

CONSIDERAZIONI SUI PROCEDIMENTI DI GETTO PER PALI ESEGUITI IN OPERA

M. F. GUIDUCCI (*)

SOMMARIO: Si espongono i diversi procedimenti di getto per pali eseguiti in opera; vengono descritti i pericoli derivanti dalla presenza delle acque nel foro e le varie precauzioni per evitare il dilavamento del conglomerato e l'interruzione del palo. Vengono illustrati in dettaglio, i sistemi di tubazione immersa e ad iniezione di malta colloidale, particolarmente usati per pali di grande diametro.

Ne viene spiegata la tecnica e ne vengono elencati i vantaggi.

Le caratteristiche cui deve rispondere il conglomerato dei pali gettati in opera non si identificano in generale con quelle dei conglomerati delle strutture in elevazione. L'impossibilità di un controllo visivo, la grande altezza del getto, le pericolose conseguenze delle varie manovre necessarie per l'estrazione dei tubi, e soprattutto la frequentissima presenza dell'acqua, pongono in primo piano la necessità che il calcestruzzo posto in opera risulti omogeneo, non segregato né dilavato, mentre contemporaneamente devono essere soddisfatti i necessari requisiti di resistenza.

Gli inconvenienti che più frequentemente si manifestano nella struttura dei pali riguardano sia la qualità del conglomerato, e quindi la sua resistenza meccanica, sia la continuità del getto e quindi la struttura del palo stesso.

I più probabili sono: la separazione dei componenti del calcestruzzo, il dilavamento delle frazioni fini (ed in particolare del cemento), la strizione della sezione del palo la quale frequentemente può giungere sino alla interruzione completa della sezione.

In generale gli inconvenienti sono dovuti a:

- procedimenti di betonaggio non adatto
- impiego di calcestruzzo capace di fornire elevate resistenze ma di difficoltosa posa in opera.
- errori di manovra o improvvisazioni attuate allo scopo di accelerare i tempi di esecuzione.

I moderni procedimenti di getto tendono ad eliminare, mediante le tecniche speciali, gli inconvenienti accennati e ad assicurare la concreta rispondenza del getto stesso alle necessità della struttura di fondazione.

Quando il foro è perfettamente asciutto e non vi è acqua nel terreno si può eseguire il getto semplicemente dall'alto con conglomerato normale.

Pur non essendo esente dal pericolo di segregazione il calcestruzzo può riuscire accettabile se di consistenza asciutta e battuto con un maglio di diametro prossimo a quello del tubo. La presenza di armature rende difficoltoso questo procedimento per l'impossibilità di adoperare utilmente il maglio senza danneggiare le armature; inoltre vi è il rischio di interruzioni del getto che, tendendo ad aderire alle pareti del tubo di perforazione per effetto della battitura, può essere sollevato con il tubo stesso all'atto dell'estrazione di questo.

La presenza dell'acqua all'interno del foro impedisce di utilizzare questo sistema così semplice e pone il problema di espellere l'acqua dal foro stesso, o di eseguire il getto in sua presenza.

Tra le più semplici ed intuitive soluzioni vi è quella che consiste nell'introdurre aria compressa nel foro: in tal modo si spinge via l'acqua e si aiuta contemporaneamente l'estrazione della tubazione, dato che la sommità di questa è chiusa da una culatta (Fig. 1).

Il procedimento, nel suo schema così semplice, non è privo però di inconvenienti, dato che ad ogni introduzione del calcestruzzo è necessario aprire l'otturatore con caduta totale della pressione.

Questo fatto può consentire il rientro dell'acqua dal basso attraverso il conglomerato fresco, oppure tra conglomerato e tubo metallico, oppure può provocare la risalita della colonna di calcestruzzo quando l'altezza di questa, e quindi il suo peso, sia insufficiente ad equilibrare la sottospinta idraulica di norma equilibrata in questo procedimento dall'aria compressa.

A questi inconvenienti si può ovviare mediante l'impiego di attrezzature che eliminino le cadute di

(*) Dott. ing. Mario Fernando GUIDUCCI, assistente presso l'Università di Roma.

