



PORTLAND (OREGON - U.S.A.) -

IMPERMEABILIZZAZIONI



## PORTLAND (OREGON - U.S.A.) (OREGON - U.S.A.)

### PROGETTO

Trattamenti Jet Grouting - Installazione di un diaframma impermeabile (cut-off) al disotto di paratie CA, di massicci in arrivo e partenza (break-in) delle TBM dai pozzi, e di opere di stabilizzazione nell'ambito del Willamette River Combined Sewer Overflow Control Project

### PERIODO DI ESECUZIONE

gennaio 2003 – settembre 2004

### COMMITTENTE

ENVIRONMENTAL SERVICES OF CITY OF PORTLAND.

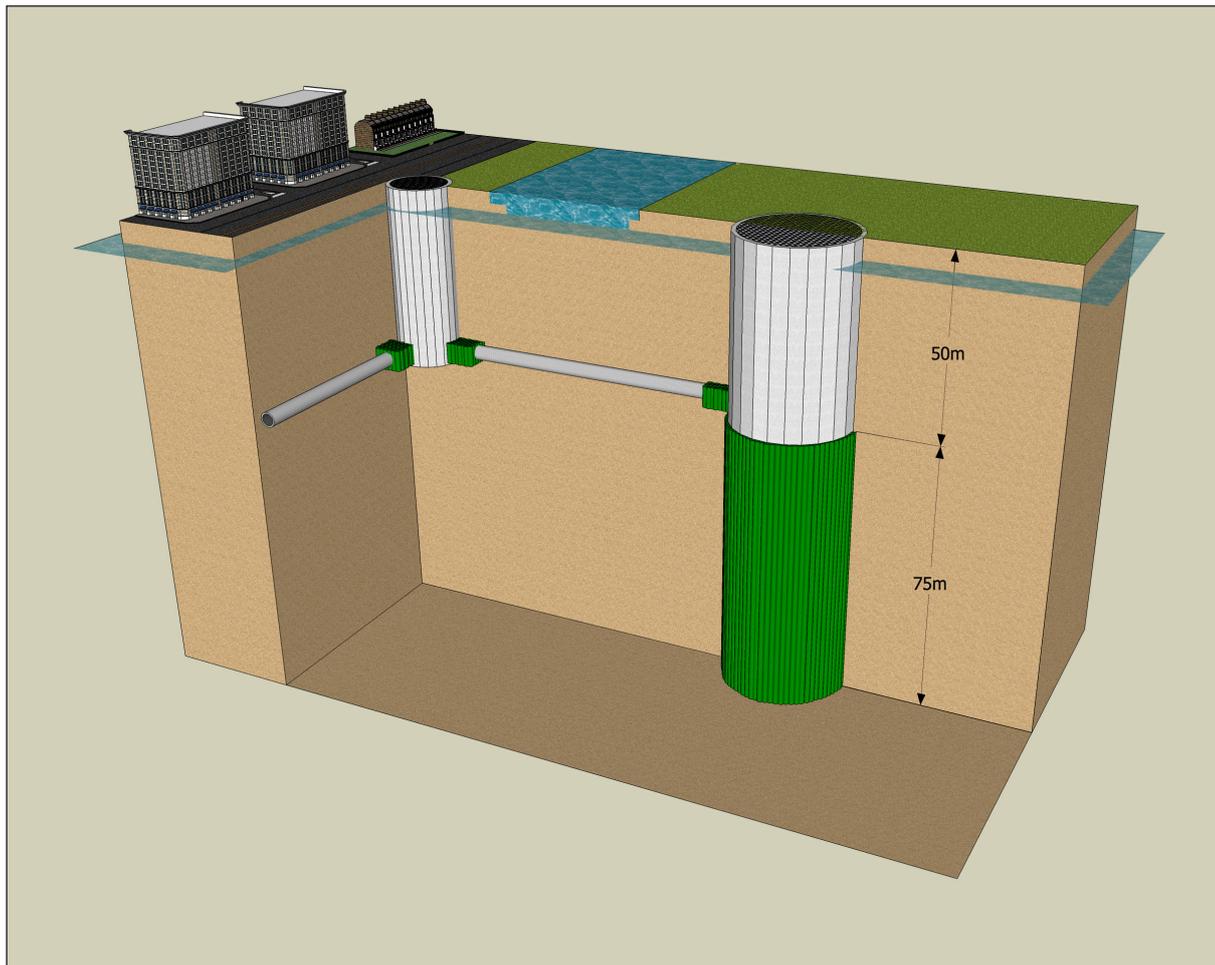


Fig. 1. Rappresentazione 3D del lavoro con porzione del condotto e dei pozzi e dettaglio degli interventi.

## Introduzione.

Il "Combined Sewer" è un sistema fognario misto, che utilizza la stessa canalizzazione sia per le acque luride che per quelle di superficie; tale sistema deve essere ampliato ed integrato con la costruzione di un nuovo condotto fognario di grandi dimensioni (West Side Big Pipe).

