

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”

FACOLTÀ D'INGEGNERIA



INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale

ABSTRACT

Definizione di una correlazione empirica tra velocità delle onde di taglio e numero di colpi di una prova SPT per terreni piroclastici del napoletano

Relatori

Prof. Ing. A. D'Onofrio

Prof. Ing. G. Urciuoli

Candidata

Serena Pinto

Matr. 518/648

ANNO ACCADEMICO 2009/2010

Sommario

Il lavoro proposto nella presente tesi ha come obiettivo la definizione di correlazioni empiriche, valide su scala provinciale per i *terreni piroclastici del Napoletano*, al fine della loro caratterizzazione geotecnica-sismica con metodi speditivi.

Lo studio ha interessato otto siti “campione” della Provincia di Napoli, nei quali erano disponibili dati geotecnici di varia natura (litotipi prevalenti, stratigrafie, prove penetrometriche dinamiche del tipo SPT e prove Down-Hole); in tal modo è stato possibile ricavare opportune correlazioni sperimentali fra il numero di colpi, N_{SPT} , e i valori delle velocità delle onde di taglio, V_S .

Tali correlazioni, unite a quelle presenti in letteratura, hanno consentito poi considerazioni di carattere più generale sui vari litotipi esaminati.

Nella prima parte del lavoro sono state esaminate, sinteticamente, le attrezzature occorrenti, le modalità di esecuzione e di elaborazione delle prove Down-Hole e delle prove penetrometriche dinamiche del tipo SPT.

Sono state considerate e descritte, con particolare riguardo, le onde P (Primarie o di compressione) e le onde S (Secondarie o di taglio), nonché le tecniche per misurarne la velocità di propagazione. Fra queste la prova Down-Hole, rappresenta una delle più accurate indagini sismiche di sito per la definizione delle proprietà dinamiche dei terreni, consentendo la misura del profilo di velocità delle onde compressive (V_P) e delle onde di taglio (V_S).

Nell'elaborazione di tale prova, l'input consiste nell'immissione in calcolo dei *Tempi di Arrivo* (T_P e T_S) delle *Onde Sismiche P e S* registrate in campagna (successivamente riportati ai *Tempi Corretti*), l'output nel calcolo delle *velocità* (V_P e V_S) e dei relativi *parametri elastici* (ν , k , E , G).

Le prove penetrometriche dinamiche SPT (*Standard Penetration Test*) sono prove discontinue, eseguite in foro a diverse profondità, e forniscono i valori di resistenza meccanica dei terreni investigati. Per esse la misura consiste nel rilevare il *numero di colpi* necessari per infiggere, il

campionatore *Raymond* o la *punta conica* per tre tratti successivi di 15 cm ciascuno, con un'attrezzatura di peso e altezza di caduta standardizzate.

Tanto più numerosi sono i colpi richiesti per l'affondamento standard, tanto maggiore è la resistenza dello strato. La *resistenza penetrometrica* è caratterizzata dal numero di colpi richiesti per l'attraversamento degli ultimi due tratti, per complessivi 30 cm.

Dalla prova SPT si possono trarre utili informazioni sullo stato di addensamento dei terreni granulari o sul grado di consistenza di quelli coesivi.

Nella seconda parte della tesi è stata esaminata, in dettaglio, la normativa vigente (D.M. 14.01.08-*"Norme Tecniche per le Costruzioni"*), con riferimento alla classificazione sismica dei terreni, in base alle *categorie di sottosuolo*, in funzione dei parametri equivalenti ottenibili dalle prove Down-Hole e da quelle SPT. In particolare, del valore di V_{s30} , definita come *velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio*". Si è rilevato che la normativa prevede, oltre alle *categorie di sottosuolo da "A" ad "E"*, anche quelle S1 e S2.

E' stato, inoltre, inserito un inquadramento geologico dell'area di interesse, attraverso la definizione di lineamenti geologici, dell'assetto geomorfologico generale, delle caratteristiche geomorfologiche e geologiche locali e della natura dei terreni e delle rocce presenti nei siti oggetto di studio.