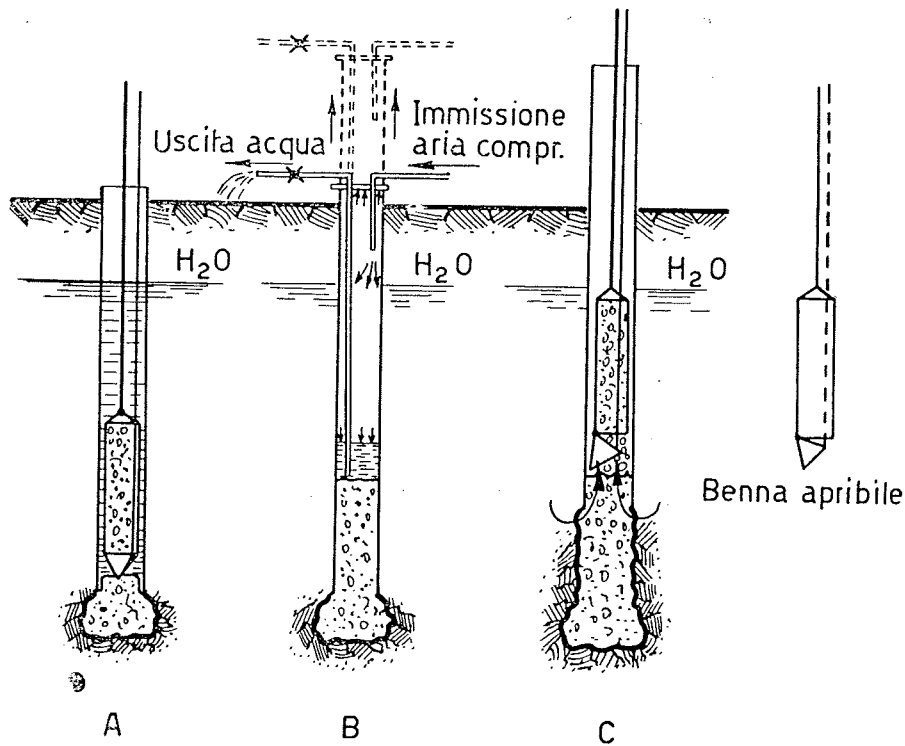


Fig. 1.

pressione nelle varie manovre, ma conseguentemente ne deriva un rallentamento dell'esecuzione e complessità piuttosto notevoli nell'attrezzatura, così che risulta in generale più conveniente eseguire il getto in presenza d'acqua.

Il getto in acqua si esegue a mezzo di benne le quali depositano via via sul fondo il conglomerato impedendo che esso venga dilavato durante la discesa della benna nella tubazione. Una volta giunta sul fondo la benna viene aperta, o manualmente o tramite un congegno automatico, ed il calcestruzzo viene depositato sullo strato precedente. Sia le benne ad apertura manuale che quelle automatiche hanno i loro inconvenienti poichè se le prime sono legate alla competenza dell'operatore, le seconde, specie se discese velocemente, possono aprirsi per effetto dell'impatto sull'acqua (Fig. 2).

È chiaro che per i getti in queste condizioni il conglomerato debba essere di consistenza plastica (eventualmente corretto con un plastificante) di granulometria continua e piuttosto ricco in fine ed in cemento.

Una buona precauzione da prendere con questo sistema è quella che consiste nell'iniziare il getto colando sul fondo un certo volume di latte di cemento. In questo modo le successive bennate di calcestruzzo vengono scaricate entro il latte di cemento che resta al di sopra del getto venendo in superficie alla fine.

All'esame dei risultati molto spesso appaiono, non ostante i diversi accorgimenti, inconvenienti notevoli, specie nei pali a grande diametro, inconvenienti

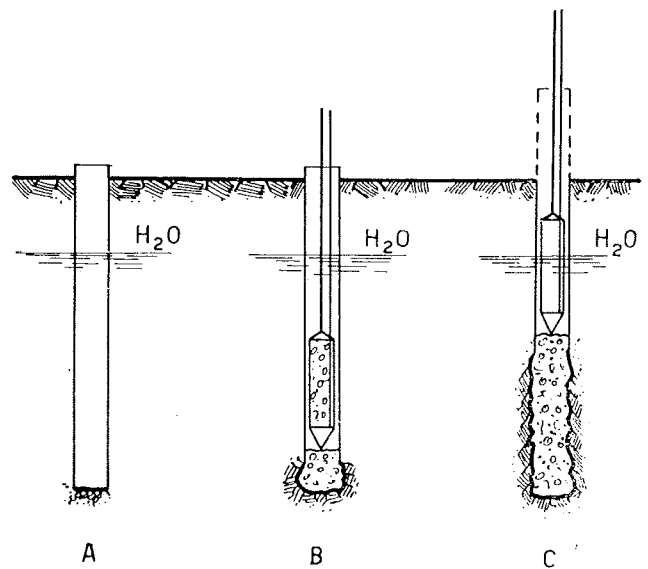


Fig. 2.

dovuti generalmente a separazione dei componenti ed a dilavamento delle frazioni più fini.

Si è più volte tentato, ed ancora attualmente vi sono diversi sostenitori del sistema, di eseguire il getto in parte in acqua, ed in parte all'asciutto costituendo in una prima fase un tampone di calcestruzzo sul fondo e gettando quindi il fusto del palo

all'asciutto dopo aver aggettato l'acqua nell'interno della tubazione. Il sistema, che di per se in linea teorica non presenta difficoltà, riesce con certezza soltanto laddove il tubo di perforazione viene lasciato in opera in quanto, solo in questo caso, la tenuta del tampone di fondo riesce perfetta ed efficace per tutta la durata del getto.

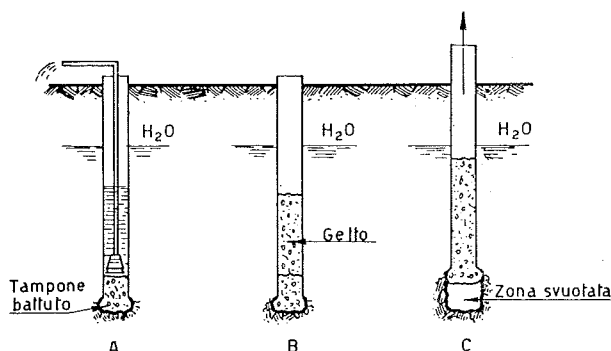


Fig. 3.

