

## ESERCITAZIONE 1

- Metodo O up (o O-down) anche conr. piccoli attr. e fai tabella  $H_i, T_i$ .
- Ordina in senso decrescente le  $H$  e collega il relativo periodo  $[H_1 - T_1; H_{20} - T_{20} \dots]$   
 $[H_1 - T_1; H_{20} - T_{20} \dots]$
- Per il calcolo delle medie  $H_{1/n}$  prendi il  $N^\circ$  delle onde + alte e fai media.
- $H_{1/n} \equiv \bar{H} = H$  media di tutta la reg; isem  $\times \bar{T}$ .
- $H_{1/3}$  ex: 110 reg  $\Rightarrow$  media delle 110/3 = 36,6  $\rightarrow$  prendo 36  
valore WF (conr. una conr. più gravata!)
- $T_s =$  media dei periodi delle onde apparenti usate  $\times$  il calcolo di  $H_{1/n}$  / NON media onde  $1/3 +$  frange.
- $H_{1/10} \Rightarrow$  ex 110 reg  $\Rightarrow$  prendo i 110/10 = 11 valori più alti dei quali calcolo il relativo  $\bar{T}$ .
- $H_{max}, T_{max}$  ( $T$  dell'onda max)  $\equiv H_{1/n}$
- $T_s = \alpha \sqrt{H_{1/n}}$  con  $\alpha = 4,15$  in assenza di info precise

## ESERCITAZIONE 2

- Seleziona le  $H$  di nota significative:
  - metodo POT: scegli soglia (alta, pochi valori la superano, es. 10) traccia linea  $H$  e individua chi la supera
  - metodo max. annuale: prendi la max  $H$   $\forall$  anno da 17 a 30/6

- Tabella  $m | H_m$  con  $H_m$  decrescente e  $m = 1 \dots N$  (m. di Valori (numero di campioni))

- Aggiungi colonna e calcola la "frequenza campionaria di non eccedenza":  $F(H_m) = 1 - \frac{m}{N+1}$  e assumi che  $\equiv$  con la prob. di non superamento [CALC: 1FH]

- Per stimare i parametri della distribuzione di Gumbel  $P(H) = e^{-e^{-\frac{H-\epsilon}{\theta}}}$  si applica il metodo dei min. Quadrati

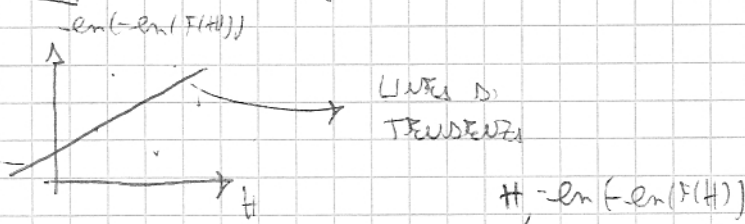
[tenendo conto dei minimi]: linearizza l'equazione con  $P(H) = F(H)$

(tras  $\epsilon$  e  $\theta$  / sta verific. identità). Applica 2 volte il log.

e ho  $\frac{H-\epsilon}{\theta} = -\ln(-\ln(F(H)))$   $\rightarrow$  aggiungi colonna e calcola  $\forall F(H)$  [CALC: 2LN2NF]

Retta

- Grafico in scala distorta



- Retta  $y = ax + b$ ;  $\theta = \frac{1}{a}$ ;  $\epsilon = -b\theta$  [STAT  $\rightarrow$  LINEAR FIT]

- Se  $\neq$  tra  $m$  minore e  $m$  anni di osservazione, trova il

$Tr^* = Tr \frac{N}{n}$   $\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow m \text{ moltiplicato} \\ \rightarrow m \text{ anni osserv.} \end{array} \right.$  ex; se tendimento a 90%, poi  $n = 99 \times m$  DUM  
[CALC: 3TP5] (ex: 103)

- Tabella con  $Tr | Tr^* | P(H)$   $\rightarrow$  legata al t. di ritorno

con  $P(H) = 1 - \frac{1}{Tr^*}$  [CALC: 4PH] Se  $P(H) < 0$  è errore / il campione non è rappresent. delle cond. di mare / non vale  $H$  [CALC: 5H]

- Aggiungi colonna  $H$  con  $H = \epsilon + \theta \left\{ -\ln[-\ln(P)] \right\}$

