

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**  
**Sezione A - Laurea Magistrale - Settore civile e ambientale**  
**Prova pratica (IV PROVA) - SIMULAZIONE**

**ESERCITAZIONE DI GEOTECNICA**

**Cedimento terreno di fondazione - decorso temporale dei cedimenti - dimensionamento dreni verticali**

Si consideri un rilevato la cui sezione trasversale abbia le seguenti caratteristiche:

- altezza  $H = 50 \text{ m}$
- larghezza al coronamento  $L = 40 \text{ m}$
- larghezza alla base  $B = 280 \text{ m}$
- peso di volume  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Il terreno di fondazione è composto da tre strati orizzontali le cui proprietà sono riportate nella tabella sottostante.

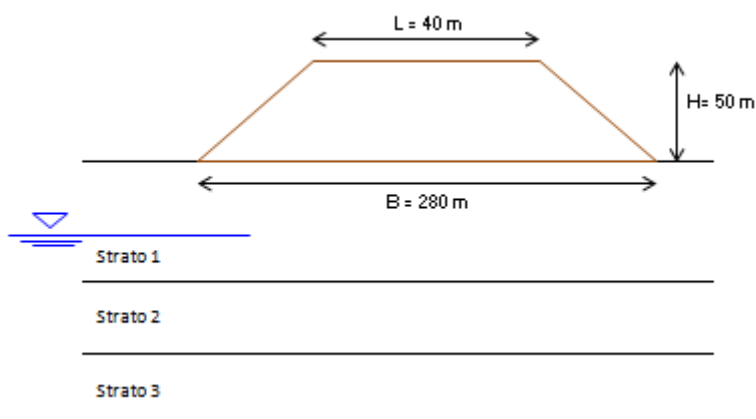
Strato	Spessore [m]	Indice compres. Cc	Indice vuoti iniziale $e_0$	Tens. consolid. $\sigma'_c$ [kPa]
1	10	0.40	1.6	380
2	10	0.42	1.8	350
3	20	0.35	1.7	360

La falda è posta alla profondità di 6.00 metri dal p.c.

Si ipotizzi che il peso di volume del terreno di fondazione sia costante ed uguale a quello del rilevato, ossia  $20 \text{ kN/m}^3$ . Si supponga, inoltre, che l'indice di rigonfiamento  $C_r$  sia pari al 20% dell'indice  $C_c$ .

Alla luce di quanto esposto, il candidato proceda con:

- la determinazione del cedimento finale adoperando il metodo edometrico;
- la valutazione del decorso temporale dei cedimenti facendo ricorso alla teoria della consolidazione monodimensionale di Terzaghi sapendo che il terreno alla base dei tre strati è impermeabile ed assumendo un coefficiente di consolidazione verticale  $C_v$  pari a  $0.005 \text{ cm}^2/\text{s}$ ; si richiede, in particolare, il calcolo del tempo necessario a scontare un cedimento pari al 50% e 90% di quello finale;
- dimensionamento di un sistema di drenaggio che permetta di accelerare il decorso temporale dei cedimenti e di ottenere un cedimento pari al 90% del finale entro 1 anno dalla realizzazione del rilevato.



## CALCOLO dei CEDIMENTI di un RILEVATO col METODO EDOMETRICO

### Geometria del rilevato

Altezza del rilevato	H	50	m
Larghezza coronamento	L	40	m
Larghezza base	B	280	m

in giallo i dati di input

### Dati del terreno del rilevato

Peso di volume naturale	$\gamma_{nat}$	20	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat}$	20	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico acqua	$\gamma_w$	10	kN/m <sup>3</sup>

### Caratteristiche del terreno di fondazione

Peso di volume naturale	$\gamma_{nat}$	20	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	$\gamma_{sat}$	20	kN/m <sup>3</sup>

Strato	Spessore [m]	Indice compres. Cc	Indice rigonfiam. Cr = 0.2*Cc	Indice vuoti iniziale eo	Tens. consolid. $\sigma'_c$
1	10	0.40	0.080	1.6	380
2	10	0.42	0.084	1.8	350
3	20	0.35	0.070	1.7	360