Nei pali eseguiti con tubazione recuperabile invece la formazione del tampone risulta difficoltosa e quindi aleatoria la sua efficacia, proprio per la necessità di rimuovere la tubazione metallica. Infatti il tampone, che di norma viene eseguito con un getto di circa un metro d'altezza (e comunque variabile in funzione del diametro del palo, della pressione della falda e del tipo di terreno) mediante una benna del tipo già descritto, può realizzare una efficace tenuta solo se aderente alla parete interna del tubo. Costituendo però in questo modo il tampone all'atto del sollevamento della tubazione possono verificarsi due casi: o il tampone tende a salire con la tubazione distaccandosi solo sotto i colpi del maglio di costipamento che batte sugli strati superiori del getto (Fig. 3), o il tampone resta sul fondo staccandosi dalle pareti del tubo e permettendo quindi una violenta entrata d'acqua tra il tampone stesso e la tubazione (Fig. 4).

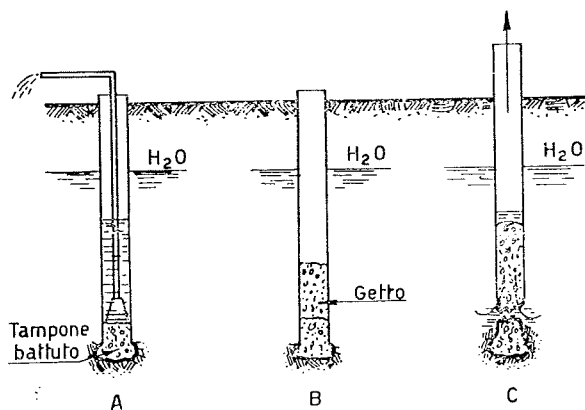


Fig. 4.

Talvolta si esegue il tampone a mo' di borrhatura spingendo il calcestruzzo prevalentemente al di sotto della base del tubo; ma in questo modo se è certo che il tampone resterà sul fondo all'atto del sollevamento della tubazione, è anche probabile che l'acqua (e qualche volta anche il terreno) riuscirà a rientrare al di sopra del tampone.

Costituendo quindi il tampone all'interno del tubo di perforazione è possibile che il fondo del palo si distacchi dal terreno all'atto dell'estrazione del tubo stesso e si produca un allentamento del terreno al di sotto del palo: eseguendo invece il tampone prevalentemente al di sotto del tubo nasce, oltre al pericolo del dilavamento del getto per rientro d'acqua, quello gravissimo di interruzione del palo.

In ogni caso quindi l'efficacia di questo sistema è molto dubbia ed i pericoli che comporta la sua adozione sono così gravi che il sistema stesso è ormai quasi ovunque abbandonato.

Una tecnica particolare, anche se non recentissima, che è stata messa a punto in maniera organica e razionale da non molto tempo, è quella del getto subacqueo con tubo di alimentazione costantemente pieno. Tale tecnica detta brevemente « getto con tubo immerso » evita i pericoli di dilavamento e di segregazione del conglomerato consentendo anche velocità di getto molto elevate. È chiaro quindi come questo sistema, che si usa per ogni getto subacqueo e non solo per i pali, abbia suscitato l'interesse dei tecnici e come si sia addivenuti ad una soddisfacente messa a punto del procedimento.

Le fasi di esecuzione del getto con tubo immerso sono:

- a) l'innescò del tubo
- b) la formazione del bulbo di base
- c) il getto fino alla sommità.

La prima fase, che consiste nella sostituzione dell'acqua con calcestruzzo nel tubo di getto, viene di norma eseguita mediante l'ausilio di un otturatore di base (perduto o recuperabile) che consente di svuotare dall'acqua l'interno del tubo e di riempirlo di conglomerato fresco. Anche l'aria compressa può essere usata per realizzare questa prima fase.

Naturalmente occorrerà usare ogni precauzione nel riempimento del tubo per evitare segregazioni e dilavamenti del calcestruzzo.

La formazione del bulbo avviene mediante l'apertura dell'otturatore di base che consente la fuoriuscita dal tubo di getto di una porzione di calcestruzzo il quale si espande prima intorno alla base del tubo stesso sino a raggiungere la tubazione di perforazione del palo, e poi inizia a risalire dal basso verso l'alto.

Si raggiunge così un equilibrio nel quale a causa di tutte le perdite di carico, l'altezza all'interno del tubo di getto (altezza h) è notevolmente maggiore di quella del bulbo (detta penetrazione p) (Fig. 5).

Questo regime di equilibrio può essere alterato sia aumentando l'altezza h del getto nel tubo, sia diminuendo la penetrazione p .

In ambedue i casi si raggiungerà un nuovo equi-

librio con aumento del conglomerato fuoriuscito dal tubo. Inizia così la fase di getto.

