

**CARATTERIZZAZIONE
GEOLOGICO-GEOTECNICA**

Comando DEPR

Definisci Prova [X]

Importa Esporta

1 CPT_esempio

Tipo di prova
☐ SPT ☐ DP ☒ CPT ☐ GFS

Dati

	z <cm>	q _c <kg/cmq>	f _s <kg/cmq>
1	40	6.1	0.8
2	60	9.2	0.53
3	80	9.2	0.53
4	100	13.3	1
5	120	14.3	1.13
6	140	13.3	1.53
7	160	14.3	0.8
8	180	13.3	1
9	200	14.3	1.13
10	220	14.3	0.93
11	240	14.3	0.73

Elimina Inserisci

Commento CPT_esempio

Ok Applica Annulla

Definisci Prova [X]

Importa Esporta

2 SPT_esempio

Tipo di prova
☒ SPT ☐ DP ☐ CPT ☐ GFS

Dati

	z <cm>	N _{SPT}
1	230	8
2	330	7
3	430	14
4	530	18
5	630	16
6	730	17
7	830	14
8	930	15
9	1030	12
10	1130	10
11	1230	32

Elimina Inserisci

Commento SPT_esempio

Ok Applica Annulla

È possibile definire le prove in sito attraverso l'importazione dei risultati da file di estensione CSV

I file con estensione CSV sono agevolmente realizzabili utilizzando programmi per la creazione di fogli elettronici e devono essere costruiti secondo le seguenti regole:

- nella casella A1 deve essere indicato il tipo di prova (SPT, DP, CPT o GFS);
- nella casella B1 può essere indicato il commento alla prova;
- nelle caselle della colonna A, da A2 in poi, devono essere indicate le profondità delle misure;
- nelle caselle della colonna B e C, da B2 e C2 in poi, devono essere indicate le misure ottenute dalle prove alle relative profondità: per le SPT deve essere riportato NSPT nella colonna B; per le CPT deve essere riportato q_c (in kg/m^2) nella colonna B e f_s (in kg/m^2) nella colonna C;

	A	B	C
1	CPT	CPT_test_1	
2	0.4	61000	8000
3	0.6	92000	5300
4	0.8	92000	5300
5	1	133000	10000
6	1.2	143000	11300
7	1.4	133000	15300
8	1.6	143000	8000
9	1.8	133000	10000
10	2	143000	11300
11	2.2	143000	9300

DEfinisci PRova

Importa Esporta Stampa

<Nuova prova geotecnica>

Tipo di prova

☐ SPT ☒ DP ☐ CPT ☐ GFS

Dati

	z <cm>	N _{DP}
--	-----------	-----------------

Elimina Inserisci

N(STP)/N(DP)

Commento

Ok Applica Annulla

Le correlazioni esistenti in letteratura fra i vari parametri geotecnici e i risultati di prove in sito di tipo dinamico riguardano la prova SPT.

Per utilizzare le prove DP risulta quindi necessario stabilire un rapporto fra NSPT e NDP.

È ad onere dell'utente calcolare NSPT/NDP in base allo strumento utilizzato per la prova.

Nota: il rapporto NSPT/NDP è ricavabile da considerazioni energetiche: $NSPT/NDP = QDP/QSPT$. L'energia specifica per colpo è data dalla relazione:

$Q = (M \cdot H) / (a \cdot d)$ in cui:

- peso della massa battente (M);
- altezza di caduta (H);
- area della base della punta (a);
- avanzamento della punta (d).

Prove GFS

Viene intesa come Prova GFS l'insieme delle misure delle velocità di propagazione delle onde elastiche ottenute attraverso metodi d'indagine geofisica, sia invasivi (down hole, cross hole, seismic cone, suspension jogging, tomografia sismica) che non invasivi (riflessione, rifrazione, SASW, GPR). Una qualsiasi di queste prove viene classificata all'interno del programma come prova GFS.

Le misure utili alla modellazione sono rappresentate dalle velocità di propagazione delle onde di taglio (v_s) e di compressione (v_p).

