TEORIA DELLA CONSOLIDAZIONE MONODIMENSIONALE

IPOTESI DI TERZAGHI:

- terreno omogeneo e completamente saturo
- mezzo elastico lineare
- incompressibilità dell'acqua e dei grani
- deformazioni piccole e indipendenti dal tempo
- validità della legge di Darcy

$$K\frac{\partial^2 h}{\partial z^2}=\frac{1}{1+e}\frac{\partial e}{\partial t}$$

$$m_v=-\frac{\Delta e}{(1+e_o)\cdot\Delta\sigma'_v}$$

$$\frac{\partial\sigma'_v}{\partial t}=-\frac{\partial u}{\partial t}$$

$$c_v\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}=\frac{\partial u}{\partial t}$$

$$c_v=\frac{K}{\gamma_w\cdot m_v}$$

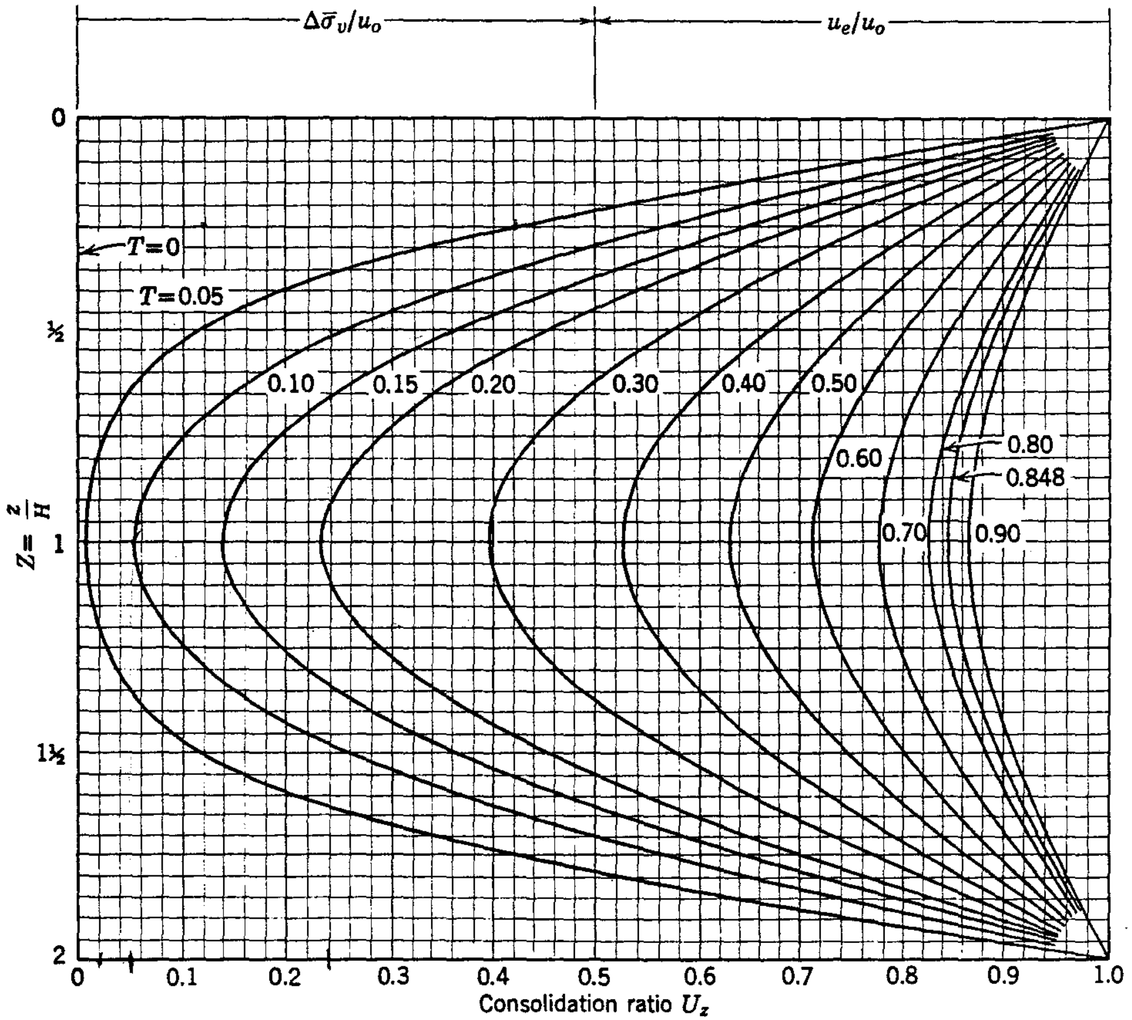
SOLUZIONE DELL'EQUAZIONE DI TERZAGHI (TAYLOR 1948)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial Z^2} = \frac{\partial u}{\partial T_v}$$

