



Regione Autonoma della Sardegna



Comune di Santa Teresa di Gallura

## PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS):

*Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

N° ELABORATO

TITOLO:

# B

## RELAZIONE DI CALCOLO

RIF. ELABORATO: 24-027

| REVISIONI | DATA |              | OGGETTO  |
|-----------|------|--------------|----------|
|           | 00   | OTTOBRE 2024 | CONSEGNA |
| 01        |      |              |          |
| 02        |      |              |          |
| 03        |      |              |          |

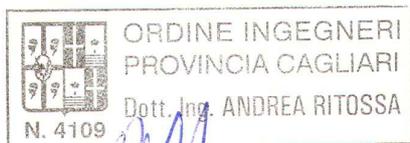
RED.: AP VER.: FP APPR.: AR

INCARICATO SVOLGIMENTO DEL SERVIZIO:

PROGETTISTA:

**ING. ANDREA RITOSSA S.R.L.**

Ing. Andrea Ritossa



COMMITTENTE:

Soc. SILENE MULTISERVIZI S.U.R.L.

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato “sottoponte”.*

## Sommario

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Premessa .....  | 2  |
| 2   | Descrizione del programma .....   | 3  |
| 3   | Normativa di riferimento .....  | 12 |
| 4   | Principi per la valutazione della sicurezza, prestazioni attese e azioni..... | 13 |
| 5   | Combinazione di carico .....  | 13 |
| 5.1 | Approcci e combinazioni utilizzati.....                                       | 16 |
| 5.2 | Azioni agenti sulla struttura .....   | 16 |
| 5.3 | Carico di banchina .....  | 17 |
| 5.4 | Tiro alla bitta .....   | 17 |
| 6   | Calcoli .....   | 18 |
| 6.1 | Dati generali .....   | 18 |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

## 1 Premessa

La presente relazione ha lo scopo di verificare se l'ipotesi di nuovo ormeggio sulla banchina di riva, sulla quale è attualmente ormeggiato il pontile N, è realizzabile.

La modifica consiste nell'eliminare il pontile esistente (pontile N) e adibire tale spazio all'ormeggio di poppa di 4 imbarcazioni aventi lunghezza fuori tutta di 18 metri e una ormeggiata all'inglese di 14 metri.

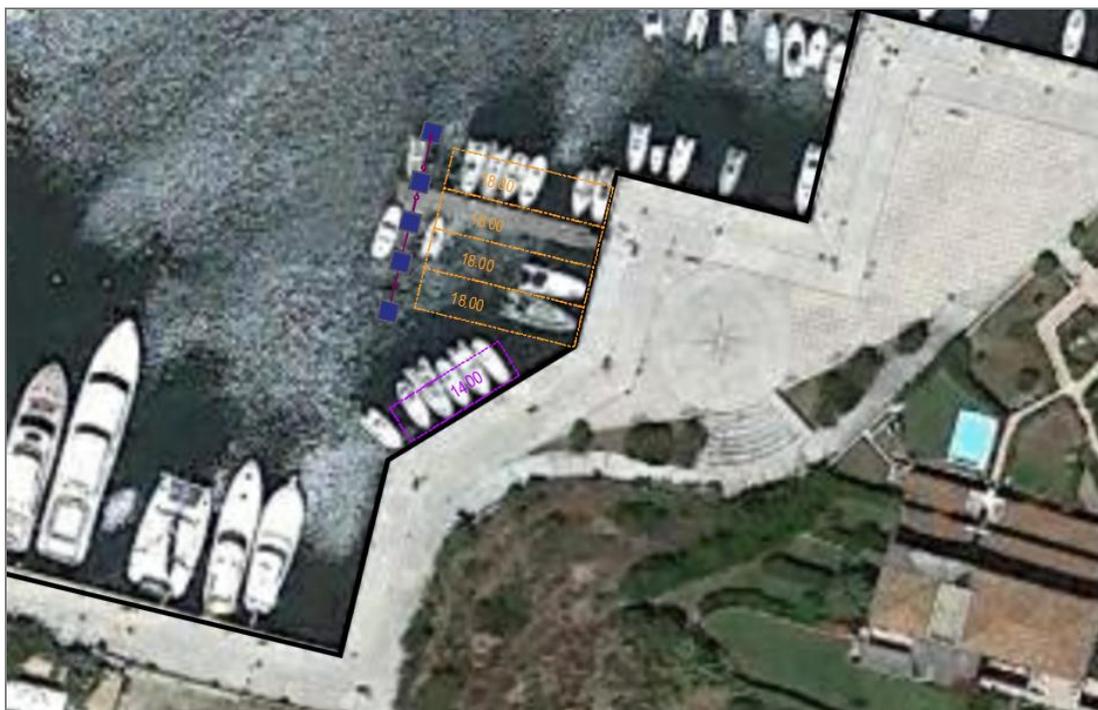


Figura 1 Inquadramento nuovo sistema di ormeggio in banchina

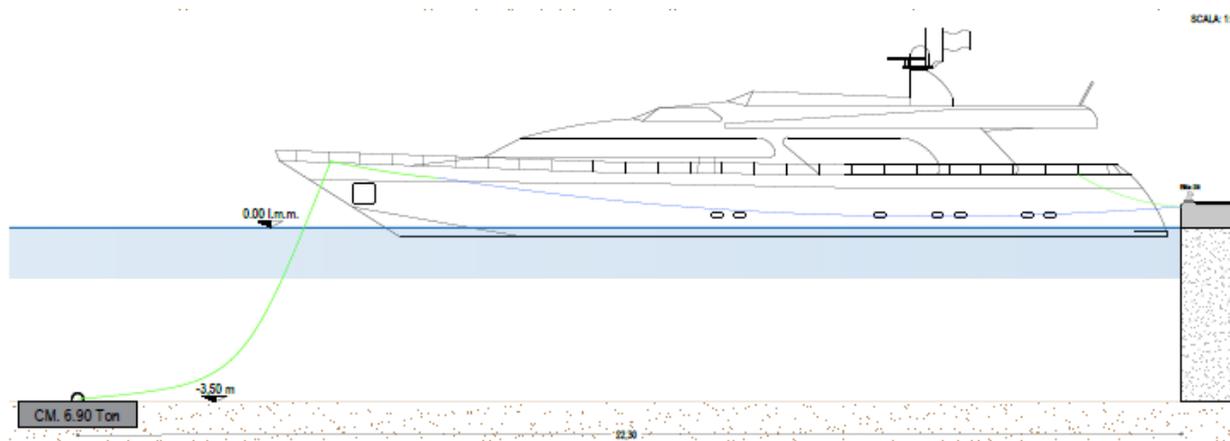


Figura 2 Sezione tipo sistema di ormeggio in banchina

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

La verifica della banchina viene eseguita con il programma di calcolo strutturale MDC della Geostru che permette di verificare la stessa a ribaltamento, scorrimento, carico limite e effettuare la verifica di stabilità globale.

## 2 Descrizione del programma

Il programma MDC esegue il calcolo dei muri di sostegno secondo le seguenti fasi:

- Calcolo delle sollecitazioni sul piano di spinta verticale a monte della fondazione;
- Verifica a
- Progetto delle armature;

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Coulomb è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3 H$  di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_a$ :

$d < (b - \varphi - e)$  secondo Muller-Breslau

$g_t$  = Peso unità di volume del terreno;

$b$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

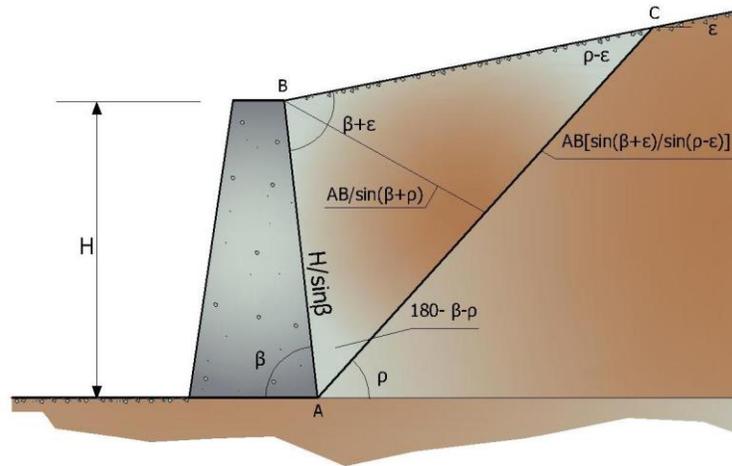
$j$  = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$d$  = Angolo di attrito terra-muro;

$e$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

$H$  = Altezza della parete.

