

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| PROVE CPT : METODOLOGIA DELL'INDAGINE | 2 |
| REGISTRAZIONE DATI | 4 |
| METODOLOGIA DI ELABORAZIONE | 4 |
| VALUTAZIONI STATISTICHE | 5 |
| CORRELAZIONI | 6 |
| INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento) | 6 |
| Suddivisione della metodologia di indagine con i Penetrometri statici | 6 |
| CORRELAZIONI GEOTECNICHE | 7 |
| TERRENI INCOERENTI | 7 |
| Angolo di Attrito | 7 |
| Densità relativa (%) | 8 |
| Modulo di Young | 8 |
| Modulo Edometrico | 9 |
| Peso di volume gamma | 9 |
| Modulo di deformazione di taglio | 9 |
| Potenziale di Liquefazione | 9 |
| Fattori di compressibilità | 9 |
| Modulo di reazione Ko (Kulhawy Maine, 1990) | 10 |
| TERRENI COESIVI | 10 |
| Coesione Non Drenata | 10 |
| Indice Di Compressione C | 11 |
| Modulo Edometrico-Confina | 11 |
| Modulo di deformazione non drenato | 11 |
| Peso di Volume Gamma | 11 |
| Modulo di deformazione di taglio | 11 |
| Coefficiente Di Consolidazione Verticale | 12 |
| Permeabilità | 12 |
| BIBLIOGRAFIA | 13 |

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
(CONE PENETRATION TEST)
CPT

PROVE CPT : METODOLOGIA DELL'INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm / sec} \pm 0,5 \text{ cm / sec}$).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

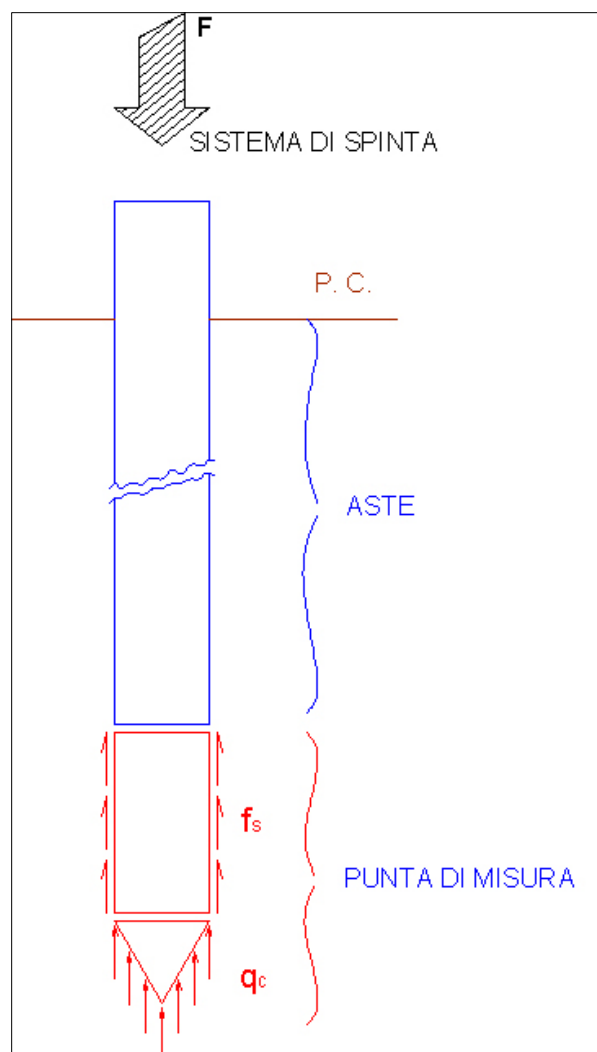


Figura 1 – Schema di prova penetrometrica statica

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale : punta / manicotto tipo "**Begemann**".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente :

- diametro Punta Conica meccanica $\varnothing = 35,7$ mm
- area di punta $A_p = 10$ cm²
- angolo di apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto $A_m = 150$ cm²

