

Rigidessa e bene

1 L'azione progettuale
si basa su due
momenti

Calcolo statico
dell'opera

resistenza

calcolo accettabilita'
delle deformazioni
dovute a spostamenti

rigidessa

interazione
beno - struttura

modelli di
comportamento

mantenere i notevoli
limiti di questa interpre-
tazione, si assume lega-
me elastico lineare
omogeneo e isotropo

$$\epsilon_{kk} = C_{kij} \sigma_{ij}$$

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)]$$

$$\tau_{xy} = \frac{2(1+\nu)}{E} \tau_{xy}$$

.) modulo di Young $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

..) rapporto di Poisson $\nu = -\frac{\epsilon_x}{\epsilon_y} = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x}$

..) modulo di taglio $G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{E}{2(1+\nu)}$

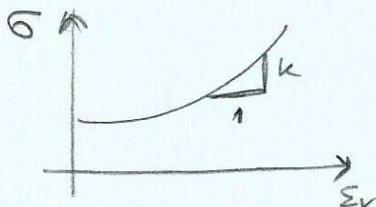
..) modulo di deformazione
volumetrica $K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$

In condizioni drenate
i parametri sono effica-
ci, ν', E', G', K' ; in condizioni non
drenate sono $\bar{\nu}, \bar{E}, \bar{G}, \bar{K}$
 $K \rightarrow \infty \Rightarrow \nu \approx 0,5$. Inoltre
 $E' < \bar{E}$ $G' < \bar{G}$

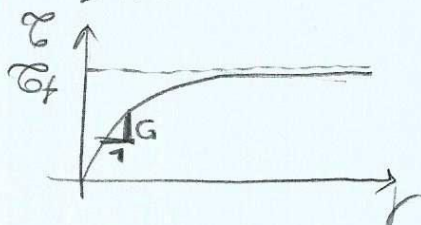
Compressione e distorsione

nelle bene si hanno
generalmente sia deformazioni
volumetriche che distorsionali,
ma!

Compressione
isotropa
 \Rightarrow solo volumetriche



Condizioni non drenate
 \Rightarrow allo stato critico
 \Rightarrow solo distorsionali



3 Deformabilità in condizioni monodimensionali

$$\sigma_z = \sigma_y = \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_x$$

$$M = \frac{d\sigma_z}{d\varepsilon_z} = \frac{1}{m\nu}$$

modulo di compressibilità monodimensionale

$$\Rightarrow M = \frac{\sigma_z}{\varepsilon_z} = E \frac{1-\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)}$$

$$\alpha_v = - \frac{d\varepsilon}{d\sigma_z}$$

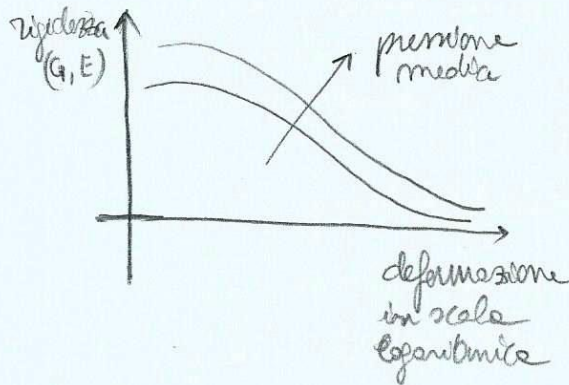
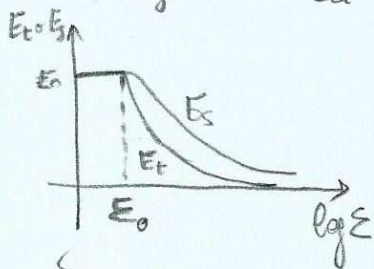
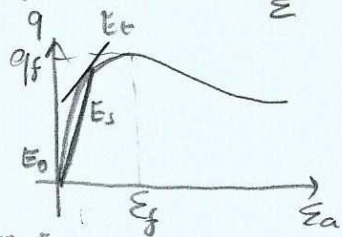
4 Non linearità

la rigidità del terreno varia al variare della deformazione

modulo di Young

•) tangente $E_t = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$

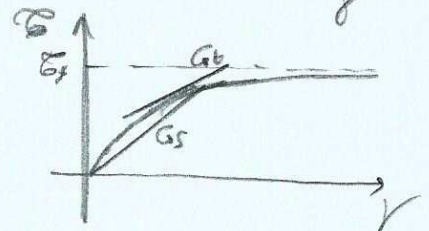
••) secante $E_s = \frac{\sigma}{\varepsilon}$



modulo di taglio

•) tangente $G_t = \frac{d\tau}{d\gamma}$

••) secante $G_s = \frac{\tau}{\gamma}$



I moduli tangenti vanno a zero o diventano addirittura negativi (per comportamenti non = molli), i moduli secanti vanno a zero per deformazioni infinite

modelli non lineari elastico-plastici completi (a più variabili)

modelli elastici non lineari sem-plastici (a modulo variabile)