Tabella C6.2.I Mezzi di indagine e prove geotecniche in sito

Indagini di tipo geofisico	In foro con strumentazione in profondità	Cross hole Down hole Con “suspension logger”
	Senza esecuzioni di fori, con strumentazione in profondità	Penetrometro sismico Dilatometro sismico
	Con strumentazione in superficie	Prove SASW Prove di rifrazione sismica Prove di riflessione sismica

Se lo strato è caratterizzato come incoerente è possibile inserire alcune informazioni preliminari relative alla composizione granulometrica, tali informazioni sono utili all'utilizzo di correlazioni proposte da alcuni autori. È possibile indicare:

Definizione criteri di progetto geotecnici - [edigeo]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n. 1 **Coefficiente di uniformità (U): è un parametro richiesto per il calcolo di Dr secondo Marcuson e Bieganousky (1977).**

Strati

- Generali
 - Fond. superficiali
 - Fond. profonde
- Specifici
 - Caratterizzazione
 - Fond. profonde

Informazioni preliminari

☐ Coefficiente di uniformità

Pari a 0

☒ Definizione della composizione granulometrica, per terreni incoerenti

- ☒ Sabbia fine uniforme
- ☐ Sabbia fine ben gradata - sabbia media uniforme
- ☐ Sabbia media ben gradata - sabbia grossa
- ☐ Sabbia e ghiaia - ghiaia media