Sarà un condotto di 4,25 m di diametro, lungo 5,63 km circa, il cui percorso è compreso tra Clay Street (Clay Shaft) e la stazione di pompaggio di Swan Island (Pump Station Shaft), dove è posta la stazione di depurazione delle acque raccolte (Fig. 2).

Il percorso del tunnel comprende cinque pozzi di raccordo delle varie tratte ai cambi di direzione, che fungono anche da stazioni di partenza ed arrivo delle TBM che saranno impiegate per la realizzazione della nuova condotta.

Il tracciato del tunnel interesserà le strutture lato Ovest dei ponti Broadway, Steel e Burnside.

## Geologia.

L'area di Portland è posta al margine occidentale del bacino omonimo. Questa struttura, in approfondimento in direzione N-O, è bordata dalle Portland West Hills ad Ovest e dalle prime pendici della catena delle Cascade Mountains ad Est.

Il bacino di Portland è costituito, alla base, dai basalti del fiume Columbia (Miocene medio), la cui superficie ha profondamente subito gli effetti alterativi delle condizioni climatiche fino a formare spessi depositi di basalto alterato.

Sopra questo basamento sono posti depositi fluviali lasciati dall'ancestrale fiume Columbia. Consistono in mudstone, siltstone ed arenarie con parti minori di ghiaie (Troutdale Formation).

Sopra i depositi fluviali sono presenti depositi glaciali ed infine sabbie siltose e silt, deposti lungo il fiume Willamette in epoche più recenti.

## Litologia (Fig. 3).

Fino a -30m dal piano campagna sono presenti depositi alluvionali limosi e sabbiosi di origine fluviale, fino a 32m sotto

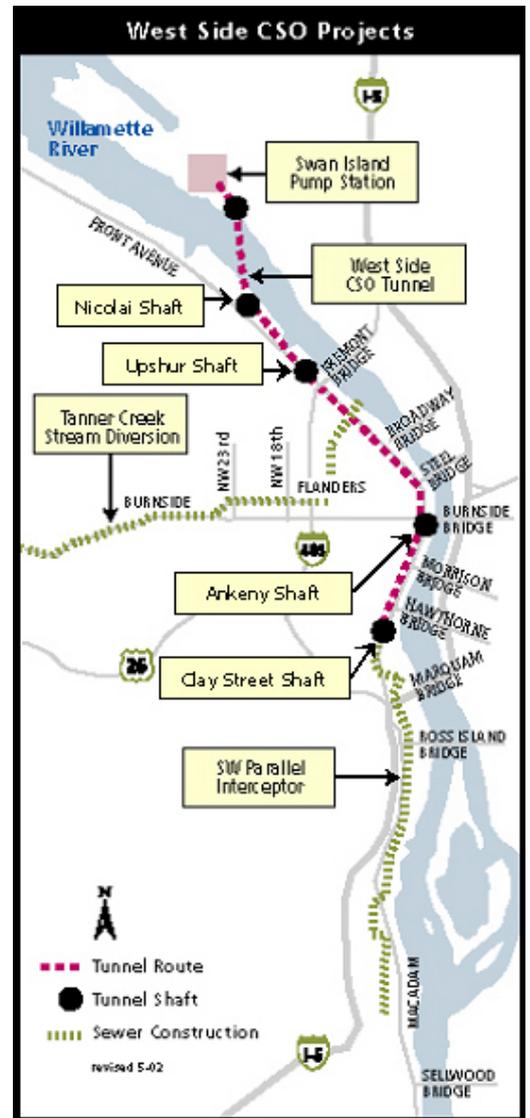


Fig. 2. Percorso del condotto lungo le rive del Willamette River.



Fig. 3. Immagine del contatto tra le argille e le ghiaie da carotaggio.

il piano campagna si incontrano ghiaie fluviali. Segue un elevato spessore di ghiaia in matrice sabbiosa limosa. Ad 88m circa iniziano i mudstone.

## Descrizione degli interventi.

### Break-in e Break-outs

Realizzazione di massicci omogenei di terreno consolidato con dimensioni variabili da caso a caso, per consentire, in condizioni di sicurezza ed all'asciutto, la partenza dai pozzi o l'arrivo nei pozzi (circolari e realizzati mediante paratie CA) della TBM impiegata per la costruzione della nuova condotta.

### Nicolai Shaft (Fig. 4).

Sono stati realizzati tre break-in (uno dei quali comprende anche un muro di impermeabilizzazione intorno ad uno scatolare).

### Verso Upshur Shaft

Il break-in è posto ad una profondità compresa tra 20 e 30 m sotto il piano campagna, è composto da 32 colonne costituenti un parallelepipedo di base 9,7 x 2,6 m.