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se  $e = d = 0$  e  $b = 90^\circ$  (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta  $S_t$  si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di  $K_a$  di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Mononobe & Okabe riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo  $\varepsilon$ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo  $\beta$ , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità  $\vartheta$  tale che:

$$\tan\vartheta = \left( \frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$  nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. I valori del coefficiente  $\beta_m$  possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di  $\beta_m$  incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

$a_{\max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

$S$  = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

$a_{gR}$  = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

$\gamma_I$  = Fattore di importanza;

$S$  = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$  è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $k_v$  è definito in funzione di  $k_h$ , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica  $Z_c$  come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_a}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \epsilon)}}{\gamma}$$

dove

$Q$  = Carico agente sul terrapieno.

Se  $Z_c < 0$  è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a  $H/2$ .

Carico uniforme sul terrapieno

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

Un carico Q, uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a  $S_q$ :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad  $H/2$ , avendo indicato con  $K_a$  il coefficiente di spinta attiva secondo Muller-Breslau.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

H= Altezza muro;

$k_v$ = Coefficiente sismico verticale;

g= Peso per unità di volume del terreno;

K= Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

$E_{ws}$ = Spinta idrostatica dell'acqua;

$E_{wd}$ = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica  $E_{wd} = 0$ , ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo  $\vartheta$  della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z, sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $g_t$  con  $g'_t$  ( $g'_t = g_{\text{saturo}} - g_w$ ), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di  $\delta$  pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di  $K_p$  secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B \cdot L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

$c_u$  = Coesione non drenata;

$q$  = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

$s_c$  = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right)$  per fondazioni rettangolari, il valore di  $s_c$  viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

$d_c$  = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$  con  $K = \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} \leq 1$  altrimenti  $K = \arctan \frac{D}{B}$

$i_c$  = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

$A_f$  = Area efficace della fondazione;

$c_a$  = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'}\right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'}\right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'}\right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'}\right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

$A' = B' L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  = Coesione non drenata;

$q$  = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

$s_c$  = Fattore di forma,  $s_c = 0$  per fondazioni nastriformi;

$d_c$  = Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$i_c$  = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$A_f$  = Area efficace della fondazione;

$c_a$  = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastriforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

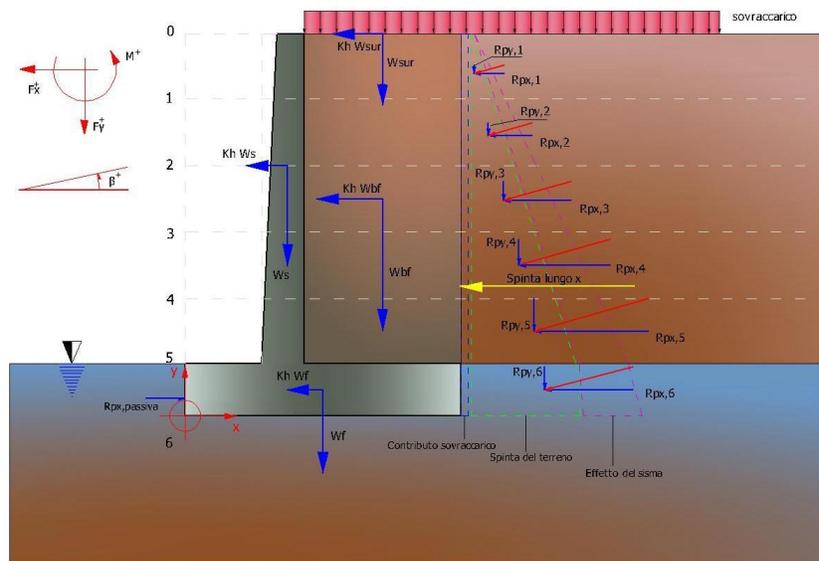
$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n-tratti.

Convenzione segni

- |                   |   |
|-------------------|---|
| Forze verticali   | positive se dirette dall'alto verso il basso; |
| Forze orizzontali | positive se dirette da monte verso valle;     |
| Coppie            | positive se antiorarie;                       |
| Angoli            | positivi se antiorari.                        |

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli riportati nella presente relazione, nonché i principi generali di progettazione, analisi e verifica, sono stati eseguiti sulla base della normativa vigente con il metodo degli stati limite per lo stato di progetto.

Si riporta di seguito l'elenco normativo utilizzato:

- D.M. 17.01.2018 – *Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5) Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- D.M. 14/01/2008: Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni. (S.O. alla G.U. n.29

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

del 04-02.08 S.G.);

- Legge 02/02/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Eurocodice 7 – “Progettazione geotecnica”

#### **4 PRINCIPI PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA, PRESTAZIONI ATTESE E AZIONI**

Le verifiche di sicurezza sono svolte secondo il metodo semi-probabilistico con l'applicazione dei coefficienti di sicurezza parziali. In base a tale metodo, ogni singola causa di incertezza, sulle sollecitazioni, sui materiali, sulle resistenze, sugli schemi di calcolo etc. viene pesata con un apposito coefficiente, detto appunto di sicurezza parziale, che è proporzionato all'influenza ed al grado di incertezza di norma attribuibili al parametro considerato.

Al fine della valutazione della sicurezza e delle prestazioni attese si assumono le seguenti posizioni.

- Vita Nominale: 50 anni
- Classe d'uso: II
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: VR =75 anni

#### **5 Combinazione di carico**

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini  $Q_{kj}$  rappresentano le azioni variabili della combinazione, con  $Q_{k1}$  azione variabile dominante e  $Q_{k2}$ ,  $Q_{k3}$ , azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante.

Le azioni variabili  $Q_{kj}$  vengono combinate con i coefficienti di combinazione  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$ , i cui valori sono forniti in tab-28 per edifici civili e industriali correnti:

| Categoria/Azione variabile  | $\psi_{0j}$ | $\psi_{1j}$ | $\psi_{2j}$ |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Categoria A Ambienti ad uso residenziale                                  | 0,7         | 0,5         | 0,3         |
| Categoria B Uffici  | 0,7         | 0,5         | 0,3         |
| Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento                         | 0,7         | 0,7         | 0,6         |
| Categoria D Ambienti ad uso commerciale                                   | 0,7         | 0,7         | 0,6         |
| Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | 1,0         | 0,9         | 0,8         |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)    | 0,7         | 0,7         | 0,6         |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)       | 0,7         | 0,5         | 0,3         |
| Categoria H Coperture   | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| Vento   | 0,6         | 0,2         | 0,0         |
| Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)                                       | 0,5         | 0,2         | 0,0         |
| Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)  | 0,7         | 0,5         | 0,2         |
| Variazioni termiche   | 0,6         | 0,5         | 0,0         |

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in tab:

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

**Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

|  |             | Coefficiente  | EQU | A1  | A2  |
|--|-------------|---------------|-----|-----|-----|
|  |             | $\gamma_F$    |     |     |     |
| Carichi permanenti $G_1$                       | Favorevoli  | $\gamma_{G1}$ | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
|  | Sfavorevoli |               | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$ | Favorevoli  | $\gamma_{G2}$ | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
|  | Sfavorevoli |               | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Azioni variabili Q                             | Favorevoli  | $\gamma_{Qi}$ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|  | Sfavorevoli |               | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Ora si passa all'analisi delle sollecitazioni sui diversi elementi che compongono la struttura.

