

## **POSA IN OPERA DI STRUMENTAZIONE GEOTECNICA**

Al termine della perforazione, o in fori appositamente predisposti, possono essere poste in opera particolari strumentazioni geotecniche quali, ad esempio:

- Piezometri
- Inclinatori
- Assesimetri

Nel 1° caso si sfrutta il foro già eseguito per altri scopi, mentre nel 2° e 3° caso generalmente si opera con il sistema "a distruzione di nucleo" con diametro tale da consentire il rivestimento delle pareti con una tubazione metallica provvisoria tale da consentire la posa in opera della strumentazione; in genere il fluido di circolazione, tranne il caso dei piezometri, sarà costituito da fango.

### ***Piezometri***

I piezometri di uso più comune possono essere dei seguenti tipi:

- idraulici a tubo aperto
- idraulici tipo Casagrande

#### Piezometri idraulici a tubo aperto

Constano di una colonna di tubi in PVC rigido o in metallo, fessurati ed eventualmente rivestiti di tessuto non tessuto per la parte in falda e ciechi per il rimanente tratto.

Vanno posti in opera entro un foro rivestito con una tubazione provvisoria, di diametro utile pari almeno al doppio del diametro dei tubi di misura adottati. Una volta eseguita a quota la pulizia del foro, si inserisce la colonna fino a fondo foro; quindi si procede all'immissione, nell'intercapedine colonna - tubazione, di materiale granulare (sabbia, sabbia - ghiaietto) in modo da realizzare un filtro poroso attorno al tratto di colonna fenestrato.

Tale operazione va eseguita ritirando la tubazione provvisoria mano a mano che si procede con l'immissione dall'alto del materiale filtrante, curando di controllare la quota di questo con idonei sistemi di misura (cordelle metriche, etc.). Il bordo inferiore della tubazione dovrà sempre trovarsi al di sotto della quota raggiunta dal materiale di riempimento.

Al termine della formazione del filtro, si procede all'esecuzione di un tappo impermeabile di circa 1 metro di altezza, formato generalmente da palline di bentonite o argilla opportunamente pestellate, onde separare la zona filtrante dal tratto di foro superficiale, che andrà poi riempito con materiale di risulta, oppure cementato a seconda delle esigenze.

In superficie, si provvede quindi ad eseguire un idoneo pozzetto, possibilmente con chiusura a lucchetto o simili, per il contenimento e la protezione della testa del piezometro.

#### Piezometri idraulici tipo Casagrande

Sono costituiti da un filtro a candela (o più filtri sovrapposti, per aumentare la zona di captazione dell'acqua) collegato normalmente a due tubicini rigidi in PVC, ciechi.

L'installazione del piezometro tipo Casagrande differisce dalla precedente per l'esecuzione della zona filtrante. In questo caso, infatti, dopo aver pulito il foro si procede all'immissione di materiale granulare per un'altezza di circa 50 – 60 cm. La tubazione provvisoria, di diametro minimo utile pari a 85 mm, per le candele filtranti in commercio, andrà al solito ritirata facendo in modo che in essa sia sempre contenuta parte del materiale filtrante.

A questo punto va calata la cella porosa del piezometro, saturata in precedenza a parte, collegando i tubicini in PVC fino alla superficie. Si immetterà quindi altra sabbia sino a superare la candela filtrante di altri 50-60 cm, sempre ritirando la tubazione di rivestimento ed infine si passerà ad eseguire il tappo impermeabile, il riempimento completo del foro ed il pozzetto di testa come descritto al paragrafo precedente.

Nel caso si preveda la posa in opera di due piezometri a diverse profondità nello stesso foro, il diametro minimo utile dovrà essere di 110 mm.

L'installazione prevedrà due zone filtranti all'interno delle celle porose e due tappi impermeabili. La zona filtrante e il tappo impermeabile, contenuti tra le quote di posa dei due piezometri, andranno dimensionati in altezza in funzione della stratigrafia e dell'individuazione degli strati permeabili ed impermeabili.

### ***Inclinometri***

Le tubazioni standard attualmente in commercio hanno un diametro esterno che non supera i 92 mm; in base a ciò il diametro minimo utile (perforo nudo o rivestito con camicia metallica provvisoria) deve essere di 110 mm per riempimento dell'intercapedine effettuato con valvola di fondo.

Utilizzando invece un tubetto volante esterno per il riempimento, il diametro raccomandato è compreso tra 125 e 150 mm.

Trovano spesso impiego anche tubi inclinometrici di piccolo diametro (8 max = 68 mm), per cui può rivelarsi sufficiente un diametro utile di 85 mm per il riempimento con valvola di fondo e un diametro tra 100 e 130 mm nel caso di utilizzo di tubetto volante esterno.

La colonna inclinometrica può essere installata in un foro di sondaggio o in perforazioni apposite eseguite anche a distruzione. Una volta completato e pulito il foro, che in funzione del tipo di terreno potrà essere rivestito o meno, si procede all'installazione della colonna inclinometrica formata da spezzoni di tubo in alluminio (anche PVC o vetroresina) collegati da manicotti.