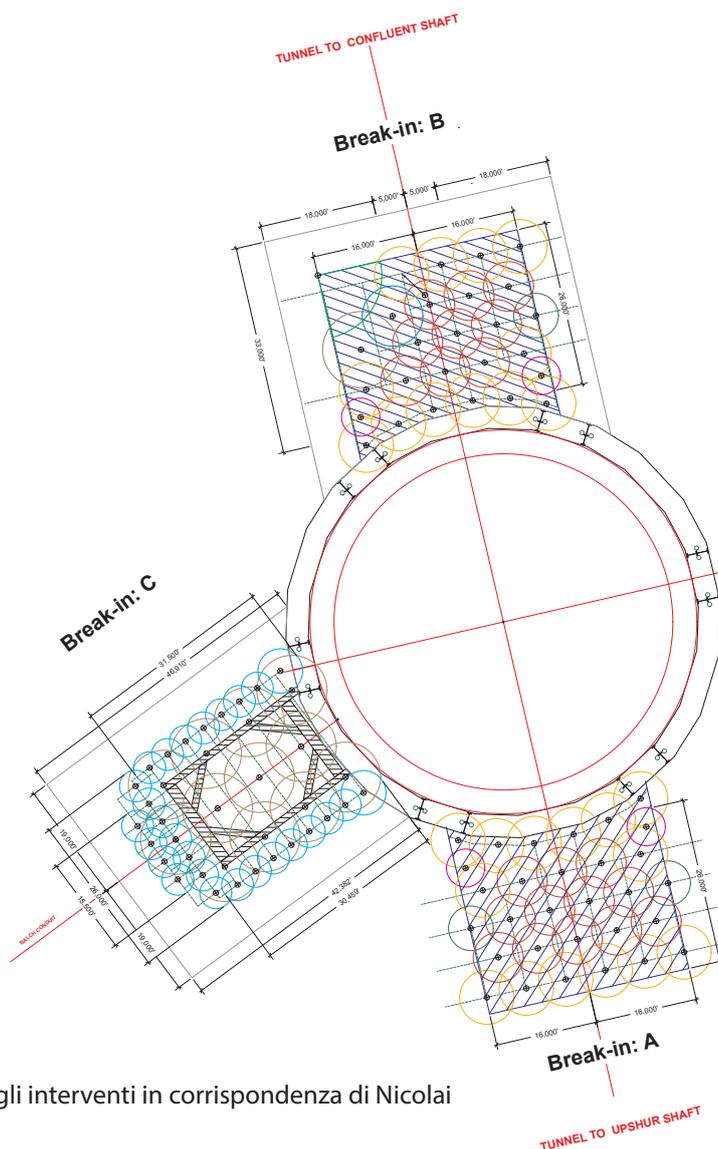


Fig. 4. Schema degli interventi in corrispondenza di Nicolai Shaft.

## Verso Confluent Shaft

Posto ad una profondità tra 20 e 30 m è un parallelepipedo di 27 colonne e con base 9,7 x 2,6 m. E' stata costruita una colonna parziale che avrebbe diametro, se completa, di oltre 6 m.

## Verso Balch Conduit

Per la comunicazione con il Balch Conduit è stato realizzato un massiccio di base ad una profondità di 12 m con uno spessore di 2,7 m, composto da 12 colonne; su questa struttura sono state intestate le 27 colonne ed alte 18 m che costituiscono il muro di impermeabilizzazione.

## Confluent Shaft (Fig. 5).

Sono stati realizzati 2 break-in.