I valori dei coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno si ricavano dalla Tabella 2.6.II NTC18.

| PARAMETRO                                    | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFF. PARZIALE $\gamma_M$ | (M1) | (M2) |
|--|---|----------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$  | $\gamma_\phi$              | 1,0  | 1,25 |
| Coesione efficace                            | $c'_k$  | $\gamma_{c'}$              | 1,0  | 1,25 |
| Resistenza non drenata                       | $c_{uk}$  | $\gamma_{cu}$              | 1,0  | 1,4  |
| Peso dell'unità di volume                    | $\gamma$  | $\gamma_\gamma$            | 1,0  | 1,0  |

I coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei muri di sostegno si ricavano dalla tabella 6.5.1 NTC18

| Verifica                           | Coefficiente parziale (R3) |
|------------------------------------|----------------------------|
| Capacità portante della fondazione | $\gamma_R = 1,4$           |
| Scorrimento                        | $\gamma_R = 1,1$           |
| Ribaltamento                       | $\gamma_R = 1,15$          |
| Resistenza del terreno a valle     | $\gamma_R = 1,4$           |

In ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 17 Gennaio 2018, nelle verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (combinazione sismica), i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono stati assunti unitari. Per le resistenze di progetto sono stati assunti i coefficienti  $\gamma_R$  riportati nella tabella seguente:

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

| Verifica                       | Coefficiente parziale $\gamma_R$ |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Carico limite                  | 1,2                              |
| Scorrimento                    | 1,0                              |
| Ribaltamento                   | 1,0                              |
| Resistenza del terreno a valle | 1,2                              |

Tenendo conto della destinazione d'uso delle opere sono stati considerati i seguenti coefficienti di combinazione:

| Categoria/Azione variabile | $\psi_{0j}$ | $\psi_{2j}$ |
|----------------------------|-------------|-------------|
| Sovraccarico di banchina   | 0.7         | 0.3         |
| Tiro alla bitta            | 0.6         | 0           |

Ai fini dei calcoli si considera la combinazione di carico peggiore, con il tiro delle bitte come azione variabile dominante.

### 5.1 Approcci e combinazioni utilizzati

Nel presente progetto sono stati utilizzati:

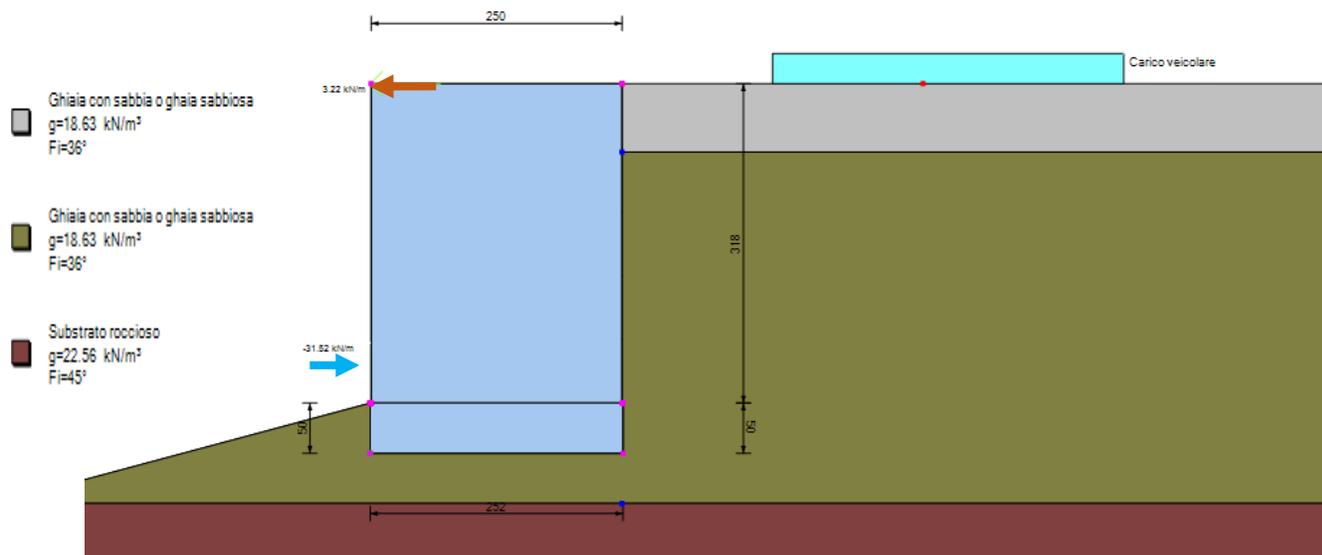
- per la verifica geotecnica delle strutture la combinazione A1+M1+R3;
- per la verifica della stabilità globale delle opere: A2+M2+R2.

Nell'ambito delle verifiche in condizioni sismiche si ricorda che le azioni vengono combinate senza amplificare i carichi permanenti ed utilizzando il coefficiente di combinazione per gli eventuali carichi variabili, come previsto dalle NTC18.

## 6 Azioni agenti sulla struttura

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

La banchina in oggetto è soggetta, oltre alla spinta del terreno a tergo, al sovraccarico stradale, all'acqua in falda e al tiro delle bitte.



## 6.1 Carico di banchina

Sul retro banchina è presente un piazzale che assolve alla funzione di transito e parcheggio di autovetture, ad uso esclusivo di chi ormeggia su tali banchinamenti. Il valore del sovraccarico accidentale di banchina è stato considerato pari a  $15 \text{ KN/m}^2$ .

## 6.2 Tiro alla bitta

Il tiro alla bitta considerato è preso nella sua condizione più sfavorevole di vento agente da NW e agente sulla superficie laterale dell'imbarcazione.

Le imbarcazioni ormeggiano di poppa, pertanto il tiro agente sull'imbarcazione verrà ridistribuito sulla banchina di riva e sul corpo morto presente a prua, al fine di metterci nella condizione più gravosa si considera il corpo morto non agente e pertanto l'intero tiro si ipotizza agente sulla sola banchina, pertanto:

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

|                                 |                                |                   |                                    |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------------|---|--------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|-----------|--|
| Dimensione imbarcazione         | 18,00                          | m                 |                                    |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
| Area frontale - VENTO           | 16,50                          | m <sup>2</sup>    |                                    |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
| Area frontale - CORRENTE        | 9,75                           | m <sup>2</sup>    |                                    |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
| Area laterale - VENTO           | 60,00                          | m <sup>2</sup>    |                                    |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
| Area laterale - CORRENTE        | 31,00                          | m <sup>2</sup>    |                                    |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
| SOLLECITAZIONE LATERALE - VENTO |                                |                   | SOLLECITAZIONE LATERALE - CORRENTE |   |                    |                   | SOLLECITAZIONE LATERALE - CORRENTE |                   | Tiro - KN |  |
| q                               | pressione vento                | kPa               | 0,0006                             | q | pressione corrente | kPa               | 0,6                                |                   |           |  |
| CD                              | drag coefficient               | -                 | 0,45                               |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
| v                               | velocità vento                 | m s <sup>-1</sup> | 25                                 | v | velocità corrente  | m s <sup>-1</sup> | 0,1                                |                   |           |  |
| cd                              | coeff. Esposizione             | -                 | 1                                  |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
|                                 | pressione vento m <sup>2</sup> | KN m <sup>2</sup> | 0,17                               |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
|                                 | Tiro vento                     | KN                | 10,13                              |   | Tiro vento         | KN                | 0,19                               | Fattore tiro onda | 1,00      |  |
| CS                              | Coefficiente di schermo        | 1,00              |                                    |   |                    |                   |                                    |                   | 10,31     |  |
| SF                              | Coefficiente di sicurezza      | 1,50              |                                    |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
|                                 | Tiro complessivo - KN          |                   | 15,47                              |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |
|                                 | Tiro complessivo - t           |                   | 1,58                               |   |                    |                   |                                    |                   |           |  |

$$T = 1,58 \text{ t} = 15.50 \text{ kN}$$

Nella modellazione la bitta viene considerata direttamente posizionata sulla soletta del blocco di calcestruzzo, agente perpendicolarmente alla banchina.