☐ Correggi NSPT se la misura è sottofalda

Densità relativa

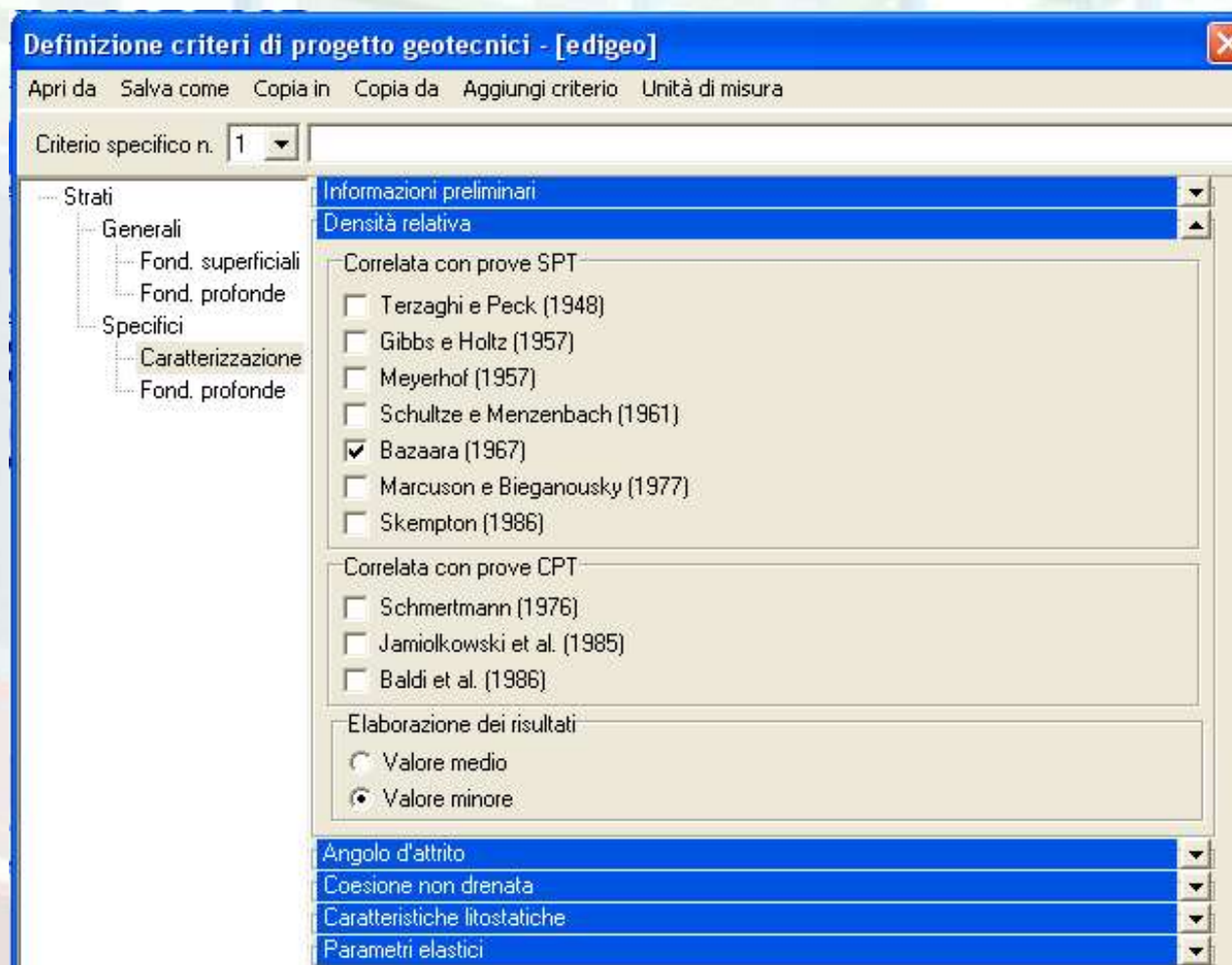
Angolo d'attrito

Coesione non drenata

Caratteristiche litostatiche

Parametri elastici

Correggi NSPT se la misura è sottofalda: se viene scelta questa opzione i valori (direttamente letti dalla prova) di $N_{STP} > 15$ misurati sottofalda vengono corretti secondo la seguente relazione: $N_{STP} = N_{STP} + 0.5 \cdot (N_{STP} - 15)$.



Vedere Help: Modellazione geotecnica – Caratterizzazione geotecnica – Densità relativa

Proprietà indice

Le proprietà indice, caratterizzando i terreni, permettono l'utilizzo di correlazioni per la determinazione di altri parametri geotecnici, una volta che per questi è stata definita l'effettiva collocazione stratigrafica. La stima delle proprietà indice è legata al grado di approfondimento dell'indagine geotecnica svolta ed il loro inserimento è opzionale. Tali parametri sono:

Densità relativa D_r (solo per terreni incoerenti)

Indice di plasticità I_p (solo per terreni coesivi)

La **densità relativa** è un indice del grado di addensamento di terreni incoerenti:

Stato di addensamento	D_r
Molto sciolto	0 - 20
Sciolto	20 - 40
Medio	40 - 60
Denso	60 - 80
Molto denso	80 - 100

La conoscenza di tale proprietà è di aiuto alla determinazione di altri parametri quali l'angolo di attrito e il coefficiente di spinta a riposo.

La densità relativa influenza: il calcolo della profondità critica di infissione per pali; il calcolo della capacità portante in condizioni statiche per rottura locale secondo Vesic (1975) per le fondazioni superficiali.

☒ Proprietà indice

Densità relativa (D_r)

< % >

15

Indice di plasticità (I_p)

< % >

L'**indice di plasticità** rappresenta l'ampiezza dell'intervallo di contenuto d'acqua in cui il terreno presenta un comportamento plastico:

Comportamento	I_p
Non plastico	0 - 5
Poco plastico	5 - 15
Plastico	15 - 40
Molto denso	> 40

La conoscenza di tale proprietà è di aiuto alla determinazione di altri parametri quali l'angolo di attrito la coesione non drenata e il coefficiente di spinta a riposo.