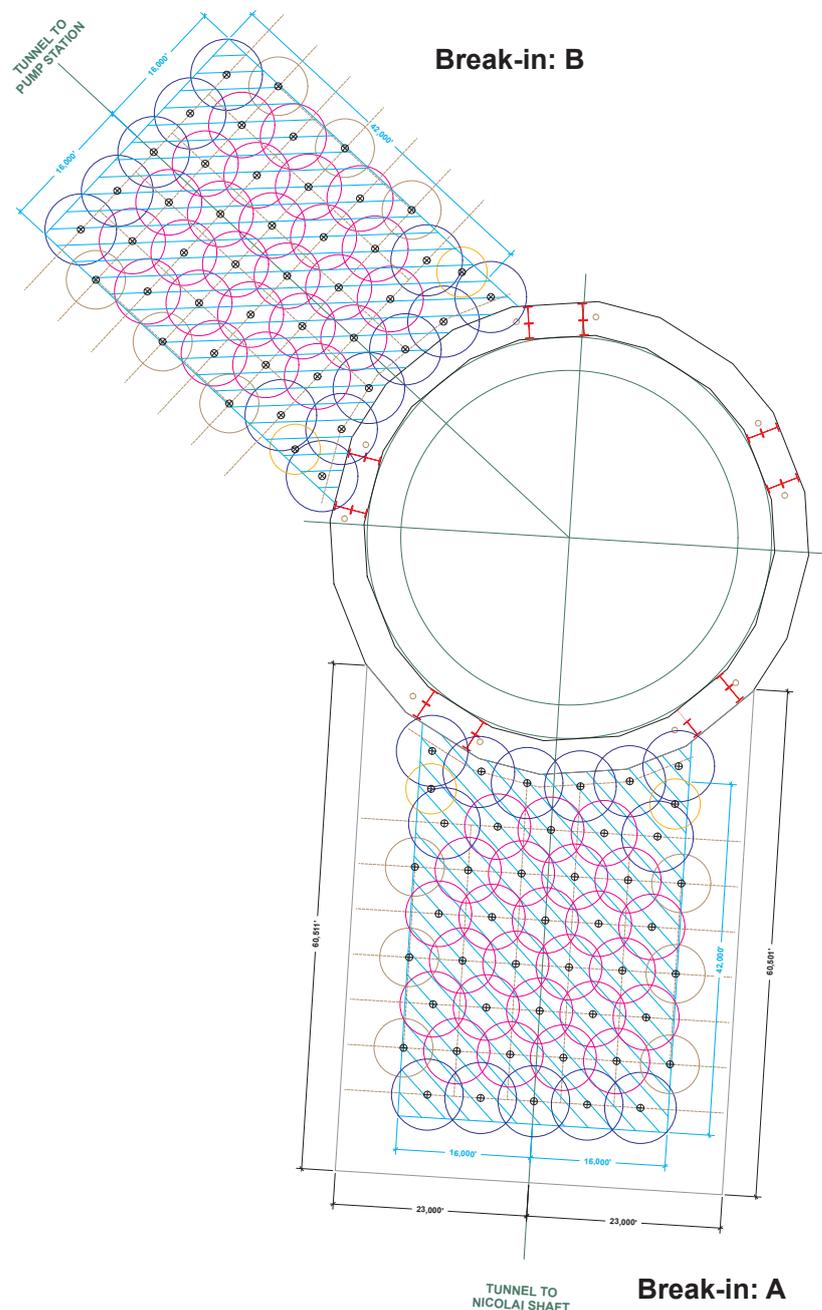


Fig. 5. Schema degli interventi in corrispondenza di Confluent Shaft..

## Verso Nicolai Shaft

È stato realizzato, alla profondità di 30 m, un parallelepipedo di base pari a 9,7 x 12,8 m con uno spessore di 9,7 m e composto da 46 colonne.

## Verso Swan Island

È stato costruito, alla profondità di 30 m, un parallelepipedo di 9,7 x 12,8 m con spessore pari a 9,7 m e composto da 48 colonne.

## Consolidamenti e stabilizzazione

Realizzazione di trattamenti per lo più con andamento lineare allo scopo di migliorare le caratteristiche del terreno e/o confinare i terreni di fondazione delle pile/spalle di alcuni ponti che, al momento del passaggio della TBM a distanza ravvicinata, sarebbero a rischio di cedimenti.

## Steel Bridge (Fig. 6).

Il percorso del tunnel in prossimità di Steel Bridge si trova nelle vicinanze dei piloni di sostegno del viadotto stesso. Si è reso così necessario un intervento di stabilizzazione e consolidamento dei terreni di base per impedire movimenti o variazioni delle spinte nel terreno di fondazione stesso.

Gli interventi effettuati sono quattro:

- Area A: 46 colonne, alla profondità di 23 m, alte 8 m
- Area B: 28 colonne, alla profondità di 25 m, alte 9 m,
- Area C: 17 colonne, alla profondità di 25 m, alte 9 m,
- Area D: 16 colonne, alla profondità di 25 m, alte 9 m

