



Inclinometri da parete



STRUMENTI E MISURE GEOTECNICHE
E STRUTTURALI

INDICE

Avvertenze	5
Applicazione	6
Descrizione generale	7
Modello ed identificativo	8
Installazione	9
Esecuzione misure	10
Calcoli e Formule	11

Inclinometri da parete



AVVERTENZE

Lo strumento deve essere utilizzato per la sola applicazione per cui stato costruito e progettato, OTR declina ogni responsabilità per un uso improprio della strumentazione.



Fissare in modo adeguato e sicuro la piastra di appoggio dell'inclinometro;



Non utilizzare in presenza di gas potenzialmente esplosivi;



Non utilizzare lo strumento in acque in cui in atto una dispersione elettrica.



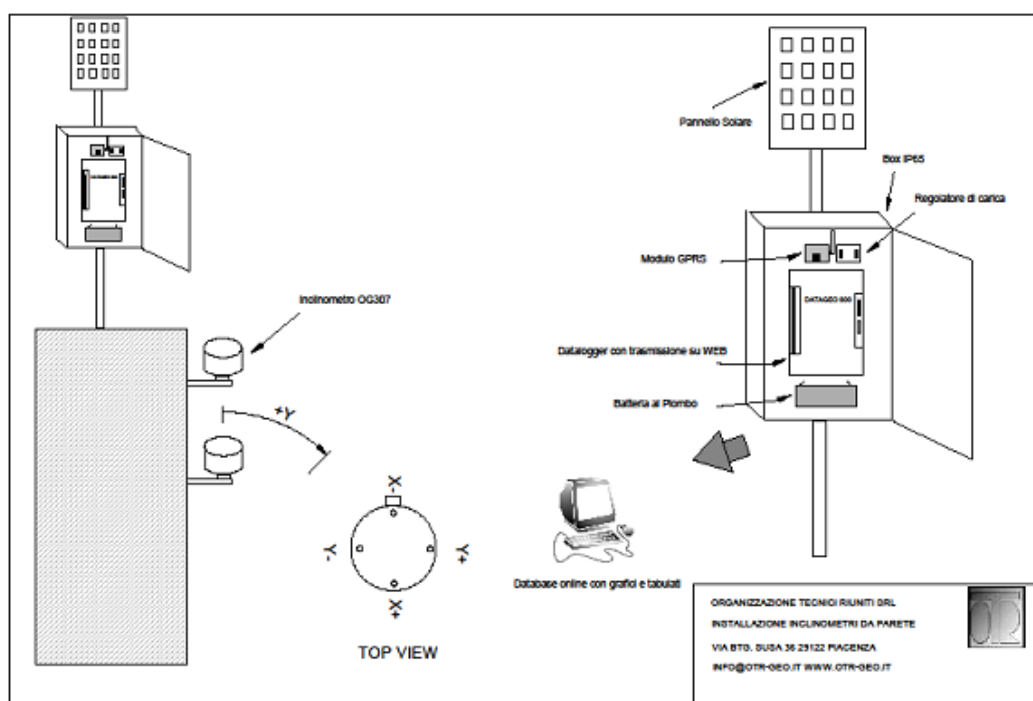
Utilizzare guanti di protezione durante l'utilizzo del cavo di misura. Evitare di maneggiare velocemente il cavo senza guanti.

Inoltre

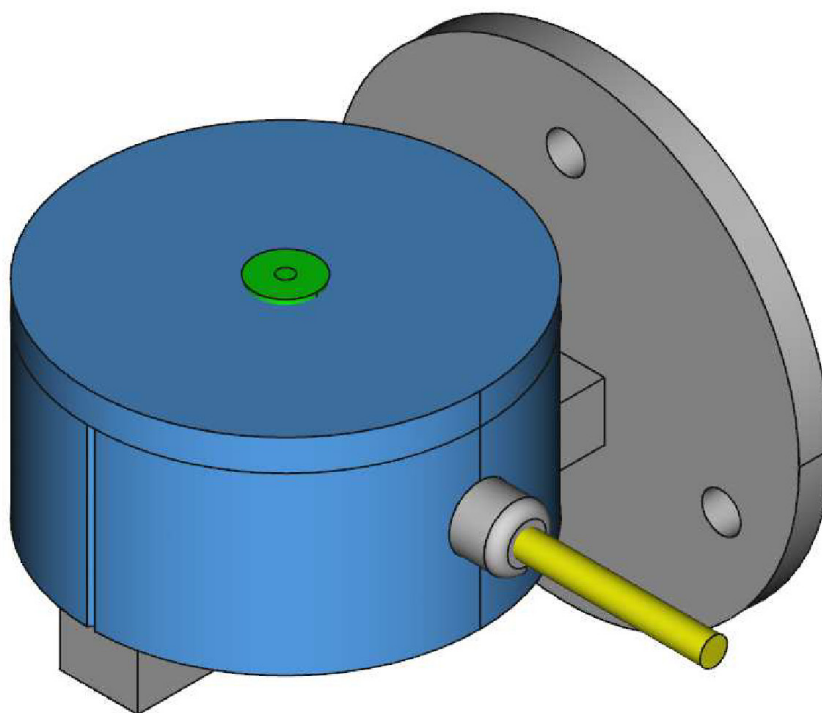
- Non aprire lo strumento: per ogni riparazione rivolgersi al costruttore;
- Tenere lontano dalla portata dei bambini;
- Non eseguire i cablaggi della strumentazione con le mani umide o bagnate;
- Pulire lo strumento ed il relativo cavo con alcool o acqua, non utilizzare acetone o liquidi aggressivi per le materie plastiche o etichette;
- In caso di installazioni con cavi non protetti per misure superiore ai 30 metri utilizzare degli scaricatori di sovratensione.
- Durante la fase di installazione scollegare lo strumento da dispositivi di misura o apparecchi connessi alla rete elettrica;

