

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI
"FEDERICO II"**



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO**
Classe L-7 delle Lauree in Ingegneria Civile e Ambientale

**TESI DI LAUREA IN
FONDAMENTI DI GEOTECNICA**

***Materiale innovativo per il riempimento di cavi intorno a
condotte***

Relatore

Ch.mo Prof. Ing. Gianfranco Urciuoli
Ch.mo Prof. Ing. Maurizio Giugni

Candidata

Esposito Piera
Matr. N49/102

Correlatori

Dott. Ing. Raffaele Papa
Prof. Ing. Francesco De Paola

Anno Accademico 2014/2015

SINTESI DELL'ELABORATO DI TESI

- *Introduzione e obiettivo del percorso di tesi*
- *Il riempimento degli scavi urbani*
 - Materiali utilizzati e relativi problemi
 - Metodologia di ripristino delle trincee
- *Descrizione del calcestruzzo cellulare*
 - Definizione, proprietà e campi d'impiego
- *Impiego dei calcestruzzi cellulari come materiale di riempimento*
- *Prova sperimentale*
- *Conclusioni*

INTRODUZIONE



Sono stati studiati gli effetti e i vantaggi, sia in termini idraulici che geotecnici, derivanti dall'utilizzo del calcestruzzo cellulare come materiale di riempimento delle trincee.

OBIETTIVO



Valutare il comportamento del calcestruzzo cellulare in seguito alla ricostruzione delle condizioni di posa di una tubazione in PEad soggetta ad una perdita idrica localizzata.

IL RIEMPIMENTO DEGLI SCAVI IN AMBIENTE URBANO

Nel settore del riempimento di scavi stradali per la posa di condotte interrato, si richiede che il materiale utilizzato possieda una discreta rigidità/resistenza per evitare che il manto bituminoso possa subire cedimenti e fessurazioni.



Le cause dei problemi che si verificano nel ripristino degli scavi stradali sono legate, principalmente, ad una non corretta realizzazione degli scavi nonché all'uso di scarsi materiali di riempimento.

Materiali utilizzati per il riempimento delle trincee e relativi problemi

1. *Materiali granulari sciolti*

- Problemi:*
- cedimenti a breve e lungo termine;
 - rigonfiamento.

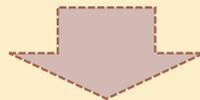
2. *Materiali granulari stabilizzati*

- Problemi:*
- cedimenti a breve e lungo termine;
 - rigonfiamento;
 - aggressione da parte dei costituenti ai sottoservizi urbani.

3. *Calcestruzzi espansi e a bassa resistenza*

- Problemi:*
- barriera all'umidità;
 - rigonfiamento.

- I problemi di cedimento derivano dalla scarsa costipazione del terreno posato in opera.
- I problemi di rigonfiamento derivano dalla presenza di una modesta frazione di terreno a grana fine che potrebbe ostacolare il libero drenaggio dell'acqua.

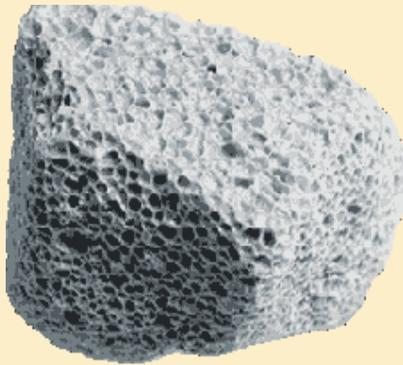


Scegliere il materiale di riempimento adeguato, seguire una giusta metodologia di scavo, adottando opportune attrezzature, è il “primo” passo per ottenere un ottimale ripristino delle trincee.

Il **calcestruzzo cellulare** è costituito da

- Matrice cementizia*
- Inerti*
- Agente schiumogeno*

L'intero agglomerato presenta una quantità di piccole bolle d'aria in genere non comunicanti tra loro.