Definizione criteri di progetto geotecnici - [edigeo]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n. 1

Strati

- Generali
 - Fond. superficiali
 - Fond. profonde
- Specifici
 - Caratterizzazione
 - Fond. profonde

Informazioni preliminari

Densità relativa

Angolo d'attrito

Correlato con prove SPT

- ☐ Terzaghi e Peck (1948)
- ☐ Schmertmann (1975)
- ☐ Wolff (1989)
- ☐ Hatanaka e Uchida (1996)
- ☐ Road Bridge Specification
- ☐ Owasaki e Iwasaki
- ☐ Japanese National Railway
- ☐ Peck-Hanson e Thornburn
- ☒ De Mello

Correlato con prove CPT

- ☐ Robertson e Campanella (1983)
- ☐ Durgunoglu e Mitchell
- ☐ Caquot

Correlato con proprietà indice

- ☐ In funzione della densità relativa, per terreni incoerenti
- ☐ In funzione dell'indice di plasticità, per terreni coesivi

Elaborazione dei risultati

- ☐ Valore medio
- ☒ Valore minore

Coesione non drenata

Caratteristiche litostatiche

Ok Applica Annulla Aiuto

Vedere Help: Modellazione geotecnica – Caratterizzazione geotecnica – Angolo d'Attrito

Parametri plastici

Angolo di attrito efficace (ϕ')	<grad>	30
Coesione efficace (c')	<kg/mq>	1500
Coesione non drenata (c_u)	<kg/mq>	10000

Parametri plastici

I parametri plastici definiscono il limite agli stati tensionali fisicamente ammissibili per sollecitazioni di taglio, il raggiungimento di tali stati tensionali viene associato alle condizioni di rottura per le analisi limite utilizzate in fase di progettazione e verifica, per tali analisi i valori inseriti sono intesi come caratteristici. Tali parametri sono:

Angolo di attrito efficace ϕ'

Coesione efficace c'

Coesione non drenata c_u (solo per terreni coesivi)

In condizioni drenate la tensione tangenziale limite (τ_f) è ipotizzata variabile in funzione della tensione normale efficace (σ'_{nf}) secondo il criterio di Mohr - Coulomb: $\tau_f = c' + \sigma'_{nf} \cdot \tan(\phi')$.

In condizioni non drenate la tensione tangenziale limite (τ_f) è ipotizzata pari alla coesione non drenata: $\tau_f = c_u$.

Definizione criteri di progetto geotecnici - [edigeo]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n. 1

- Strati
 - Generali
 - Fond. superficiali
 - Fond. profonde
 - Specifici
 - Caratterizzazione
 - Fond. profonde

Informazioni preliminari

Densità relativa

Angolo d'attrito

Coesione non drenata

Correlata con prove SPT

☒ Hara et al. (1971)

☐ Stroud (1974)

Correlata con prove CPT

☒ Mayne e Kemper (1988)

☐ Lunne e Eide

Correlata con proprietà indice

☐ Skempton (1953)

☐ Bjerrum e Simons (1960)

Elaborazione dei risultati

☒ Valore medio

☐ Valore minore

Caratteristiche litostatiche

Parametri elastici

Vedere Help: Modellazione geotecnica – Caratterizzazione geotecnica – Coesione non drenata

Definizione criteri di progetto geotecnici - [edigeo]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n. 1

Strati

- Generali
 - Fond. superficiali
 - Fond. profonde
- Specifici
 - Caratterizzazione
 - Fond. profonde

Caratteristiche litostatiche

Grado di sovraconsolidazione

Correlato con prove SPT

☐ Mayne e Kemper (1988)

Correlato con prove CPT

☐ Mayne e Kemper (1988)

Elaborazione dei risultati

☒ Valore medio

☐ Valore minore

Coefficiente di spinta a riposo

Calcolo di $k_0(NC)$

☒ Jaky (1936)

☐ Brooker e Ireland (1965)

☐ Alpan (1967)

☐ Massarsch (1979)

☐ Correlato con D_r

☐ Calcolato dal coefficiente

Calcolo di α

☐ Pari a

☒ Kulhawy (1989)

☐ Alpan (1967) per terreni coesivi

☐ Alpan (1967) per terreni incoerenti

☐ Correlato con D_r

$$k_0 = k_0(NC) * OCR^\alpha$$

Vedere Help: Modellazione geotecnica – Caratterizzazione geotecnica – Caratteristiche litostatiche

Caratteristiche litostatiche

Grado di sovraconsolidazione (OCR)