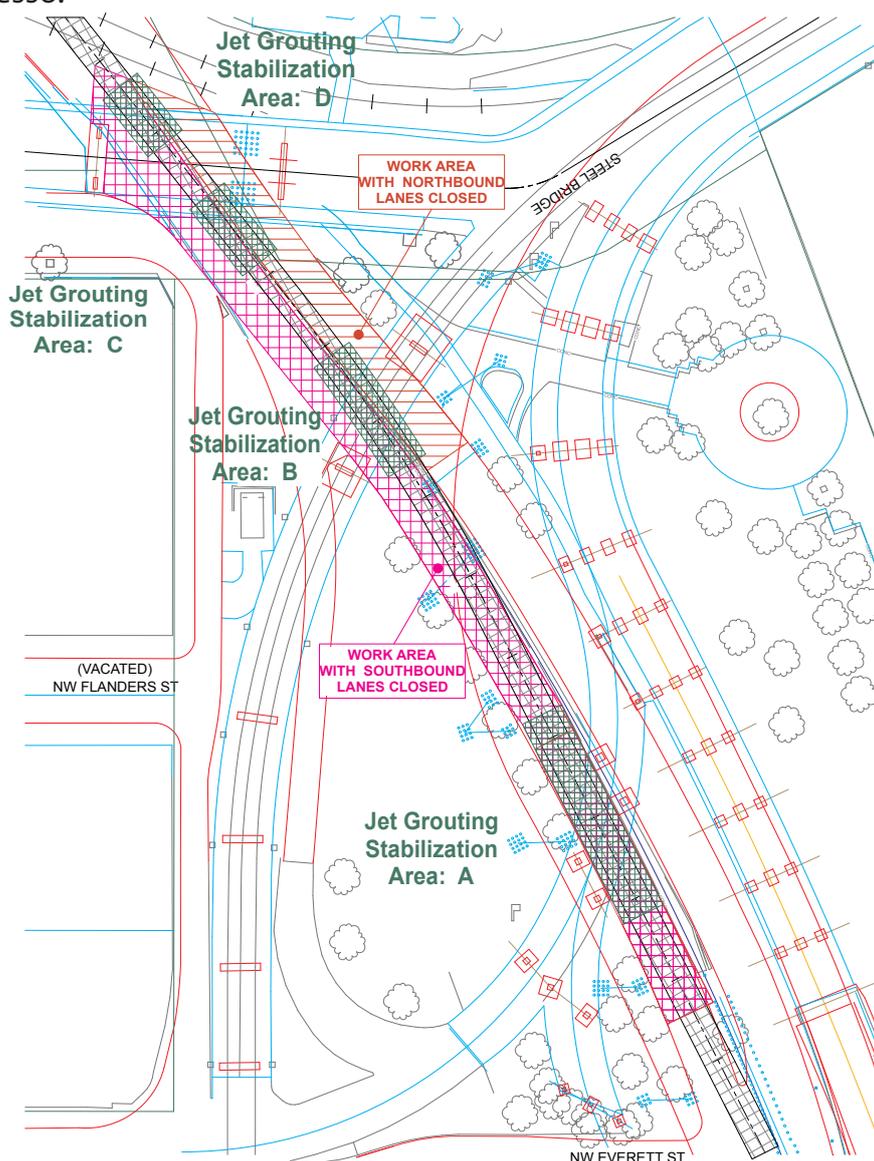


Fig. 6. Schema topografico degli interventi a Steel Bridge.

## Burnside Bridge (Fig. 7).

In corrispondenza del Burnside Bridge il percorso del tunnel si avvicina ai piloni di fondazione del viadotto. Questo ha comportato la necessità di opere di stabilizzazione dei terreni di fondazione per scongiurare lesioni al ponte in fase di scavo della galleria.

È stata realizzata una struttura di spessore 2,5 m composta da 104 colonne, per creare uno strato isolante tra i terreni interessati dallo scavo del tunnel ed i terreni sui quali è fondato il ponte.

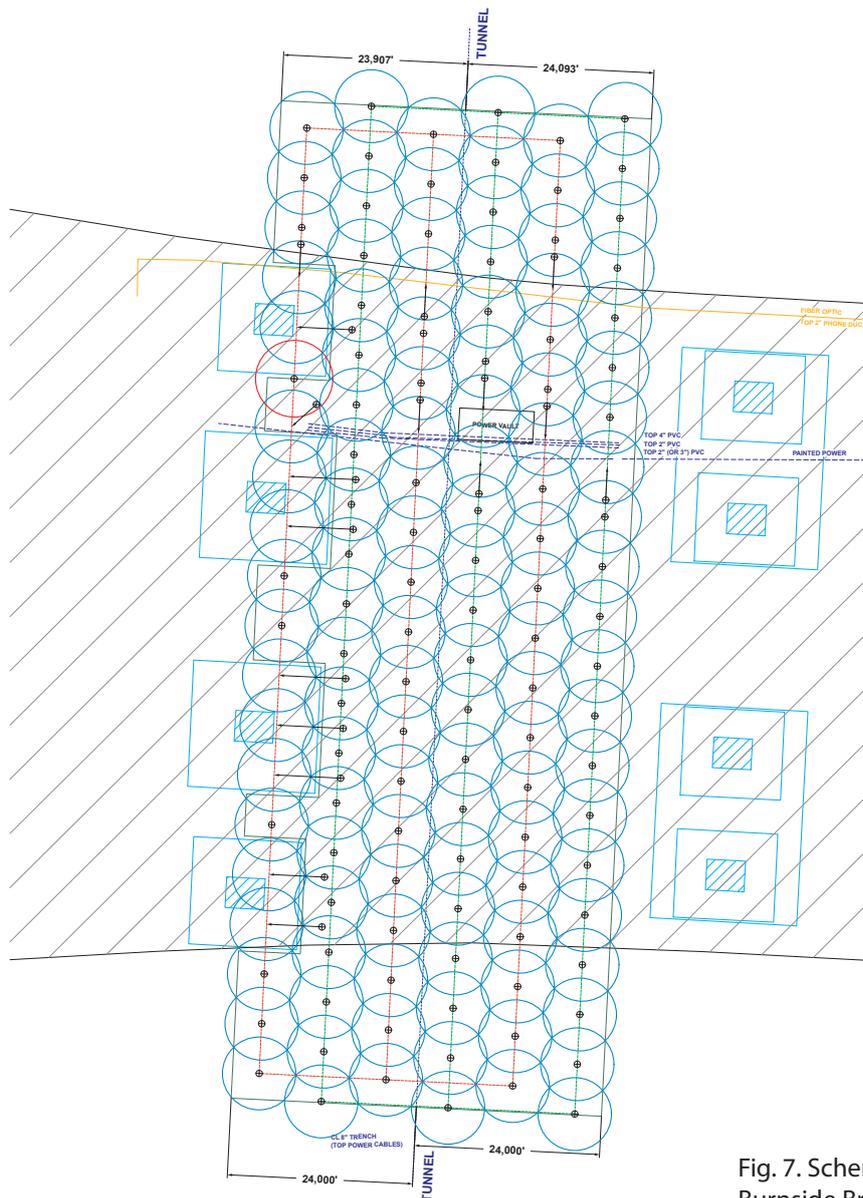


Fig. 7. Schema degli interventi a Burnside Bridge..

