

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI

FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

ABSTRACT

CHIODI AD ELICA DISCONTINUA: ANALISI NUMERICA DI PROVE DI PULLOUT

Relatori:

Ch.mo Prof. Ing.

FLORA ALESSANDRO

Ch.mo Prof. Ing.

NICOTERA MARCO

Correlatore:

Ch.mo Ing. STEFANIA LIRER

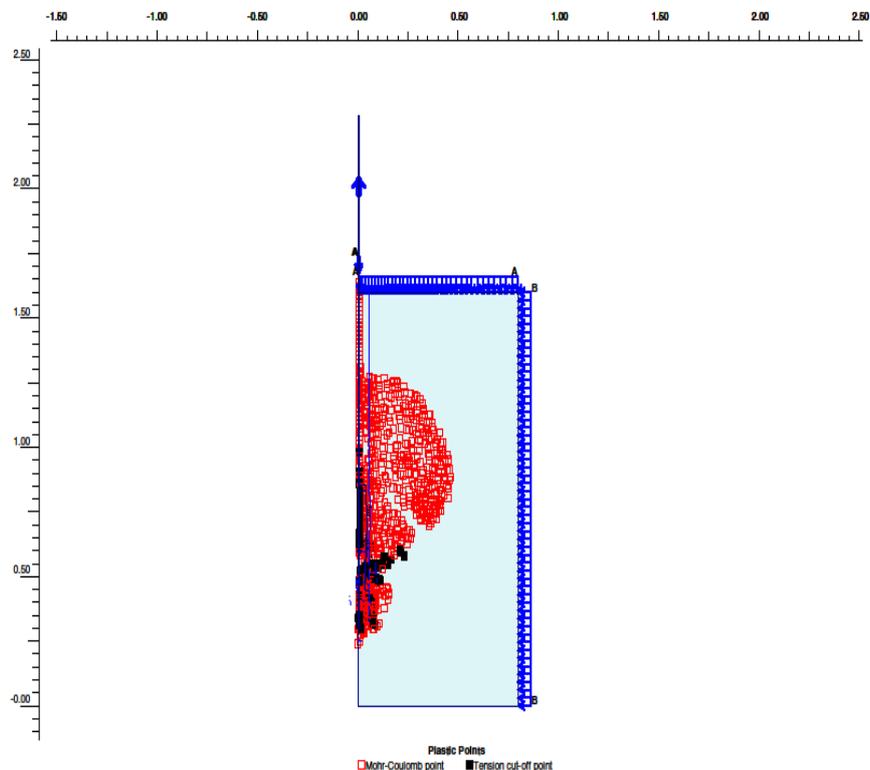
Candidato:

ANGELO COLUCCI (M67/09)

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

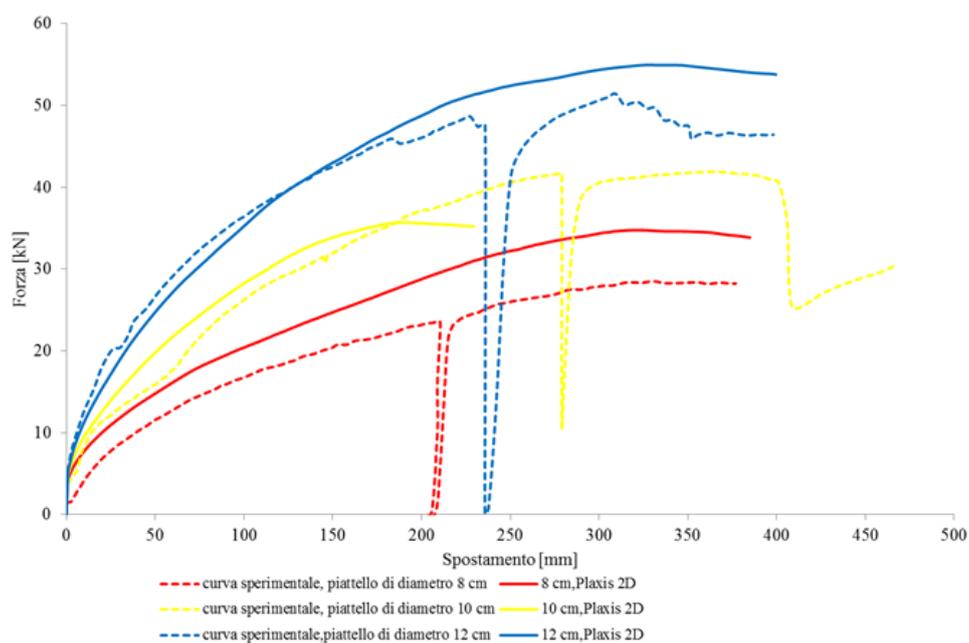
Il presente lavoro di tesi si basa sulle simulazioni numeriche eseguite tramite il programma di calcolo Plaxis 2D delle prove di pull-out (sfilamento), effettuate presso il laboratorio del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, su trefoli con piattelli circolari, assimilabili a chiodi ad elica discontinua, infissi in pozzolana del tufo giallo napoletano, terreno caratteristico dell'area dei campi flegrei, in riferimento alla tecnica di rinforzo del terreno nota con il nome inglese di *soil nailing*. L'obiettivo principale è stato evidenziare aspetti e caratteristiche non chiaramente visibili, o solo parzialmente riscontrabili, nelle sperimentazioni inerenti chiodi ad elica discontinua, rinforzi utilizzati nel soil nailing che hanno garantito un considerevole incremento di resistenza del terreno rispetto a quelli tradizionali, costituiti da singole barre metalliche, ma su cui non sono stati ancora compiuti studi approfonditi e su cui sono presenti ancora molti dubbi sul comportamento.