L'aria è introdotta attraverso:

- cinetiche di reazione al contatto tra l'agente schiumogeno e l'acqua contenuta nella boiaccia cementizia
- utilizzo di un compressore atto a iniettare aria pressurizzata che, unita all'agente schiumogeno, garantisce la formazione della schiuma

La struttura cellulare conferisce al calcestruzzo eccellenti **proprietà** quali:

- *basso peso specifico (massa volumica a secco di circa 500 kg/m³)*
- *buona resistenza alla compressione*
- *elevato potere d'isolamento termico*
- *elevato potere d'isolamento acustico*
- *eccezionale resistenza al fuoco*
- *elevata permeabilità*
- *resistenza al gelo e disgelo*
- *leggerezza del materiale, con estrema facilità di movimentazione e bassi costi di trasporto*
- *estrema facilità di escavazione*

Presentandosi, all'atto della posa in opera, come materiale fluido, il calcestruzzo cellulare è dotato di:

- *eccellente lavorabilità e grande semplicità di posa in opera;*
- *rapidità di posa.*

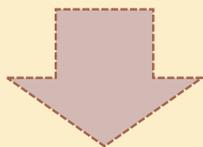
Inoltre esso è *auto-livellante e auto-compattante.*

IMPIEGHI IN CAMPO STRUTTURALE, GEOTECNICO E AMBIENTALE

- blocchi e lastre per tamponamenti e per divisori interni; blocchi per murature esterne;
- bonifica e consolidamento dei terreni;
- riduzione al minimo dell'infiltrazione di acqua meteorica nelle discariche, se disposto all'interno del sistema di copertura finale, tra lo strato vegetale di copertura e la barriera sottostante;
- raccolta e deflusso del percolato sul fondo delle discariche;
- riempimento di cavità più o meno profonde di cunicoli, grotte, miniere.



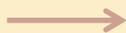
Grazie alle sue proprietà



Il calcestruzzo cellulare è un ottimo materiale di riempimento degli scavi stradali.

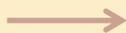
Vantaggi:

• no compattazione e/o vibrazione



riduzione della manodopera e incremento della produzione

• tempi di indurimento ridotti



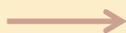
ripristino veloce del traffico veicolare

• resistenza e stabilità dimensionale



non subisce alcun cedimento

• facilmente rimovibile



manutenzioni periodiche/straordinarie e ispezioni alle tubazioni

• più versioni (diversi valori di massa volumica e resistenza a compressione)



scelta del tipo di calcestruzzo cellulare in base alle caratteristiche richieste

PROVA DI LABORATORIO

Il calcestruzzo cellulare è stato confezionato adottando una schiuma avente concentrazione di additivo pari al 2.5% e cemento Portland 325 R.

- La schiuma è stata ottenuta mediante insufflazione di aria alla pressione di 5 bar.



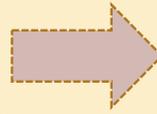
- La pasta cementizia è stata preparata mantenendo costante il rapporto acqua/cemento, pari a 0.4.



Dalla miscelazione dei suddetti costituenti è stato ottenuto il calcestruzzo cellulare.

