



PROGETTAZIONE STRUTTURALE E GEOTECNICA DI FONDAZIONI E OPERE DI SOSTEGNO

12: COSTRUZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO – prove in sito

Di Francesco Romolo

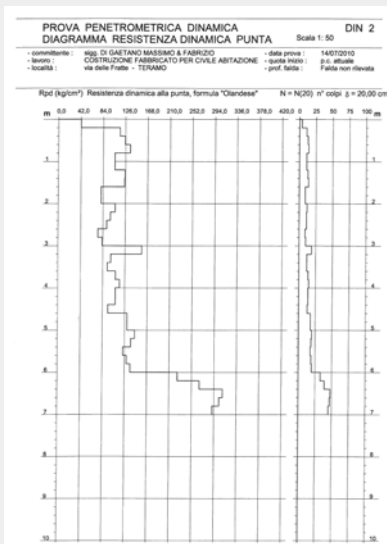
Prof. Gheresi Aurelio

A) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (SPT)

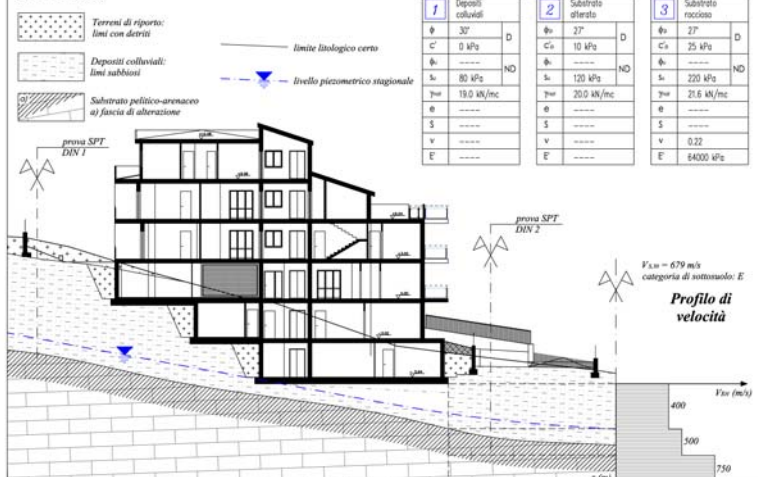
Con le prove penetrometriche dinamiche (generalmente definite SPT) viene misurato il numero di colpi necessario per un avanzamento prefissato (generalmente 10 cm) di un utensile costituito da una punta conica, consentendo di raggiungere due obiettivi:

- 1) ricostruire i dettagli della stratigrafia;
- 2) ricavare, mediante correlazioni empiriche, le **caratteristiche meccaniche dei terreni a grana grossa**.

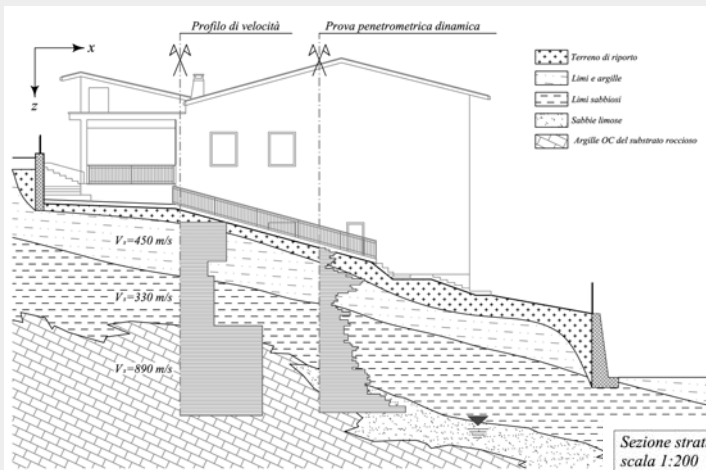
Equazione della Japan Road Association (1990) $\phi' = 15 + \sqrt{15 \cdot N_{SPT}}$
Equazione da D'Apollonia et. al. (1970): $E' = 25.000 + 800 \cdot N_{SPT,med}$



Sezione stratigrafica e profilo geotecnico scala 1:200



A) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (SPT)



Il caso riguarda la costruzione di un edificio residenziale su terreni alluvionali con contatto articolato con il sottostante substrato roccioso.

Le indagini sono consistite in prospezioni sismiche del tipo a rifrazione e prove SPT, con lo scopo di mappare l'andamento del contatto alluvioni – substrato e di definire il profilo geotecnico del sito.