## Broadway Bridge (Fig. 8).

In questa zona il tracciato del tunnel passa nelle vicinanze di un pilone di fondazione del viadotto. Per evitare che i lavori di scavo della galleria ne compromettano la stabilità è stato realizzato un consolidamento lineare che costituisce a tutti gli effetti un muro di rinforzo. Il muro è composto da 28 colonne alte 21,6 m e poste ad una profondità compresa tra -32 e -10 m circa.

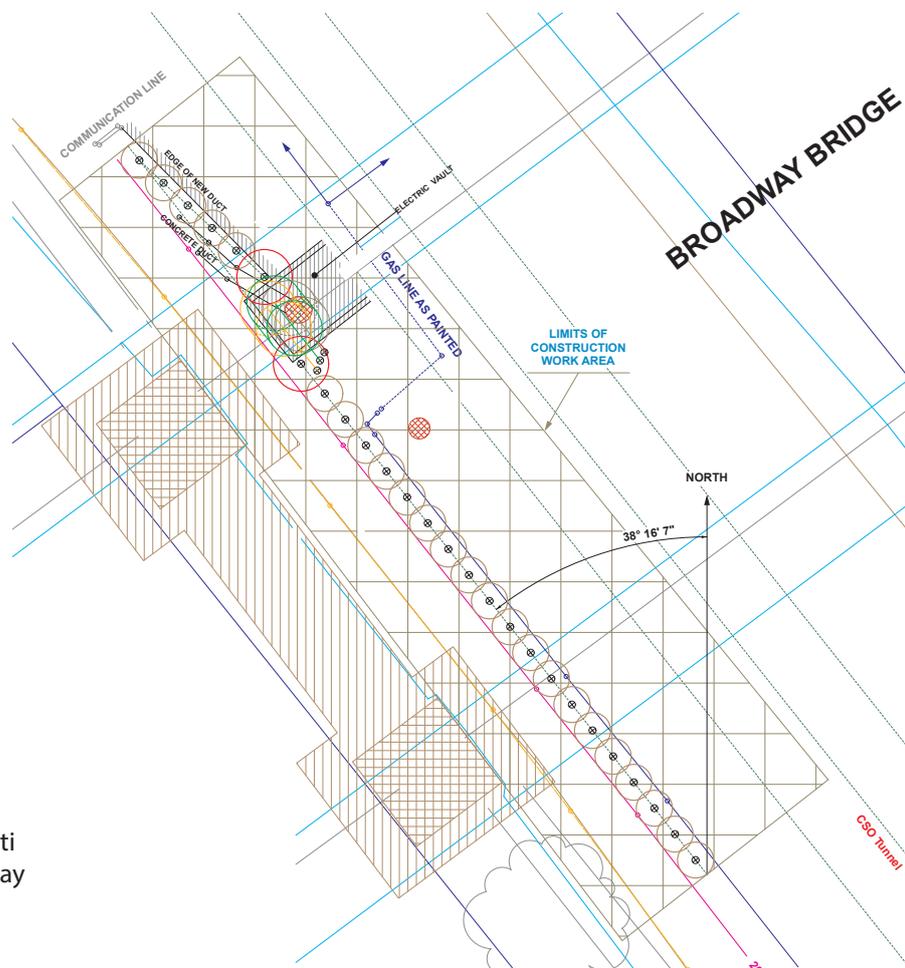


Fig. 8. Schema degli interventi in corrispondenza di Broadway Bridge.

## Diaframma

Realizzazione di un diaframma circolare impermeabile al disotto della paratia CA costituente il pozzo di Pump Station, vista la tipologia del terreno ed a causa della grande profondità del banco di roccia nel quale intestarsi.



Fig. 9. Immagini dello scavo circolare del pozzo di Pump Station..

## Pump Station su Swan Island (Fig. 10).

Sono stati realizzati 3 interventi, due break-in ed un diaframma di impermeabilizzazione.

Il primo break-in (parallelepipedo alla profondità di 33 m) presenta un'altezza di 9,7 m ed una base di 9,7 x 12,8 m ed è composto da 46 colonne.

Il secondo break-in, verso Portsmouth, presenta un'altezza di 7,6 m ed una base di 8,5 x 2,5 m circa, composta da quattro colonne.