- Probabilità che si verifichino estremi H onda:

$$PP = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_H}\right)^m \quad \text{---} \rightarrow \text{Int. di tempo} \quad \text{ex. non } m=0 \text{ e } m=50 \text{ e}$$

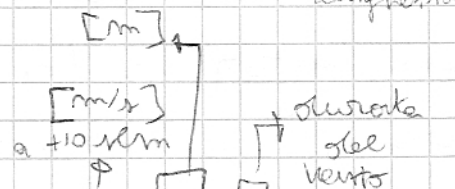
[usando PP]                      calcola  $\forall H$

# ESERCITAZIONE 3

\* Curve di crescita del moto ondata. Ex ho  $U$  e  $\phi$  fetch ( $F$ ):

-  $\forall$  fetch fai 2 grafici:

- $H_r = f(t) \quad \forall U$
  - $T_r = f(t) \quad \forall U$
- $\Rightarrow$  8 grafici



x facile (x determinare  $H$  e  $T$ ) hai bisogno di  $U, F, t \rightarrow [m]$

1) Verifica se siamo in (Stazionaria [limite  $F$ ] o transitoria [limite  $t$ ])

Calcola  $\forall$  caso  $t_{Max} = 32 \frac{F^{2/3}}{U_0^{1/3}}$  [acc: 1TSTAT]

C. TRANSITORIA

C. STAZIONARIA

2) Calcolo le fetch equivalente:

$$F_t = 0.0054 t^{3/2} U_p^{1/2} \text{ [acc: 2FT]}$$

[t ogni ora, ex  $t_1 = 1h, t_2 = 2h \dots$ ]

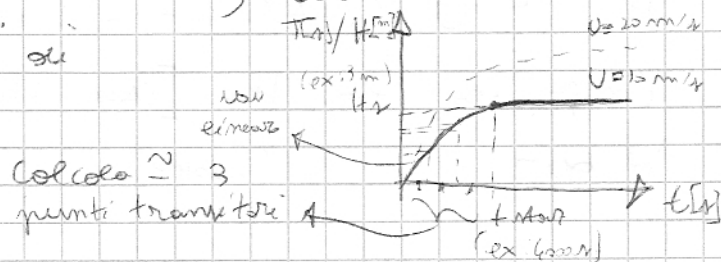
3) Calcolo  $H_r$  (altezza massima) e il periodo di picco ( $T_r$ )

$$H_r = 0.00051 U \cdot F_t^{1/2} \text{ [acc: 3Hr]} + H_r = 0.00051 U \cdot F^{1/2}$$

$$T_r = 0.062 (U \cdot F_t)^{1/3} \text{ [acc: 4Tr]} + T_r = 0.062 (U \cdot F)^{1/3}$$

4) Grafica PRIMA la parte costante (calcola  $t_{Max}$  e  $H_r$  e  $T_r$ ),

poi i punti transitori che saranno su CURVE, non su diagrammi lineari. SCRIVI SEMPRE le unità di misura, anche su assi



5) Ogni volta che calcoli  $H_r$  e  $T_r$  devi verificare se siamo in mare e compl. sviluppato [FAS] (e caso, accade x fetch elevatissime), ovvero se:

-  $H_r < H_{FAS} = 0.024 U^2$  [acc: 5HFAS]

-  $T_r < T_{FAS} = 0.82 U$  [acc: 6TFAS]

(sono limiti superiori se ho prima calc. valori sono sicuramente non valide)

H

\* Calcolo lunghezza del fetch efficace:

(Vento trasferisce energia anche alle onde laterali)

Cond. situazione (ex  $270^\circ N$ ),  $U$  (ex  $10 m/s$ ) e se è limitante.