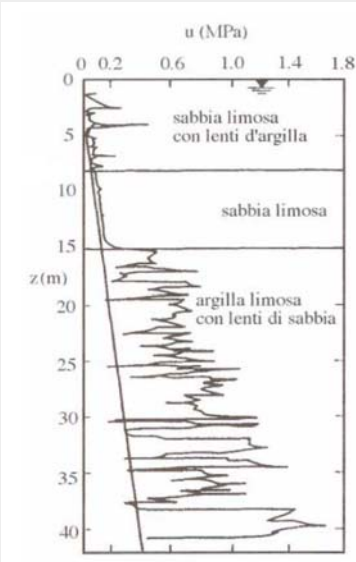
Le indagini hanno infine condotto alla progettazione di una paratia quale opera di sostegno provvisoria.



B) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

Con le prove penetrometriche statiche (generalmente definite CPT) viene misurata la resistenza (q_c) all'avanzamento di una punta conica infissa nel terreno a velocità costante e l'attrito laterale (f_s); anche in questo caso gli obiettivi sono dupli:

- 1) **ricostruire i dettagli della stratigrafia**, confrontando la friction ratio: $FR = f_s/q_c$ con una carta di classificaz.;
- 2) ricavare, mediante correlazioni empiriche derivanti generalmente da grafici, le **caratteristiche meccaniche**



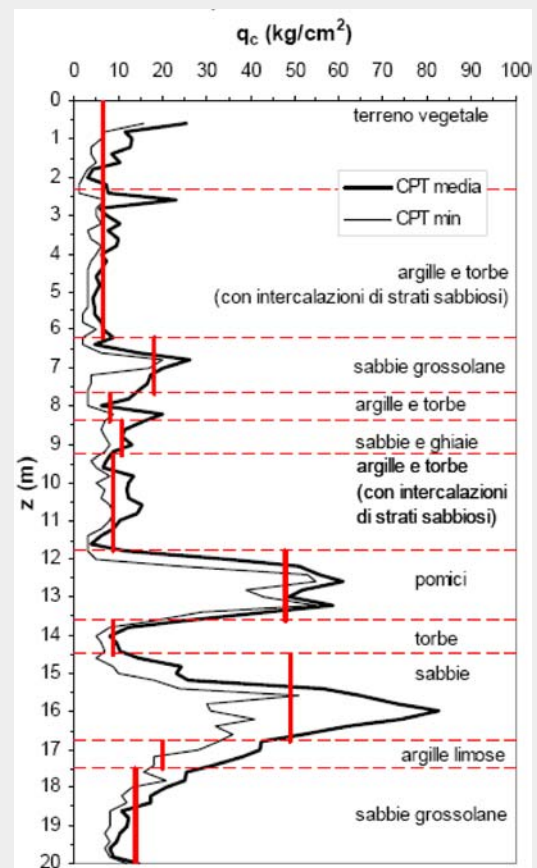
Il grafico a sinistra (Battaglia et al., 1986) mostra un esempio canonico di andamento della resistenza alla punta in funzione della variabilità dei terreni; in questo modo è possibile riconoscere con immediatezza la "linea delle argille".

A destra una prova eseguita in terreni alluvionali con un'intercalazione legata ad un episodio vulcanico alla profondità 12 – 13.60 m. Anche in questo caso è possibile distinguere i terreni a grana fine da quelli a grana grossolana.

La correlazione empirica più diretta è:

$$E = 2.5 + 3.5q_c$$

valida per fondazioni quadrate e nastriformi.



B) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

Nel caso di terreni a grana fine è possibile risalire al valore della coesione non drenata a partire dall'equazione per il calcolo della capacità portante delle fondazioni che è noto essere indipendente dalla geometria:

$$s_u = (q_c - \sigma_{v0}) / N_c$$

nella quale compare quale unica incognita il fattore di capacità portante N_c .

Nel caso delle argille di bassa e media consistenza tale fattore può essere desunto utilizzando correlazioni tra la q_c e la s_u ricavata da prove scissometriche.

In alternativa può essere utilizzata la relazione di Bjerrum (1972), 1973) che indica un valore medio $N_c = 14$ con un campo di incertezza del 33%.

Ancora può essere applicata la relazione di Baligh et al. (1980):

$$N_c = 14 + (8 - 0.15z)$$

essendo z la profondità.