Profondità falda dal piano campagna

PF 6 m

### Step 1

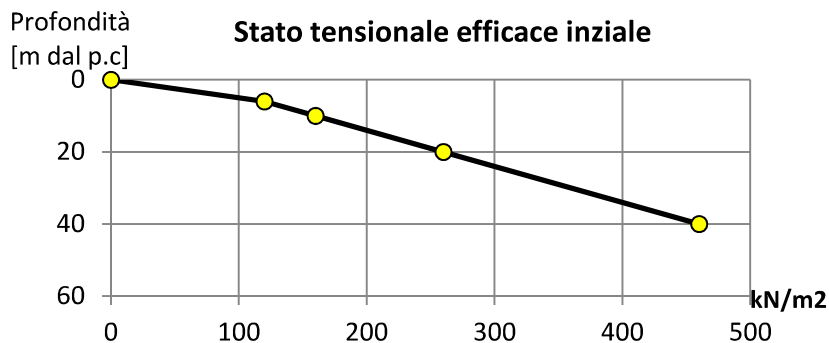
Determino lo stato tensionale iniziale del terreno.

	profondità * z	press. Neutre ** $u = \gamma_w(z-PF)$	tens. tot. vert. $\sigma_v = \gamma * z$	tens. eff. vert. $\sigma'_v = \sigma_v - u$	
z1	0	0	0	0	piano campagna
z2	6	0	120	120	livello falda
z3	10	40	200	160	fine strato 1
z4	20	140	400	260	contatto strato 1-2
z5	40	340	800	460	contatto strato 2-3
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	

\* inserisco le profondità per le quali ho:

- livello di falda (al di sotto userò  $\gamma_{sat} = \gamma - \gamma_w$ )
- contatto tra due diversi terreni (potrebbe cambiare il  $\gamma$  cambiando il tipo di terreno)

\*\* le pressioni neutre sono zero sopra falda mentre sotto falda vale la formula riportata in tabella



**Step 5: STUDIO del DECORSO TEMPORALE dei CEDIMENTI con la TEORIA della CONSOLIDAZIONE MONODIMENSIONALE di TERZAGHI**

Supponendo, come da traccia, BASE IMPERMEABILE e drenaggio possibile, quindi, solo attraverso la superficie superiore. In questo caso la lunghezza del percorso di drenaggio (H) sarà somma degli spessori dei tre strati presenti.

Percorso di drenaggio: H [m]  ossia  cm

VERIFICARE DOPO QUANTO TEMPO AVRO' SCONTATO IL 50% E IL 90% DEL CEDIMENTO FINALE.

Si assuma un coefficiente di consolidazione verticale Cv pari a:  cm<sup>2</sup>/s

Dal diagramma o tabella fattore tempo T /grado consolidazione U vedo che T corrisponde per U = 50%. Poi dalla definizione del fattore di tempo adimensionale T ricavo il tempo reale t, in secondi.

U [%]	T	t [s]	t [anni]
50	0.197	630223547	20.0
90	0.851	2.725E+09	86.4

$$t = \frac{T \cdot H^2}{C_v}$$

leggere i valori di T, evidenziati in arancio, dalla tabella o ricavali per interpolazione se necessario

da secondi ad anni:  
:60 :60 :24 :365

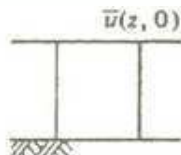
INTERPOLAZIONE punto 1 (50%)

	Um	Tv
U1	50.41	0.2
U ricercato	50	0.197
U2	43.7	0.15

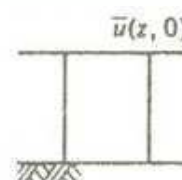
INTERPOLAZIONE punto 2 (90%)

	Um	Tv
U1	88.74	0.8
U ricercato	90	0.851
U2	91.19	0.9

**Soluzione tabellata del diagramma fattore tempo T /grado consolidazione U  
Ipotesi di isocrona iniziale rettangolare**



$$T = T_1 + \frac{(T_2 - T_1)}{(U_2 - U_1)} \cdot (U - U_1)$$



U <sub>m</sub> (%)	T <sub>v</sub>
0	0
5	0.0017
10	0.0077
15	0.0177
20	0.0314
25	0.0491
30	0.0707
35	0.0962
40	0.126
45	0.159
50	0.196
55	0.238
60	0.286
65	0.342
70	0.403
75	0.477
80	0.567
85	0.684
90	0.848
95	1.129
100	∞

T <sub>v</sub>	U <sub>m</sub> (%)
0.004	7.35
0.008	10.38
0.012	12.48
0.020	15.98
0.028	18.89
0.048	24.64
0.072	30.28
0.10	35.62
0.15	43.70
0.20	50.41
0.30	61.32
0.40	69.73
0.50	76.40
0.60	81.56
0.70	85.59
0.80	88.74
0.90	91.19
1.00	93.13