	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA:</b> <b>PERFORAZIONE A ROTAZIONE PER IL CAROTAGGIO</b> <b>CONTINUO O A DISTRUZIONE DI NUCLEO</b>	<b>IO/LAB06/1</b>  REV00 DEL 09/12/09 Pagina 1 di 6
---	--	---




<b>SETTORE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Perforazioni</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di permeabilità</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di deformabilità e resistenza meccanica</b>
----------------	--	--	--


**INDICE:**

- 1) Scopo
- 2) Modalità Esecutive
- 3) Norma di riferimento
- 4) Attrezzature
- 5) Utensili
- 6) Perforazione a carotaggio continuo
- 7) Perforazione a distruzione di nucleo
- 8) Stabilizzazione del foro di sondaggio

**DOCUMENTI CORRELATI:**

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| a) Norma di riferimento    | Raccomandazioni A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) |
| b) Verbale di accettazione | M/LAB05/04  |

<b>EDIZIONE : 0</b>		<b>Redazione (firma)</b> <i>De Iasi Serena</i> 	<b>Verifica RQ (firma)</b> <i>De Iasi Maurizio</i> 	<b>Approvazione DIR (firma)</b> <i>De Iasi Massimo</i> 
Revisione	Pagine Modificate	Data	Oggetto	
0		09/12/2009	Prima emissione	
1				
2				
3				
4				
5				

	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA:</b> <b>PERFORAZIONE A ROTAZIONE PER IL CAROTAGGIO</b> <b>CONTINUO O A DISTRUZIONE DI NUCLEO</b>	<b>IO/LAB06/1</b>  REV00 DEL 09/12/09 Pagina 2 di 6
---	--	---

<b>SETTORE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Perforazioni</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di permeabilità</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di deformabilità e resistenza meccanica</b>
----------------	--	--	--

## 1. Scopo

Le perforazioni di sondaggio possono sostanzialmente distinguersi in due tipi principali a seconda delle finalità:

- a) sondaggi stratigrafici nei quali si richiede un campionamento "rappresentativo" e cioè tale da consentire un'accurata ricostruzione del profilo stratigrafico;
- b) sondaggi geotecnici, nei quali si richiede (oltre a quanto previsto nel punto (a) una o più delle seguenti altre operazioni:
  - prelievo di campioni "indisturbati" per la determinazione in laboratorio delle proprietà fisiche e meccaniche;
  - prove in situ per la determinazione delle proprietà meccaniche;
  - eventuale posa in opera di particolari strumentazioni.

Alcune delle operazioni sopra citate possono essere anche eseguite entro fori ottenuti parzialmente o totalmente "a distruzione", cioè senza un continuo ed accurato rilievo stratigrafico.

Per campionamento "rappresentativo" connesso a sondaggi stratigrafici s'intende il prelievo di campioni "rimaneggiati" e cioè con gradi di qualità Q.1 -Q.2 od eccezionalmente Q.3, come specificato nel par. 3.3 delle Raccomandazioni AGI.

## 2. Modalità Esecutive

Le perforazioni finalizzate all'esecuzione di sondaggi geotecnici sono caratterizzate dalle seguenti modalità esecutive:


- carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, al fine di ricostruire il profilo stratigrafico mediante l'esame dei campioni estratti o "carote";
- prelievo di campioni indisturbati di terreno per la determinazione delle proprietà fisiche e meccaniche;
- prove in situ per la determinazione delle proprietà geotecniche;
- campionamento e rilievo del livello delle acque superficiali e sotterranee;
- descrizione stratigrafica in chiave geologica e geotecnica;
- annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno.

Il dettaglio delle modalità esecutive, l'ubicazione e la profondità dei singoli sondaggi, le prove di laboratorio sui campioni indisturbati, le prove in situ e le relative quote sono precisate, su disposizione della direzione dei lavori, nel programma delle indagini.

## 3. Norma di riferimento

A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana (1977):

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.