Se l'applicazione delle CPT ai terreni a grana fine NC mostra una certa aleatorietà, nel caso delle argille OC occorre tenere conto delle incertezze connesse con la struttura macroscopica (fessurazione).

Passando alle applicazioni ai terreni a grana grossa, la correlazione più immediata è:

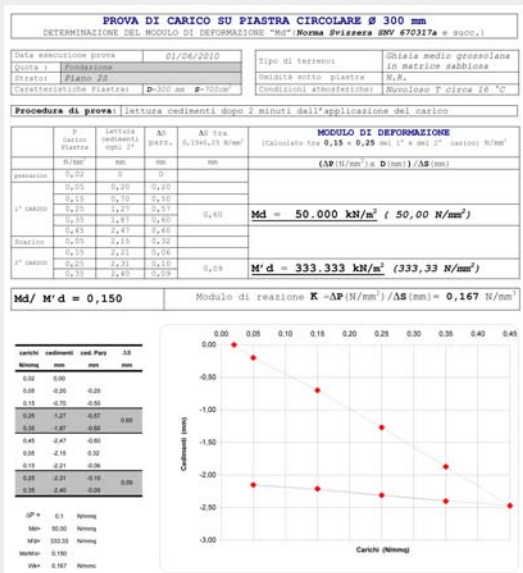
$$D_R = 98 + 66 \log[(q_c / (\sigma_{v0})^{0.5})]$$

dalla quale risalire al valore dell'angolo di resistenza al taglio tramite la relazione di Robertson & Campanella (1983):

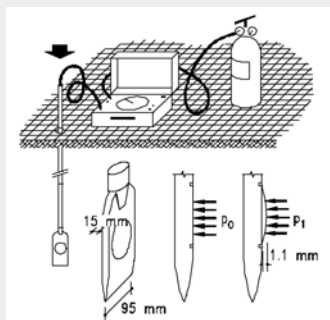
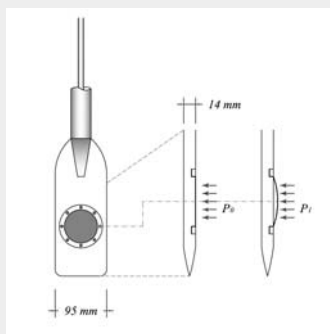
$$\Phi' = \arctan[0.1 + 0.38 \log(q_c / (\sigma_{v0}))]$$



C) PROVE DI CARICO SU PIASTRA



D) PROVE DILATOMETRICHE (DMT)



Il dilatometro è una lama piatta dotata su una faccia di una sottile membrana espandibile di forma circolare infissa a spinta mediante le stesse macchine delle prove penetrometriche statiche.

La lama è collegata, tramite un cavo elettro-pneumatico passante lungo le aste di spinta, ad una centralina dotata di manometri, di una valvola di controllo del flusso dei gas forniti da una bombola di aria compressa e di una valvola di sfianto.

