

Interventi di riqualificazione e ristrutturazione del Naviglio Grande in località Castelletto di Abbiategrasso

Relazione Tecnica

L'opera in esame riguarda il ripristino di un tratto di sponda del Naviglio Grande, in corrispondenza della confluenza con il Naviglio di Bereguardo.

Gli interventi strutturali di risanamento delle murature possono essere suddivise in due categorie:

- 1) interventi di miglioramento delle condizioni statiche di esercizio della muratura (inserimento di geotessile, consolidamento delle fondazioni)
- 2) Interventi di ristrutturazione dell'orditura originaria della muratura (cuci-scuci, iniezioni nella muratura)

Al fine di diminuire la spinta laterale del terreno e quindi ridurre il rischio di ribaltamento si prevede il posizionamento di un geotessile non tessuto in polipropilene con funzine di rinforzo, separazione e filtrazione. Si prevede inoltre il consolidamento delle fondazioni attraverso iniezioni di malte.

Il restauro conservativo del muro spondale del Naviglio Grande prevede l'utilizzo della tecnica cuci-scuci, la ricostruzione delle fughe con malte di composizione simile a quelle utilizzate all'epoca della costruzione, il tutto in accordo con le linee guida della sovrintendenza ai beni ambientali.

Le murature eseguite per sostituire quelle fatiscenti, mediante graduali e limitate demolizioni e successive ricostruzioni, vengono chiamate "murature in sostruzione", questa particolare modalità di esecuzione avviene con un susseguirsi di demolizioni e ricostruzioni per piccoli tratti ed è comunemente detta cuci-scuci.

La ricostruzione delle fessurazioni varia a secondo che le lesioni siano passanti (nel caso in cui interessino tutto lo spessore dei muri) o non passanti.

Le fessurazioni passanti vengono ricostruite tramite la graduale sostruzione a cuci-scuci in tutto lo spessore.

Nelle riprese murarie a tutto spessore si inizia dal basso per poi risalire fino all'apice superiore delle fessurazioni.

Per la costruzione delle catenelle murarie si inizia dal basso aprendo il cavo passante con una larghezza minima di due teste; le superfici dello strato vengono raschiate, lavate con idropulitrice ed eventualmente scalpellate al fine di ravvivare la superficie.

La fase successiva consiste nella realizzazione della catenella muraria in mattoni pieni e malta di cemento che viene eseguita mediante l'inserimento di mattoni nelle asperità delle pareti laterali del cavo e il riempimento con scaglie e malta di cemento dei piccoli vani fra le parti di recente costruzione e quelle preesistenti.

In seguito si procede con la tecnica sopra descritta per ogni successivo caso fino al raggiungimento dell'apice superiore delle fessurazioni.

Qualora nello stesso muro siano presenti più fessurazioni fra loro discoste vengono realizzate altrettante catenelle, se le fessurazioni sono invece adiacenti si conferisce alla catenella una maggiore estensione in modo da comprendere più fessurazioni con una sola opera di sostruzione.

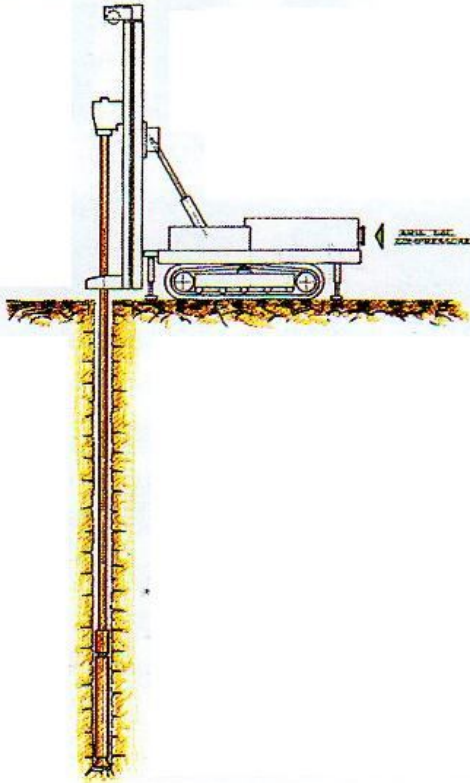
La cementazione è una pratica volta a migliorare le capacità di resistenza delle strutture e dei terreni fondali; tale procedimento consiste nel riempire di cemento o dei suoi prodotti binari (cemento e sabbia) o ternari (cemento, sabbia e ghiaia) secondo il tipo di fratture, inerti, i vuoti in modo tale da poter stabilire condizioni di continuità nella massa ed ottenere una maggior stabilità complessiva.