$$Z = \frac{z}{H}; \quad T_v = \frac{c_v t}{H^2}$$

$$u(z,t) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2u_o}{M} \cdot \sin(MZ) \cdot e^{-MT_v}$$

$$M = \frac{\pi}{2}(2m+1)$$



GRADO DI CONSOLIDAZIONE

$$U_z = \frac{u_o - u(z,t)}{u_o} = 1 - \frac{u(z,t)}{u_o} = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_f}$$

Ipotesi:

- tensioni totali costanti
- coefficiente di compressibilità costante

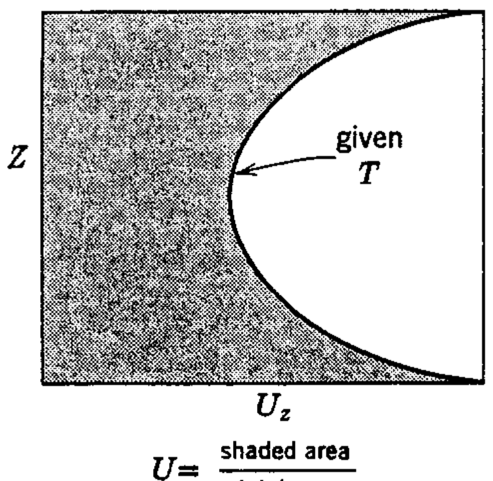
GRADO DI CONSOLIDAZIONE MEDIO

Integrando su tutta l'altezza H:

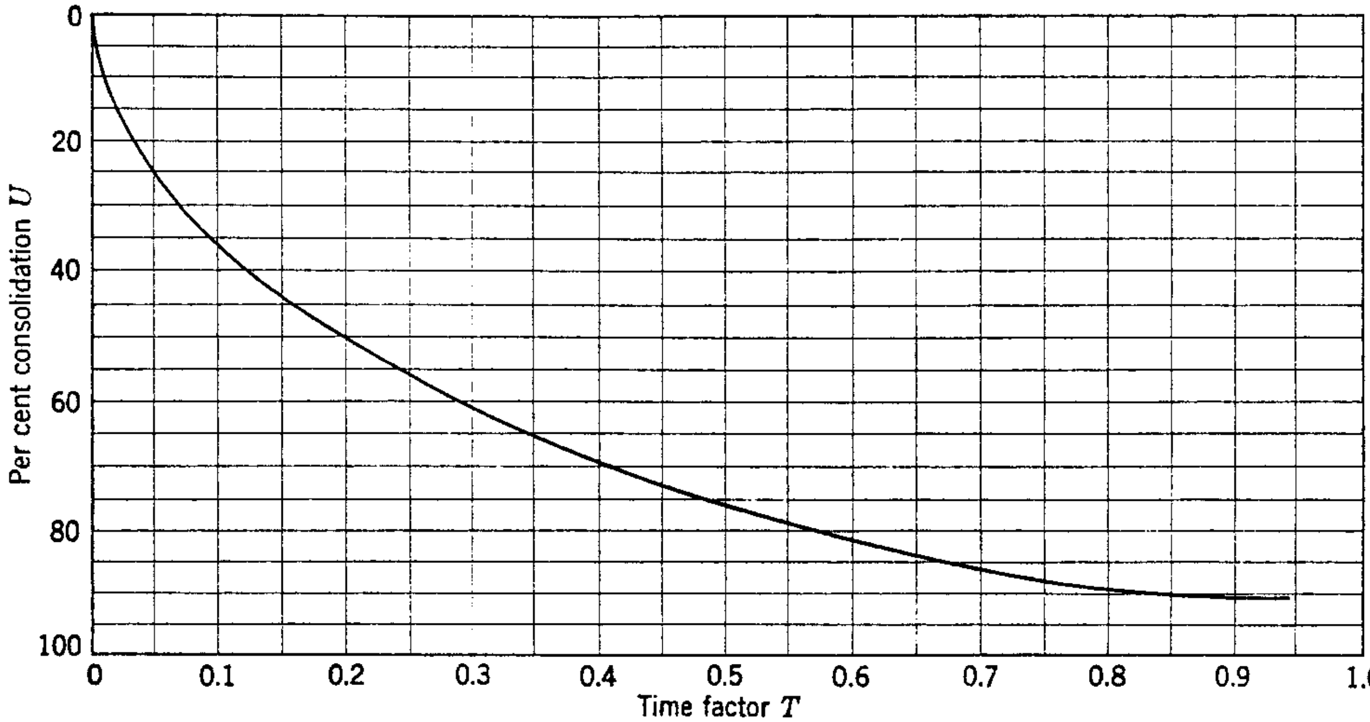
$$u(z,t) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2u_o}{M} \cdot \sin(MZ) \cdot e^{-MT_v}$$