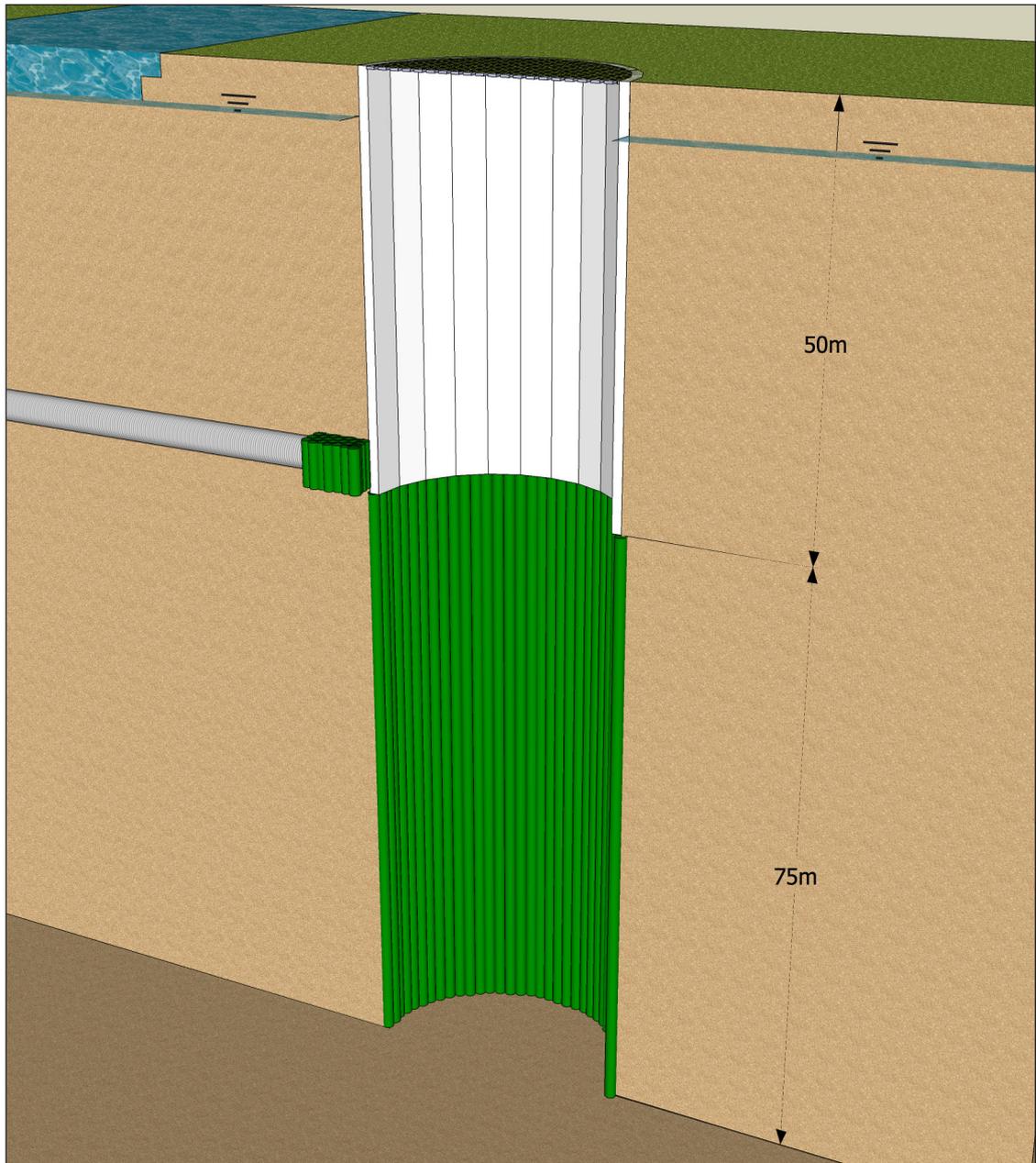


Fig. 10. Disegno di Pump Station shaft.

Il diaframma d'impermeabilizzazione (fig. 10÷11) è stato installato al disotto delle paratie CA che costituiscono la parte superiore del pozzo; è costituito da 168 colonne in unica fila circolare, realizzate passando con la batteria di perforazione attraverso tubi precedentemente predisposti nei pannelli di paratia; la sua altezza è circa 40 m da una profondità di -125 m ad una di -50 m;