Le forze attive da considerare sono:

- il peso della colonna h di calcestruzzo
- la forza viva di caduta del calcestruzzo

Le forze resistenti sono:

- l'attrito del calcestruzzo lungo il tubo
- la resistenza offerta dal bulbo
- la contropressione dell'acqua esterna H

Indicando con h l'altezza del getto del tubo; con H l'altezza dell'acqua esterna, potranno aversi due casi:

- nel primo sarà $h > H$ e si chiamerà regime di getto alto;
- nel secondo $h < H$ e si chiamerà regime di getto basso.

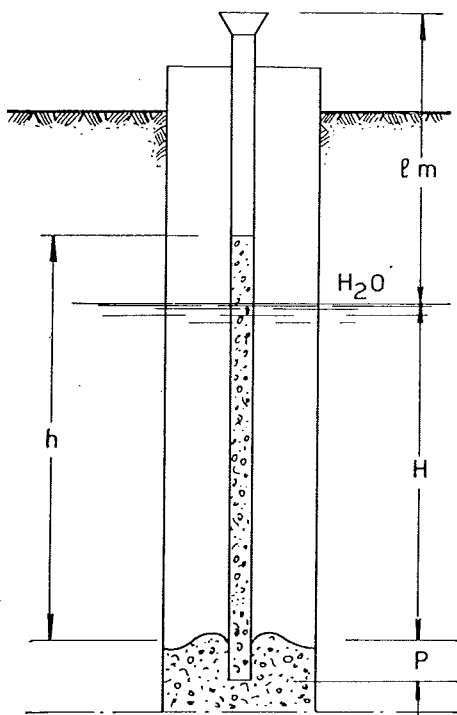


Fig. 5.

I due regimi di getto hanno caratteristiche diverse: nel regime alto è prevalente l'azione attiva del peso della colonna di calcestruzzo nel tubo; la fuoriuscita dal basso avverrà in corrispondenza di ogni sollevamento del tubo di getto che potrà essere mantenuto con una penetrazione p piuttosto notevole.

Nel regime basso invece l'azione attiva è prevalentemente fornita dalla forza viva del calcestruzzo gettato dall'alto entro il tubo, e perciò la fuoriuscita del conglomerato avviene ad ogni immissione di calcestruzzo. È chiaro come il regime alto, consentendo una maggiore penetrazione p , risulti più sicuro nei riguardi di un eventuale disinnescamento (che rappresenta

il solo pericolo grave del sistema) rispetto al regime basso. In generale quindi è da preferirsi il regime alto sia perché consente una migliore formazione del bulbo, sia perché assicura, con la maggiore penetrazione, un refluito del getto più regolare. La costanza della portata del getto è infatti elemento di importanza decisivo.

Ai regimi bassi, che risultano di più semplice attuazione, si accede in genere nella fase finale del getto. La presenza dell'armatura non disturba sensibilmente le operazioni dato che il tubo di getto, specie per pali di diametro notevole, risulta sempre molto inferiore a quello della gabbia metallica. Il diametro di detto tubo è bene non sia inferiore ai 25 cm. anche per consentire la messa in opera di calcestruzzi con pezzatura massima considerevole (dell'ordine dei 50 mm).

La granulometria del conglomerato ed il rapporto acqua-cemento devono consentire la massima scorrevolezza onde ridurre le resistenze di attrito. Saranno da preferirsi quindi granulometrie continue con elementi fini e con inerti tondeggianti.

L'uso di fluidificanti agevola grandemente le operazioni aumentando in modo decisivo la sicurezza nei riguardi di eventuali dilavamenti e segregazioni.

Le difficoltà ed i pericoli insiti nel sistema di getto sopra descritto dipendono essenzialmente dalla necessità di operare con la macchina, durante il getto stesso, su due tubazioni concentriche: quella esterna di perforazione e quella interna di getto; esse devono essere sollevate ed escluse per elementi, man mano che il getto procede, e ciò comporta un'insieme di operazioni, specie con attrezzature di lavoro monofune, complesse e, in un certo senso, rischiose per la possibilità di bloccaggio della tubazione nel calcestruzzo, dato che per evitare il pericolo di taglio del palo occorre mantenere una considerevole altezza di getto entro la tubazione di perforazione. Inoltre nella stessa fase di manovra sussiste il pericolo di disinnescamento del tubo di getto che, invece, deve restare sempre immerso nel getto.

Nella figura 6 è illustrato il procedimento.

L'esecuzione dei getti, specie quelli subacquei, pone l'alternativa con i sistemi di betonaggio tradizionali, tra l'impiego di un conglomerato di consistenza praticamente fluida che assicuri il completo riempimento di tutti i vani da gettare, e quello di un conglomerato più consistente con pericolo di vani residui non riempiti.

L'uso dei conglomerati fluidi (e di pezzatura minuta) comporta però una riduzione notevole delle caratteristiche meccaniche, ed in presenza d'acqua sussistono seri pericoli di dilavamento e di separazione dei suoi componenti.

Si deve inoltre tenere presente che il getto dei pali è reso più difficoltoso e delicato per l'esistenza dell'armatura metallica e per il fatto che l'acqua presente contiene generalmente notevoli quantità di frazioni argillose e limose in sospensione. Il conglomerato deve infine sposarsi intimamente con il terreno in sito per potergli trasmettere efficacemente il carico esterno senza scorrimenti relativi.

