



Indicazioni e consigli sull'uso di
Estensimetri a base lunga
Tecnopenta



1. Cos'è un estensimetro a base lunga?

L'estensimetro a base lunga è un sistema di misura, installato in foro di sondaggio, per il controllo di cedimenti e movimentazioni di masse in frana.

Lo strumento è costituito essenzialmente da una o più basi di riferimento che possono essere ancorate a profondità differenti e da una testa di misura, locata all'imbocco del foro. Il comportamento del suolo viene ricostruito attraverso la misura degli spostamenti relativi fra base e testa di misura. I movimenti trasmessi dalla base di base di misura vengono misurati elettricamente o meccanicamente e i valori possono essere registrati per mezzo di Datalogger o altri sistemi di registrazione automatica.

2. Analisi delle parti costituenti il sistema

Il sistema "estensimetro" si compone principalmente di tre parti: gli ancoraggi (testa e base), il trasduttore con sistema di trasmissione del movimento, le basi di misura connesse al terminale di fondo ed alla superficie. Gli estensimetri vengono detti "a base singola" se composti da un solo ancoraggio e un solo sistema di basi o "multipli" se composti da più basi di misura ancorate a profondità diverse.

2.1 Trasduttori di spostamento

I trasduttori utilizzati da Tecnopenta sono di tipo resistivo lineare o a rotazione (potenziometrici). In passato sono stati utilizzati trasduttori induttivi lineari (LVDT) che pur essendo più precisi, sono però più costosi e hanno range più ridotti. Le risoluzioni di ambedue i sistemi sono paragonabili (maggiori del centesimo di mm), il potenziometro nella misura utilizza contatti striscianti mentre LVDT è praticamente privo di attriti.

I trasduttori di movimento di questo tipo possono essere affetti da errori dovuti a variazioni termiche e questa caratteristica è più accentuata negli LVDT. Per questi motivi Tecnopenta utilizza quasi esclusivamente trasduttori resistivi di tipo potenziometrico (tranne in situazioni particolari).

I modelli a rotazione vengono utilizzati in caso di impiego di filo di acciaio come agente di collegamento fra la testa di misura e il fondo. Il filo viene mantenuto in tensione da un peso e trasferisce il movimento ad una puleggia in alluminio a cui è collegato il trasduttore. Nel caso del montaggio con barre d'acciaio si utilizzano invece i trasduttori resistivi di tipo lineare. Inoltre i trasduttori rotativi permettono di misurare lunghezze di qualche decina di centimetri, mentre quelli lineari (modelli standard) hanno una corsa di lunghezza nell'ordine di qualche centimetro (corse maggiori comportano strumenti di dimensione maggiore)

Per la misura dello spostamento possono essere utilizzati anche trasduttori di tipo meccanico (semplici micrometri), che però non permettono l'acquisizione dati continua e la lettura da remoto.

2.2 Ancoraggio di fondo

Di norma vengono utilizzati terminali in acciaio ad aderenza migliorata, bloccati sul fondo allo strato considerato stabile tramite iniezione di cemento. Per esempio nel monitoraggio di una frana rotazionale con una superficie di scorrimento definita, l'ancoraggio deve essere agganciato oltre questa, in modo da garantire l'indagine del movimento totale. Nel caso fossero presenti più superfici di scivolamento possono essere usate più basi di misura ancorate a diverse profondità.

La misura del movimento avviene quindi misurando gli spostamenti relativi fra due punti, l'ancoraggio a fondo foro (stabile) e la testa strumentata in superficie (in movimento).



2.3 Aste rigide e funi

Nell'installazione di un estensimetro la scelta fra basi di misura costituite da funi in acciaio o aste in acciaio dipende dalle caratteristiche dell'area da monitorare, in particolare dal substrato e dal movimento in atto. Una barra rigida in acciaio si adatta a misurare sia spostamenti trattivi (ad esempio nel caso di ribaltamento in roccia o cedimento di volte) sia di raccorciamento (ad esempio in caso di fenomeni di subsidenza).

Le barre attualmente utilizzate da Tecnopenta sono barre in acciaio inossidabile di diametro 8 mm e lunghezza 2 m; le giunture fra una barra e l'altra sono affidate a distanziali dello stesso materiale di diagonale 22 mm.

Nel terreno esse vengono protette da un tubo in PVC, diviso in spezzoni di lunghezza 2 m filettati alle estremità. La configurazione sopra descritta garantisce funzionalità e facilità di installazione. Il diametro maggiore dei distanziali rispetto alle aste contribuisce a favorirne la centratura e la corretta posizione all'interno del tubo in PVC che dovrà poi risultare solidale con le pareti del foro.

La fune invece viene utilizzata nel caso si stiano indagando movimenti composti, che potrebbero non essere rilevati correttamente da una base di misura costituita da aste. Tecnopenta utilizza funi d'acciaio di diametro 2 o 3 mm a 49 trefoli, scelto per le sue caratteristiche di resistenza e flessibilità, inguainato in tubo di nylon privo di giunture, in modo da ridurre al minimo gli attriti. Il filo può essere anche lasciato libero all'interno del foro, questo riduce l'attrito, ma accentua l'azione dei fenomeni di deformazione e di assottigliamento dello strato ^(*).

Un'altra importante caratteristica della fune è che essa è flessibile e si adatta quindi a misurare movimenti composti che potrebbero danneggiare le barre, infatti sia variazioni della distanza fra i due capi (testa e ancoraggio) sia trazioni trasversali alla lunghezza della base di misura, si traducono in un raccorciamento apparente in superficie. La fune trova inoltre applicazione nel caso si debbano utilizzare dei rinvii o pulegge.