Segue a questo breve preambolo la descrizione delle varie fasi applicative.

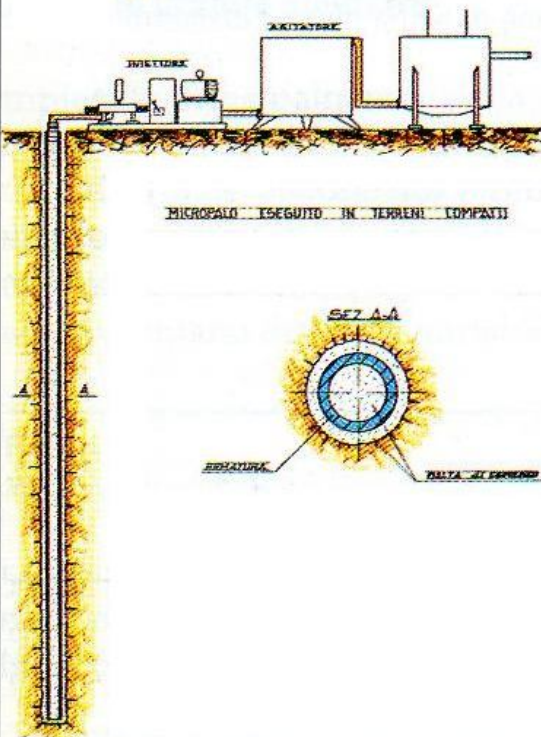
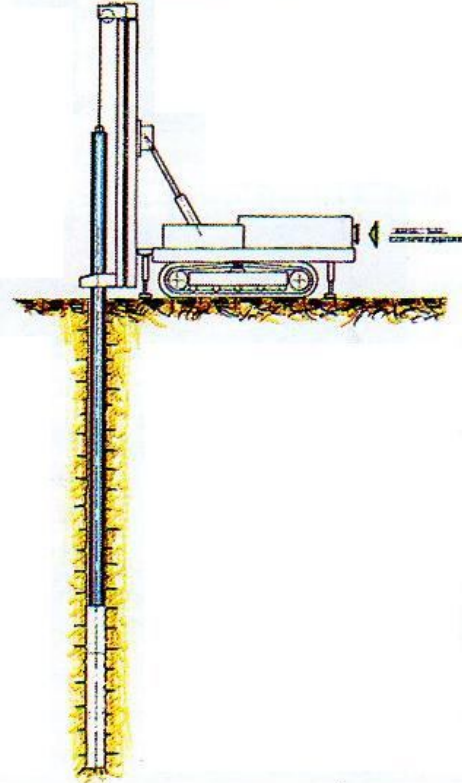
1. Stuccatura con malta a base di calce pozzolanica di tutte le lesioni e fessure. Se la muratura è intonacata è necessaria una puntuale verifica della perfetta aderenza dell'intonaco al supporto murario volta ad evitare l'eventuale formazione di sacchature in cui potrebbe accumularsi il prodotto iniettato.
2. Perforazione orizzontale in corrispondenza dei giunti di malta della muratura con sonde diamantate a rotazione per evitare pericolose vibrazioni. Le perforazioni vengono eseguite con un interasse tale da garantire una saturazione omogenea della muratura.
3. Posizionamento, nelle perforazioni eseguite, di tronchetti di tubo di rame utilizzati come iniettori, sigillati con malta antiritiro a indurimento rapido.
4. Iniezione di malta ad alta resistenza ai solfati, con pressione variabile fra 1 e 3 atm dal basso verso l'alto fino alla completa saturazione della muratura. La muratura si potrà considerare satura quando la malta comincerà a fuoriuscire dall'iniettore immediatamente sopra a quello di iniezione.