Applicazione

I clinometri elettrici di superficie sono impiegati per misurare le variazioni di inclinazione di un ammasso roccioso, o in superfici di strutture civili in cui sono attesi spostamenti con componenti rotazionali, in particolare posso essere utilizzati per il monitoraggio edifici danneggiati da frane o terremoti, il controllo della rotazione di berlinesi e diaframmi in fase di scavi, il monitoraggio di muri di contenimento, ponti e banchine, il monitoraggio di torri e campanili. Il clinometro di superficie può essere equipaggiato con sensori MEMS di tipo monoassiale o biassiale.



Descrizione generale



Il clinometro elettrico di superficie è costituito da un contenitore stagno (Cilindro porta sensore) per l'alloggiamento del sensore inclinometrico, una piastra circolare di ancoraggio per il collegamento dell'inclinometro alla struttura e una staffa orientabile che garantisce un posizionamento preciso e affidabile dello strumento. Il sensore inclinometrico può essere di tipo micro elettromeccanico MEMS mono o biassiale. I sensori di tipo MEMS garantiscono un'ottima linearità unita ad un'ottima stabilità termica. Il fondo scala, di soli $\pm 2^\circ$ o $\pm 5^\circ$, consente una risoluzione ed una stabilità delle misure adeguata alle normali condizioni di utilizzo. Il termometro integrato nello strumento (opzionale), consente di valutare l'effetto termico sulla struttura e sul sensore per distinguere le variazioni termiche dalle reali rotazioni.

La custodia dello strumento può essere richiesta con grado di protezione IP67.

Modello e Identificativo

Ogni lettore manuale ha delle targhette identificative riportanti:

- Numero di serie con relativo rapporto di calibrazione;
- Indicazione del modello;

Caratteristiche Tecniche

Alimentazione	12-24 Vdc
Consumo	Max 20 mA
Uscita	$\pm 4V$ 0-10 V
Uscita Temperatura	10 mV/K
Risoluzione	0.001°
Precisione	0.3%
Fondo scala	$\pm 5^\circ \pm 10^\circ$



Installazione

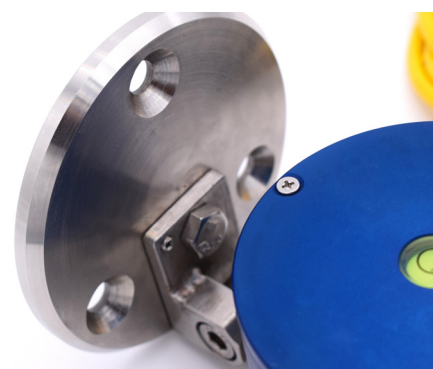
L'inclinometro elettrico da parete viene fornito preassemblato, per cui l'installazione è molto semplificata nelle sue operazioni.