È quindi estremamente improbabile che in un palo gettato con conglomerato ordinario si riescano a rea-

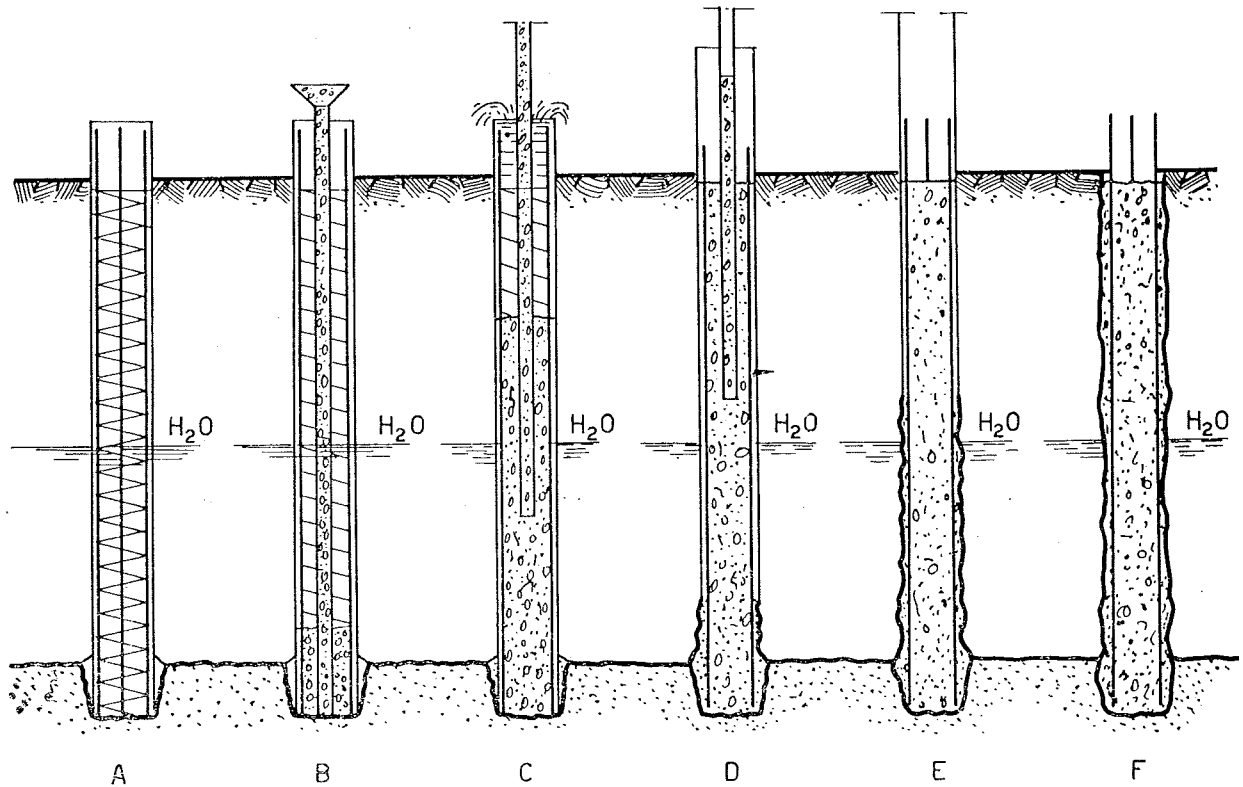


Fig. 6.

lizzare contemporaneamente la perfetta comunione tra conglomerato e terreno, unitamente a buone qualità di resistenza, di omogeneità e di continuità della struttura.

La soluzione più recente che, anche dal punto di vista teorico, riesce a superare le difficoltà ora esposte è quella costituita dal getto delle strutture in conglomerato iniettato.

È noto che di norma il calcestruzzo viene confezionato miscelando a secco gli inerti ed il cemento, ed aggiungendo quindi l'acqua d'impasto. Poiché gli aggregati hanno in genere grani di dimensioni tra 1 e 100 mm. mentre il cemento ha una granulometria di gran lunga più fine, ne consegue che la superficie laterale del cemento rappresenta il 90% circa della superficie totale.

Dato che l'acqua, perchè la presa sia totale, deve agire sul cemento avvolgendo i singoli grani, e poiché invece il contatto acqua-cemento, con i sistemi correnti di miscelazione non può essere mai perfetto ne deriva che parte dei grani di cemento non riescono a compiere la reazione chimica prevista e si comportano in vece come inerti. La resa (per un dato dosaggio) in conseguenza scade e con essa le caratteristiche di resistenza.

I metodi di iniezione (colcrete, prepaqt ecc.) hanno lo scopo di eliminare questi inconvenienti dato che la miscelazione con l'acqua viene effettuata dal solo cemento che resta disperso nell'acqua così intimamente da costituire non più una semplice dispersione ma vera e propria sospensione colloidale.

È forse opportuno chiarire i concetti di emulsione e di sospensione.