Determinazione Cv
Fattori che influenzano Cv
Valori caratteristici

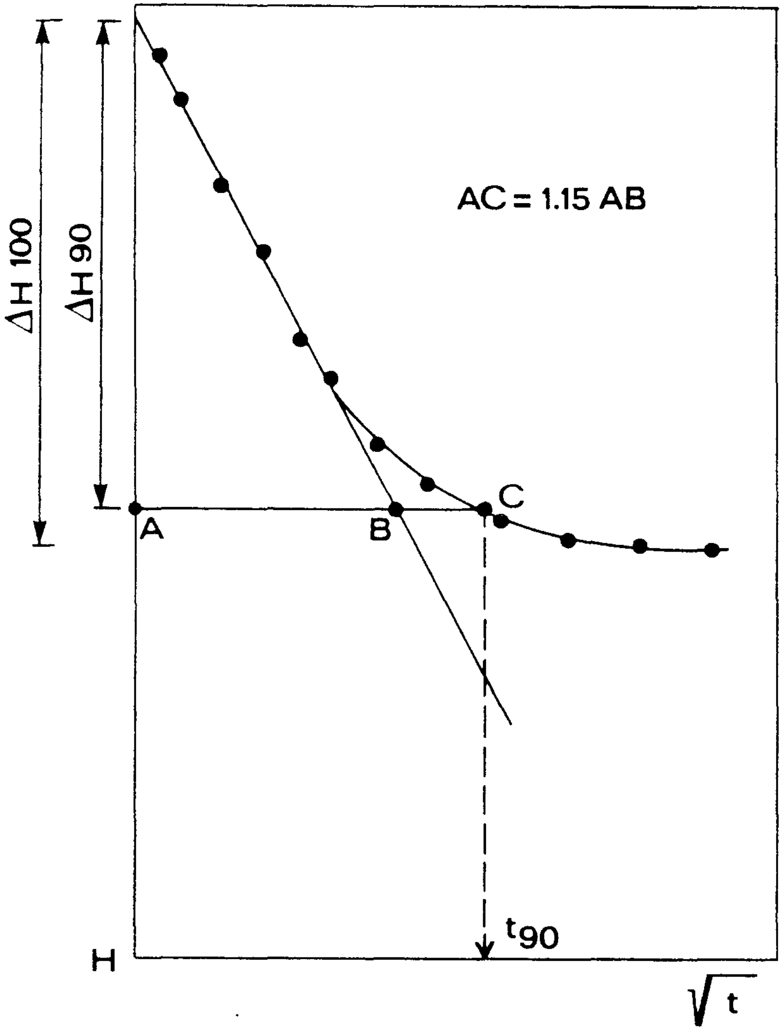
$$U_m = \frac{S(t)}{S_c}$$



(a)