## 7 Calcoli

### 7.1 Dati generali

Data 07/10/2024 12:32:18  
 Condizioni ambientali Ordinarie  
 Lat./Long. [WGS84] 40.086143/8.980026

Normativa GEO:  
 D.M. 17 gennaio 2018 e CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617

Normativa STR:  
 D.M. 17 gennaio 2018 e CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617

Spinta Mononobe & Okabe

#### Dati generali muro

Altezza muro 318.0 cm  
 Spessore testa muro 250.0 cm  
 Risega muro lato valle 0.0 cm  
 Risega muro lato monte 0.0 cm  
 Sporgenza mensola a valle 1.0 cm  
 Sporgenza mensola a monte 1.0 cm  
 Svaso mensola a valle 0.0 cm  
 Altezza estremità mensola a valle 50.0 cm  
 Altezza estremità mensola a monte 50.0 cm

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

Classe d'uso: Classe I  
 Vita nominale: 50,0 [anni]  
 Vita di riferimento: 35,0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B  
 Categoria topografica: T1

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s <sup>2</sup> ] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O.               | 30,0                          | 0,186                     | 2,61      | 0,273        |
| S.L.D.               | 50,0                          | 0,235                     | 2,67      | 0,296        |
| S.L.V.               | 475,0                         | 0,49                      | 2,88      | 0,34         |
| S.L.C.               | 975,0                         | 0,588                     | 2,98      | 0,372        |

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe I

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O.               | 0,2232                      | 0,0         | 0,0       | 0,0         |
| S.L.D.               | 0,282                       | 0,47        | 0,0135    | 0,0068      |
| S.L.V.               | 0,588                       | 0,38        | 0,0228    | 0,0114      |
| S.L.C.               | 0,7056                      | 0,0         | 0,0       | 0,0         |

#### Caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati

Peso specifico muro 24.52 KN/m<sup>3</sup>  
 Resistenza a compressione di calcolo 9.81 N/mm<sup>2</sup>  
 Resistenza a trazione di calcolo 1 N/mm<sup>2</sup>

#### Stratigrafia

| Ns | Spessore strato (cm) | Inclinazione dello strato. (°) | Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> ) | Angolo di resistenza a taglio (°) | Coesione (kPa) | Angolo di attrito terra muro (°) | Presenza di falda (Si/No) | Litologia | Descrizione                         |
|----|----------------------|--------------------------------|---|-----------------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------------|
| 1  | 68                   | 0                              | 18.63                                     | 36                                | 0.00           | 24                               | No                        |           | Ghiaia con sabbia o ghiaia sabbiosa |
| 2  | 350                  | 0                              | 18.63                                     | 36                                | 0.00           | 24                               | Si                        |           | Ghiaia con sabbia o ghiaia sabbiosa |
| 3  | 1950                 | 0                              | 22.56                                     | 45                                | 0.00           | 30                               | Si                        |           | Substrato roccioso                  |

#### Carichi concentrati

| Descrizione | Posizione x (cm) | Posizione y (cm) | Fx (kN/m) | Fy (kN/m) | Mz (kNm/m) |
|-------------|------------------|------------------|-----------|-----------|------------|
| Tiro bitta  | 0.0              | 368.0            | 3.22      | 0.0       | 0.0        |
| Spinta mare | 0.0              | 110.0            | -31.52    | 0.0       | 0.0        |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

Carichi distribuiti

| Descrizione      | Ascissa iniziale (cm) | Ascissa finale (cm) | Valore iniziale (kPa) | Valore finale (kPa) | Profondità (cm) |
|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| Carico veicolare | 150.0                 | 500.0               | 15.0                  | 15.0                | 0.0             |

## FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3

| Nr. | Azioni               | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1   | Peso muro            | 1.00                 |
| 2   | Spinta terreno       | 1.30                 |
| 3   | Peso terreno mensola | 1.30                 |
| 4   | Spinta falda         | 0.90                 |
| 5   | Spinta sismica in x  | 1.00                 |
| 6   | Spinta sismica in y  | 1.00                 |
| 7   | Carico veicolare     | 1.05                 |
| 8   | Tiro bitta           | 1.50                 |
| 9   | Spinta mare          | 1.00                 |

| Nr. | Parametro                   | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1   | Tangente angolo res. taglio | 1                     |
| 2   | Coesione efficace           | 1                     |
| 3   | Resistenza non drenata      | 1                     |
| 4   | Peso unità volume           | 1                     |

| Nr. | Verifica                      | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1   | Carico limite                 | 1.4                     |
| 2   | Scorrimento                   | 1.1                     |
| 3   | Partecipazione spinta passiva | 1.4                     |
|     | Ribaltamento                  | 1.15                    |

A\_Unitari+M1+RSLV

| Nr. | Azioni               | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1   | Peso muro            | 1.00                 |
| 2   | Spinta terreno       | 1.00                 |
| 3   | Peso terreno mensola | 1.00                 |
| 4   | Spinta falda         | 1.00                 |
| 5   | Spinta sismica in x  | 1.00                 |
| 6   | Spinta sismica in y  | 1.00                 |
| 7   | Carico veicolare     | 0.00                 |
| 8   | Tiro bitta           | 0.00                 |
| 9   | Spinta mare          | 0.00                 |

| Nr. | Parametro                   | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1   | Tangente angolo res. taglio | 1                     |
| 2   | Coesione efficace           | 1                     |
| 3   | Resistenza non drenata      | 1                     |
| 4   | Peso unità volume           | 1                     |

| Nr. | Verifica                      | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1   | Carico limite                 | 1.2                     |
| 2   | Scorrimento                   | 1                       |
| 3   | Partecipazione spinta passiva | 1.2                     |
|     | Ribaltamento                  | 1                       |

A\_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

| Nr. | Azioni               | Fattore combinazione |
|-----|----------------------|----------------------|
| 1   | Peso muro            | 1.00                 |
| 2   | Spinta terreno       | 1.00                 |
| 3   | Peso terreno mensola | 1.00                 |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

|   |                     |      |
|---|---------------------|------|
| 4 | Spinta falda        | 1.00 |
| 5 | Spinta sismica in x | 1.00 |
| 6 | Spinta sismica in y | 1.00 |
| 7 | Carico veicolare    | 0.00 |
| 8 | Tiro bitta          | 0.00 |
| 9 | Spinta mare         | 0.00 |

| Nr. | Parametro                   | Coefficienti parziali |
|-----|-----------------------------|-----------------------|
| 1   | Tangente angolo res. taglio | 1                     |
| 2   | Coesione efficace           | 1                     |
| 3   | Resistenza non drenata      | 1                     |
| 4   | Peso unità volume           | 1                     |

| Nr. | Verifica                      | Coefficienti resistenze |
|-----|-------------------------------|-------------------------|
| 1   | Carico limite                 | 1.2                     |
| 2   | Scorrimento                   | 1                       |
| 3   | Partecipazione spinta passiva | 1.2                     |
|     | Ribaltamento                  | 1                       |

#### A1+M1+R3 [GEO+STR]

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

|       |  |
|-------|--|
| Qi    | Quota iniziale strato (cm);                        |
| Qf    | Quota finale strato (cm);                          |
| G     | Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );         |
| Eps   | Inclinazione dello strato. (°);                    |
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°);                 |
| Delta | Angolo attrito terra muro;                         |
| c     | Coesione (kPa);                                    |
| β     | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note  | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi    | Qf    | G     | Eps | Fi   | Delta | c   | β   | Note  |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|-------|
| 368.0 | 304.4 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 304.4 | 300.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 300.0 | 240.8 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 240.8 | 177.2 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 177.2 | 113.6 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 113.6 | 110.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 110.0 | 50.0  | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

|          |   |
|----------|---|
| μ        | Angolo di direzione della spinta.                                 |
| Ka       | Coefficiente di spinta attiva.                                    |
| Kd       | Coefficiente di spinta dinamica.                                  |
| Dk       | Coefficiente di incremento dinamico.                              |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.       |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ    | Ka   | Kd  | Dk  | Kax  | Kay | Dkx | Dky |
|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

|      |      |     |     |      |     |     |     |
|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

|          |  |       |       |      |        |        |
|----------|--|-------|-------|------|--------|--------|
| Qi       | Quota iniziale strato (cm)                             |       |       |      |        |        |
| Qf       | Quota finale strato (cm)                               |       |       |      |        |        |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);       |       |       |      |        |        |
| Z(Rpx)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |       |       |      |        |        |
| Z(Rpy)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |       |       |      |        |        |
|          | Qi   | Qf    | Rpx   | Rpy  | z(Rpx) | z(Rpy) |
| 1        | 368.0  | 304.4 | 2.33  | 1.04 | 331.41 | 331.41 |
| 2        | 304.4  | 300.0 | 0.24  | 0.11 | 302.18 | 302.18 |
| 3        | 300.0  | 240.8 | 5.26  | 1.65 | 266.69 | 269.25 |
| 4        | 240.8  | 177.2 | 10.06 | 2.2  | 206.59 | 207.93 |
| 5        | 177.2  | 113.6 | 14.62 | 2.65 | 143.75 | 144.51 |
| 6        | 113.6  | 110.0 | 0.96  | 0.16 | 111.8  | 111.8  |
| 7        | 110.0  | 50.0  | 18.22 | 2.93 | 78.89  | 79.33  |

#### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

|        |                                      |     |        |       |       |
|--------|--------------------------------------|-----|--------|-------|-------|
| Py     | Peso del muro (kN);                  |     |        |       |       |
| Px     | Forza inerziale (kN);                |     |        |       |       |
| Xp, Yp | Coordinate baricentro dei pesi (cm); |     |        |       |       |
|        | Quota                                | Px  | Py     | Xp    | Yp    |
|        | 304.4                                | 0.0 | 38.98  | 126.0 | 336.2 |
|        | 300.0                                | 0.0 | 41.68  | 126.0 | 334.0 |
|        | 240.8                                | 0.0 | 77.96  | 126.0 | 304.4 |
|        | 177.2                                | 0.0 | 116.94 | 126.0 | 272.6 |
|        | 113.6                                | 0.0 | 155.93 | 126.0 | 240.8 |
|        | 110.0                                | 0.0 | 158.13 | 126.0 | 239.0 |
|        | 50.0                                 | 0.0 | 194.91 | 126.0 | 209.0 |

#### Sollecitazioni sul muro

|       |  |        |       |       |
|-------|--|--------|-------|-------|
| Quota | Origine ordinata minima del muro (cm). |        |       |       |
| Fx    | Forza in direzione x (kN);             |        |       |       |
| Fy    | Forza in direzione y (kN);             |        |       |       |
| M     | Momento (kNm);                         |        |       |       |
| H     | Altezza sezione di calcolo (cm);       |        |       |       |
| Quota | Fx                                     | Fy     | M     | H     |
| 304.4 | 7.16                                   | 40.02  | 2.41  | 250.0 |
| 300.0 | 7.4                                    | 42.82  | 2.59  | 250.0 |
| 240.8 | 12.65                                  | 80.76  | 6.27  | 250.0 |
| 177.2 | 22.71                                  | 121.94 | 14.52 | 250.0 |
| 113.6 | 37.33                                  | 163.57 | 30.06 | 250.0 |
| 110.0 | 38.29                                  | 165.94 | 31.22 | 250.0 |
| 50.0  | 25.0                                   | 205.64 | 36.89 | 250.0 |

#### Tensioni - Armature parete (T.A.)

|     |  |
|-----|--|
| Afv | Area dei ferri lato valle.                       |
| Afm | Area dei ferri lato monte.                       |
| sc  | Tensione calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> );      |
| sft | Tensione acciaio teso (N/mm <sup>2</sup> );      |
| sfc | Tensione acciaio compresso (N/mm <sup>2</sup> ); |
| t   | Tensione tangenziale (N/mm <sup>2</sup> );       |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

| Afv       | Afm       | sc   | sft  | sfc | t    |
|-----------|-----------|------|------|-----|------|
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.02 | 0.01 | 0.0 | 0.0  |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.02 | 0.01 | 0.0 | 0.0  |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.04 | 0.03 | 0.0 | 0.01 |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.06 | 0.03 | 0.0 | 0.01 |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.09 | 0.04 | 0.0 | 0.02 |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.1  | 0.04 | 0.0 | 0.02 |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.12 | 0.05 | 0.0 | 0.01 |

## VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (252,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (252,0/368,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

### Discretizzazione terreno

|       |  |
|-------|--|
| Qi    | Quota iniziale strato (cm);                        |
| Qf    | Quota finale strato (cm);                          |
| G     | Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );         |
| Eps   | Inclinazione dello strato. (°);                    |
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°);                 |
| Delta | Angolo attrito terra muro;                         |
| c     | Coesione (kPa);                                    |
| β     | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note  | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi    | Qf    | G     | Eps | Fi   | Delta | c   | β   | Note  |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|-------|
| 368.0 | 304.4 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 304.4 | 300.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 300.0 | 240.8 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 240.8 | 177.2 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 177.2 | 113.6 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 113.6 | 50.0  | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 50.0  | 0.0   | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

|          |   |
|----------|---|
| μ        | Angolo di direzione della spinta.                                 |
| Ka       | Coefficiente di spinta attiva.                                    |
| Kd       | Coefficiente di spinta dinamica.                                  |
| Dk       | Coefficiente di incremento dinamico.                              |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.       |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ    | Ka   | Kd  | Dk  | Kax  | Kay  | Dkx | Dky |
|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1  | 0.0 | 0.0 |

### Spinte risultanti e punto di applicazione

|    |                            |
|----|----------------------------|
| Qi | Quota iniziale strato (cm) |
| Qf | Quota finale strato (cm)   |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

|   | Qi    | Qf    | Rpx   | Rpy  | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 368.0 | 304.4 | 2.12  | 1.54 | 331.41 | 331.41 |
| 2 | 304.4 | 300.0 | 0.22  | 0.16 | 302.18 | 302.18 |
| 3 | 300.0 | 240.8 | 4.92  | 2.45 | 266.51 | 269.25 |
| 4 | 240.8 | 177.2 | 9.61  | 3.27 | 206.53 | 207.93 |
| 5 | 177.2 | 113.6 | 14.08 | 3.93 | 143.72 | 144.51 |
| 6 | 113.6 | 50.0  | 18.56 | 4.59 | 80.52  | 81.04  |
| 7 | 50.0  | 0.0   | 17.85 | 3.78 | 24.34  | 24.7   |

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato (cm);  
 G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (kPa);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

| Qi   | Qf  | G     | Eps   | Fi   | Delta | c   | β     | Note  |
|------|-----|-------|-------|------|-------|-----|-------|-------|
| 50.0 | 0.0 | 18.63 | 180.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 180.0 | Falda |

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

| μ     | Kp  | Kpx  | Kpy   |
|-------|-----|------|-------|
| 204.0 | 2.3 | -2.1 | -0.94 |

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)  
 Qf Quota finale strato (cm)  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

|   | Qi   | Qf  | Rpx   | Rpy   | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 50.0 | 0.0 | -3.55 | -1.03 | 16.67  | 16.67  |

#### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);

|                 | Fx     | Fy    | M     |
|-----------------|--------|-------|-------|
| Spinta terreno  | 67.36  | 19.71 | 30.48 |
| Carichi esterni | -26.69 | 0.0   | -16.9 |

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

|                   |              |               |               |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|
| Peso muro         | 0.0          | 194.91        | -245.58       |
| Peso fondazione   | 0.0          | 30.89         | -38.92        |
| Sovraccarico      | 0.0          | 0.09          | -0.24         |
| Terr. fondazione  | 0.0          | 0.78          | -1.95         |
| Spinte fondazione | -3.55        | -1.03         | -0.59         |
|                   | <b>37.12</b> | <b>245.35</b> | <b>-273.7</b> |

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Momento stabilizzante | -371.04 kNm |
| Momento ribaltante    | 97.35 kNm   |

#### Verifica alla traslazione

|  |             |
|--|-------------|
| Sommatoria forze orizzontali             | 40.67 kN    |
| Sommatoria forze verticali               | 246.38 kN   |
| Coefficiente di attrito                  | 0.73        |
| Adesione                                 | 0.0 kPa     |
| Angolo piano di scorrimento              | -360.0 °    |
| Forze normali al piano di scorrimento    | 246.38 kN   |
| Forze parall. al piano di scorrimento    | 40.67 kN    |
| Resistenza terreno                       | 182.55 kN   |
| <b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>  | <b>4.08</b> |
| <b>Traslazione verificata Csd&gt;1.1</b> |             |

#### Verifica al ribaltamento

|   |             |
|---|-------------|
| Momento stabilizzante                             | -371.04 kNm |
| Momento ribaltante                                | 97.35 kNm   |
| <b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>          | <b>3.31</b> |
| <b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1.15</b> |             |