Particolare attenzione è stata posta nell'analizzare i risultati prodotti dal programma numerico e nel raffrontare le curve carico-spostamento ricavate con quelle ottenute dalle prove sperimentali, così da evidenziare la validità del lavoro svolto in termini di aderenza ai risultati di laboratorio; si è inoltre effettuato un raffronto tra valori di resistenza sperimentali, numerici e teorici, proposti dalla formulazione di Merifield e Sloan. Tramite il programma è stato inoltre possibile evidenziare l'entità del cuneo di rottura del terreno, con la visualizzazione delle aree soggette a plasticizzazione, rappresentate dai punti plastici.



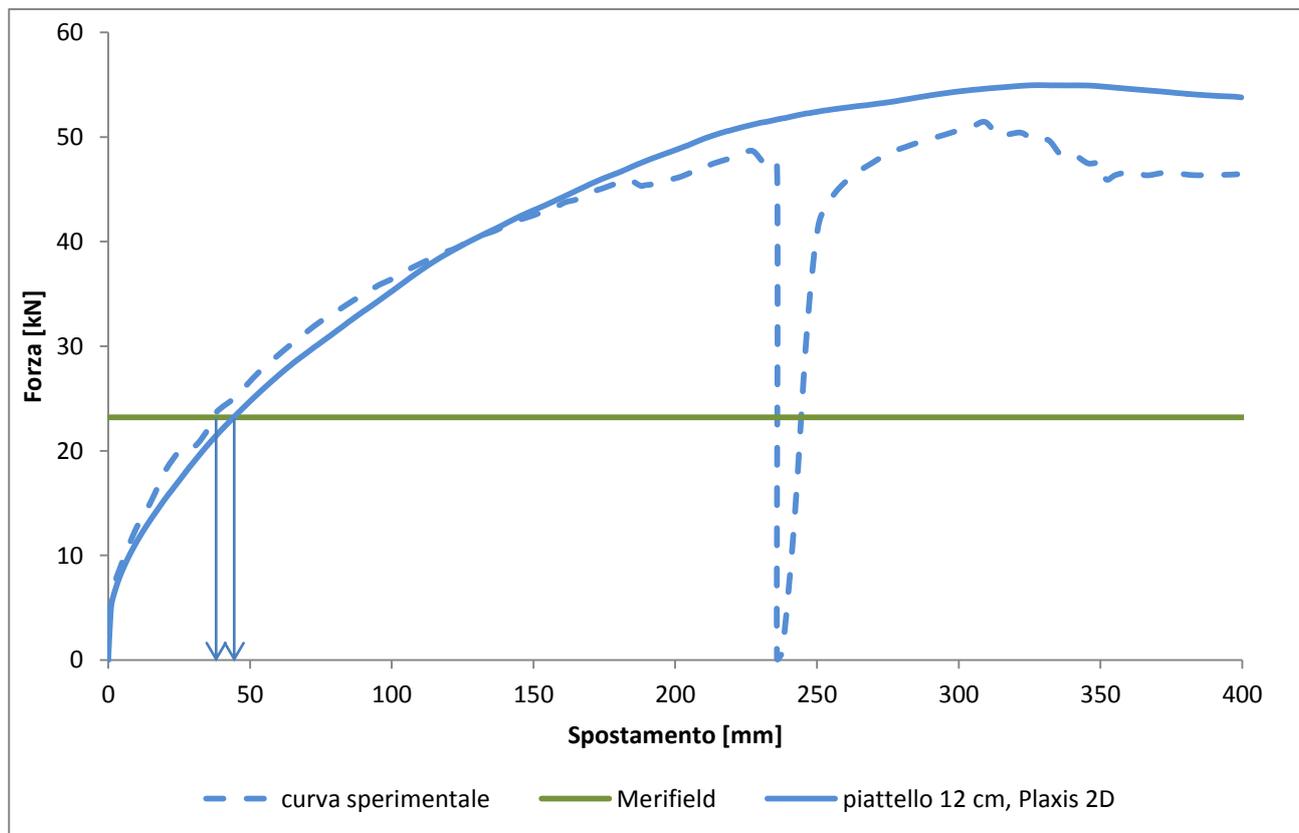
Visualizzazione dei punti plastici del terreno