5 Modelli iperbolici

$$\left\{ \begin{aligned} R \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_f}{(\sigma_1 - \sigma_3)_{lim}} &= 0,7 \div 1 \\ f &= \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{(\sigma_1 - \sigma_3)_f} = \frac{q}{q_f} \end{aligned} \right.$$

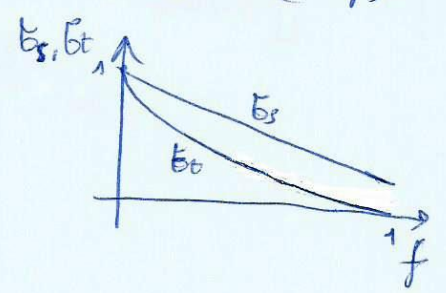
f fattore di mobilitazione della tensione deviatrice
 R fattore riduttivo

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \frac{E_1}{a + b E_1}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{b} &= \lim_{\epsilon_1 \rightarrow \infty} (\sigma_1 - \sigma_3) = q_{max} \\ \frac{1}{a} &= \lim_{\epsilon_1 \rightarrow 0} \frac{d(\sigma_1 - \sigma_3)}{d\epsilon_1} = \bar{\epsilon}_0 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{\epsilon}_s &= \bar{\epsilon}_0 (1 - Rf) \\ \bar{\epsilon}_t &= \bar{\epsilon}_0 (1 - Rf)^2 \end{aligned} \right.$$

grado di non linearita per tenere conto della maggiore velocita di diminuzione della rigidezza recente



$$E_2 = \frac{q_f}{E_0}, \text{ grado } m_2 = \frac{E_1}{E_2}$$

⇒ influenza su $\bar{\epsilon}_s/\bar{\epsilon}_t$

$$G_s = G_0 \left[1 - R \left(\frac{q}{q_{max}} \right)^m \right]$$

grado m

6 Valutazione sperimentale dei parametri

Conoscendo $\bar{\epsilon}_0$ (σG_0) e la curva di decadimento si puo' ottenere $\bar{\epsilon}$ (σG) per il livello deformativo di interesse

G_0 ed $\bar{\epsilon}_0$ vanno quindi valutati molto accuratamente

prove di laboratorio

valutazione di piccole e grandi deformazioni

con celle triassiale

con misura delle onde

prove in sito con misura delle onde di volume

secondarie S_0 di taglio con velocita v_s che esprime la velocita di propagazione della distorsione

primarie P_1 di compressione con velocita v_p che esprime la propagazione della dilatazione cubica (mezzo continuo, elastico, isotropo omogeneo con piccoli spostamenti)

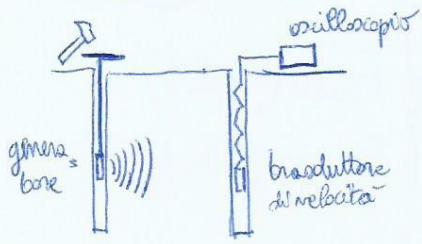
$$v_p = \sqrt{\frac{M}{\rho}} = \sqrt{\frac{E \cos \alpha}{\rho}}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}}, \quad G = \frac{\bar{\epsilon}}{f}$$

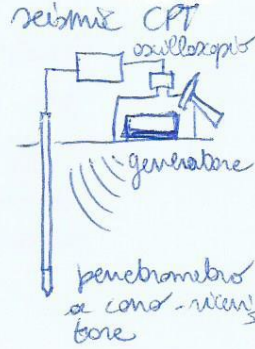
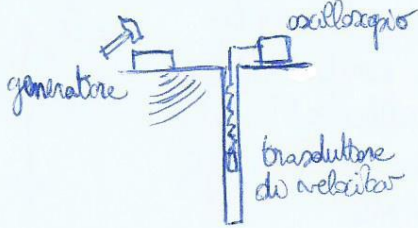
≠ Prove in sito sulle onde

esistono diverse topologie di prove

cross-hole

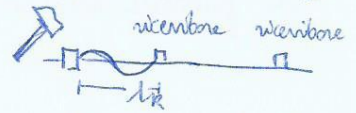


down-hole



SASW

onde di Rayleigh, v_R
(fino a profondità proporzionale a λ)



le curve di dispersione derivano dalle misure di v_R : corrisponde alla legge di variazione di v_R