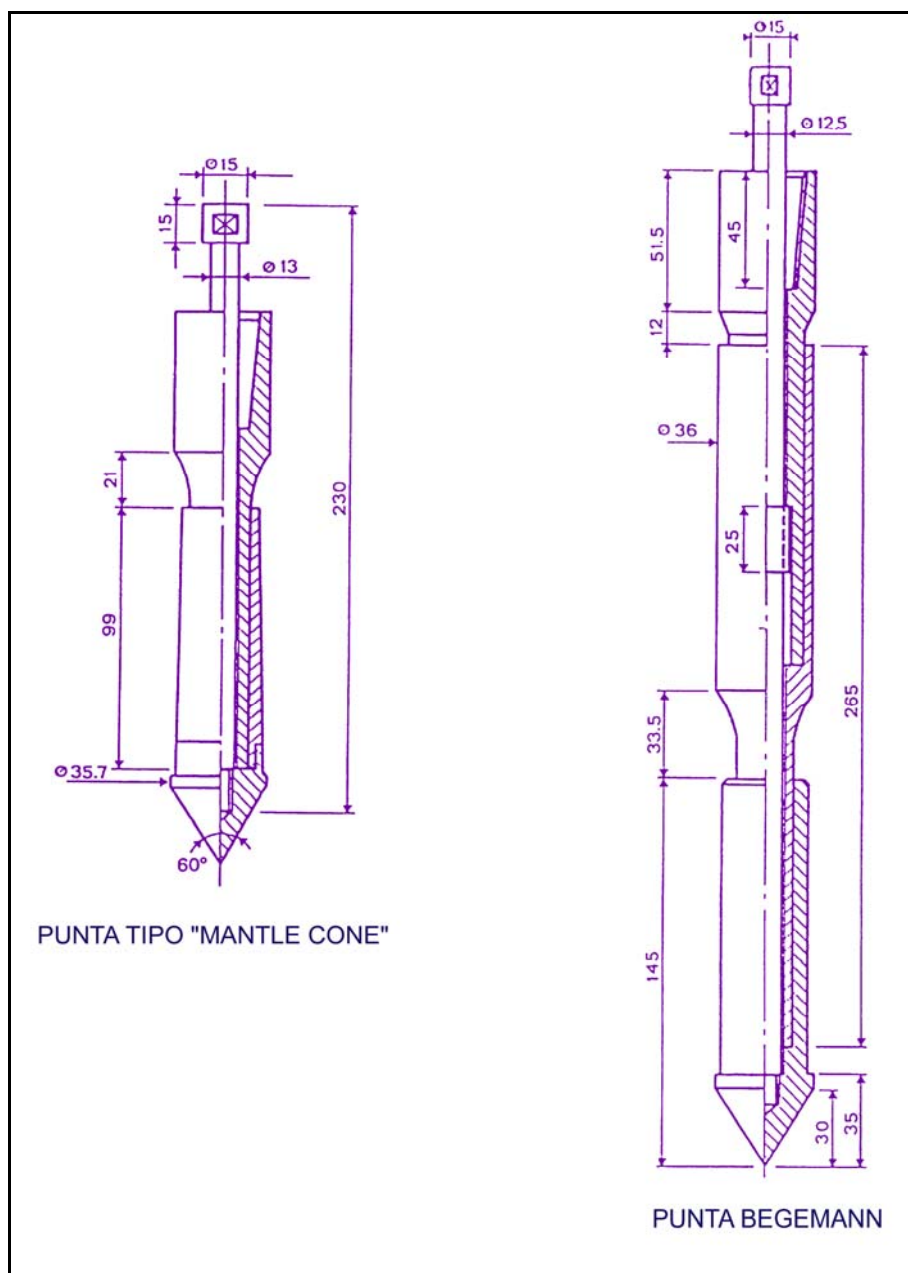


Figura 2 – Punte meccaniche con misure standard

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

REGISTRAZIONE DATI

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna.

Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste.