Calcola  $F$  e confronta con quella della 1° parte

Regola perata: da direzione portati  $\pm 30^\circ$

- Fai tabella:

→ lo calcoli del prefico

$\Theta$	Fetch geogr	$\Delta\Theta$	$\cos^m(\Delta\Theta)$	$\cos^{m+1}(\Delta\Theta)$	$F_{geo} \cdot \cos^{m+1}(\Delta\Theta)$	$F_{eff}$
$240^\circ N$	ex: 220 km	$-30^\circ$	[CALC: 7 cosu]	[CALC: 8 cosu]		
Ex: $270^\circ N$	ex: 220 km	0			(fai motore che >)	
$300^\circ N$	ex: 220 km	$30^\circ$				
$\sum_{\alpha=\Theta-30^\circ}^{\Theta+30^\circ}$		$\sum_{\alpha=\Theta-30^\circ}^{\Theta+30^\circ} \cos^m(\Delta\Theta)$	$\sum F_{geo} \cos^{m+1}(\Delta\Theta)$			

$$F = \frac{\sum_{\alpha=\Theta-30^\circ}^{\Theta+30^\circ} F_{geo}(\alpha) \cdot \cos^{m+1}(\Delta\Theta)}{\sum_{\alpha=\Theta-30^\circ}^{\Theta+30^\circ} \cos^m(\Delta\Theta)} ; m=2 \text{ [processo di dissipazione del moto ondoso]}$$

(ex:  $F_{geo} = 210 km$ )

$$F_{eff}(\Theta) = \frac{\sum F_{geo} \cos^{m+1}(\Delta\Theta)}{\sum \cos^m(\Delta\Theta)}$$

→ Confronta con prefico in direzione principale

[e' + preciso il fetch efficace

nei nostri mari che non ristretti]

- Caratteristiche stato di mare:

Hai  $F, U, (f)$  limit o meno

Confronta con  $H_r$  [CALC: 3Hs] calcolata con  $F_{eff}$  e  $F_{geo}$

A dir. (ex:  $H(220 km)$  e  $H(210 km)$ ) A direzione richiesta

## ESERCITAZIONE 4

\* Relazione di dispersione: calcola  $L, C, C_g$ . Specifica se è onda corta ( $\frac{R}{L} \geq \frac{1}{2}$ ), intermedia ( $\frac{R}{L} \in [\frac{1}{2}, \frac{1}{20}]$ ), lunga ( $R \leq \frac{1}{20}$ )

Tabella:		$T(x)$	$h(m)$	$L(m)$	$C(m/s)$	$C_g(m/s)$	$h/L$	Tipo
ex.	7	100						
	7	100						
	4	1						

Con  $-L = 1.36 T^2 \tanh\left(\sinh\left(\frac{2\sqrt{g}}{T}\right)\right)$  [calc: 1L] (rel. approx.)


(relative approximation:  $L = 1,56 T^2 \cdot \tanh(2T) \frac{h}{L}$ ) [calc: 16016]

$$-C = L/T \quad -C_g = \frac{C}{2} \left( 1 + \frac{2kR}{\sinh(2kR)} \right) \text{ con } k = \frac{2\pi}{L} \quad [C \Delta C', 2CG]$$

Verifica che x male COSTE  $C_g = C/2$ , x LUNGHIE  $C_g = C = \sqrt{g h}$

\* Pressione molesta del moto molesto : data mole con  $T, H, h$

colloquio preliminare <sup>120.312</sup> P<sub>1</sub> a quota 7 in fase di crescita e calo

$P^+ = \rho g \gamma k p$  (com  $\gamma = a \cos(kx - \omega t)$  )

[CALC: 4PIND]

$K_p = \text{fattore di trasporto della pressione} = \frac{\cosh[h(h+T)]}{\cosh(h)}$  (da eq. Bern.)

de questo verso il barbo.

$$\rho = 1023 \text{ kg/m}^3 \quad [P^+ = \frac{\rho}{m^3} \cdot \frac{m}{s^2} = m \cdot s^{-2}]$$

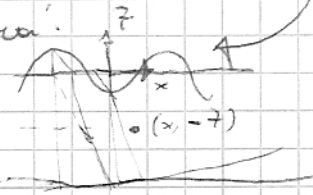
$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}^+ \text{ } 3\text{H}_2\text{P}]$$

Рисован

## Diagrammi pressione totale

$$[P_+ = P_{g7} \cdot L]$$

(Near p. 3)  
x diag. pers.)