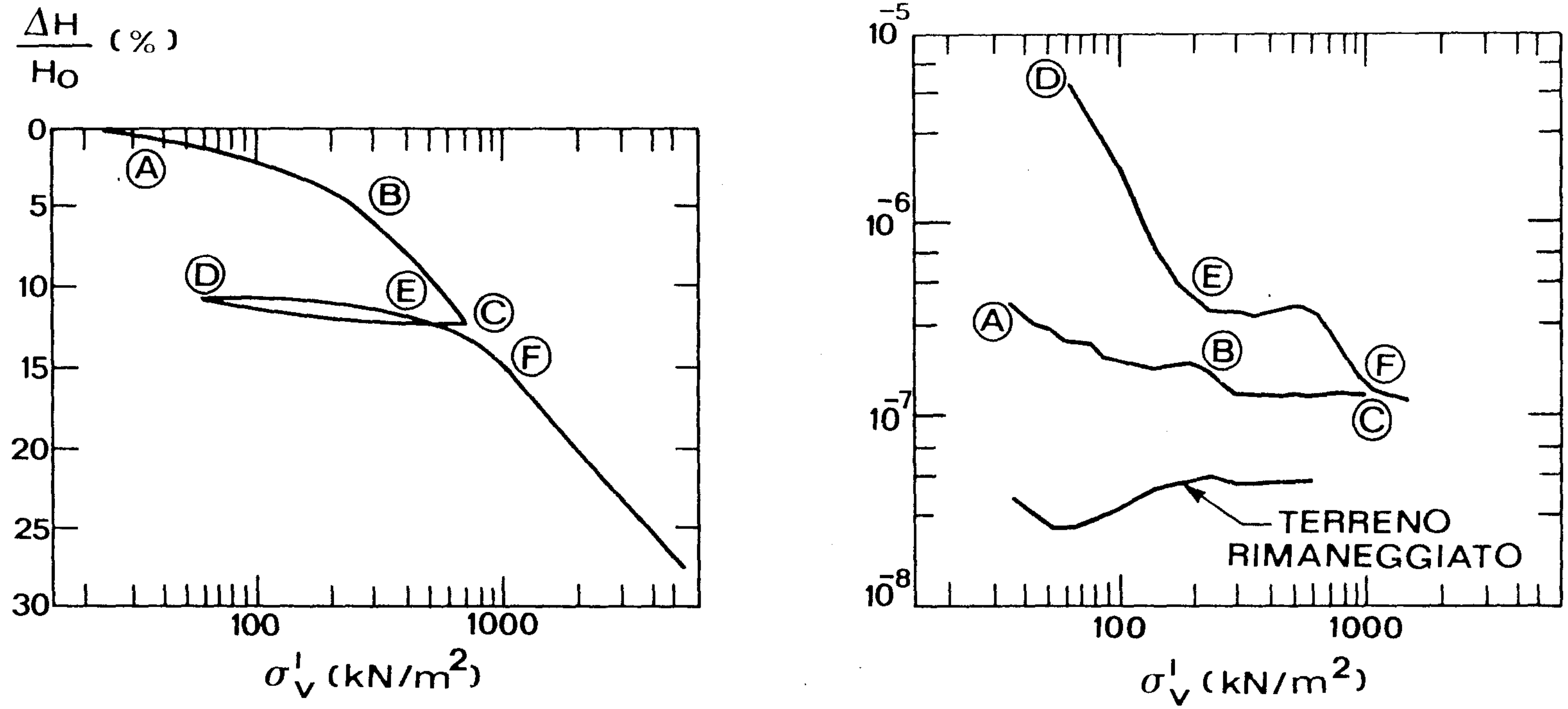
(b)