Si è evidenziato che i terreni esaminati sono stati prodotti, in origine, dal *Distretto Vulcanico dei Campi Flegrei* o dall'*Edificio Vulcanico del Somma - Vesuvio*.

La quinta ed ultima parte del lavoro è stata dedicata all'analisi dei dati sperimentali disponibili (n° 20 stratigrafie di sondaggi geotecnici, della lunghezza media di 30 m; n° 119 prove SPT, risultati di prove Down-Hole condotte in 14 verticali) e alla definizione di una correlazione empirica per i terreni piroclastici del Napoletano.

Il metodo adottato ha compreso la raccolta e l'elaborazione della velocità delle onde di taglio e dei risultati delle prove SPT. I dati analizzati provengono da indagine effettuate nei siti campione nel corso di precedenti campagne di indagini geofisiche e geotecniche, condotte su diverse "aree campione", ricadenti nei Comuni della Provincia di Napoli: Quarto; Qualiano; Acerra; Saviano; Volla; Napoli (Via Argine); San Giorgio a Cremano e Ercolano.

Con esclusione dei prodotti piroclastici a consistenza litoide, per ciascun litotipo individuato ("pozzolane", "pozzolane con sostanze organiche", "cenere", "pozzolana con cenere", "piroclastite", "piroclastite con sostanze organiche"), sono stati presentati i diagrammi che rappresentano graficamente l'andamento del numero di colpi della prova SPT rispetto al p.c. e sono state individuate le correlazioni empiriche tra N_{SPT} e Velocità delle Onde di Taglio (V_s), che possono essere considerate caratteristiche per i terreni presenti nei siti campione.

La legge di correlazione individuata è di tipo potenza ad esponente minore dell'unità ($V_s = a N_{SPT}^b$) tranne che per le pozzolane con sostanza organica e per le piroclastiti, per le quali si è osservato un andamento costante della velocità delle onde di taglio con il numero di colpi N_{SPT} .

A partire dalle correlazioni individuate per le differenti tipologie di terreno piroclastico, sono stati trasformati i valori di N_{SPT} disponibili in equivalenti valori di V_s . E' stata individuata anche in questa circostanza, una legge empirica, espressa dalla relazione $V_s = a \cdot z^b$, analoga a quella tra N_{SPT} e V_s .

Per i litotipi di interesse sono stati raggruppati, rispettivamente, i valori numerici dei coefficienti a , b delle leggi di correlazione individuate (V_s-N_{SPT} e V_s-z), nonché quelli dell'indice di correlazione R^2 .

Successivamente, si è comparato lo studio appositamente condotto con quanto di analogo è riportato nella Letteratura Tecnica corrente, a proposito delle relazioni empiriche intercorrenti fra V_s e N_{SPT} .

Dal confronto con la correlazione ($V_S = 96 N_{SPT}^{0,38}$) proposta da Mele e Rapolla (1995), per tutti i terreni piroclastici del Napoletano a granulometria prevalentemente sabbiosa, si è pervenuto ad un sensibile accordo allorché, dal presente studio, sono state eliminate le elaborazioni riguardanti le “piroclastiti” e le “pozzolane” “con sostanze organiche”. In questa maniera, è stata individuata la correlazione $V_S = 108 N_{SPT}^{0,36}$.

Si è concluso rilevando che lo scostamento, tra le due linee di tendenza, probabilmente, è dovuto alla circostanza che i terreni con sostanze organiche non sono caratterizzati da un tipico comportamento da terreni sabbiosi, come quelli presi a base delle elaborazioni da Mele e Rapolla. Del resto, i terreni che contengono un’ apprezzabile contenuto di sostanze organiche, presentano sia una composizione alquanto eterogenea, sia una granulometria che, spesso, è associabile ai terreni a grana fine. Per evidenziare quanto argomentato, si è riportato il grafico $V_S - N_{SPT}$ ricavato nell’ambito della tesi, per i terreni piroclastici caratterizzati dalla presenza di sostanza organica, in confronto con quello di Mele e Rapolla. E’ stata evidenziata la differenza tra le due correlazioni confrontando anche i valori numerici assunti dai coefficienti a e b .