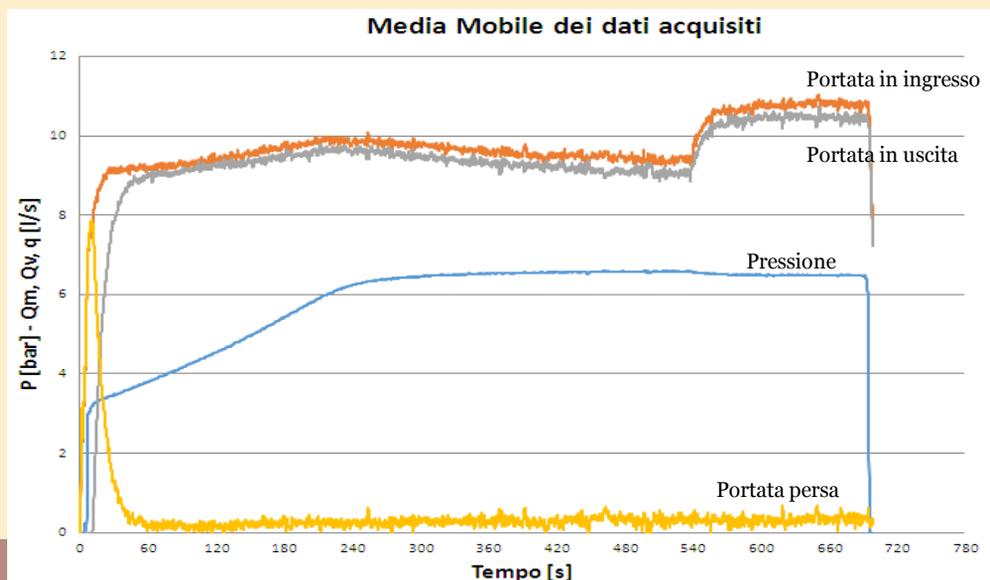


La prova sperimentale è stata condotta su un modello in scala disponibile presso il laboratorio di Idraulica e Costruzioni Idrauliche del DICEA, per simulare le reali condizioni di posa e di esercizio di una condotta in PEad interrata, affetta da una perdita localizzata. La trincea simulata è stata poi riempita con il calcestruzzo cellulare.



Usufruento dell'impianto ad alta pressione del laboratorio di Idraulica, è stata fatta confluire acqua in pressione nella tubazione oggetto di studio e da qui al calcestruzzo cellulare attraverso l'apposito foro.

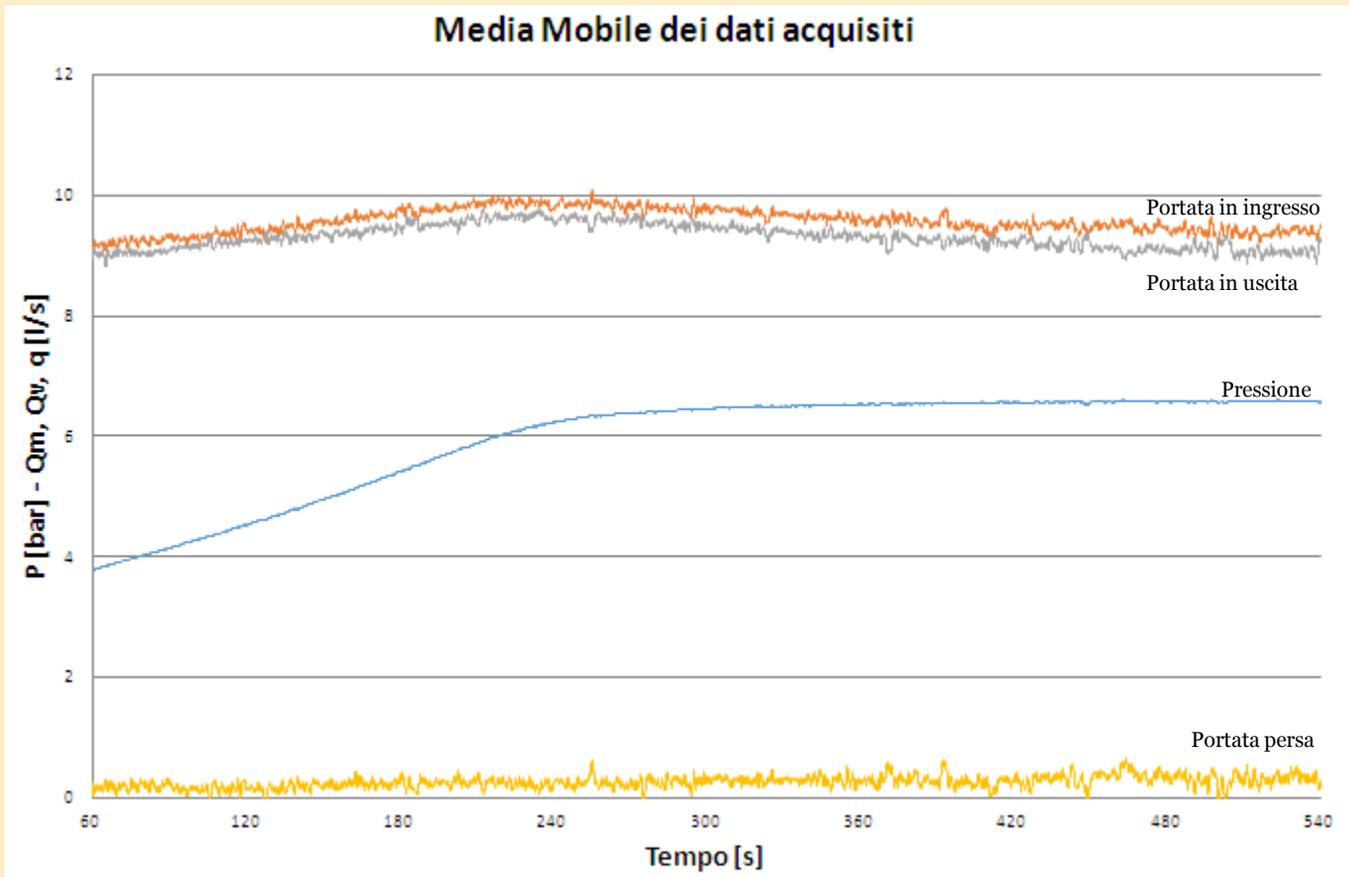
L'elaborazione dei dati di pressione e portata persa, registrati da opportune strumentazioni, ha permesso la realizzazione del seguente grafico (1):