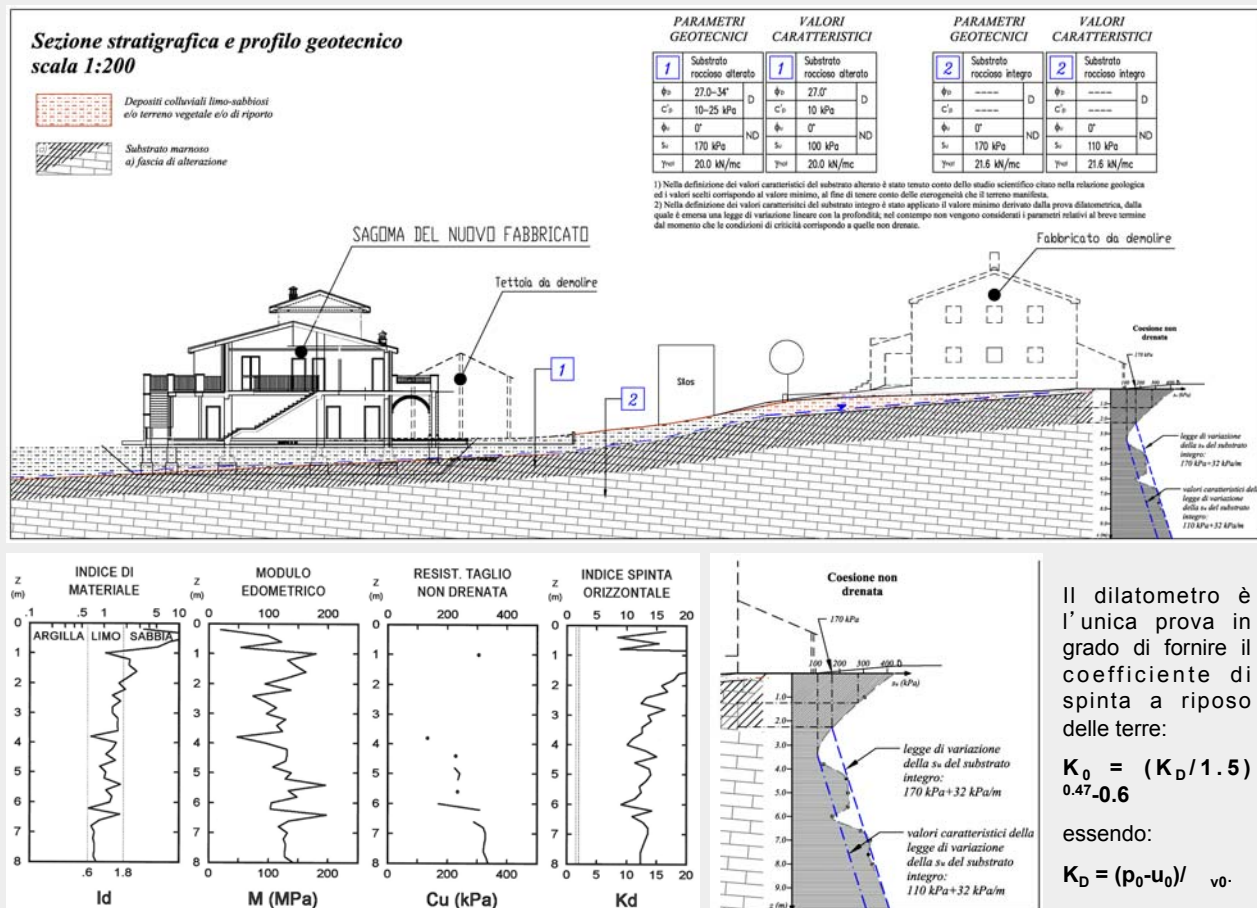
La punta dilatometrica è fatta avanzare ad incrementi di profondità prefissati, generalmente 20 cm; quindi, a punta ferma, viene immessa aria compressa nella lama misurando due pressioni:

- A) la pressione necessaria per iniziare il movimento della membrana (p_0);
- B) la pressione corrispondente ad uno spostamento del centro della membrana pari ad 1.1 mm (p_1).