I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm^2) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "**STATIC PROBING**" della *GeoStru*

La resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** (Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$A_p = \text{l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann")} = 10 \text{ cm}^2$

$A_m = \text{area del manicotto di frizione} = 150 \text{ cm}^2$

$C_t = \text{costante di trasformazione} = 10$

Il programma Static Probing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle Prove Penetrometriche Statiche.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %-).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Q_c \text{ (RP)} = (LP \times C_t) / 10 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza alla punta}$$

$$Q_l \text{ (RL) (fs)} = [(LT - LP) \times C_t] / 150 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza laterale}$$

$Q_c \text{ (RP)} = \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / \text{Superficie Punta } A_p$

$Q_l \text{ (RL) (fs)} = \text{Lettura laterale } LT - \text{Lettura alla punta } LP \times \text{Costante di Trasformazione } C_t / A_m \text{ area del manicotto di frizione}$

N.B.

- $A_p = 10 \text{ cm}^2$ e $A_m = 150 \text{ cm}^2$

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

VALUTAZIONI STATISTICHE

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Static Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Medio

Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

Media – s

Media - scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 (consigliato per CPTE)
- A.G.I. 1977 (consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 (consigliato per CPTE)
- Begemann 1965 (consigliato per CPT)

Suddivisione della metodologia di indagine con i Penetrometri statici

CPT (Cone Penetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTE (Cone Penetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere U1 – U2 – U3 cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle

pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cm²) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi:

Area punta del cono (area esterna punta)

Area interna punta del cono (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto). Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).

Il Passo del penetrometro (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale f_s con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del I_c (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).

CORRELAZIONI GEOTECNICHE

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Q_c media, la f_s media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico¹ (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

TERRENI INCOERENTI

Angolo di Attrito

Angolo di Attrito (Durgunouglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

$$\varphi' = 14.4 + 4.8 \ln(R_p) - 4.5 \ln(\sigma'_{v_0})$$

dove R_p (kg/cm²) è la resistenza di punta media dello strato e σ'_{v_0} (kg/cm²) è la pressione verticale efficace calcolata a metà strato

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

$$\varphi' = 17 + 4.49 R_p$$

¹ La scelta oltre che in automatico può essere fatta anche manualmente; scegliendo coesivo il programma elabora i dati geotecnici solamente come terreno coesivo, incoerente elabora i dati solo come incoerente; scegliendo coesivo-incoerente (terreno dotato di comportamento intermedio e non inquadrabile in maniera certa) il programma elabora i dati anche in uscita con entrambi i comportamenti. La scelta ultima sulla caratterizzazione della natura prevalente dei terreni investigati (incoerente o coesiva) è demandata al professionista (geologo) incaricato dal committente nel rispetto delle competenze e delle esperienze geologiche acquisite in zona.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

$$\varphi' = 9.8 + 4.96 \ln(Rp/\sigma'_{vo})$$

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

$$\varphi' = 5.8 + 5.21 \ln(Rp/\sigma'_{vo})$$

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

$$\varphi' = 5.9 + 4.76 \ln(Rp/\sigma'_{vo})$$

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementate quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

| | | |
|-------------------------------|-----|----------------------|
| $\varphi' = 28 + 0.14 Dr$ (%) | per | sabbia fine uniforme |
|-------------------------------|-----|----------------------|

| | | |
|----------------------------------|-----|---|
| $\varphi' = 31.5 + 0.115 Dr$ (%) | per | sabbia media uniforme – Sabbia fine ben gradata |
|----------------------------------|-----|---|

| | | |
|---------------------------------|-----|---|
| $\varphi' = 34.5 + 0.10 Dr$ (%) | per | sabbia grossa uniforme – Sabbia media ben gradata |
|---------------------------------|-----|---|

| | | |
|-------------------------------|-----|--|
| $\varphi' = 38 + 0.08 Dr$ (%) | per | ghiaietto uniforme – Sabbie e ghiaie poco limose |
|-------------------------------|-----|--|

Densità relativa (%)

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Densità Relativa (Schmertmann)

$$Dr (\%) = -97.8 + 36.6 \ln(Rp) - 26.9 \ln(\sigma'_{vo})$$

Densità Relativa (Harman 1976)

$$Dr (\%) = 34.36 + \ln[Rp/12.3 (\sigma'_{vo})^{0.7}]$$

Densità Relativa (Lancellotta 1983)

$$Dr = -98 + 66 \log (qc/(\sigma'_{vo})^{0.5})$$

Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

Modulo di Young

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) $E_y(25)$ – $E_y(50)$ - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983) $E_y(25)$ – $E_y(50)$ - per sabbie NC quarzose