Lettura grafico 1:

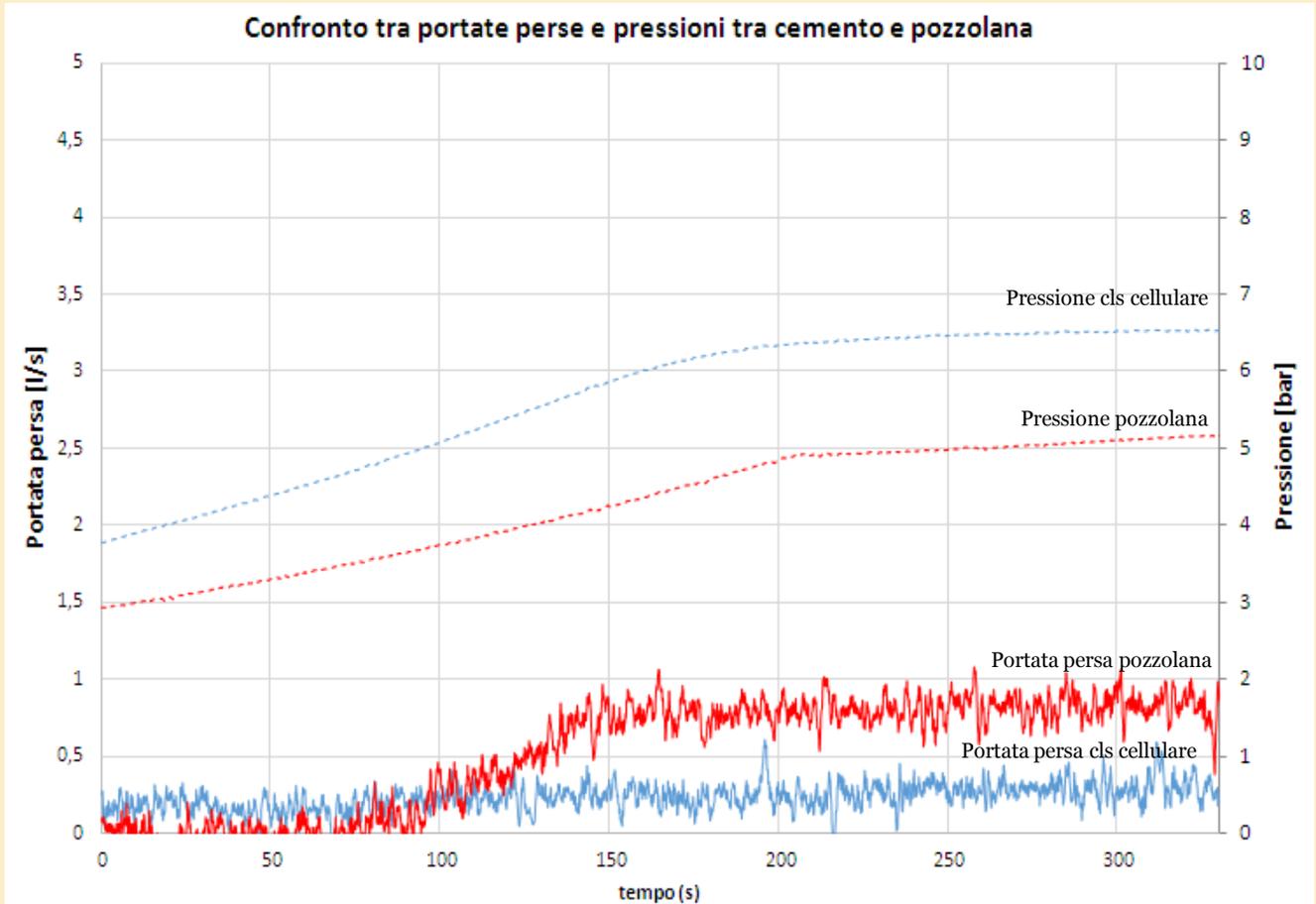
- L'andamento delle curve presenta una forte oscillazione nei primi e negli ultimi secondi della prova (operazioni di apertura/chiusura della saracinesca a monte dell'istallazione)
- Incremento delle portate di monte e valle (sbalzo di tensione negli strumenti)