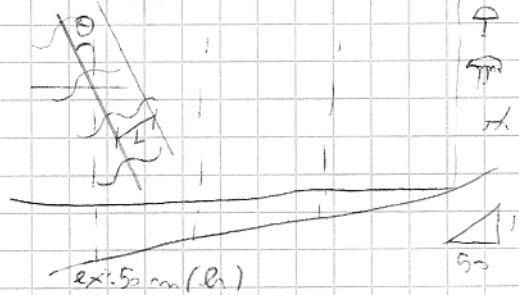
\* Propagazione del moto ondoso da largo a riva

Voto T,  $\ominus$  rum a + a batimetriche, H, h <sup>(d) → tendenza fonologica</sup> Ytmaria i profici de  
servono la variazione del corpo verso sulla sel.

numero di ordine  $k, L, C, C_g, \ominus, K_n, K_n, H$ :

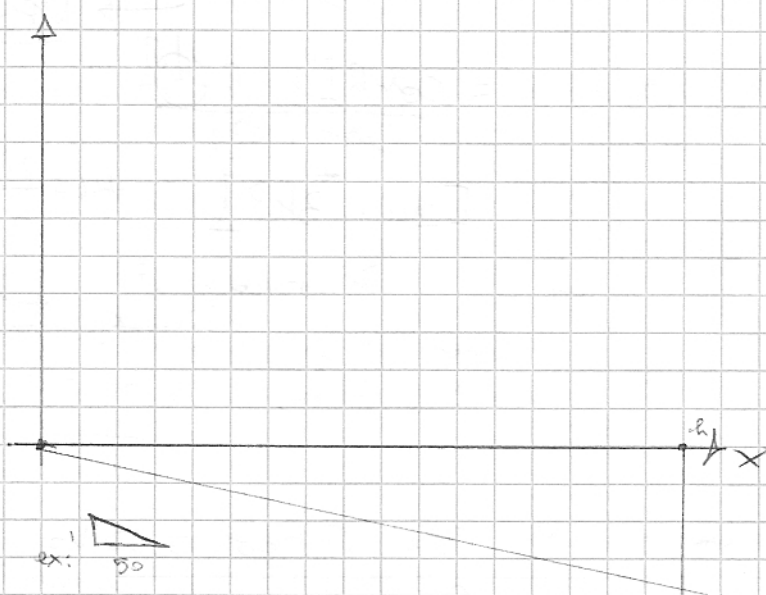
- Fai tabella  $\times$  (h | L | u | c | Cg |  $\ominus$  | h<sub>s</sub> | h<sub>o</sub> | H

Com:

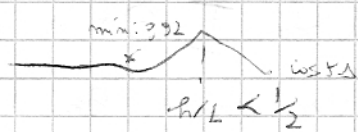


- $X$ : arcuata grafica  $\Xi$  con distanza da ruota, Ex. parti da 2000 m e riscalda di 100 m [2000, 1900, 1800 e  $\alpha = 1/50$ ]
- $h$  (prop. fondatale)  $= \alpha \times X$  [ $\alpha$ : pend. fondatale ex: 1/50] [CALC: 5H]
- $k = 2\pi/L$  (numero d'onda)  $\Rightarrow$  [CALC: 6h]
- $L$  (len. d'onda)  $= 1,56 T^2 \tanh\left(\sinh\left(\frac{2\sqrt{g}}{T}\right)\right)$  [CALC: 7L]
- $C = L/T$  [CALC: 8C]
- $C_g = \frac{C}{2} \left(1 + \frac{2kh}{\sinh(2kh)}\right)$  [CALC: 9CG]
- $\Theta$  valutabile con legge di Snell:  $\frac{C_1}{\sin \Theta_1} = \frac{C_2}{\sin \Theta_2}$  [CALC: 10TETA]  
 $\rightarrow$  valori ruota precedente  
 $\rightarrow$  impostato su GRAD
- $k_s$  (coeff. di shoaling)  $= \sqrt{\frac{C_{g1}}{C_{g2}}}$  [CALC: 11Ks]
- $k_r$  (coeff. di rifrazione)  $= \sqrt{\frac{\cos \Theta_1}{\cos \Theta_2}}$  [CALC: 12Kr  $\rightarrow$  impostato su GRAD]
- $H$  (alt. d'onda)  $\times$  fondatale lent. var. a bottom clinometric  
 e  $H_2 = k_r k_s H_1$  [CALC: 13H]

Verifica con  $\Theta = 0^\circ$ .