1

Coeff. di spinta a riposo (k_0)

0.5

Caratteristiche litostatiche

Le caratteristiche litostatiche definiscono la condizione tensionale del terreno in condizioni ante opera. Tali parametri sono:

Grado di sovraconsolidazione OCR (solo se non è Roccia)

Coefficiente di spinta a riposo k_0

Il **grado di sovraconsolidazione** misura il rapporto fra le pressioni verticali efficaci massime a cui il terreno è stato sottoposto in passato e le pressioni verticali efficaci attuali, tale parametro influenza: il valore del coefficiente di spinta a riposo; il calcolo della pressione limite alla base del palo attraverso il fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati; il calcolo dei cedimenti di fondazioni superficiali col metodo edometrico.

Il **coefficiente di spinta a riposo** è definito come il rapporto fra le pressioni orizzontali e verticali efficaci (calcolo delle pressioni litostatiche: $k_0 = \sigma'_{h0}/\sigma'_{v0}$); tale parametro influenza il calcolo dell'attrito laterale limite per pali, in condizioni drenate.

Definizione criteri di progetto geotecnici - [edigeo]

Apri da Salva come Copia in Copia da Aggiungi criterio Unità di misura

Criterio specifico n. 1

Strati	Informazioni preliminari
Generali	Densità relativa
Fond. superficiali	Angolo d'attrito
Fond. profonde	Coesione non drenata
Specifici	Caratteristiche litostatiche
Caratterizzazione	Parametri elastici
Fond. profonde	☐ Correlati con prove GFS ☒ Correlati con prove SPT ☐ Stroud e Butler (1975) ☒ Stroud (1989) ☐ Schmertmann (1978) ☐ Farrent ☐ Menzenbach e Malcev ☐ D'Appolonia ☐ Schulze e Menzenbach ☐ Crespellani e Vannucchi ☐ Ohsaki e Iwasaki, per sabbie ☐ Ohsaki e Iwasaki, per sabbie con fini ☐ Correlati con prove CPT ☒ Schmertmann (1977) ☐ Robertson e Campanella (1983) ☐ Kulhavy e Mayne (1990)

Fattore correttivo: specificare il rapporto fra i parametri determinati dalle precedenti correlazioni e i parametri di progetto.

Fattore correttivo 1

Vedere Help: Modellazione geotecnica – Caratterizzazione geotecnica – Parametri elastici

Se alla colonna in oggetto sono state assegnate prove in sito allora la determinazione dei parametri geotecnici dei singoli strati può essere fatta attraverso l'utilizzo di una serie di relazioni che legano le misure che compongono le prove ai valori **caratteristici** dei parametri geotecnici.