Decurtando tali valori, che non risultano verosimili, si è ottenuto il seguente grafico (2):



Si nota come, nonostante l'aumento di pressione, la portata persa si mantiene pressocchè costante.

CONFRONTO CON MATERIALE DI RIEMPIMENTO TIPO POZZOLANA (prova già disponibile)



Si nota:

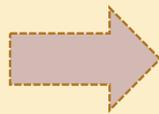
- la portata persa nella pozzolana subisce un incremento dovuto all'erosione del terreno da parte dell'acqua;
- la portata persa nel calcestruzzo cellulare si mantiene pressoché costante, nonostante l'aumento di pressione;
- analizzando lo stesso intervallo di tempo, il volume d'acqua perso nel calcestruzzo cellulare corrisponde a circa 1/3 di quello perso nella pozzolana.

Dalla visione di una ripresa esterna dell'istallazione sperimentale è stato osservato:



Con la presenza del calcestruzzo cellulare, la perdita diffonde l'acqua in maniera uniforme senza interessare il terreno circostante.

Inoltre, una volta asciugatosi, il calcestruzzo cellulare non ha presentato alcun effetto al piano campagna.



CONCLUSIONI

L'utilizzo del calcestruzzo cellulare come materiale di riempimento di scavi stradali in cui sono alloggiato condotte, in presenza di una perdita localizzata, comporta:

- In *TERMINI IDRAULICI* un valore di portata persa sensibilmente minore di quello che si avrebbe se il cavo fosse riempito di terra costipata.
- In *TERMINI GEOTECNICI* una totale assenza di cedimenti del piano campagna e di erosione interna del mezzo.

Inoltre, la presenza del calcestruzzo cellulare, essendo molto permeabile, permette di individuare facilmente la perdita e, vista la ridotta resistenza, si può agevolmente intervenire per il suo ripristino.

*GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!*

Esposito Piera

Università degli Studi di Napoli "Federico II"