AC = 1.15 AB
ΔH 100
ΔH 90
A
B
C
t90
H
√t

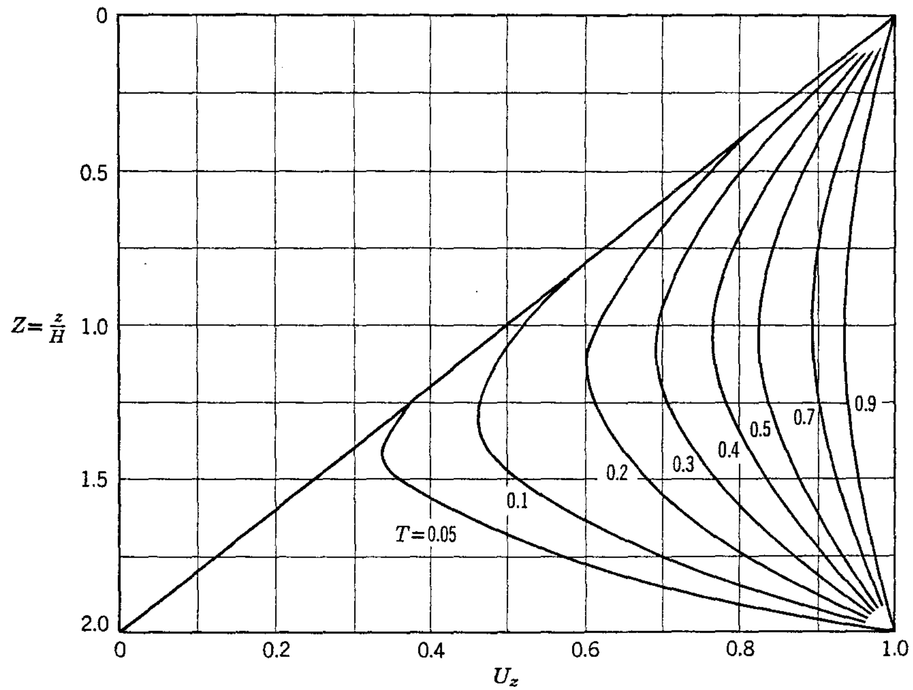
ARGILLA DI PORTO TOLLE

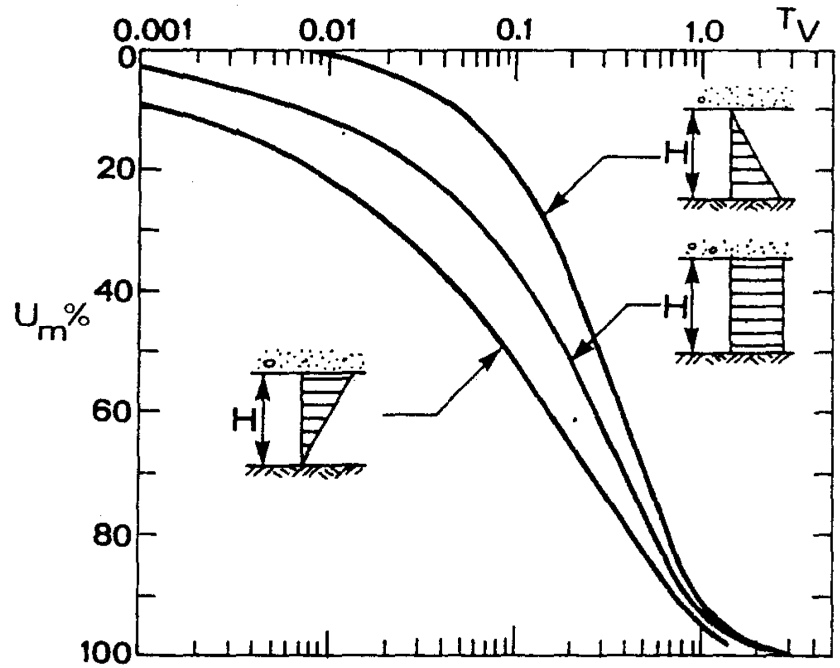
$W_L = 54.3\ \%$; $PI = 34.5\ \%$; $W_N = 36\ \%$;

$G_s = 2.76$; PROVA CRS $\sigma'_{vo} = 172\ kN/m^2$



ISOCRONA INIZIALE TRIANGOLARE





SOLUZIONE NUMERICA
(DIFFERENZE FINITE)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial Z^2} = \frac{\partial u}{\partial T_v}$$

$$Z = \frac{z}{H}; \quad T_v = \frac{c_v t}{H^2}$$

$$\frac{u(0,T+\Delta T) - u(0,T)}{\Delta T} =$$

$$\frac{1}{\Delta Z^2}\left[u(2,T) + u(1,T) - 2u(0,T)\right]$$

$$u(0,T+\Delta T) =$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta Z^2}\left[u(2,T) + u(1,T) - 2u(0,T)\right] + u(0,T)$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta Z^2} \leq \frac{1}{2} \qquad \frac{\Delta T}{\Delta Z^2} = \frac{1}{6}$$