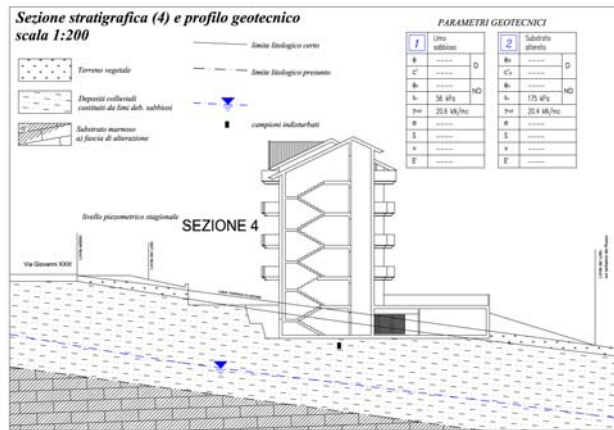
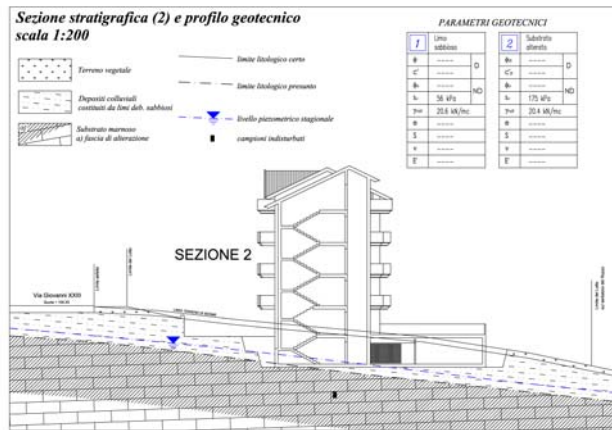
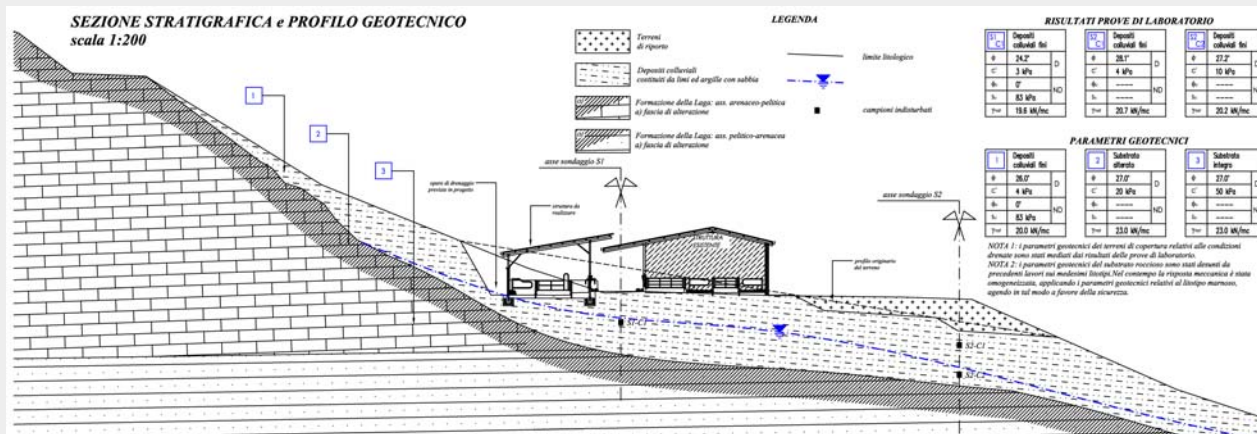
SIMB	DESCRIZIONE	FORMULE BASE DI INTERPRETAZIONE DEL DMT
p_0	Prima lettura corretta	$p_0 = 1.05(A - Z_M + \Delta A) - 0.05(B - Z_M - \Delta B)$
p_1	Seconda lettura corretta	$p_1 = B - Z_M - \Delta B$
I_D	Indice di materiale	$I_D = (p_1 - p_0) / (p_0 - u_0)$
K_D	Indice di spinta orizzontale	$K_D = (p_1 - u_0) / \sigma'_{v0}$
E_D	Modulo dilatometrico	$E_D = 34.7 (p_1 - p_0)$
K_0	Coeff. di spinta a riposo	$K_{0DMT} = (K_D / 1.5)^{0.42} \cdot 0.6$
OCR	Rapp. di sovraconsolidazione	$OCR_{DMT} = (0.5 K_0)^{1.56}$
C_u	Resistenza al taglio non drenata	$C_{uDMT} = 0.22 \sigma'_{v0} (0.5 K_0)^{1.25}$
ϕ	Angolo di resistenza al taglio	$\phi_{DMT} = 28 + 14.6 \log K_0 - 2.1 \log^2 K_0$
C_h	Coeff. di consolidazione	$C_{hDMT} = 7 \text{ cm}^2 / T_{flex}$
K_h	Coeff. di permeabilità	$K_h = C_h \gamma_w / M_h$ ($M_h = K_0 M_{DMT}$) (si veda l'abaco in Cestari, 1990)
γ	Peso di volume e descrizione	
M	Modulo edometrico	$M_{DMT} = R_M E_D$ se $I_D \leq 0.6$ $R_M = 0.14 + 2.36 \log K_0$ se $I_D > 0.6$ $R_M = 0.5 + 2 \log K_0$ se $0.6 < I_D < 3$ $R_M = R_{M0} + (2.5 - R_{M0}) \log K_0$ dove $R_{M0} = 0.14 + 0.15(I_D - 0.6)$ se $K_0 > 10$ $R_M = 0.32 + 2.18 \log K_0$ se $R_M < 0.85$ porre $R_M = 0.85$
U_0	Pressione interstiziale di equilibrio	$U_0 = p_2 - C - Z_M + \Delta A$

Infine, mediante correlazioni empiriche può essere costruito il profilo geotecnico del sito (Totani et al., 1999, *Impiego della prova dilatometrica nella progettazione geotecnica*, XX Convegno Nazionale di Geotecnica – Parma).

D) PROVE DILATOMETRICHE (DMT)



E) ESEMPI DI SEZIONI STRATIGRAFICHE E PROFILI GEOTECNICI



FINE

Tutte le figure sono protette dai diritti di copyright;
contattare gli autori per l'autorizzazione all'uso.