Il primo spezzone dovrà essere chiuso al fondo da un tappo semplice o dalla valvola di fondo, a seconda delle modalità di riempimento dell'intercapedine. Qualora la spinta idrostatica dell'acqua entro il foro contrasti l'inserimento della colonna, questa può essere appesantita con acqua o fango. In questo ultimo caso, al termine dell'installazione si dovrà eseguire un accurato lavaggio interno della tubazione, sostituendo il fango con acqua pulita.

Particolare attenzione va posta nell'assemblaggio della colonna e soprattutto nel collegamento tra i singoli spezzoni e i manicotti di giunzione, in modo da evitare piegamenti e/o torsioni dei tubi. Il riempimento dell'intercapedine tra il tubo inclinometrico e la parete del foro si otterrà con una miscela di cemento, bentonite ed acqua, iniettata dall'interno del tubo mediante la valvola di fondo a perdere oppure dall'esterno a mezzo di un tubetto flessibile.

Qualora siano presenti tubazioni di rivestimento, la loro estrazione va condotta senza alcun movimento di rotazione, per non danneggiare la colonna inclinometrica. L'installazione andrà ultimata posizionando in superficie un pozzetto di protezione provvisto di idonea chiusura.

### ***Assestimetri***

Per l'installazione degli assestimetri, occorrerà predisporre un foro appositamente rivestito per tutta la sua lunghezza con tubazione di manovra, del diametro generalmente compreso tra 130 e 150 mm.

L'assestimetro più comunemente impiegato consiste in una serie di punti magnetizzati ad alette sporgenti, ancorati a diverse quote nel terreno di cui si vuole seguire l'assestamento e calzati attorno ad una colonna verticale.

#### Assestimetro a punti magnetizzati (tipo BRS)

Può essere installato entro un foro di sondaggio o in un foro apposito, purché rivestito con tubazione provvisoria. Consta di due tubi tra loro coassiali, di cui quello interno è metallico e cavo onde consentire l'inserimento di una apposita sonda di misura; il tubo esterno, di solito un corrugato flessibile in PVC, serve invece per assorbire gli attriti del terreno, svincolando in tal modo il tubo interno. Questo andrà sospeso, a colonna ultimata, sull'apposita testa da posizionare in superficie.

L'installazione prevede il collegamento dei primi spezzoni dei due tubi con una punta metallica d'appoggio, che andrà posta a fondo foro. Segue quindi il montaggio completo di tutti gli spezzoni di doppio tubo fino in superficie.

A questo punto si procede al riempimento dell'intercapedine da fondo foro fino alla quota di posizionamento dell'anello magnetizzato più profondo, estraendo contemporaneamente i rivestimenti.

La quota va controllata con idonei sistemi di misura.

I materiali di riempimento consigliati sono palline di bentonite e, in alternativa, sabbia; al fondo, in corrispondenza della punta, anche ghiaietto.

Quindi viene calato il primo punto magnetizzato, spingendolo verso il basso mediante un attrezzo apposito in modo da vincere l'attrito delle alette sui rivestimenti, fino a farlo appoggiare sul riempimento in posto.

Ora l'anello va ricoperto di altro materiale di riempimento, procedendo di seguito all'estrazione dei rivestimenti. Non trovando più contenimento laterale, le alette del punto magnetico si espanderanno di conseguenza fino ad ancorarsi nel terreno indisturbato.

Si proceda poi come descritto fino a completamento della colonna assestimetrica. Al solito, particolare attenzione va posta sia nelle fasi di riempimento che nell'estrazione delle tubazioni provvisorie. L'allestimento magnetico viene ultimato posizionando la testa di protezione e sospensione del tubo interno, munita di chiusura.

#### Altri tipi di assestimetri

Esistono in commercio altri tipi di colonne assestimetriche da installarsi in fori di perforazione sul modello della colonna appena descritta. Per queste rimangono validi sia il principio di funzionamento che le modalità di posa in opera.

Misure assestimetriche possono anche essere condotte entro rilevati in corso di edificazione.

Vengono utilizzati:

- a) assestimetri magnetici del tipo di quello descritto. I punti di misura sono costituiti da piastre magnetizzate;
- b) assestimetri a piastra, da installarsi prima della costruzione del rilevato per controllare i cedimenti del piano di posa, mediante livellazione di un'asta solidale con la piastra stessa;
- c) assestimetri a mercurio (pneumatici o elettrici), costituiti da sensori collegati tramite cavo ad un serbatoio di mercurio e ad una centralina di misura. I sensori vengono posizionati alle quote di interesse nell'evoluzione dei cedimenti;
- d) assestimetri incrementali: le specifiche tecniche sono riportate nel capitolo dedicato agli strumenti di monitoraggio.

Per la definizione delle modalità di posa in opera, si adottino le raccomandazioni delle case costruttrici ai casi specifici.