Definisci Colonna Stratigrafica

Opzioni

1 strat (0 0 1) ☒ Correlabile ☐ Correlato

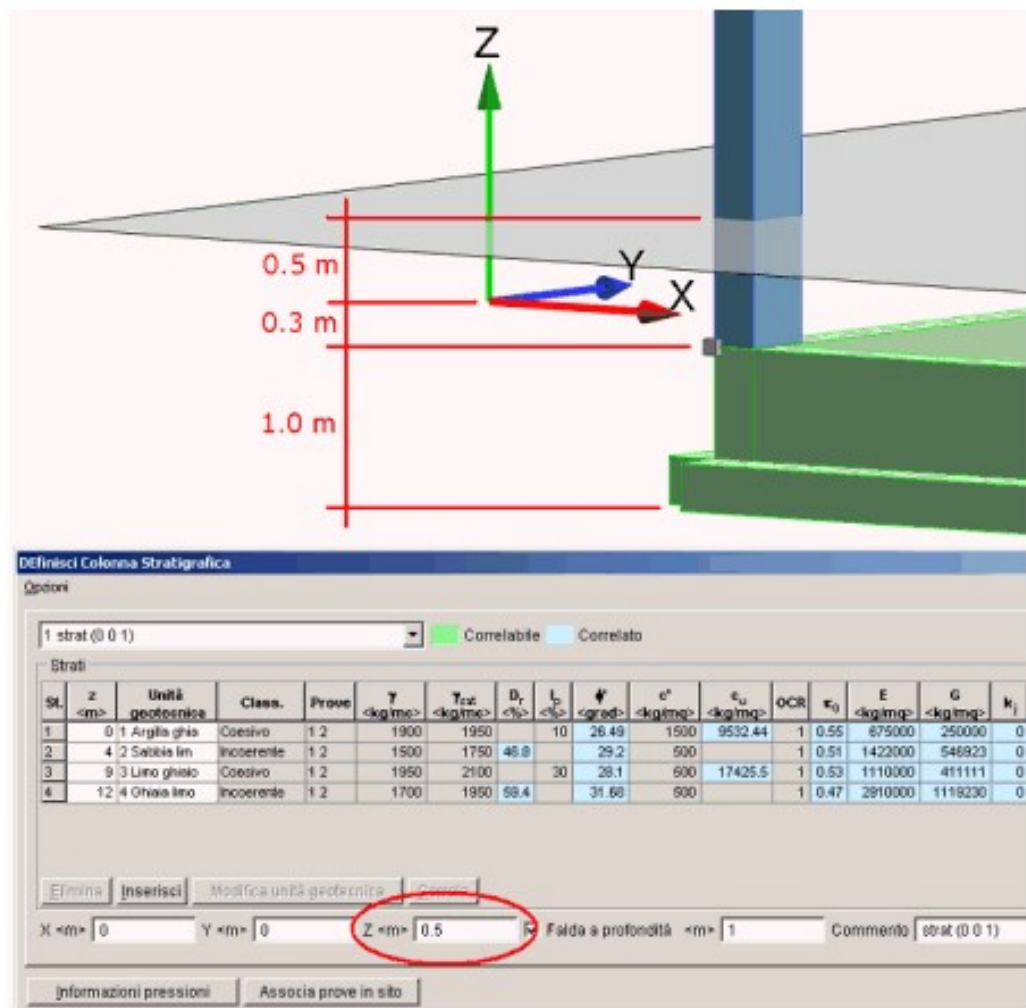
Strati

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	Prove	γ <kg/mc>	γ_{sat} <kg/mc>	D_r <%>	I_p <%>	ϕ' <grad>	c' <kg/mq>	c_u <kg/mq>	OCR	κ_0	E <kg/mq>	G <kg/mq>	k_j	ν	E_{ed} <kg/mq>	E_u <kg/mq>	Crit.
1	0	1 Argilla ghia	Coesivo	1 2	1900	1950		10	30	1500	10000	1	0.5	675000	250000	0	0.35	1083330	750000	1
2	4	2 Sabbia lim	Incoerente	1 2	1500	1750	15		25	500		1	0.58	1422000	546923	0	0.3	1914230		1
3	9	3 Limo ghiaio	Coesivo	1 2	1950	2100		30	30	500	5000	1	0.5	1110000	411111	0	0.35	1781480	1233330	1
4	12	4 Ghiaia limo	Incoerente	1 2	1700	1950	15		28	500		1	0.53	2910000	1119230	0	0.3	3917310		1

Elimina Modifica unità geotecnica

X <m> 0 Y <m> 0 Z <m> 1 ☒ Falda a profondità <m> 1 Commento strat (0 0 1)

Comando DECS



La Z definita nella colonna stratigrafica è la posizione del piano di campagna rispetto al sistema di riferimento globale (DASS).

Ad esempio, per una trave di fondazione alta un metro, con filo fisso sull'estradosso e nodo a quota $Z = -0.3$ m e per una colonna stratigrafica con Z pari a 0.5 m, risulta un piano di posa delle fondazioni a profondità pari a $0.5 + 0.3 + 1.0 = 1.8$ m.

Se nel modello sono definite più colonne stratigrafiche, la stratigrafia di riferimento per una fondazione è rappresentata dalla colonna più prossima al baricentro dell'impronta della fondazione.

La **falda** è una proprietà della colonna stratigrafica e definisce la presenza di acqua nel terreno.