- Aggiungendo acqua ad una materia granulare e miscelando energicamente si avrà una separazione dei grani gli uni dagli altri: si realizza così una dispersione dei granuli i quali al cessare della miscelazione tendono a sedimentare.
- Miscelando energicamente due liquidi di densità o viscosità diverse (ad esempio acqua ed olio) si formano in uno dei due liquidi piccole gocce dell'altro che resta così emulsionato stabilmente anche per diverso tempo. La stabilità e la rottura di un'emulsione dipendono da molti fattori fisici e chimici notevolmente complessi in funzione soprattutto della tensione superficiale e della viscosità.
- Allorquando le gocce divengono estremamente piccole le emulsioni risultano ovviamente molto più stabili e divengono soluzioni colloidali; ciò dipende dal fatto che i piccoli elementi dispersi sono ormai molecole isolate e la tensione superficiale conferisce loro una forma sferica che resta praticamente indeformabile come un piccolissimo granello solido.

È chiaro quindi come riuscendo a disperdere in un liquido delle particelle solide molto piccole si ottiene una miscela simile ad un'emulsione. Tale miscela costituisce una sospensione.

Poiché la stabilità di una sospensione è tanto più elevata quanto più elevata è la sua densità e quanto

più piccoli sono i suoi grani (secondo la legge di Stokes) è necessaria, nel caso dei componenti acqua e cemento, una completa dispersione delle particelle di cemento ed una elevata concentrazione della sospensione. Si realizza così la sospensione colloidale nella quale le singole particelle solide sono direttamente avviluppate dall'acqua e dove la dispersione è così uniforme e completa da costituire un vero e proprio liquido: il latte di cemento.

I normali procedimenti di mescolazione non riescono a produrre una dispersione delle particelle così spinta da permettere la formazione della sospensione colloidale: occorre invece l'impiego o di miscelatori ad elevata turbolenza o l'aggiunta di speciali additivi tensoattivi.

L'impiego dei miscelatori ad elevata turbolenza è caratteristico del procedimento « colcrete »; l'aggiunta di additivi chimico-fisici fluidificanti è tipica del sistema « prepakt ». Con il primo procedimento è l'elevatissima velocità di mescolazione che realizza la totale dispersione delle particelle e consente quindi la formazione della sospensione colloidale; con il secondo procedimento invece si aggiunge all'acqua un reattivo le cui caratteristiche principali sono quelle di dispersivo, di fluidificante, di emulsionante. Il reattivo conferisce alla sospensione anche una sensibile tixotropia che aumenta le proprietà colloidali e che rende il latte di cemento non miscelabile né diluibile con acqua che entri eventualmente in contatto con il latte di cemento in un secondo tempo.

Alla sospensione colloidale, che si comporta in essenza esattamente come un liquido di elevata viscosità, è possibile aggiungere una carica di sabbia fine senza che la sospensione si rompa e che si abbia in conseguenza precipitazione degli elementi solidi.

Si realizza così la malta colloidale tipo colcrete o prepakt che iniettata in una massa di inerti produce in opera un conglomerato di elevate caratteristiche meccaniche.

Per preparare la malta colloidale si dispone quindi lo speciale miscelatore nel quale viene aggiunto all'acqua, il reattivo fluidificante.

Si forma quindi il lattice aggiungendo il cemento alla soluzione acqua più fluidificante e subito dopo viene aggiunta, nello stesso o in miscelatore a parte, la carica di sabbia.

La malta usata nei conglomerati iniettati è generalmente costituita in peso da:

- acqua 20 ÷ 25 %
- cemento 30 %
- sabbia fine 40 %
- additivo 5 ÷ 10 %

Tali percentuali sono indicative dato che dipendono dalle qualità dei materiali.

Le caratteristiche peculiari della malta da iniezione sono:

- a) costituire una miscela fluida facilmente pompabile;
- b) costituire una malta stabile anche se fluida, in modo che anche i grani più grossi che la compongono non abbiano a sedimentare durante le operazioni di pompaggio.

Il calcestruzzo confezionato iniettando la malta nei vuoti di inerti a grossa pezzatura, presenta i seguenti due grandi vantaggi:

- 1) impiego della minima quantità di legante;
- 2) esclusione dalle operazioni più delicate di tutto l'inerte grossolano e quindi riduzione della quantità di materiale manipolato a circa 1/3.

D'altro canto notiamo che la malta colloidale realizza la massima economia nel senso che tutti i suoi grani reagiscono totalmente e nelle migliori condizioni di idratazione. La malta colloidale quindi si presta particolarmente per il riempimento dei vuoti dell'inerte ed in maniera molto più efficace mediante iniezione che non mediante introduzione dell'inerte nella malta.

La differenza sostanziale tra un conglomerato normale ed un conglomerato iniettato risiede essenzialmente nel fatto che nel conglomerato iniettato gli inerti sono di grossa pezzatura (compresa tra 40 e 100 m/m generalmente), e vengono posti in opera per primi senza passaggio di betoniera.

Nella seconda fase viene iniettata la malta colloidale nei vuoti dell'inerte stesso. Tali vuoti assommano a circa il 40 % del volume totale.

Abbiamo accennato ad inerti di grossa pezzatura; le ragioni del loro impiego sono molteplici: in primo luogo è opportuno che i vuoti non scendano al di sotto di una dimensione minima che può essere valutata intorno ai 5 mm. per facilitare la iniezione; in secondo luogo l'impiego della grossa pezzatura rende omogenee le dimensioni dei vuoti eliminando quelli più piccoli; in terzo luogo la realizzazione di un conglomerato a granulometria discontinua, quale è quello costituito con tale sistema, assicura migliori caratteristiche meccaniche, migliore impermeabilità, minor ritiro.