CEDIMENTO SECONDARIO

$$\Delta H = \frac{\Delta e}{1+e_o} \cdot H_o$$

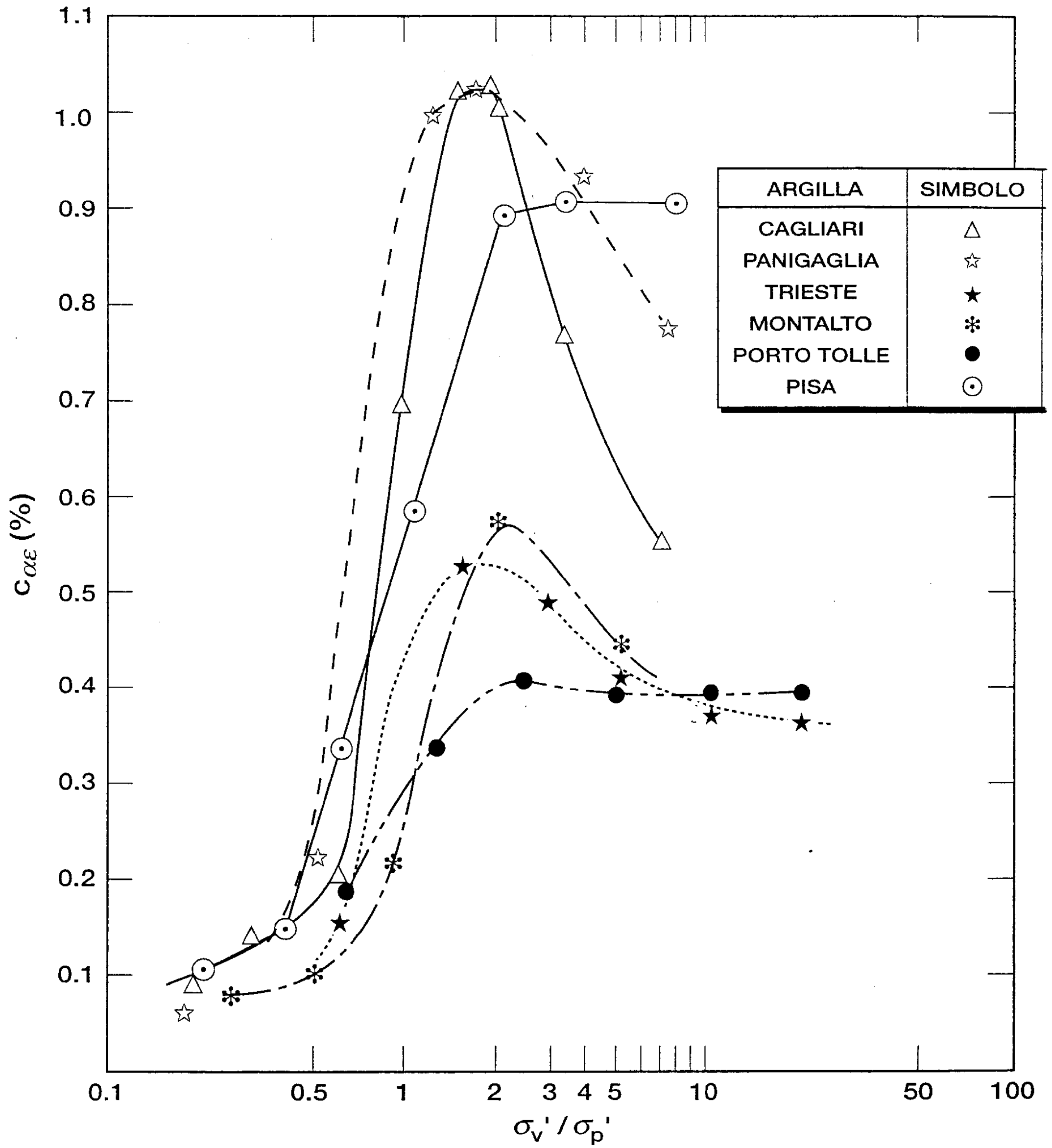
$$\Delta e = \int_0^t \left[\left(\frac{\partial e}{\partial \sigma'_v} \right)_t \cdot \frac{d\sigma'_v}{dt} + \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_{\sigma'_v} \right] \cdot dt$$

$$\Delta e = \int_0^{t100} \left[\left(\frac{\partial e}{\partial \sigma'_v} \right)_t \cdot \frac{d\sigma'_v}{dt} + \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_{\sigma'_v} \right] \cdot dt + \int_{t100}^{t} \left(\frac{\partial e}{\partial t} \right)_{\sigma'_v} dt$$

$$c_\alpha = \frac{-\Delta e}{\Delta \log t} \qquad c_{\alpha\varepsilon} = \frac{\Delta \varepsilon_v}{\Delta \log t}$$

$$\Delta H = c_{\alpha\varepsilon} H_o \log(t/t100)$$

Discussione su parametri



ARGILLA
SIMBOLO
CAGLIARI
PANIGAGLIA
TRIESTE
MONTALTO
PORTO TOLLE
PISA
$c_{\alpha\varepsilon}$ (%)
σ_v' / σ_p'
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.1
0.5
1
2
3
4
5
10
50
100