In generale per il montaggio si proceda come di seguito:

- prima dell'installazione dello strumento eseguire una lettura di controllo, con la centralina, imponendo allo strumento un'inclinazione nota e verificando la proporzionalità tra inclinazione applicata e il segnale elettrico letto alla centralina.
- spianare e pulire la superficie sulla quale si installerà lo strumento e in particolare la piastra circolare a muro;
- appoggiare la piastra circolare a muro dello strumento orientandolo nel verso della direzione di inclinazione prevista nelle due direzioni ortogonali X e Y come presentato nella figura sopra il cilindro porta sensore;
- segnare sulla parete la posizione dei fori da eseguire, corrispondenti alla posizione dei tasselli di ancoraggio (n. 3);
- eseguire con un trapano i fori per i tasselli a testa svasata;
- inserire i tasselli nei fori, appoggiare la piastra circolare e dopo averle inserite avvitare le viti fino al perfetto serraggio dei tasselli con la piastra;
- fissare i supporti sulla staffa orientabile in inox alla piastra di ancoraggio circolare serrando i bulloni di bloccaggio;
- regolare la posizione dello strumento in verticale e orizzontale utilizzando una livella a bolla, posizionandola sul coperchio del cilindro porta sensore, o in alternativa mediante l'uso della centralina di lettura, e bloccare la posizione alla piastra di ancoraggio circolare per mezzo degli appositi bulloni
- durante l'installazione eseguire delle letture di controllo con la centralina, per verificare che la posizione iniziale dello strumento sia quella prestabilita inizialmente e annotare il valore delle letture di "zero".

La stessa procedura di regolazione per lo strumento può essere eseguita anche dopo l'installazione in particolare quando si è prossimi al fondo corsa dello strumento stesso.

Ricordarsi di eseguire le misure prima e dopo la regolazione della posizione dello strumento, allo scopo di una corretta elaborazione dei dati.



Lettura della strumentazione

Le letture sono eseguite tramite una centralina portatile manuale oppure tramite datalogger ed espresse o in unità elettriche (mV) o convertite direttamente in angoli, in questo modo è realizzato un monitoraggio continuo delle rotazioni della superficie.

L'unità di lettura Geotester 2 evidenzia sul display un valore in tensione (mV) e/o in grandezza fisica [°] Gradi. Per il loro utilizzo consultare i manuali del modello usato.



Esecuzione misure

Per l'esecuzione delle misure si collega il cavo strumentale alla centralina avendo cura di seguire le istruzioni relative dello strumento di lettura utilizzato:

- Il cablaggio dello strumento a seconda che il sensore sia monoassiale e/o biassiale con segnale in uscita in mV, viene eseguito collegando i conduttori del cavo e tenendo conto delle funzioni dei conduttori da collegare di seguito riportati.

Cavo Rosso	= + 15 volt
Cavo Nero	= GND
Cavo Azzurro	= Segnale Y
Cavo Verde	= Segnale X
Calza	= Terra del datalogger

Elaborazione misure

La misura dell'inclinazione consiste nel rilievo della tensione (mV) del trasduttore elettrico di inclinazione.

A seconda dello strumento e dell'unità di lettura utilizzata la misura elettrica per gli inclinometri elettrici da parete forniti da OTR è espressa in mV, da convertire in [°] Gradi utilizzando il valore di sensibilità dello strumento riportato sul foglio di calibrazione (fornito da OTR) di ciascuno strumento:

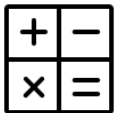
- Nel seguito viene presentato un esempio di conversione dei dati elettrici (in mV) di un inclinometro elettrico di superficie biassiale con sensore MEMS.

Calcoli e Formule

In accordo alle seguenti definizioni e supposta una generica lettura



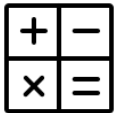
X_o = Inclinazione asse X in mV (Lettura di "Zero" X_o)
 Y_o = Inclinazione asse Y espressa in mV (Lettura di "Zero" Y_o)



X' = Inclinazione sull'asse X espressa in mV (Lettura di "Esercizio" X')
 Y' = Inclinazione sull'asse Y espressa in mV (Lettura di "Esercizio" Y')



KY = coefficiente di sensibilità sensore Asse Y
 KX = coefficiente di sensibilità sensore Asse X



Variazione di Inclinazione asse X:

$$\Delta IX = \arcsin(X'/KX) - \arcsin(X_o/KX) \text{ dove: } KX = mV/\sin(a)$$

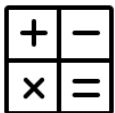
$$\Delta IX = (X' - X_o)/KX \text{ dove } KX = \text{in mV/Grado}$$



Variazione di Inclinazione Asse Y:

$$\Delta IY = \arcsin(Y'/KY) - \arcsin(Y_o/KY) \text{ dove } KY = mV/\sin(a)$$

$$\Delta IY = (Y' - Y_o)/KY \text{ dove } KY = mV/Gradi$$



Risultante dello spostamento locale nel piano Y-X della sonda inclinometrica fissa espresso in mm:

$$\Delta I = \sqrt{\Delta IY^2 + \Delta IX^2}$$

Direzione dello spostamento locale nel piano Y-X della sonda inclinometrica fissa o Angolo azimutale:

$$\theta = \arctg(\Delta IY / \Delta IX)$$