#### Carico limite verticale VESIC

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Somma forze in direzione x (Fx)        | 37.12 kN                |
| Somma forze in direzione y (Fy)        | 245.35 kN               |
| Somma momenti                          | -273.7 kNm              |
| Larghezza fondazione                   | 252.0 cm                |
| Lunghezza                              | 100.0 cm                |
| Eccentricità su B                      | 14.44 cm                |
| Peso unità di volume                   | 18.63 KN/m <sup>3</sup> |
| Angolo di resistenza al taglio         | 36.0 °                  |
| Coesione                               | 0.0 kPa                 |
| Terreno sulla fondazione               | 50.0 cm                 |
| Peso terreno sul piano di posa         | 18.63 KN/m <sup>3</sup> |
| Nq                                     | 37.75                   |
| Nc                                     | 50.59                   |
| Ng                                     | 56.31                   |
| Fattori di forma                       |                         |
| sq                                     | 1.0                     |
| sc                                     | 1.0                     |
| sg                                     | 1.0                     |
| Inclinazione carichi                   |                         |
| iq                                     | 0.72                    |
| ic                                     | 0.71                    |
| ig                                     | 0.61                    |
| Fattori di profondità                  |                         |
| dq                                     | 1.06                    |
| dc                                     | 1.09                    |
| dg                                     | 1.0                     |
| Carico limite verticale (Qlim)         | 708.25 kN               |
| <b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b> | <b>2.06</b>             |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

### Carico limite verificato $C_{sq} > 1.4$

#### Tensioni sul terreno

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Ascissa centro sollecitazione | 111.56 cm  |
| Larghezza della fondazione    | 252.0 cm   |
| x = 0.0 cm                    | 130.84 kPa |
| x = 252.0 cm                  | 63.88 kPa  |

#### Verifica sezione attacco fondazione

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Larghezza sezione        | 250,00 cm                |
| Eccentricità             | 17,94 cm                 |
| Tensione di compressione | 0,12 daN/cm <sup>2</sup> |
| Tensione di trazione     | 0,05 N/mm <sup>2</sup>   |

#### A\_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

|       |  |
|-------|--|
| Qi    | Quota iniziale strato (cm);                        |
| Qf    | Quota finale strato (cm);                          |
| G     | Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );         |
| Eps   | Inclinazione dello strato. (°);                    |
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°);                 |
| Delta | Angolo attrito terra muro;                         |
| c     | Coesione (kPa);                                    |
| β     | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note  | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi    | Qf    | G     | Eps | Fi   | Delta | c   | β   | Note  |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|-------|
| 368.0 | 304.4 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 304.4 | 300.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 300.0 | 240.8 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 240.8 | 177.2 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 177.2 | 113.6 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 113.6 | 110.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 110.0 | 50.0  | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

|          |   |
|----------|---|
| μ        | Angolo di direzione della spinta.                                 |
| Ka       | Coefficiente di spinta attiva.                                    |
| Kd       | Coefficiente di spinta dinamica.                                  |
| Dk       | Coefficiente di incremento dinamico.                              |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.       |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ    | Ka   | Kd  | Dk  | Kax  | Kay | Dkx | Dky |
|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

### Spinte risultanti e punto di applicazione

|   | Qi    | Qf    | Rpx   | Rpy  | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 368.0 | 304.4 | 0.81  | 0.36 | 325.6  | 325.6  |
| 2 | 304.4 | 300.0 | 0.12  | 0.05 | 302.18 | 302.18 |
| 3 | 300.0 | 240.8 | 3.66  | 0.86 | 264.87 | 268.71 |
| 4 | 240.8 | 177.2 | 8.5   | 1.26 | 206.05 | 207.56 |
| 5 | 177.2 | 113.6 | 13.23 | 1.6  | 143.5  | 144.27 |
| 6 | 113.6 | 110.0 | 0.89  | 0.1  | 111.79 | 111.8  |
| 7 | 110.0 | 50.0  | 17.08 | 1.84 | 78.77  | 79.17  |

### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

| Quota | Px  | Py     | Xp    | Yp    |
|-------|-----|--------|-------|-------|
| 304.4 | 0.0 | 38.98  | 126.0 | 336.2 |
| 300.0 | 0.0 | 41.68  | 126.0 | 334.0 |
| 240.8 | 0.0 | 77.96  | 126.0 | 304.4 |
| 177.2 | 0.0 | 116.94 | 126.0 | 272.6 |
| 113.6 | 0.0 | 155.93 | 126.0 | 240.8 |
| 110.0 | 0.0 | 158.13 | 126.0 | 239.0 |
| 50.0  | 0.0 | 194.91 | 126.0 | 209.0 |

### Sollecitazioni sul muro

| Quota | Fx    | Fy     | M     | H     |
|-------|-------|--------|-------|-------|
| 304.4 | 0.81  | 39.34  | -0.28 | 250.0 |
| 300.0 | 0.92  | 42.09  | -0.3  | 250.0 |
| 240.8 | 4.58  | 79.24  | 0.04  | 250.0 |
| 177.2 | 13.08 | 119.48 | 3.84  | 250.0 |
| 113.6 | 26.32 | 160.06 | 14.12 | 250.0 |
| 110.0 | 27.21 | 162.36 | 14.96 | 250.0 |
| 50.0  | 44.28 | 200.98 | 33.89 | 250.0 |

### Tensioni - Armature parete (T.A.)

| Afv | Afm | sc | sft | sfc | t |
|-----|-----|----|-----|-----|---|
|     |     |    |     |     |   |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

|           |           |      |      |     |      |
|-----------|-----------|------|------|-----|------|
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.02 | 0.02 | 0.0 | 0.0  |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.02 | 0.02 | 0.0 | 0.0  |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.03 | 0.03 | 0.0 | 0.0  |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.05 | 0.04 | 0.0 | 0.01 |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.08 | 0.05 | 0.0 | 0.01 |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.08 | 0.05 | 0.0 | 0.01 |
| 000 (0,0) | 000 (0,0) | 0.11 | 0.05 | 0.0 | 0.02 |

## VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (252,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (252,0/368,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

## Discretizzazione terreno

|       |  |
|-------|--|
| Qi    | Quota iniziale strato (cm);                        |
| Qf    | Quota finale strato (cm);                          |
| G     | Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );         |
| Eps   | Inclinazione dello strato. (°);                    |
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°);                 |
| Delta | Angolo attrito terra muro;                         |
| c     | Coesione (kPa);                                    |
| β     | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note  | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi    | Qf    | G     | Eps | Fi   | Delta | c   | β   | Note  |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|-------|
| 368.0 | 304.4 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 304.4 | 300.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 300.0 | 240.8 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 240.8 | 177.2 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 177.2 | 113.6 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 113.6 | 50.0  | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 50.0  | 0.0   | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |

## Coefficienti di spinta ed inclinazioni

|          |   |
|----------|---|
| μ        | Angolo di direzione della spinta.                                 |
| Ka       | Coefficiente di spinta attiva.                                    |
| Kd       | Coefficiente di spinta dinamica.                                  |
| Dk       | Coefficiente di incremento dinamico.                              |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.       |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ    | Ka   | Kd  | Dk  | Kax  | Kay  | Dkx | Dky |
|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1  | 0.0 | 0.0 |

## Spinte risultanti e punto di applicazione

|          |  |
|----------|--|
| Qi       | Quota iniziale strato (cm)                             |
| Qf       | Quota finale strato (cm)                               |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);       |
| Z(Rpx)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

|   | Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |       |       |      |        |        |
|---|---|-------|-------|------|--------|--------|
|   | Qi  | Qf    | Rpx   | Rpy  | z(Rpx) | z(Rpy) |
| 1 | 368.0   | 304.4 | 0.74  | 0.53 | 325.6  | 325.6  |
| 2 | 304.4   | 300.0 | 0.11  | 0.08 | 302.18 | 302.18 |
| 3 | 300.0   | 240.8 | 3.48  | 1.28 | 264.68 | 268.71 |
| 4 | 240.8   | 177.2 | 8.24  | 1.87 | 206.0  | 207.56 |
| 5 | 177.2   | 113.6 | 12.91 | 2.37 | 143.49 | 144.27 |
| 6 | 113.6   | 50.0  | 17.57 | 2.88 | 80.39  | 80.87  |
| 7 | 50.0  | 0.0   | 17.11 | 2.57 | 24.29  | 24.66  |