Per i terreni coesivi non è possibile passare da condizioni non drenate a drenate durante l'analisi

La presenza di falda interviene solo in fase di verifica.

Interviene indirettamente in fase di analisi per terreni coesivi non drenati

☒ Parametri elastici

Modulo elastico normale (E)	<kg/mq>	
Modulo elastico tangenziale (G)	<kg/mq>	
Esponente del parametro tensionale (k_j)		
Coeff. di Poisson (ν)		
Modulo edometrico (E_{ed})	<kg/mq>	
Modulo elastico non drenato (E_u)	<kg/mq>	

Comando DEUG

DEFINISCI UNITÀ GEOTECNICA

Archivi Duplica

1 Argilla ghiaiosa alta consistenza

Classificazione Coesivo Fill

Pesi

Peso specifico del terreno naturale (γ) <kg/mc> 1900

Peso specifico del terreno saturo (γ_{sat}) <kg/mc> 1950

☒ **Proprietà indice**

Densità relativa (D_r) <%>

Indice di plasticità (I_p) <%> 10

Parametri plastici

Angolo di attrito efficace (ϕ) <grad> 30

Coesione efficace (c) <kg/mq> 1500

Coesione non drenata (c_u) <kg/mq> 10000

Caratteristiche litostatiche

Grado di sovraconsolidazione (OCR) 1

Coeff. di spinta a riposo (κ_0) 0.5

☒ **Parametri elastici**

Modulo elastico normale (E) <kg/mq> 1000000

Modulo elastico tangenziale (G) <kg/mq> 370370

Esponente del parametro tensionale (k_j) 1

Coeff. di Poisson (ν) 0.35

Modulo edometrico (E_{ed}) <kg/mq> 1604940

Modulo elastico non drenato (E_u) <kg/mq> 1111110

Commento Argilla ghiaiosa alta consistenza

Ok Applica Annu

Peso specifico del terreno **naturale** $\gamma = \gamma_d * (1+w)$

γ_d peso specifico del terreno secco: peso dei solidi per volume totale, $\gamma_d = \gamma_s / (1+e)$.

w contenuto d'acqua: rapporto fra il peso dell'acqua e il peso dei solidi.

Il modulo elastico (modulo di Young) di calcolo, utilizzato per le verifiche, è ipotizzato variabile con lo stato tensionale litostatico secondo la seguente relazione:

$$E = E^* (p'/p_{atm})^{k_j}$$

In cui la pressione media efficace normalizzata con la pressione atmosferica (p'/p_{atm}) è il parametro tensionale, l'esponente del parametro tensionale (k_j) rappresenta la variabilità dei parametri elastici ed E è il valore del modulo di Young per $p' = p_{atm}$.

Raccomandazioni per i valori di k_j (da Paratie plus 2011)