LIMITI TEORIA DI TERZAGHI

- NON LINEARITA'
- PESO PROPRIO
- STORIA TENSIONALE
- DEFORMAZIONI FINITE
- DEFORMAZIONI VISCOSE

IN GENERALE, DECORSO DEI CEDIMENTI PIU' RAPIDO DI QUANTO PREVISTO ANCHE PER EFFETTO DEL FLUSSO IN DIREZIONE ORIZZONTALE
INOLTRE $U_s \neq U_u$

DRENI: EQUAZIONE DI FLUSSO

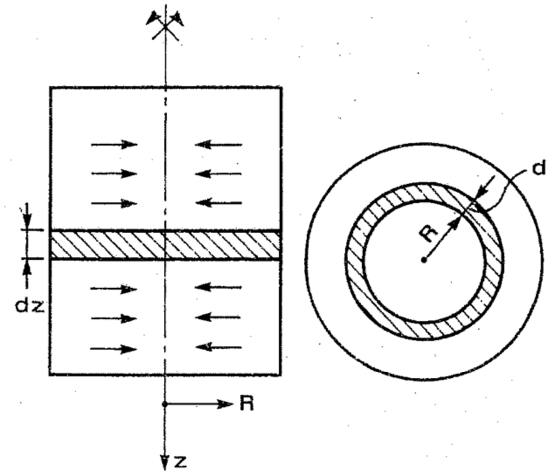
$$-v\cdot(\pi R dz)+\left(v+\frac{\partial v}{\partial R}dR\right)\left[\pi(R+dR)dz\right]=\frac{dV_w}{dt}$$

$$V_w=\frac{S\cdot e}{1+e}dV$$

Trascurando infinitesimi di secondo ordine e ricordando che:

$$v=K_h\frac{\partial h}{\partial R}$$

$$c_h\left(\frac{1}{R}\frac{\partial u}{\partial R}+\frac{\partial^2 u}{\partial R^2}\right)=\frac{\partial u}{\partial t}$$