Modulo di Young (ISOPT-1 1988) $E_y(50)$ - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

Modulo Edometrico

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

$$E_d (\text{kg/cm}^2) = 0.03 R_p + 11.7 \sigma'_{vo} + 0.79 D_r (\%)$$

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Sabbie NC

$$E_d (\text{MPa}) = 4 q_c \quad \text{per} \quad q_c > 10 \text{ Mpa}$$

$$E_d (\text{MPa}) = 2 q_c + 20 \quad \text{per} \quad 10 \text{ Mpa} < q_c < 50 \text{ Mpa}$$

$$E_d (\text{MPa}) = 120 \quad \text{per} \quad q_c > 50 \text{ Mpa}$$

Sabbie SC

$$E_d (\text{MPa}) = 5 q_c \quad \text{per} \quad q_c < 50 \text{ Mpa}$$

$$E_d (\text{MPa}) = 250 \quad \text{per} \quad q_c > 50 \text{ Mpa}$$

Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)

Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie

Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

Peso di volume gamma

Peso di Volume Gamma (Meyerhof) -

Peso di Volume Gamma saturo (Meyerhof) -

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

$$G_o (\text{kg/cm}^2) = 28 R_p^{0.611}$$

Potenziale di Liquefazione

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per $F_s \geq 1,25$, possibile per $F_s=1,0-1,25$ e molto probabile per $F_s < 1$

Fattori di compressibilità

Ramo di carico C (autori vari)

Ramo di carico medio Crm (autori vari)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

Modulo di reazione Ko (Kulhawy Maine, 1990)

CORRELAZIONE NSPT

Meardi – Meigh 1972

Meyerhof

TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata

Coesione non drenata (Lunne & Eide)

$$c_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (R_p - \sigma'_{vo}) / (20.7 - 0.18 \text{ IP})$$

dove IP è l'indice di plasticità media dello strato

Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari

Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di N_k (generalmente variabile da 11 a 25)

Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)

Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)

$$N_k = 3/20 R_p + 12$$

$$c_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (R_p - \sigma'_{vo}) / N_k$$

Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)

$$c_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (q_c - \sigma'_{vo}) / 15$$

Coesione non drenata (Kjekstad. 1978)

$$c_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (q_c - \sigma'_{vo}) / 17$$

Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)

$$c_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (q_c - \sigma'_{vo}) / 19$$

Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Coesione non drenata (Begemann)

$$c_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = (q_c - \sigma'_{vo}) / 14$$

Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

Indice Di Compressione C

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann)

Indice di Compressione Vergine C_c (Schmertmann 1978)

Fattore di compressibilità ramo di carico C (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Fattore di compressibilità medio ramo di carico C_{rm} (Piacentini-Righi Inacos 1978).

Modulo Edometrico-Confinato

Mitchell - Gardner (1975) M_o (E_{ed}) per limi e argille.

$$E_{ed} \text{ (kg/cm}^2\text{)} = \alpha_m q_c$$

dove α_m è funzione di argille di bassa plasticità (CL) e limi di bassa plasticità (ML)

Metodo generale del modulo edometrico.

$$E_{ed} \text{ (kg/cm}^2\text{)} = R_p (- 2.3 R_p + 6.61)$$

Buisman correlazione valida per **limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici (W 90-130)**

Buisman e Sanglerat valida per litotipi **argille compatte**

Valore medio degli autori su suoli coesivi**Modulo di deformazione non drenato**

Modulo di deformazione non drenato E_u (Cancelli ed altri 1980)

Modulo di deformazione non drenato E_u (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore n $30 < n < 1500$ sulla base di esperienze acquisite e del tipo

litologico)

Peso di Volume Gamma

Peso di volume terreni coesivi (t/m^2) (Meyerhof)

$$\gamma = 1.6 + 0.168 \log (c_u) + 0.373$$

Peso di volume saturo terreni coesivi (t/m^2) (Meyerhof)

$$\gamma_s = \gamma + 0.08$$

Modulo di deformazione di taglio

Imai & Tonouchi (1982)

OCR

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto

Grado di Sovraconsolidazione Schmertmann 1978

Coefficiente Di Consolidazione Verticale

Coefficiente di Consolidazione C_v (Piacentini-Righi, 1988)

Permeabilità

Coefficiente di Permeabilità K (Piacentini-Righi, 1988).