Generale Moduli in fase elastica Aderenza Avanzate

10. Modelli terreno

Elasto-Plastico (Carico-Ricarico Lineare)
Esponenziale
Costanti k

10.1 Rigidezza alla Winkler

Eload 15000 kPa >

exp 0.5 >

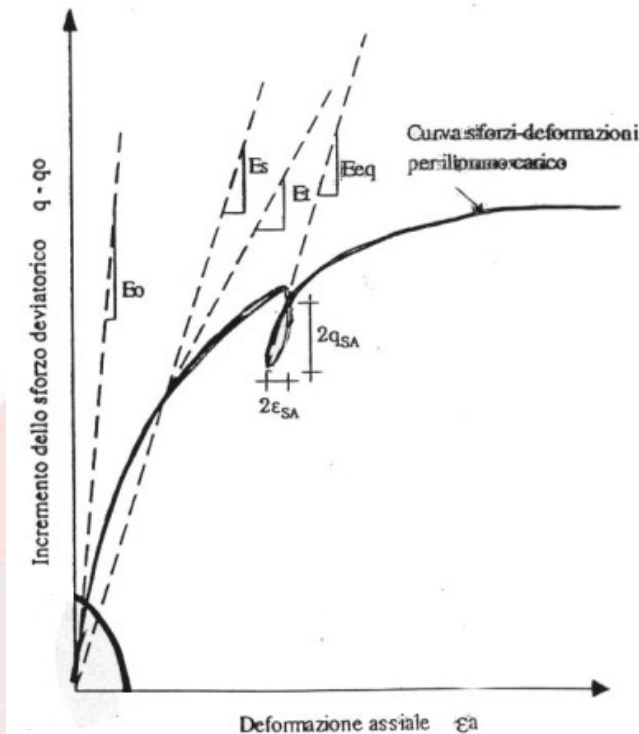
α_v 0 >

10.3 Moduli in fase incrudente

Eur 45000 kPa >

Sabbia poco densa: 0.50
Sabbia mediamente densa: 0.45
Sabbia densa: 0.40
Sabbia poco densa e ghiaia: 0.45
Sabbia mediamente densa e ghiaia: 0.40
Sabbia densa e ghiaia: 0.35
Argilla NC: 1.0
Argilla OC: nessuna raccomandazione

Osservazione sui moduli elastici



In condizioni edometriche, quindi per deformazioni laterali nulle, il modulo elastico vale:

$$E_{ed} = E^* \left\{ \frac{(1-\nu)}{[(1+\nu)(1-2\nu)]} \right\}$$

In condizioni non drenate, quindi per deformazioni volumetriche nulle ($\nu_u = 0.5$), il modulo elastico vale:

$$E_u = E^* \left\{ \frac{3}{2(1+\nu)} \right\}$$

Nota: i moduli di elasticità tangenziale e normale sono fortemente influenzati dal livello di sollecitazione; in altri termini, il comportamento del materiale è marcatamente non lineare. Per adottare il modello di mezzo linearmente elastico nei problemi applicativi si possono introdurre i valori iniziale, secante o tangente di tali moduli (Viggiani 1999).

Nota: si osserva che i valori di E decrescono sensibilmente al crescere del livello di tensione deviatorica; i valori iniziali (deviatore nullo) valgono circa il doppio di quelli (E_{50}) relativi ad una tensione deviatorica pari al 50% di quella a rottura (Viggiani 1999).

- Capacità portante e risposta deformativa per carichi orizzontali dei pali
- Cedimenti di fondazioni
- Verifica per punzonamento di fondazioni superficiali e profonde (Vesic 1975)

Definisci Unità Geotecnica

Archivi | Duplica

1 Argilla ghiaiosa alta consistenza

Classificazione Coesivo

Fill

Classificazione	Ipotesi implicite	Condizioni di calcolo
Coesivo	Bassa permeabilità	Sia drenate che non drenate
Incoerente	Alta permeabilità	Solo drenate
Roccia	-	
Non classificato	-	

Solo drenate

Definizione criteri di progetto geotecnici - [edigeo]

Apri da | Salva come | Copia in | Copia da | Aggiungi criterio | Unità di misura

Criterio specifico n. 1

Strati

- Generali
 - Fond. superficiali
 - Fond. profonde
- Specifici
 - Caratterizzazione
 - Fond. profonde

Generali

Calcolo capacità portante per carichi verticali

- ☒ Secondo formule statiche
- ☐ Da correlazioni con prove in sito

Considera capacità portante

- ☐ Solo per attrito laterale
- ☐ Solo per pressione limite alla base
- ☒ Entrambe

Condizioni di calcolo per terreni coesivi sotto falda

- ☐ Drenate
- ☐ Non drenate
- ☒ Sia drenate che non drenate

Definizione criteri di progetto geotecnici - [edigeo]

Apri da | Salva come | Copia in | Copia da | Aggiungi criterio | Unità di misura

Criterio specifico n. 1

Strati

- Generali
 - Fond. superficiali
 - Fond. profonde
- Specifici
 - Caratterizzazione
 - Fond. profonde

Generali

Condizioni di calcolo per terreni coesivi sottofalda

- ☐ Drenate
- ☐ Non drenate
- ☒ Sia drenate che non drenate