$$u=u_o\cdot e^{-\frac{8T_h}{F}}$$

$$U_h=1-\frac{u}{u_o}$$

$$T_h=\frac{c_h t}{d_e^2}$$

$$d_e=1.05\div 1.13\ \text{(Interasse)}$$

$$F=\frac{n^2}{n^2-1}\ln(n)-\frac{3n^2-1}{4n^2}\qquad n=\frac{d_e}{d_w}$$

$$F=\ln(n)-0.75$$

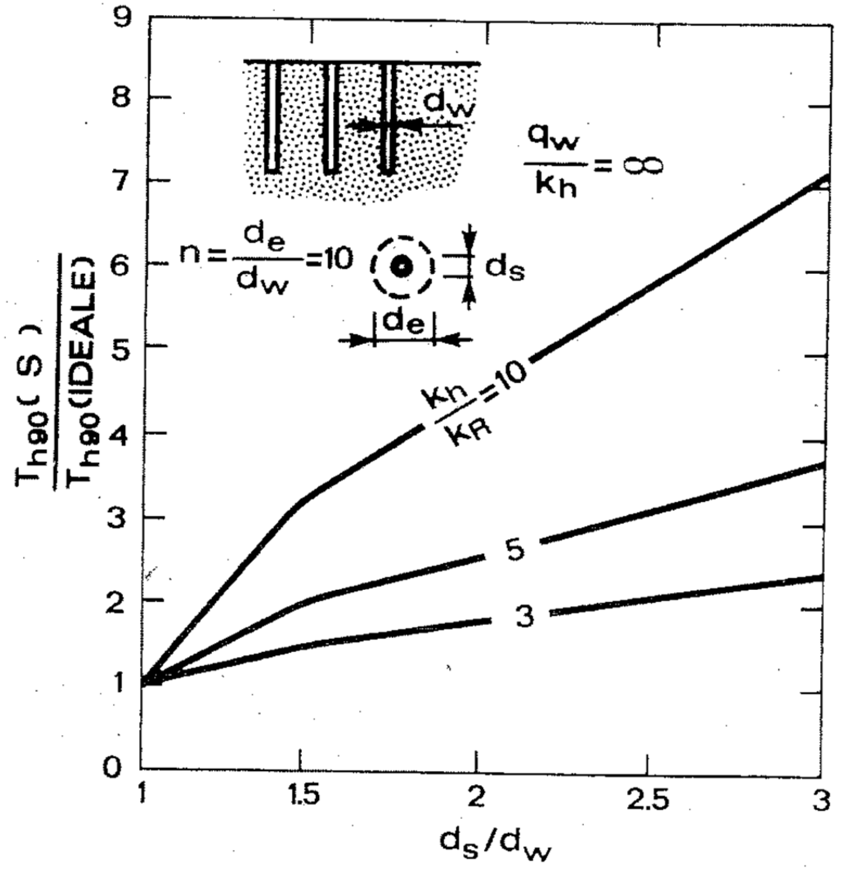
DRENI: LIMITI DELL'EQUAZIONE DI FLUSSO

Non esiste materiale rimaneggiato attorno al dreno

- RIMANEGGIAMENTO

$$F_s = \ln\left(\frac{n}{s}\right) + \frac{K_h}{K_R} \cdot \ln(s) - 0.75 \qquad s = \frac{d_s}{d_w}$$

$$s = 1.5 \div 3 \qquad \frac{K_h}{K_R} = 1.5 \div 15$$



DRENI: LIMITI DELL'EQUAZIONE DI FLUSSO

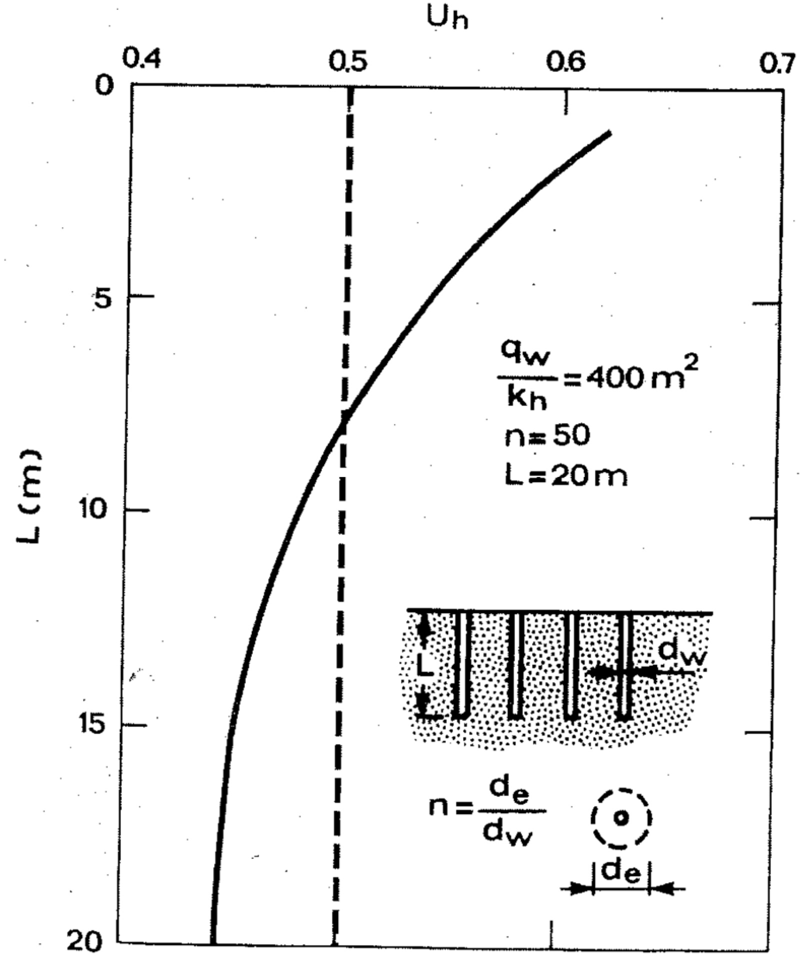
Il dreno è infinitamente permeabile

- CAPACITÀ IDRAULICA DEL DRENO

$$F_r = \ln(n) - 0.75 + \pi \cdot z \cdot (2 \cdot l - z)\frac{K_h}{q_w}$$

$q_w = K_w \cdot A_w$ **(portata per gradiente unitario)**

l= lunghezza di drenaggio



DRENI: LIMITI DELL'EQUAZIONE DI FLUSSO