BIBLIOGRAFIA

- F. Cestari – prove Geotecniche in sito – ed. GEO-GRAPH 1990
- M. Casadio – Il Manuale del Geologo – Pitagora Editrice
- Di Martino – Geotecnica Stradale
- P. Focardi – Prove in sito – Geologia Tecnica 1982
- Piacentini – Righi - Valutazione Compressibilità dei terreni e Consolidamento in base ai risultati di prove penetrometriche statiche – Inarcos Bologna
- P. Ventura – Interpretazione delle prove penetrometriche statiche tramite punta piezometrica
- Pelli – Ottaviani – Definizione della resistenza non drenata delle argille del Mare Adriatico mediante prove penetrometriche statiche R.I.G. 1992
- G. Sanglerat – Le Penetrometre et la reconnaissance des soils – Dunod Paris 1965
- G. Sanglerat – The Penetrometre and soil exploration – ESPC 1972
- A. Flora - Introduzione alle Indagini Geotecniche – Helvelius Edizioni
- C. Guidi – Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni – Vol. I-II – Hoepli (1975)
- F. Gambini - Manuale dei Piloti – Ed. Scac
- Herminier – Theory for the interpretation of penetration test data – Annales I.T.B.T.P. – Congress of Zurich 1953)
- Bellotti-Jamiolkowski-Ghionna-Pedroni – Penetrometro Statico – terreni non coesivi – Atti Convegno Naz. Geotecnica 1983
- R. Lancellotta – Penetrometro Statico – terreni coesivi – Atti Convegno Naz. Geotecnica 1983
- R. Lancellotta – Meccanica dei Terreni – Elementi di Geotecnica – L.E.U. Torino
- S.G.S. – Recommended Standard for Cone Penetration Tests – June 1992
- Sunda Strumentazione Geotecnica – Manuale Uso Penetrometro Statico
- M. Carter (1983) – Geotechnical engineering-Handbook-Pentech Press-London
- F. Colleselli-Soranzo (1980) – Esercitazioni di Geotecnica – Ed. Cleup – Padova
- R.F. Craig (1985) – Soil mechanics – Van Nostraan Reinhold (UH) Co.Ltd
- R.E. Hunt (1986) – Geotechnical engineering techniques and practices – McGraw- Hill – Inc. USA
- M. Pellegrini (1982) – Geologia Applicata – Ed. Pitagora – Bologna
- G. Pilot (1982) – Foundation engineering – Ecole national des ponts et chausees – Paris
- A.G.I. (1977) – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – AGI – Roma
- Larsson R. (1985) - The CPT test Equipment – testing – evaluation. An situ method for determination of stratigraphy and properties in soil profiles – S.G.I.
- P. Mayne (1992) Tentative method for estimation Gvo from Qc data in sand – Potsdam NY 1991
- Lunne, P.K. Robertson and Powell J.J.M. (1997) – Cone Penetration Test in Geotechnical Pratiche – B.A. & P.
- T. Lunne, A. Kleven (1981) – Role of CPT in North Sea foundation engineering – Session ASCE Nationali Convettion – S. Louis
- T. Lunne, Christoffersen H.P. (1985) – Interpretation of Cone Penetration Data for Offshore Sands – Norwegian Geotechnical Institute 1985 - Pbl. 156
- Jamiolkowski M. et al (1985) New developments in field and laboratory testing of soils – International Conference On Soil Mechanics and Foundation Engineering – A.A. Balkema
- Kulhawy F.H., Mayne P.H. (1990) – Manual on estimating soil properties for foundation design – Electric Power Research Institute 1990
- Robertson P.K., Campanella R.G., Greig J. et al. (1986) – Use of piezometer cone data – - Use in situ tests in Geotechnical Engineering - ASCE Conference 1986

- Robertson P.K., Campanella R.G. (1983) – Interpretation of cone penetration test – Canadian Geotechnical Journal – 20(4)