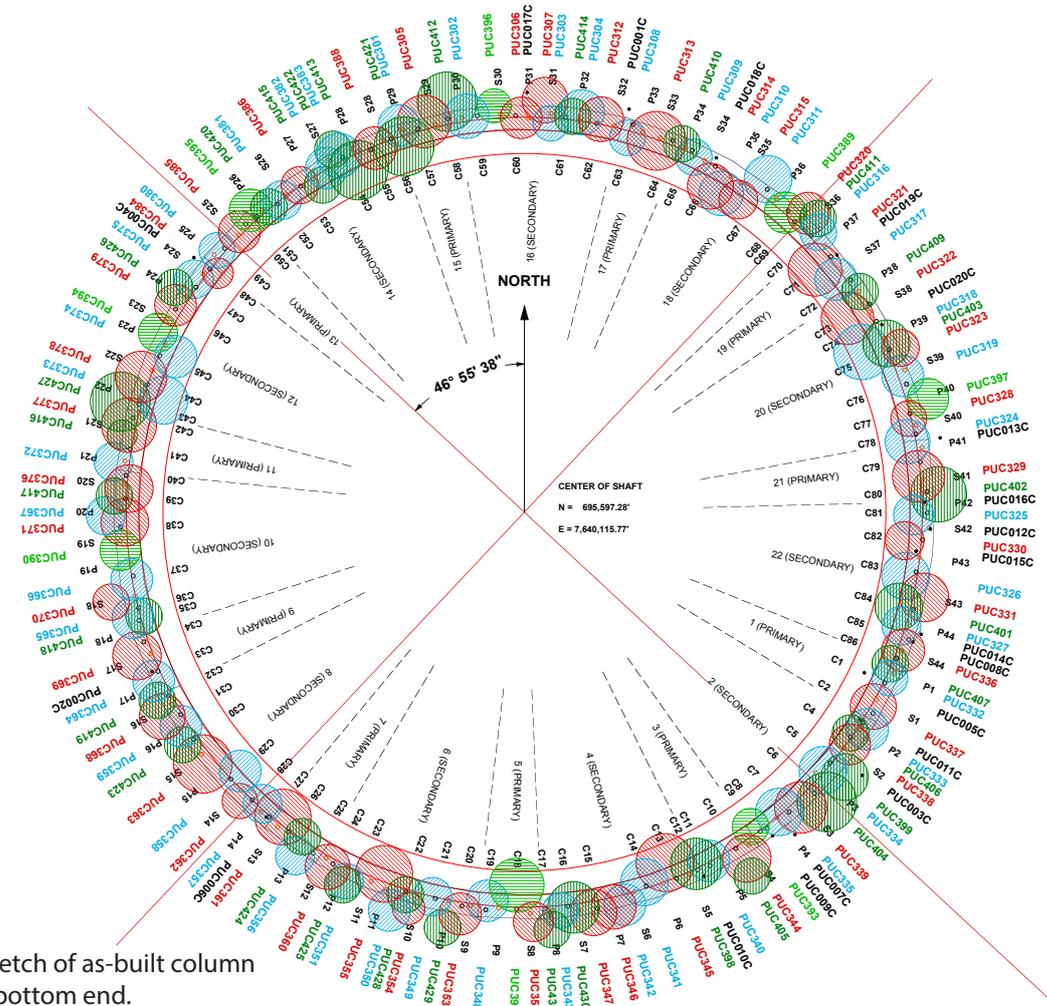


Fig. 11. Sketch of as-built column layout at bottom end.

## Caratteristiche

Sono stati eseguiti tests preliminari, nell'ambito della produzione stessa, con prelievo di campioni e controllo video dell'interno dei carotaggi, per verificare dal vivo, direttamente, qualità ed omogeneità dei trattamenti.

Le principali difficoltà incontrate sono state:

- tipologia dei terreni incontrati, spesso molto addensati e con frequente presenza di ciottoli e blocchi,
- notevole profondità di lavoro, con pericolo di deviazioni importanti e continuo rischio di bloccaggio delle batterie di perforazione/iniezione.

Si è fatto sistematico uso di apposito strumento inclinometrico per la misura delle deviazioni delle perforazioni, prima dell'inizio della fase di iniezione, per consentire la modifica automatica dei parametri di lavoro per adeguare i diametri necessari al trattamento Jet Grouting a compensazione delle deviazioni misurate. Si è proceduto alla registrazione e restituzione grafica (sistema **PACCHIOSI PRS3**) dei parametri di lavoro, sia in fase di perforazione che in fase di iniezione. Si è adottata la tecnologia trifluido **PACCHIOSI PS3**.

La resistenza a compressione (dopo 28 gg) ottenuta per i campioni di trattamento Jet Grouting prelevati mediante carotaggio si è dimostrata compresa tra 1,5 e 3,5 Mpa; il valore del coefficiente K di permeabilità del terreno trattato è stato  $1 \times 10^{-6}$  cm/sec. Il diametro delle colonne è variabile da 2 a 4m, a profondità superiori a 120 m.

---

ROCK - SOIL TECHNOLOGY AND EQUIPMENTS

---



COMPANY WITH  
QUALITY SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV GL  
= ISO 9001:2015 =

Branches

AMERIQUE DU NORD PACCHIOSI INC, Canada

PACCHIOSI DRILL USA INC, USA

**Drill Pac S.r.l.** – Società soggetta a direzione e coordinamento di Ghella S.p.A  
Sede Legale: Via Pietro Borsieri, 2/a - 00195 Roma (RM)  
Tel. +39 06 45603.1 – Fax +39 06 45603040 – e-mail: [info@drillpac.com](mailto:info@drillpac.com)  
**Sede Operativa:** Frazione Borgonovo, 22 – 43018 Sissa Trecasali (PR)  
Tel. +39 0521 379003 – Fax +39 0521 879922 - Sito web: [www.drillpac.com](http://www.drillpac.com)