- grafico con  $C$  e  $C_g$
- " " "  $L$  e  $k$  e  $\Theta$
- " " "  $k_r, k_s, H$

[frangimento: accade se  $H \approx \delta h$  con  $\delta \approx 1, \frac{H}{h_0}$    
 se  $\frac{h}{L} < \frac{1}{2}$  e instaurato]

## ESERCITAZIONE 5

\* Determina corrott. moto motore al piede

Ripresita < 7. limite di Rich:  $\left(\frac{H}{L}\right)_{\max} = 0,142 \tanh\left(\frac{2,75d}{L}\right)$

con L calcolato alla prof (2) + vedi air, e' di solito 1,1 Hr sup. a min marea

(H) + data  
 (1) [CALC: 1RPM] ;  $0,142 \tanh\left(\frac{2,75d}{L}\right) = \frac{H}{L_{\max}}$  [CALC: 2RICHIE]  
 $4,156 T^2 \tanh\left(\frac{2,75d}{L}\right)$

Verifico se onola frange o no, ovvero se  $\frac{H}{L} < \frac{H}{L_{\max}}$  NO frange e vicev.

\* Dimensionamento della mantellata

Data la pendenza ( $\triangle^3$  ex), ex. un tetrapodi in cer:  $\gamma_r = 2,4 t/m^3$

- Calcola il PESO degli elementi:

Fallo ma x set. corrente + che

$$P = \frac{\gamma_r H_r^3}{\Delta^3 k_D \cot_g(d)} \quad [\text{CALC: 3P}]$$

L'USA  
DEGREE

per testata 3, varia  $k_D$  e  $L_{ex:2}$

attento se frange o no;  $\alpha = \triangle^3$ ;  $\Delta = \left(\frac{\gamma_r}{\gamma_a} - 1\right)$  con  $\gamma_a = 1,03 t/m^3$

- Firma la quota mantellata (-1) Hr e +0,9 Hr)

- Calcola lo SPESORE della mantellata:  $\pi = m \cdot k_D \left(\frac{P}{\gamma_r}\right)^{1/3}$   
 con  $m = 2$  [m. di Morati] e  $k_D = 1,04$   
 [CALC: 4R]

- Calcola la LARGHEZZA del coronamento:

Almeno 3 man, quindi  $L_{or} = 1,5 \pi (= 3 D_{50})$

\* Dimensionamento dell'anghia al piede

Un man naturale [ $\gamma_r = 2,7 t/m^3$ ] con formula — x evitare sovraccarichi

- Però minimo necessario (bedina) del quale ottieni il  $D_{m50}$

$$\frac{H_r}{D \cdot D_{m50}} = \left(0,24 \cdot \frac{d}{D_{m50}} + 1,6\right) N_{se}^{2,15} \quad [\text{CALC: 5 DN50}]$$

ipotesi  $d = 1,1 H$

Not: Vedi foglio x valori; solut. giusto sam. opera durante

Vita, stima il clam. Data Hr e Tr (ex = 200 anni) almeno certo  $N_{se}$

È consigliabile avere  $N_{50} = 2,5$  (ripulizioni ogni tot. anni), ipotizzar  
un Tr abb. alto (ex Tr = 50 anni)  $\rightarrow$  quindi escluso gravi danni.

$$\Delta = \left( \frac{\gamma'_n}{\gamma_s} - 1 \right)$$

- LARGHEZZA della berma:  $b = m \cdot k_D \left( \frac{P}{\gamma'_n} \right)^{1/3}$

Con  $\bar{P} = D_{m50}^3 \cdot \gamma'_n$   $\Rightarrow \underline{b = m \cdot k_D \cdot \left( \frac{D_{m50}^3 \cdot \gamma'_n}{\gamma'_n} \right)^{1/3} = m \cdot k_D \cdot D_{m50} \text{ [CNC: GBE]}}$

Con  $m=3$  [almeno 3 metri],  $k_D = 1,15$ ,  $\gamma'_n = 2,7 \text{ t/m}^3$  / Perforazione:  $\bar{P} \approx 350$

\* Dimensionamento Morati filtro

2 Morati di mani naturali però  $P' = P/10$  metri  $L = m \cdot k_D \cdot \left( \frac{P'}{\gamma'_n} \right)^{1/3}$   
Con  $m=2$  e  $k_D = 1,15$  [CNC: 7FIL]

\* Mantellata in mani naturali

$F_{max} = 10 \text{ t} \Rightarrow$  det. da d. uel ( $k_D = 4$  zona m. frang.),  $C_{ext} \text{ cl.} = 3$  Cext pietra  
Calcola il V/L dei tetrapodi usati e stima V/L pietra [Calcola  
area:  $24 \text{ m}^2 [99+1,1] / \sin \alpha$  con  $\alpha = \arctan \left( \frac{1 \text{ m}}{2 \text{ m}} \right)$  parte inclinata + 1 coronamento  
 $\times \pi$ ]. Calcola anche filtro P/10 necessario (sempre in V/L).