	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA:</b> <b>PERFORAZIONE A ROTAZIONE PER IL CAROTAGGIO</b> <b>CONTINUO O A DISTRUZIONE DI NUCLEO</b>	<b>IO/LAB06/1</b>  REV00 DEL 09/12/09 Pagina 3 di 6
---	--	---

<b>SETTORE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Perforazioni</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di permeabilità</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di deformabilità e resistenza meccanica</b>
----------------	--	--	--

#### 4. Attrezzature

Le attrezzature necessarie sono costituite da sonde a testa rotante, a tavola rotary, a mandrino, con le quali, tramite aste di perforazione collegate a carotieri o distruttori di nucleo, si ottiene l'avanzamento nel terreno, esercitando una pressione accompagnata da un movimento rotatorio. Pertanto, l'attrezzatura di perforazione deve essere costituita da :

- sonda a rotazione (testa idraulica) a tavola rotary, a mandrino, con la quale, tramite aste di perforazione montate su carotieri, si ottiene l'avanzamento nel terreno;
- pompa con circuito supplementare per il rabbocco del fluido alla testa del foro;
- impianto per la preparazione ed il recupero di eventuali fanghi di circolazione;
- corredo della sonda, completo di tutti gli accessori, necessari per l'esecuzione del lavoro a norma di specifica, e degli utensili per la riparazione dei guasti di ordinaria entità.

#### 5. Utensili

##### 5.1 Gli utensili di perforazione

Gli utensili di perforazione devono essere costituiti da :

- *Carotieri semplici*, con valvola di testa a sfera e calice:

Diametro nominale  $\varnothing$  est = 101 ÷ 146 mm

Lunghezza utile L = 150 ÷ 300 cm

- *Carotiere doppio* a corona sottile (T2) o grossa (T6) con estrattore:

Diametro nominale  $\varnothing$  est = 101 mm

Lunghezza utile L = 150 ÷ 300 cm

- *Carotiere doppio* con portacampione interno apribile longitudinalmente (T6S), con estrattore a calice.

Diametro nominale  $\varnothing$  est  $\geq$  100 mm

Lunghezza utile L = 150 cm


- *Cestello di ritenuta* alla base per il carotaggio dei tratti costituiti da materiali grossolani sciolti
- *Corone* di perforazione in widia e diamante, del tipo adatto ai terreni incontrati.
- *Aste* di perforazione con filettatura tronco-conica. Diametro esterno  $\varnothing$  est = 60 ÷ 76mm

Gli utensili di perforazione da utilizzare saranno comunque tali da consentire l'estrazione di tutto il materiale interessato dal sondaggio senza che avvengano fratturazioni e dilavamento.

##### 5.2 Gli utensili di pulizia del foro

Gli utensili per la pulizia del foro devono essere costituiti da :

- carotiere semplice, l = 40 ÷ 80 cm;
- attrezzo a fori radiali, da impiegarsi con circolazione di fluido uscente dall'utensile con inclinazione di 45° ÷ 90° rispetto alla verticale;
- campionatore a pareti grosse  $\varnothing$  100mm, con cestello di ritenuta alla base, per l'asportazione di eventuali ciottoli.

	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA:</b> <b>PERFORAZIONE A ROTAZIONE PER IL CAROTAGGIO</b> <b>CONTINUO O A DISTRUZIONE DI NUCLEO</b>	<b>IO/LAB06/1</b>  REV00 DEL 09/12/09 Pagina 4 di 6
---	--	---

<b>SETTORE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Perforazioni</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di permeabilità</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di deformabilità e resistenza meccanica</b>
----------------	--	--	--

## 6. La perforazione a carotaggio continuo

La perforazione viene eseguita tramite sonda a rotazione mediante carotieri semplici o doppi a seconda della natura dei terreni attraversati, di diametro normalmente compreso tra 60–150mm, tali da rendere minimo il disturbo dei materiali attraversati e da consentire il prelievo dei campioni rappresentativi (carote).

Le pareti del foro saranno sostenute, a seconda delle esigenze, da fluidi di circolazione (acqua, fanghi), da rivestimenti, o tramite la cementazione del foro stesso; la scelta del tipo di sostegno e in funzione dei terreni da attraversare.

I campioni estratti dai carotieri (carote) vengono poi sistemati in apposite cassette catalogatrici atte alla loro conservazione, ove saranno riportati in modo indelebile il numero di sondaggio e le profondità di riferimento.

Nel corso del sondaggio verrà rilevata la stratigrafia del terreno attraversato; in essa compariranno tutti gli elementi relativi ai campionamenti ed alle prove in situ ed una descrizione geotecnica approssimativa dei singoli strati attraversati, oltre alle eventuali note dell'operatore relative a perdite di circolazione, a rifluimenti in colonna, alla percentuale di carota ottenuta, ecc.