Infatti nella confezione ed impiego del normale calcestruzzo, l'uso della granulometria discontinua è ostacolato soprattutto dalla difficoltosa lavorabilità e dalla facilità di separazione dell'inerte; ma realizzandolo mediante l'iniezione di malta ambedue questi inconvenienti vengono eliminati.

Il procedimento che si esegue per il betonaggio dei pali con calcestruzzo iniettato, una volta ultimata la perforazione, è il seguente (Fig. 7):

- 1) Lavaggio del foro mediante circolazione di acqua.
 - 2) Posa in opera del tubo finestrato da iniezione (circa 2") e del tubo finestrato di controllo (2").
 - 3) Getto sul fondo dell'inerte per un'altezza di circa 2 metri.
 - 4) Iniezione della malta colloidale dal fondo del foro con controllo continuo del suo livello.
- In questa fase la malta, che è di elevata densità, scaccia l'acqua (anche se carica di sostanze argillose) e si dispone tra i vuoti dell'inerte. L'iniezione viene sospesa a circa 30 ÷ 50 cm. dal livello superiore dell'inerte.
- 5) Getto di inerte per altri due metri e sollevamento, per un'uguale altezza, dei tubi di iniezione e di controllo e della tubazione di perforazione del palo.
 - 6) Ripresa dell'iniezione di malta colloidale.

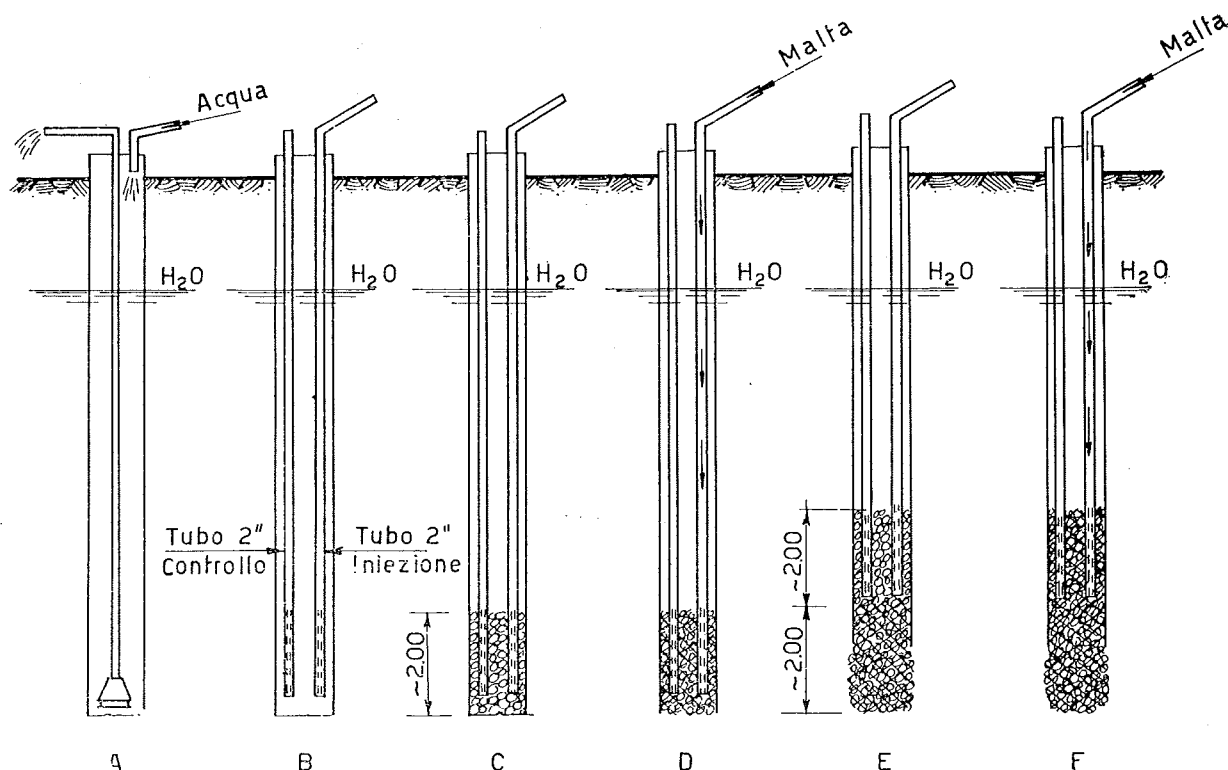


Fig. 7.

I vantaggi del procedimento per iniezione sono numerosi: vale la pena di riassumerli brevemente:

1) La malta colloidale è una perfetta miscela di acqua, cemento e sabbia che risulta stabile anche in acqua, non è dilavabile né miscelabile all'acqua, è idrofuga e perfettamente adesiva. Le sue proprietà tixotropiche consentono, pur con l'elevata densità, il trasporto entro tubi di piccolo diametro.