# ESERCITAZIONE 6

## Verifiche di Stabilità

### \* SCORRIAMENTO

$$\frac{(M)F_r}{F_R} \geq (C_r) + 1,4$$

+ Calcolo delle forze agenti:

- Forza peso:

$P_{can} [t/m^3]$

Can. cannone rett.  $\gamma_{canone} = 2,1 \cdot g \text{ kN/m}^3$ ;  $\gamma_{coronamento} = 2,3 \cdot g \text{ kN/m}^3$

$$A_{can} = (h' + h_c) \cdot b; A_{cor} = (h_c - h_c) \cdot b + (h_c - h_c) \frac{L_1 + L_2}{2}$$

$$P = \gamma_{can} \cdot A_{can} + \gamma_{cor} \cdot A_{cor} \quad [CALC: 1PISO] \quad (\text{immetti: } P_{can} = P_d; P_{cor} = P_r; h' = h_{ipr} \text{ etc})$$

(il risultato è in kN/m)

- Spinta di galleggiamento

$$F_g = \rho_w \cdot g \cdot b \cdot h' \quad \text{con } \rho_w = 1,03 \text{ t/m}^3 \quad [CALC: 2FG] \quad (\text{sempre in kN/m})$$

Verifica che  $F_R > 2 \cdot F_g$

- Spinta sul paramento verticale lato mare (fase di RESTA)  $+ U_{acc} \cdot \gamma_{15} \times \text{calco}$

↳ Verifica se moto molare non è prevalgente:  $d > H_{1/100}$  con  $H_{1/100} = 1,67 \text{ m}$

Se no, usiamo Saint Venant (con  $H_{1/20} = 1,4 \text{ m}$ ):

$$\bullet \quad p_1 = \gamma_w \left( d + \frac{H_{1/20}}{\cosh(hd)} \right) \frac{\gamma^*}{d + \gamma^*} \quad [kN/m^2 = kPa] \quad [CALC: 4P1]$$

$$\text{con } \gamma^* = H_{1/20} + \frac{\pi H_{1/20}^2}{L} \frac{1}{\tanh(hd)} \quad [CALC: 3ETAS] \quad \left( L = 1,56 T^2 \cdot g^{1/3} \cdot h \left( \frac{2V_d}{T \cdot h} \right) \right)$$

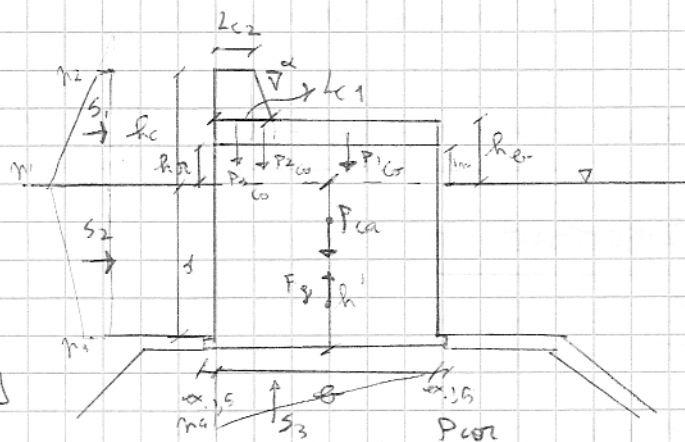
$$[Se \gamma^* < h_c \text{ la distrib. delle } p. \text{ è triangolare e } S_1 = \frac{\gamma_1 \cdot \gamma^*}{2}]$$

[Se  $\gamma^* > h_c$  c'è trascinamento e la pressione nella parte alta è nulla:

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{\gamma^* - h_c}{\gamma^*} \quad \text{e quindi } S_1 = \frac{(\gamma_1 + \gamma_2) \cdot h_c}{2}$$

$$\bullet \quad p_3 = \gamma_w \left( \frac{H_{1/20}}{\cosh(hd)} \right) \frac{h'}{d} - p_1 \left( \frac{h'}{d} - 1 \right) \quad [CALC: 5P3]$$

$$\text{Quindi } S_2 = \frac{(\gamma_1 + \gamma_3) \cdot d}{2}$$



- Spinte sulla base del canone:

Dimensione triangolare armonizzata  $\mu_4 = \mu_3$  (transversali alle  $h_c$ )  $\Rightarrow S_4 = \frac{\mu_4 \times b'}{2}$

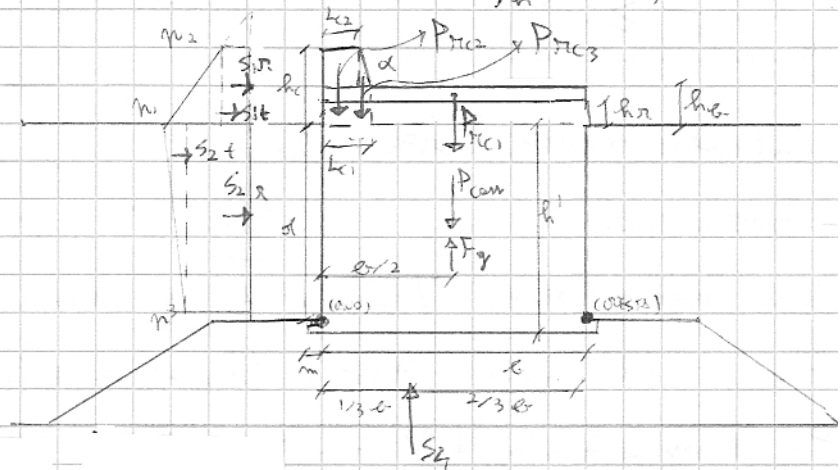
Verifica:  $F_v = P - F_g - S_4$ ;  $F_{ri} = S_1 + S_2$  (quindi poi  $\frac{MF_v}{F_{ri}} \geq 1,4$ )

### \* RIBALTAMENTO

$$\frac{M_{rr}}{F_{ri}} \geq (\alpha) + 1,5$$

Iniziativa polo a seconda meccanismo

•  $\sum P_{ri}$ :



-  $P_{can} = \gamma_{can} \times A_{can}$  [CALC. 6 PMCS] APPLICATA in  $b/2$  DA O ORIENTA

-  $P_{ri1} = \gamma_{can} \times A_{ri1}$  [CALC. 7 PMCS] APPLICATA in  $b/2$  DA O ORIENTA

-  $P_{ri2} = \gamma_{can} \times A_{ri2}$  [CALC. 8 PMCS] APPLICATA in  $b - \frac{l_{c2}}{2}$  DA O ORIENTA

-  $P_{ri3} = \gamma_{can} \times A_{ri3}$  [CALC. 9 PMCS] APPLICATA in  $b - l_{c2} - \left(\frac{l_{c1} - l_{c2}}{3}\right)$  DA O ORIENTA

•  $\sum M_{ri}$ :

-  $F_g$  (come prima) APPLICATA in  $b/2$  DA O ORIENTA

-  $S_4$  ( " " ) APPLICATA in  $\frac{2}{3}b$  DA O ORIENTA

$\rightarrow S_{e1} \gamma^* < h_c$ :  $S_{e1}$  (come prima) APPLICATA in  $\gamma^*/3 + h'$  DA O ORIENTA

$\rightarrow S_{e1} \gamma^* > h_c$ :  $S_{e1} = (\mu_1 - \mu_2) \times \frac{h_c}{2}$  APPLICATA in  $h_c/3 + h'$  DA O ORIENTA

$S_{e2} = \mu_2 \times h_c$  APPLICATA in  $h_c/2 + h'$  DA O ORIENTA

-  $S_{e3} = (\mu_1 - \mu_3) \times \frac{\alpha}{2}$  APPLICATA in  $\frac{2}{3}\alpha + (h' - \alpha)$  DA O ORIENTA

-  $S_{e4} = \mu_3 \times \alpha$  APPLICATA in  $\alpha/2 + (h' - \alpha)$  DA O ORIENTA