Il presente testo è stato così articolato in cinque capitoli: nel capitolo 1, si tratta ampiamente del soil nailing, ponendo particolare attenzione alle caratteristiche degli elementi interagenti, con un paragrafo descrittivo per ogni componente dell'opera di rinforzo, focalizzandosi in particolare sui principi di funzionamento e sulle relative incertezze teoriche, non tralasciando di trattare anche le fasi costruttive, gli stati limite ed i vantaggi e gli svantaggi presentati dall'applicazione della tecnica; il capitolo 2 è invece dedicato alle prove di laboratorio effettuate che sono state simulate numericamente tramite il programma di calcolo agli elementi finiti Plaxis 2D, descrivendo nel dettaglio sia l'attrezzatura sia i rinforzi e campione di terreno utilizzati ed analizzando brevemente le curve forza-spostamento prodotte; il capitolo 3 è quello dedicato all'analisi dei risultati prodotti dalle simulazioni computazionali, in cui si sono descritte brevemente le caratteristiche e peculiarità del software utilizzato, in modo tale da poter definire dettagliatamente la geometria, i parametri fisico-meccanici, le opzioni di calcolo adoperate per la generazione del modello, ed in cui sono visualizzate per ognuna delle tre simulazioni effettuate, per chiodi con piattelli da 8,10 e 12 cm, le schermate inerenti gli spostamenti verticali u_y verificatesi in seguito al tiro, gli sforzi di taglio relativi (con annessi gli ingrandimenti effettuati nelle aree in prossimità dei piattelli), i punti plastici, relativi all'entità del terreno soggetto a collasso, oltre ovviamente alle curve carico-spostamento generate dal programma ; il capitolo 4 è interamente riservato al raffronto tra le curve carico-spostamento generate numericamente e le analoghe sperimentali, sia per il singolo rinforzo che complessivamente ,oltre ad offrire un confronto con i valori di resistenza al pullout teorici ottenuti dalla formulazione proposta da Merifield e Sloan (riportata e discussa ampiamente in un paragrafo apposito) tramite cui si è potuto ricavare in corrispondenza di quale valore di spostamento, numerico e sperimentale, si raggiungesse la massima resistenza teorica ipotizzata; il capitolo 5, infine, è quello di chiusura contenente le osservazioni finali e le relative conclusioni.



Raffronto complessivo tra curve forza-spostamento numeriche e sperimentali

Di particolare rilevanza sono le conferme ottenute in via numerica di quanto già osservato nelle prove di laboratorio: all'aumentare del diametro del piattello di cui è munito il trefolo, si è verificato un aumento della resistenza a sfilamento e un ovvio aumento del quantitativo di terreno sottoposto a plasticizzazione. Nel raffronto con le resistenze teoriche offerte dalla formulazione di Merifield e Sloan, queste si sono verificate in concomitanza di uno spostamento molto minore di quello massimo impostato in laboratorio che, qualora fosse raggiunto in condizioni operative, determinerebbe che l'opera di rinforzo sarebbe da tempo completamente compromessa; di conseguenza, si è assunto che tali resistenze rappresentino il limite massimo oltre il quale una struttura in soil nailing perde la propria funzionalità.



Raffronto tra curve forza-spostamento numerico e sperimentale e resistenza di Merifield e Sloan

A testimonianza della bontà del lavoro effettuato, si sono potute inoltre evidenziare caratteristiche riscontrabili anche nella realtà, quali il vuoto lasciato nell'area sul bordo inferiore del piattello, precedentemente al suo progressivo spostamento dovuto al tiro effettuato sull'estremità superiore del chiodo. Sono emersi inoltre dettagli non rilevati nelle prove sperimentali, quali la presenza di piccole zone del terreno soggette a rottura per trazione, o l'entità degli spostamenti verticali avvenuti nelle aree a stretto contatto con il rinforzo.