Nel corso del sondaggio, se eseguito a semplice circolazione d'acqua, all'inizio e alla fine di ogni turno di lavoro, verrà misurato il livello dell'acqua all'interno del foro avendo cura che fino alla quota della scarpa dei rivestimenti, se adoperati, il foro sia libero da materiali impermeabili che impedirebbero alla falda di raggiungere, durante l'interruzione del lavoro, il livello statico.

## 7. La perforazione a distruzione di nucleo

Tale perforazione potrà essere eseguita per l'attraversamento di formazioni di cui non interessi una esatta conoscenza o per il raggiungimento della quota necessaria prevista per la esecuzione di prove in situ o per l'installazione di strumentazioni geotecniche.

Durante la perforazione potranno essere prelevati campioni del detrito uscente dal foro (cutting) mediante i quali potrà essere ricostruita una approssimativa identificazione dei terreni attraversati.


La perforazione sarà condotta mediante utensili del tipo triconi o scalpelli di vario tipo o martelli a fondo foro e le pareti del foro saranno sostenute, a seconda delle esigenze, da fluidi di perforazione, da rivestimenti o tramite la cementazione del foro stesso.

## 8. Stabilizzazione del foro di sondaggio

Durante le fasi lavorative, per evitare franamenti delle pareti del foro, la perforazione deve essere eseguita impiegando una tubazione metallica di rivestimento provvisoria o utilizzando fango di tipo bentonitico o a polimeri.

### 8.1 Rivestimenti provvisori

La necessità della posa di tubi di rivestimento provvisorio nel foro di sondaggio è da valutare in relazione alle reali caratteristiche del terreno: in particolare si adotteranno nei casi in cui sussista il rischio di franamenti delle pareti del foro stesso. Rappresenta il metodo più sicuro di stabilizzazione delle pareti. Vengono inoltre impiegati per fori nei quali si debbano eseguire prove sulle acque sotterranee.

	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA:</b> <b>PERFORAZIONE A ROTAZIONE PER IL CAROTAGGIO</b> <b>CONTINUO O A DISTRUZIONE DI NUCLEO</b>	<b>IO/LAB06/1</b>  REV00 DEL 09/12/09 Pagina 5 di 6
---	--	---

<b>SETTORE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Perforazioni</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di permeabilità</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di deformabilità e resistenza meccanica</b>
----------------	--	--	--

Nel caso di utilizzo di rivestimenti associati alla perforazione ad aste, essi saranno in acciaio, con le seguenti caratteristiche:

- spessore  $s = 8 \div 10$  mm
- diametro interno  $\varnothing_{\text{interno}} = 107 \div 162$ mm
- lunghezza spezzoni  $l = 150 \div 200$ cm

L'infissione dei rivestimenti avviene di norma a rotazione con fluido di circolazione. Per garantire la stabilità di eventuali tratti di roccia intensamente fratturati, si ricorre alla cementazione del foro ed alla sua successiva riperforazione.

In particolare:

- la perforazione sarà seguita dal rivestimento provvisorio del foro solo in assenza di certo autosostentamento delle pareti, con l'uso di fluido in circolazione il cui livello deve essere sempre mantenuto mediante aggiunta opportuna fino ad una quota tale da bilanciare la pressione idrostatica nel terreno naturale (in particolare durante l'estrazione della batteria di aste);
- la pressione del fluido sarà minore possibile e controllata tramite manometro; il disturbo arrecato al terreno deve essere contenuto nei limiti minimi, fermando se necessario la scarpa del rivestimento a  $20 \div 50$  cm dal fondo del foro (con l'esclusione del metodo wire-line);
- nei tratti di perforazione seguiti da prelievo di campioni indisturbati e/o prove in situ al fondo del foro, l'infissione della tubazione di rivestimento, così come la perforazione quando eseguita con fluido di circolazione, deve avvenire evitando punte di pressione del fluido dovute a: infissione molto rapida, formazione di "anelli" all'esterno del rivestimento, formazione di tappi nel carotiere. A tal fine occorre operare (verificando sul manometro o sul display) in modo che la pressione del fluido, al piano lavoro, non superi mai quella naturale alla quota del fondo del foro (pari a circa 0.1 bar per ogni metro di profondità);
- al fine di minimizzare il disturbo al fondo del foro, il rivestimento può essere arrestato 0.5 m al di sopra della quota di campionamento e/o prova di sito prevista.