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

|       |  |
|-------|--|
| Qi    | Quota iniziale strato (cm);                        |
| Qf    | Quota finale strato (cm);                          |
| G     | Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );         |
| Eps   | Inclinazione dello strato. (°);                    |
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°);                 |
| Delta | Angolo attrito terra muro;                         |
| c     | Coesione (kPa);                                    |
| β     | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note  | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi   | Qf  | G     | Eps   | Fi   | Delta | c   | β     | Note  |
|------|-----|-------|-------|------|-------|-----|-------|-------|
| 50.0 | 0.0 | 18.63 | 180.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 180.0 | Falda |

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

|          |  |
|----------|--|
| μ        | Angolo di direzione della spinta.                                |
| Kp       | Coefficiente di resistenza passiva.                              |
| Kpx, Kpy | Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva. |

| μ     | Kp  | Kpx  | Kpy   |
|-------|-----|------|-------|
| 204.0 | 2.3 | -2.1 | -0.94 |

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

|          |  |
|----------|--|
| Qi       | Quota iniziale strato (cm)                             |
| Qf       | Quota finale strato (cm)                               |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);       |
| Z(Rpx)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

|   | Qi   | Qf  | Rpx   | Rpy   | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|------|-----|-------|-------|--------|--------|
| 1 | 50.0 | 0.0 | -3.55 | -1.03 | 16.67  | 16.67  |

#### Sollecitazioni totali

|    |                            |
|----|----------------------------|
| Fx | Forza in direzione x (kN); |
| Fy | Forza in direzione y (kN); |
| M  | Momento (kNm);             |

|                 | Fx    | Fy     | M       |
|-----------------|-------|--------|---------|
| Spinta terreno  | 60.16 | 11.58  | 36.54   |
| Peso muro       | 0.0   | 194.91 | -245.58 |
| Peso fondazione | 0.0   | 30.89  | -38.92  |
| Sovraccarico    | 0.0   | 0.0    | 0.0     |

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".*

|                   |              |               |                |
|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Terr. fondazione  | 0.0          | 0.6           | -1.5           |
| Spinte fondazione | -3.55        | -1.03         | -0.59          |
|                   | <b>56.61</b> | <b>236.94</b> | <b>-250.05</b> |

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| Momento stabilizzante | -315.18 kNm |
| Momento ribaltante    | 65.13 kNm   |

#### Verifica alla traslazione

|  |             |
|--|-------------|
| Sommatoria forze orizzontali             | 60.16 kN    |
| Sommatoria forze verticali               | 237.97 kN   |
| Coefficiente di attrito                  | 0.73        |
| Adesione                                 | 0.0 kPa     |
| Angolo piano di scorrimento              | -360.0 °    |
| Forze normali al piano di scorrimento    | 237.97 kN   |
| Forze parall. al piano di scorrimento    | 60.16 kN    |
| Resistenza terreno                       | 176.45 kN   |
| <b>Coeff. sicurezza traslazione Csd</b>  | <b>2.93</b> |
| <b>Traslazione verificata Csd&gt;1.1</b> |             |

#### Verifica al ribaltamento

|   |             |
|---|-------------|
| Momento stabilizzante                             | -315.18 kNm |
| Momento ribaltante                                | 65.13 kNm   |
| <b>Coeff. sicurezza ribaltamento Csv</b>          | <b>4.84</b> |
| <b>Muro verificato a ribaltamento Csv&gt;1.15</b> |             |

#### Carico limite verticale VESIC

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Somma forze in direzione x (Fx)        | 56.61 kN                |
| Somma forze in direzione y (Fy)        | 236.94 kN               |
| Somma momenti                          | -250.05 kNm             |
| Larghezza fondazione                   | 252.0 cm                |
| Lunghezza                              | 100.0 cm                |
| Eccentricità su B                      | 20.46 cm                |
| Peso unità di volume                   | 18.63 KN/m <sup>3</sup> |
| Angolo di resistenza al taglio         | 36.0 °                  |
| Coesione                               | 0.0 kPa                 |
| Terreno sulla fondazione               | 50.0 cm                 |
| Peso terreno sul piano di posa         | 18.63 KN/m <sup>3</sup> |
| Nq                                     | 37.75                   |
| Nc                                     | 50.59                   |
| Ng                                     | 56.31                   |
| Fattori di forma                       |                         |
| sq                                     | 1.0                     |
| sc                                     | 1.0                     |
| sg                                     | 1.0                     |
| Inclinazione carichi                   |                         |
| iq                                     | 0.58                    |
| ic                                     | 0.57                    |
| ig                                     | 0.44                    |
| Fattori di profondità                  |                         |
| dq                                     | 1.06                    |
| dc                                     | 1.09                    |
| dg                                     | 1.0                     |
| Carico limite verticale (Qlim)         | 492.06 kN               |
| <b>Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)</b> | <b>1.73</b>             |

**Carico limite verificato Csq>1.4**

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

### Tensioni sul terreno

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| Ascissa centro sollecitazione | 105.54 cm  |
| Larghezza della fondazione    | 252.0 cm   |
| x = 0.0 cm                    | 139.84 kPa |
| x = 252.0 cm                  | 48.21 kPa  |

### Verifica sezione attacco fondazione

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Larghezza sezione        | 250,00 cm                |
| Eccentricità             | 16,86 cm                 |
| Tensione di compressione | 0,11 daN/cm <sup>2</sup> |
| Tensione di trazione     | 0,05 N/mm <sup>2</sup>   |

### A\_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

### CALCOLO SPINTE

#### Discretizzazione terreno

|       |  |
|-------|--|
| Qi    | Quota iniziale strato (cm);                        |
| Qf    | Quota finale strato (cm);                          |
| G     | Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );         |
| Eps   | Inclinazione dello strato. (°);                    |
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°);                 |
| Delta | Angolo attrito terra muro;                         |
| c     | Coesione (kPa);                                    |
| β     | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note  | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi    | Qf    | G     | Eps | Fi   | Delta | c   | β   | Note  |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|-------|
| 368.0 | 304.4 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 304.4 | 300.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 300.0 | 240.8 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 240.8 | 177.2 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 177.2 | 113.6 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 113.6 | 110.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 110.0 | 50.0  | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

|          |   |
|----------|---|
| μ        | Angolo di direzione della spinta.                                 |
| Ka       | Coefficiente di spinta attiva.                                    |
| Kd       | Coefficiente di spinta dinamica.                                  |
| Dk       | Coefficiente di incremento dinamico.                              |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.       |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ    | Ka   | Kd  | Dk  | Kax  | Kay | Dkx | Dky |
|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

Qi Quota iniziale strato (cm)  
 Qf Quota finale strato (cm)  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

|   | Qi    | Qf    | Rpx   | Rpy  | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 368.0 | 304.4 | 0.81  | 0.36 | 325.6  | 325.6  |
| 2 | 304.4 | 300.0 | 0.12  | 0.05 | 302.18 | 302.18 |
| 3 | 300.0 | 240.8 | 3.66  | 0.86 | 264.87 | 268.71 |
| 4 | 240.8 | 177.2 | 8.5   | 1.26 | 206.05 | 207.56 |
| 5 | 177.2 | 113.6 | 13.23 | 1.6  | 143.5  | 144.27 |
| 6 | 113.6 | 110.0 | 0.89  | 0.1  | 111.79 | 111.8  |
| 7 | 110.0 | 50.0  | 17.08 | 1.84 | 78.77  | 79.17  |

#### CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);  
 Px Forza inerziale (kN);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

| Quota | Px  | Py     | Xp    | Yp    |
|-------|-----|--------|-------|-------|
| 304.4 | 0.0 | 38.98  | 126.0 | 336.2 |
| 300.0 | 0.0 | 41.68  | 126.0 | 334.0 |
| 240.8 | 0.0 | 77.96  | 126.0 | 304.4 |
| 177.2 | 0.0 | 116.94 | 126.0 | 272.6 |
| 113.6 | 0.0 | 155.93 | 126.0 | 240.8 |
| 110.0 | 0.0 | 158.13 | 126.0 | 239.0 |
| 50.0  | 0.0 | 194.91 | 126.0 | 209.0 |

#### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

| Quota | Fx    | Fy     | M     | H     |
|-------|-------|--------|-------|-------|
| 304.4 | 0.81  | 39.34  | -0.28 | 250.0 |
| 300.0 | 0.92  | 42.09  | -0.3  | 250.0 |
| 240.8 | 4.58  | 79.24  | 0.04  | 250.0 |
| 177.2 | 13.08 | 119.48 | 3.84  | 250.0 |
| 113.6 | 26.32 | 160.06 | 14.12 | 250.0 |
| 110.0 | 27.21 | 162.36 | 14.96 | 250.0 |
| 50.0  | 44.28 | 200.98 | 33.89 | 250.0 |

#### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per  $(x_{r1}, y_{r1}) = (252, 0/0, 0)$

Piano di rottura passante per  $(x_{r2}, y_{r2}) = (252, 0/368, 0)$

Centro di rotazione  $(x_{ro}, y_{ro}) = (0, 0/0, 0)$

#### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato (cm);  
 G Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

|       |  |
|-------|--|
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°);                 |
| Delta | Angolo attrito terra muro;                         |
| c     | Coesione (kPa);                                    |
| β     | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°); |
| Note  | Nelle note viene riportata la presenza della falda |

| Qi    | Qf    | G     | Eps | Fi   | Delta | c   | β   | Note  |
|-------|-------|-------|-----|------|-------|-----|-----|-------|
| 368.0 | 304.4 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 304.4 | 300.0 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 |       |
| 300.0 | 240.8 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 240.8 | 177.2 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 177.2 | 113.6 | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 113.6 | 50.0  | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 36.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |
| 50.0  | 0.0   | 18.63 | 0.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 0.0 | Falda |

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

|          |   |
|----------|---|
| μ        | Angolo di direzione della spinta.                                 |
| Ka       | Coefficiente di spinta attiva.                                    |
| Kd       | Coefficiente di spinta dinamica.                                  |
| Dk       | Coefficiente di incremento dinamico.                              |
| Kax, Kay | Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.       |
| Dkx, Dky | Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico. |

| μ    | Ka   | Kd  | Dk  | Kax  | Kay  | Dkx | Dky |
|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 36.0 | 0.24 | 0.0 | 0.0 | 0.2  | 0.14 | 0.0 | 0.0 |
| 24.0 | 0.23 | 0.0 | 0.0 | 0.21 | 0.1  | 0.0 | 0.0 |

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

|          |  |
|----------|--|
| Qi       | Quota iniziale strato (cm)                             |
| Qf       | Quota finale strato (cm)                               |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);       |
| Z(Rpx)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |
| Z(Rpy)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |

|   | Qi    | Qf    | Rpx   | Rpy  | z(Rpx) | z(Rpy) |
|---|-------|-------|-------|------|--------|--------|
| 1 | 368.0 | 304.4 | 0.74  | 0.53 | 325.6  | 325.6  |
| 2 | 304.4 | 300.0 | 0.11  | 0.08 | 302.18 | 302.18 |
| 3 | 300.0 | 240.8 | 3.48  | 1.28 | 264.68 | 268.71 |
| 4 | 240.8 | 177.2 | 8.24  | 1.87 | 206.0  | 207.56 |
| 5 | 177.2 | 113.6 | 12.91 | 2.37 | 143.49 | 144.27 |
| 6 | 113.6 | 50.0  | 17.57 | 2.88 | 80.39  | 80.87  |
| 7 | 50.0  | 0.0   | 17.11 | 2.57 | 24.29  | 24.66  |

#### SPINTE IN FONDAZIONE

##### Discretizzazione terreno

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| Qi    | Quota iniziale strato (cm);        |
| Qf    | Quota finale strato (cm);          |
| G     | Peso unità di volume (KN/m³);      |
| Eps   | Inclinazione dello strato. (°);    |
| Fi    | Angolo di resistenza a taglio (°); |
| Delta | Angolo attrito terra muro;         |
| c     | Coesione (kPa);                    |

PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato "sottoponte".

| β    | Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);<br>Nelle note viene riportata la presenza della falda |       |       |      |       |     |       |       |  |
|------|--|-------|-------|------|-------|-----|-------|-------|--|
| β    | Note   |       |       |      |       |     |       |       |  |
| Qi   | Qf   | G     | Eps   | Fi   | Delta | c   | β     | Note  |  |
| 50.0 | 0.0  | 18.63 | 180.0 | 36.0 | 24.0  | 0.0 | 180.0 | Falda |  |

#### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.  
Kp Coefficiente di resistenza passiva.  
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

| μ     | Kp  | Kpx  | Kpy   |
|-------|-----|------|-------|
| 204.0 | 2.3 | -2.1 | -0.94 |

#### Spinte risultanti e punto di applicazione

| Qi       | Quota iniziale strato (cm)                             |     |       |       |        |        |
|----------|--|-----|-------|-------|--------|--------|
| Qf       | Quota finale strato (cm)                               |     |       |       |        |        |
| Rpx, Rpy | Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);       |     |       |       |        |        |
| Z(Rpx)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |     |       |       |        |        |
| Z(Rpy)   | Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm); |     |       |       |        |        |
|          | Qi   | Qf  | Rpx   | Rpy   | z(Rpx) | z(Rpy) |
| 1        | 50.0   | 0.0 | -3.55 | -1.03 | 16.67  | 16.67  |

#### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);  
Fy Forza in direzione y (kN);  
M Momento (kNm);

|                   | Fx           | Fy            | M              |
|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Spinta terreno    | 60.16        | 11.58         | 36.54          |
| Peso muro         | 0.0          | 194.91        | -245.58        |
| Peso fondazione   | 0.0          | 30.89         | -38.92         |
| Sovraccarico      | 0.0          | 0.0           | 0.0            |
| Terr. fondazione  | 0.0          | 0.6           | -1.5           |
| Spinte fondazione | -3.55        | -1.03         | -0.59          |
|                   | <b>56.61</b> | <b>236.94</b> | <b>-250.05</b> |

Momento stabilizzante -315.18 kNm  
Momento ribaltante 65.13 kNm

#### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -315.18 kNm  
Momento ribaltante 65.13 kNm  
**Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub> 4.84**  
**Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>>1.15**

#### Verifica sezione attacco fondazione

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Larghezza sezione        | 250,00 cm                |
| Eccentricità             | 16,86 cm                 |
| Tensione di compressione | 0,11 daN/cm <sup>2</sup> |
| Tensione di trazione     | 0,05 N/mm <sup>2</sup>   |

*PORTO TURISTICO DI SANTA TERESA DI GALLURA (SS): Intervento di sostituzione degli attuali moduli galleggianti ed estensione dei pontili E ed F, rimozione del pontile N con contestuale rimodulazione dei posti barca ed installazione di un pontile denominato “sottoponte”.*

## Indice

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Dati generali                       | .10 |
| Stratigrafia                        | .12 |
| Fattori combinazione                | .13 |
| A1+M1+R3 [GEO+STR]                  | .14 |
| 1-(Peso, Baricentro, Inerzia)       | .16 |
| 1-Armatura elevazione               | .16 |
| 1-Sollecitazioni totali             | .19 |
| 1-Verifica alla traslazione         | .20 |
| 1-Verifica al ribaltamento          | .20 |
| 1-Carico limite                     | .20 |
| 1-Tensioni sul terreno              | .21 |
| A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]         | .21 |
| 2-(Peso, Baricentro, Inerzia)       | .23 |
| 2-Armatura elevazione               | .24 |
| 2-Sollecitazioni totali             | .26 |
| 2-Verifica alla traslazione         | .27 |
| 2-Verifica al ribaltamento          | .27 |
| 2-Carico limite                     | .27 |
| 2-Tensioni sul terreno              | .28 |
| A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO] | .28 |
| 3-(Peso, Baricentro, Inerzia)       | .30 |
| 3-Sollecitazioni totali             | .33 |
| 3-Verifica al ribaltamento          | .34 |
| Indice                              | .35 |