Errori importanti possono essere generati da un suo mancato tensionamento, per questo Tecnopenta utilizza contrappesi molto pesanti che applicano ad essa una forza costante; in situazioni dove l'uso del contrappeso non è possibile e vi è la necessità di ridurre gli ingombri, la seconda scelta è una molla, che genera però una tensione variabile nel tempo e che permette di misurare soltanto spostamenti di piccola entità (nell'ordine qualche centimetro).

L'impiego di barra d'acciaio in alcuni cantieri può risultare problematico : in questi casi si può essere utilizzata la fibra di vetro, più semplice da trasportare e che può arrivare in cantiere già montata sulla testa di misura. Questo materiale presenta però minore resistenza al taglio, quindi gli ancoraggi sono meno duraturi.

() Durante i fenomeni franosi oltre al movimento lungo la direzione del pendio è presente anche una componente verticale dovuta a fratturazione e deformazione della superficie di scivolamento. Questo comporta una diminuzione dello spessore dello strato in movimento e quindi genera il rilevamento di uno spostamento apparente contrario a quello principale.*



3. Installazione

3.1 Indagine preliminare

Lo scopo di questa fase è definire in maniera precisa le caratteristiche costruttive e geotecniche del progetto in indagine: compito del progettista è quindi quello di definire il punto di installazione, la lunghezza e il numero delle basi di misura.

Le scelte devono essere effettuate tenendo conto del volume di suolo da indagare, dalle direzioni del movimento in atto e dalle entità dello spostamento atteso. Si deve inoltre tener conto di altri strumenti presenti nella zona. Verificata la disponibilità di dati inerenti, (ad esempio dati inclinometrici) si devono ricavare più informazioni possibili sui fenomeni in atto, nel caso di scivolamenti rotazionali ad esempio, è bene verificare il numero e la profondità delle superfici di scivolamento in modo da dimensionare e definire il numero delle basi di misura.

3.2 Perforazione

Il foro deve essere dimensionato tenendo conto del numero di basi da installare secondo le istruzioni di Tecnopenta. Il metodo di perforazione non è importante dal punto di vista dell'installazione in sé, ma dipende dal tipo di terreno/roccia che si sta perforando. È importante però tener conto che la perforazione può essere un'importante fonte di informazioni sulla geologia del sottosuolo soggetto a indagine. Il foro deve essere mantenuto agibile e pulito fino al momento dell'installazione e se necessario bisognerà verificarne l'integrità. Una possibile soluzione in caso di terreni sciolti è la messa in posa di un rivestimento. Dopo aver infilato le basi di misura fino a fondo foro, si procede all'iniezione di cemento per un'altezza di 3/5 m; subito dopo si inizia l'estrazione del rivestimento evitando il trascinarsi delle basi appena inserite.

3.3 Testa di misura ed elettronica

Il sistema di misura a testa foro deve essere installato dopo un tempo sufficiente a garantire la presa del cemento iniettato. La testa di misura utilizzata in caso di filo differisce in modo sostanziale da quella usata in caso di barre.

Nel primo caso Tecnopenta realizza una struttura in acciaio inox, il cui scopo è sostenere il sistema di tensionamento e il trasduttore di movimento potenziometrico. In genere il tutto è alloggiato in pozzetti drenati per evitare che ristagni d'acqua possano danneggiare la parte elettrica. Se la struttura è posizionata fuori terra deve essere adeguatamente protetta onde evitare danneggiamenti dovuti alle normali attività di cantiere e agli agenti atmosferici.

Nel caso di base di misura a barre esse agiscono direttamente sul trasduttore di movimento opportunamente montato alla testa di misura.

I datalogger vengono installati all'interno di scatole in vetroresina IP67 (sia su palo che su muro) che garantiscono la protezione dell'elettronica di acquisizione. Anche il cavo elettrico di comunicazione fra trasduttore e logger viene adeguatamente protetto con una guaina in materiale plastico in modo da impedire l'accesso ad umidità e roditori. Tutta l'elettronica attualmente utilizzata da Tecnopenta è stata progettata per avere una bassa richiesta di corrente (basso consumo): di norma per alimentare il sistema sono sufficienti comuni batterie.

Frequentemente viene però installato anche un piccolo pannello solare da 5W, economico e poco ingombrante, che garantisce la totale indipendenza del sistema.



3.4 Dati

I dati raccolti vengono memorizzati su scheda SD, leggibile da qualsiasi computer senza software particolari e, se richiesto, vengono inviati su web server dove vengono elaborati e graficati. La seconda ipotesi prevede l'installazione di un modulo GPRS compatibile con il datalogger, ma rende i dati accessibili dovunque ci sia una connessione internet.

Possono anche essere impostate delle soglie di allarme in base alle quali il logger manda messaggi di avvertimento via SMS e via MAIL.

4. Manutenzione

Essendo strumenti operanti all'esterno e spesso in condizioni climatiche avverse, gli estensimetri devono essere periodicamente controllati sia dal punto di vista meccanico che elettrico. Può essere anche necessaria una calibrazione in sito o un riposizionamento del sistema di tensionamento (in caso di filo).

5. Applicazioni particolari

L'estensimetro a fune può essere installato anche su fori precedentemente strumentati (ad esempio con tubi inclinometrici) che, a causa di deformazioni importanti, non siano più percorribili dalle sonde mobili e quindi risultino inservibili.

E' inoltre possibile al momento dell'installazione del tubo inclinometrico, abbinare ad esso (all'esterno) la base di misura estensimetrica. Una volta posizionata la base di misura è possibile collegarla subito ad un sistema di lettura del movimento oppure si può scegliere di farlo in un secondo momento ad esempio nel caso il tubo non sia più percorribile con una sonda inclinometrica manuale. In tal modo si potrà continuare a monitorare il movimento di cui si conoscono i piani di scivolamento e le velocità di spostamento.