2) Il conglomerato iniettato è di esecuzione più rapida e più facile: le lavorazioni dell'inerte e della malta sono separate, non necessita né pilonatura né vibrazione.

3) Il conglomerato risulta, a parità di cemento, più compatto, impermeabile e soprattutto più intimamente legato con il terreno in sito. La malta colloidale penetra tra i suoi granuli talvolta anche in profondità, realizzando perciò, oltre che l'iniezione dell'inerte, anche la bonifica del terreno circostante. Eventuali cavità vengono automaticamente riempite.

I problemi che si pongono nella scelta di un determinato tipo di getto per pali, specialmente se di grande diametro, sono sempre connessi con le condizioni idrologiche in sito in relazione anche al diametro ed alla profondità del foro.

È chiaro che le condizioni di getto di un palo e le caratteristiche che sono richieste alla sua struttura sono totalmente diverse da quelle di un getto di una comune struttura in elevazione: non è infatti possibile un controllo visivo dell'operazione, né eseguire in modo razionale ed efficace vibrazione alcuna.

D'altro canto tra i requisiti che si richiedono alla struttura del palo sono ben più importanti quelli che riguardano le caratteristiche di omogeneità, di continuità e di aderenza con il terreno in sito, che non quelli connessi con la semplice sollecitazione di compressione che, se può risultare anche elevata sulla testa del palo, decresce con la profondità in conseguenza dell'intervento dell'attrito laterale lungo il fusto.

Tra i pochi mezzi efficaci per la posa in opera dei calcestruzzi ordinari resta quello della battitura con il maglio, sempre che si proceda contemporaneamente al sollevamento della tubazione onde impedire che il conglomerato battuto, aderendo alle pareti del tubo, si sollevi con il tubo stesso determinando in tal modo l'interruzione del palo.

In presenza d'acqua, soprattutto con pali di notevoli profondità è senza dubbio da preferirsi il sistema ad iniezione per il quale il solo inconveniente (di natura economica) risiede nelle fughe incontrollate di malta attraverso fessure o diaclasi del terreno.

È pur vero però che in presenza di questi inconvenienti (che non si rilevano con altri sistemi) può essere opportuno il trattamento particolare di risanamento locale da eseguirsi di preferenza con iniezioni della stessa malta colloidale.

La presenza di fanghi argillosi colloidali, usati in alcuni procedimenti di perforazione, non disturba il procedimento: occorre però avere l'avvertenza di considerare una maggiore altezza di demolizione sulla sommità del palo (circa 1 metro) per asportare completamente la parte di malta che possa essere stata

contaminata dal fango argilloso che in fase di esecuzione viene portato alla superficie.

Anche il getto con tubo immerso consegue buoni risultati specie laddove non sia richiesta un'elevata aderenza tra palo e terreno, avendo cura di evitare in modo assoluto il disinnescamento del tubo di getto.

Per i pali di piccolo diametro, nei quali non è in genere possibile adottare né il procedimento per iniezione né quello con tubo immerso, resta ancora da preferirsi l'uso della benna da calcestruzzo con la sicurezza di aprirla sul fondo e con l'avvertenza di sollevare la tubazione con un franco elevato di calcestruzzo nell'interno.

La pilonatura, efficace più nel costipamento del terreno che in quella del conglomerato, va adottata solo ed in quanto sia possibile sollevare la tubazione in concomitanza con la battitura.

CONSIDERATIONS SUR LES DIVERS PROCÉDÉS DE BÉTONNAGE POUR PIEUX MOULÉS DANS LE SOL

Sommaire: On expose les divers systèmes de bétonnage pour pieux moulés dans le sol; les dangers liés à la présence de l'eau dans la perforation sont posés en évidence, particulièrement en ce qui concerne le danger de délavage du béton et d'interruption du pieu.

Les systèmes de bétonnage à « béton immergé » et à injection de mortier colloïdal, particulièrement utilisés dans les pieux de grand diamètre, sont illustrés en détail.

On en explique la technique et les avantages.

Bibliografia

- H. CAMBEFORT - *Forages et Sondages*.
 H. CAMBEFORT - *Reconnaissance des Sols et fondations spéciales*.
 LEONARD - *Foundation engineering*.
 FAURY - *Le béton*.
 J. BOUVIER - *Etude et perfectionnement d'une technique du béton immergé* - A.I.T.B.T.P., Febbraio 1960.
 P. BAUMAN - *Konstruktionen in Prepakt-beton* - « Schweizerische Bauzeitung », Giugno 1948.
 A. BRANDESTINI - *Die Verwendung des Prepakt Verfahrens bei Druckschachtanskleidungen*.
 A. BUCH, J. URBAN - *Das Prepakt-Verfahren und seine Anwendung für Unterwasser und Einpresbeton*.

DIFFERENT CASTING PROCEDURES FOR IN SITU FOUNDATION PILES

Summary: Different casting procedures for in situ foundation piles are exposed. Dangers arising from the presence of water in the hole are shown, as well as the various techniques in order to avoid concrete wash out and interruption of the pile.

More detailed illustration to systems of casting by means of immersed pipes and granting of colloïdal mortar is given, with special reference to large-diameter piles.

The technique is illustrated, and the advantages are shown.