In alcuni tratti interessati dagli interventi di iniezione, eventualmente con formazione di colonne di terreno consolidato (jet-grouting) non apparivano compatibili con la delicatezza del contesto costituito dai paramenti spondali in fase di recupero. La messa in opera di terre armate o gabbionate non appariva praticabile per via della presenza di una tubazione di gas in pressione e di edifici al contorno dei necessari scavi. Per detti tratti la soluzione più flessibile è risultata quella a micropali, senza necessità di tirature, ma con la possibilità di ancoraggio al fusto strutturale, costituito da travetti metallici, del paramento spondale in materiale lapideo e laterizio. I micropali a gravità come quelli realizzati, durante l'installazione, possono essere integrati da reiniezioni, come mostrato in figura.

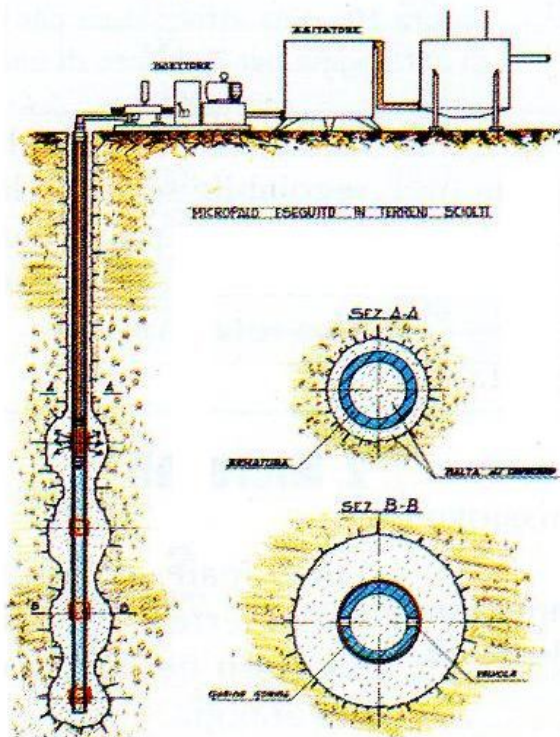
Fase 1: Esecuzione del foro
con sistema a roto-percussione



Fase 2: Posa in opera
dell'armatura tubolare metallica



Fase 3: Iniezione a bassa pressione
con otturatore di sommità



Fase 4: Iniezione ad alta pressione attraverso le
valvole previo posizionamenti a varie quote
dell'otturatore

La soluzione studiata prevedeva elementi perforati a rotopercussione di diametro 180 – 200 mm, in paratia spaziate di 33 cm, armati con travetti HE120B.

Sono state considerate diverse ipotesi di esercizio della paratia, tutte verificate analiticamente:

- fase di cantierazione, con falda sotto il piano di scorrimento del Naviglio (quota -2.50) e sovraccarico ridotto
- fase con paramento ripristinato, funzionante come elemento stabilizzante (sovraccarico a valle della paratia) e spinta idraulica dall'interno del Naviglio verso il terreno circostante. In questa condizione di funzionamento la sicurezza intrinseca è ovviamente risultata massima
- fasi di esercizio, con falda a quote compatibili con l'esercizio del Naviglio ed in presenza di eventuali cicli di svuotamento (occorrerà mantenere il muro drenato a tergo nelle varie configurazioni e, nel caso di manutenzioni, ridurre i sovraccarichi come nella fase di cantierazione iniziale).

In conclusione, la flessibilità di impiego delle paratie di micropali ("berlinesi"), insieme all'accorto dimensionamento per le fasi di vita utile effettivamente ascrivibili alla struttura, ha costituito un elemento determinante nella scelta del tipo di consolidamento.

*Testo a cura di
Giorgio Mainini*