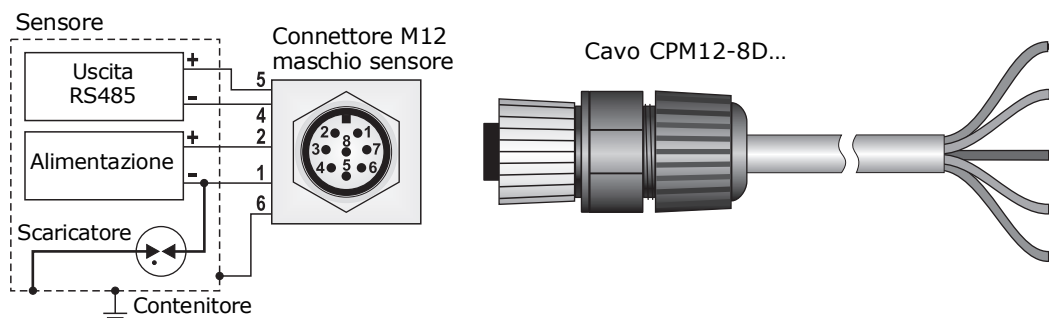
LETTURA DELLE MISURE CON IL PROTOCOLLO MODBUS-RTU QUANDO IL SENSORE È IN CONDIZIONE OPERATIVA (INSTALLATO IN UNA RETE)

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	Contentitore	Calza (Nero)
7	Non connesso	
8	Non connesso	

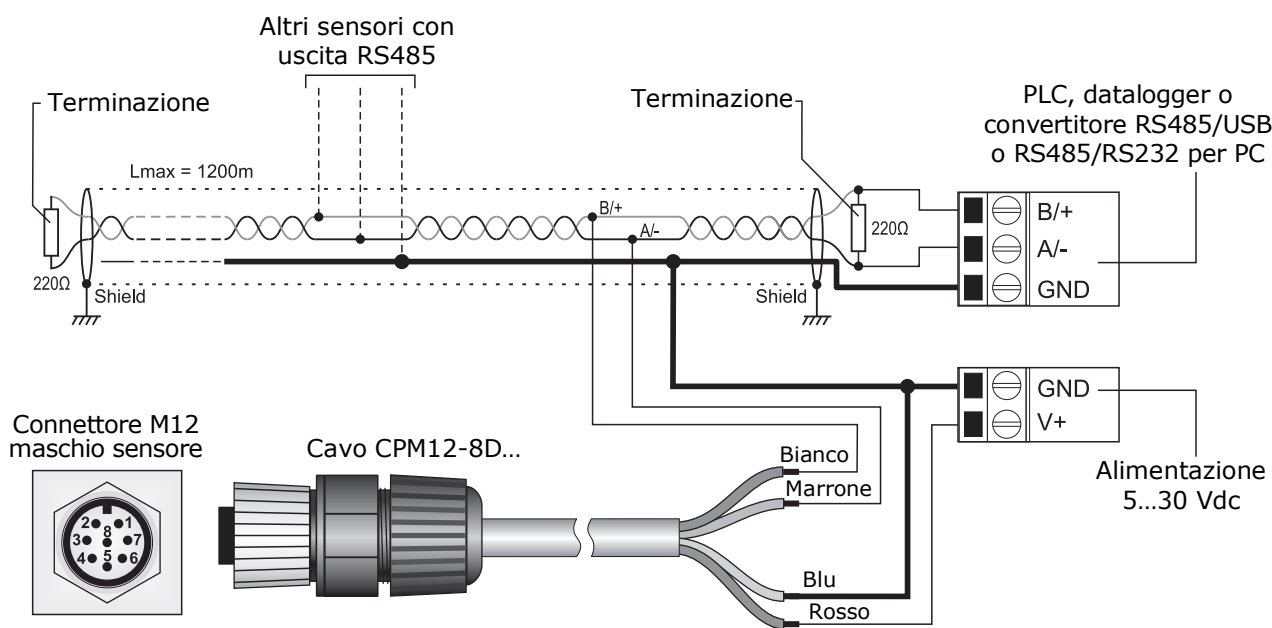
L'uscita RS485 non è isolata.



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.

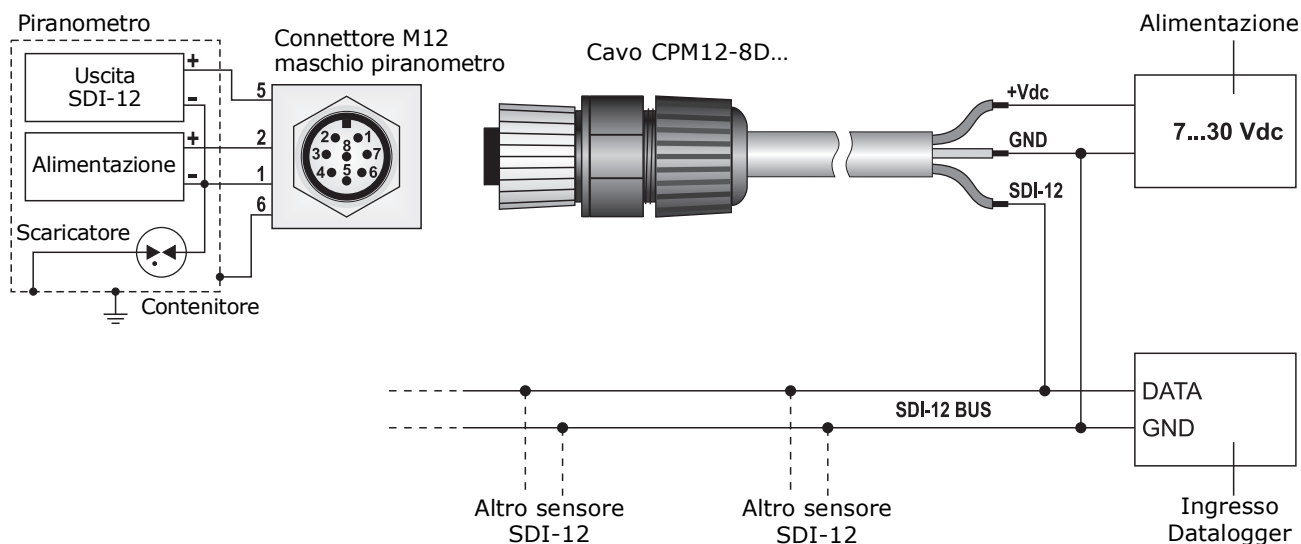
Un sensore di temperatura NTC 10K Ω consente di rilevare la temperatura interna del piranometro.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Sensore di radiazione solare	Termopila
Sensore di temperatura	NTC 10K Ω (rileva la temperatura interna del piranometro)
Alimentazione	7...30 Vdc
Consumo	< 200 μ A
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	Contentitore	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) II = 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 Nota: 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 silica 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 silica 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 silica-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 silica-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.