### 8.2 La stabilizzazione con immissione di fanghi

I fanghi a base di bentonite esercitano un'efficace azione stabilizzante. Essi formano una sottile pellicola impermeabile, la quale esercita una pressione lungo le pareti del foro. Maggiore è la densità del fango e maggiore sarà l'efficacia della stabilizzazione.

Tale metodo è sconsigliato per fori destinati a misure e controlli sulle acque sotterranee.


### 8.3 La stabilizzazione a mezzo di carico d'acqua

In assenza di falde artesiane o di gas, mantenendo il livello dell'acqua nel foro al di sopra del livello della falda freatica si può ottenere la stabilizzazione delle pareti del foro.

Nei terreni non saturi però, l'acqua contenuta nel foro può causare uno squilibrio nelle pressioni interstiziali provocando possibili rigonfiamenti ed ammorbidimenti.

### 8.4 La stabilizzazione a mezzo di cementazione del foro

La cementazione del foro o di parte dello stesso può essere utile per l'attraversamento di intervalli molto fessurati o franosi, per la stabilizzazione e tamponamento delle pareti e per

	<b>ISTRUZIONE OPERATIVA:</b> <b>PERFORAZIONE A ROTAZIONE PER IL CAROTAGGIO</b> <b>CONTINUO O A DISTRUZIONE DI NUCLEO</b>	<b>IO/LAB06/1</b>  REV00 DEL 09/12/09 Pagina 6 di 6
---	--	---

<b>SETTORE</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Perforazioni</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di permeabilità</b>	<input type="checkbox"/> <b>Prove di deformabilità e resistenza meccanica</b>
----------------	--	--	--

evitare infiltrazioni d'acqua non desiderate. La cementazione può avvenire sia in fase di perforazione che a sondaggio ultimato.

Il riempimento del foro avverrà fino ad una quota superiore di 2.00 ml. rispetto al tetto dello strato da contenere o bonificare.

#### *8.5 La stabilità al fondo del foro*

La stabilità del fondo del foro sarà assicurata in ogni fase della lavorazione con particolare attenzione nei casi in cui il terreno necessita di rivestimento provvisorio.

Il battente di fluido in colonna deve essere mantenuto prossimo alla bocca del foro, mediante rabbocchi progressivi, specialmente durante l'estrazione del carotiere e delle aste, oppure occorre mantenerlo sempre più alto possibile, anche facendo sporgere fino a 1.0 m dal piano di lavoro l'estremità superiore del rivestimento, da mantenersi pieno di fluido.

L'estrazione degli utensili o dei campionatori deve avvenire con velocità iniziale molto bassa (1÷2 cm/sec), eventualmente intervallata da pause di attesa, al fine di ristabilire la pressione idrostatica del fluido sul fondo del foro. Ciò riguarda le fasi di estrazione del carotiere e delle fustelle dei campionatori ad infissione conclusa.

Indesiderabili effetti di risucchio (effetto "pistone") possono anche verificarsi nel caso di brusco sollevamento della batteria di rivestimento, qualora occlusa all'estremità inferiore del terreno per insufficiente circolazione di fluido durante l'infissione.

#### *8.6 La pulizia del fondo foro*

La quota del fondo del foro sarà misurata con scandaglio a filo graduato prima di ogni manovra di campionamento indisturbato, di prova geotecnica SPT o dell'esecuzione di qualunque prova.

Apposite manovre di pulizia saranno eseguite quando la differenza tra quota raggiunta con la perforazione e quota misurata con scandaglio supererà le seguenti tolleranze:

- 7 cm, prima dell'uso di campionatori privi di pistone fisso o sganciabile meccanicamente e di prove SPT;
- 15 cm, prima dell'uso di campionatori con pistone fisso o sganciabile meccanicamente.

#### *8.7 La chiusura e sistemazione finale del foro*

Ogni foro, al termine delle indagini, deve essere richiuso procedendo al relativo riempimento.

L'intasamento si realizzerà con:

- iniezione di miscele cementizie;
- iniezione di miscele cementizie addizionate di bentonite o argilla;
- immissione di sabbia;
- inserimento di materiali di risulta.