

Considerando l'interasse dei pali pari a 0,90m e ripartendo le sollecitazioni sulle due file si ottengono in definitiva le sollecitazioni massime sul singolo palo:

$$M_{sd} = 0,9 * M_{max} / 2 = 0,9 * 648,16 / 2 = 291,7 \text{ kN*m}$$

Si esegue la verifica a presso-flessione con il metodo delle tensioni ammissibili. Alla sezione circolare armata con 16Ø26 si applica il momento flettente e lo sforzo normale minimo pari al peso proprio del palo calcolato alla profondità di massimo momento flettente:

$N \cong 125 \text{ kN}$ (a quota -10m circa)

$M \cong 292 \text{ kNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: VERIFICA PALI_PROG SIMUL

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Paratia GNAM - Progetto simulato

Sezione circolare cava

- Raggio esterno: 40 [cm]
- Raggio interno: 0 [cm]
- N° barre uguali: 16
- Diametro barre: 2,6 [cm]
- Copriferro (baric.): 7 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} : 0 125 kN

M_{xEd} : 0 292 kNm

M_{yEd} : 0 0

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN: 0 yN: 0

Metodo di calcolo

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

Materiali

FeB38k C20/25

- ϵ_{su} : 67,5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
- f_{yd} : 326,1 N/mm² ϵ_{cu} : 3,5 ‰
- E_s : 200.000 N/mm² f_{cd} : 11,33
- E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0,8
- ϵ_{syd} : 1,631 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 8,5
- $\sigma_{s,adm}$: 215 N/mm² τ_{co} : 0,5333
- τ_{c1} : 1,686

σ_c : -6,804 N/mm²

σ_s : 156,1 N/mm²

ϵ_s : 0,7805 ‰

d: 73 cm

x: 28,86 x/d: 0,3953

δ : 0,9342

Vertici: 50

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Dai risultati delle verifiche si evince che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio risultano inferiori alle tensioni ammissibili; pertanto la sezione risulta verificata.

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – I° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 16/222

2. ANALISI E VERIFICHE

2.1 Stati limite di progetto

Le analisi sono state sviluppate con riferimento ai seguenti stati limite di verifica secondo le prescrizioni del nuovo DM 14-01-2008 applicate alla paratia oggetto della presente relazione:

- SLE (condizione di esercizio):
 - Valutazione degli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante al fine di valutarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti.
- SLU di tipo geotecnico (GEO):
 - Collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
 - Collasso per carico limite verticale;
 - Instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
 - Instabilità del fondo scavo per sollevamento;
 - Instabilità globale dell'insieme terreno-opera.
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

2.2 Combinazioni di carico

Le suddette verifiche sono state condotte adottando le seguenti combinazioni di coefficienti ed in particolare impiegando per gli SLU l'Approccio 1 (nelle due combinazioni comb.1 e comb.2):

- **Comb. SLE** (Valutazione degli spostamenti): le analisi sono condotte considerando come valori di progetto delle azioni esterne e dei parametri geotecnici i loro valori caratteristici A_k e M_k
- **Comb. 1 SLU (A1+M1+R1)**: le analisi sono condotte considerando i valori di

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – I° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 17/222

progetto delle azioni esterne A1 ottenuti amplificando con opportuni fattori i valori caratteristici A_k , i valori di progetto dei parametri geotecnici M1 sono pari ai valori caratteristici M_k . Le verifiche di resistenza sono condotte considerando come valori di progetto delle resistenze R1 i valori caratteristici R_k ;

- **Comb. 2 SLU (A2+M2+R1):** le analisi sono condotte considerando i valori di progetto delle azioni esterne A2 ottenuti amplificando con opportuni fattori i valori caratteristici A_k , i valori di progetto dei parametri geotecnici M1 sono ottenuti riducendo con opportuni fattori i valori caratteristici M_k . Le verifiche di resistenza sono condotte considerando come valori di progetto delle resistenze R1 i valori caratteristici;

Nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II 6.5.I delle NTC, di seguito riportate, sono riassunti i coefficienti parziali da applicare nelle varie combinazioni.

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

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – 1° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 18/222

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

2.3 Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) devono rispettare la condizione

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$$E_d = E \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad E_d = \gamma_E \cdot E \left[F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

con $\gamma_E = \gamma_F$, e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando le combinazioni definite in precedenza.

In generale per le verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO), la condizione più gravosa si ottiene con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – I° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 19/222

coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti γ_R sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto della spinta attiva è maggiore, e quello della resistenza passiva è minore, dei corrispondenti valori caratteristici. Le azioni di progetto E_d sono le risultanti o i momenti risultanti delle forze sulla paratia che producono il cinematismo di collasso ipotizzato, mentre le resistenze di progetto R_d sono le risultanti o i momenti risultanti delle forze che vi si oppongono.

Per le verifiche strutturali (STR) la condizione più sfavorevole si ottiene dalla Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1. In questo caso, i coefficienti parziali amplificativi delle azioni possono applicarsi direttamente alle sollecitazioni, calcolate con i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze. In particolare, le sollecitazioni devono calcolarsi portando in conto, anche in maniera semplificata, l'interazione fra paratia e terreno, operando su configurazioni che rispettino l'equilibrio e la compatibilità con il criterio di resistenza. Dato che i coefficienti parziali amplificativi delle azioni permanenti e variabili (gruppo A1) sono diversi, è necessario in genere distinguere le sollecitazioni prodotte dai carichi permanenti da quelle prodotte dai carichi variabili.

In conclusione si adotta l'Approccio 1 nelle due combinazioni:

- **Combinazione 1 (A1+M1+R1) STR**
- **Combinazione 2 (A2+M2+R1) GEO**

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I. delle NTC08.

2.4 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Nella condizione di esercizio, gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere compatibili con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza e funzionalità dei manufatti adiacenti.

Come riportato al punto C6.5.3.2 il calcolo degli spostamenti viene eseguito applicando i valori caratteristici delle azioni e dei parametri: *“I valori delle proprietà meccaniche da adoperare nell'analisi sono quelli caratteristici, e i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza sono sempre unitari”*.

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – 1° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 20/222

2.5 Metodologia di calcolo

Il calcolo “monodimensionale” della paratia è stato condotto con l’ausilio di un codice di calcolo automatico agli elementi finiti (Paratie– Ce.A.S. S.r.l.) che, con l’impiego di un metodo di calcolo iterativo, consente di modellare l’interazione terreno-struttura nella successione delle fasi di scavo e di esercizio.

Infatti, in tale codice di calcolo, l’interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidità flessionale ed il secondo con molle elasto–plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidità proporzionale al modulo di rigidità del terreno. Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni, centine) con molle dotate di opportuna rigidità.

La legge costitutiva elasto–plastica del terreno è identificata dai parametri di spinta del terreno: il terreno reagisce in modo elastico sino ai valori limite dello spostamento raggiunti i quali, la reazione corrisponde, a seconda del segno dello spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva. Si intende che gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di terreno "in quiete".

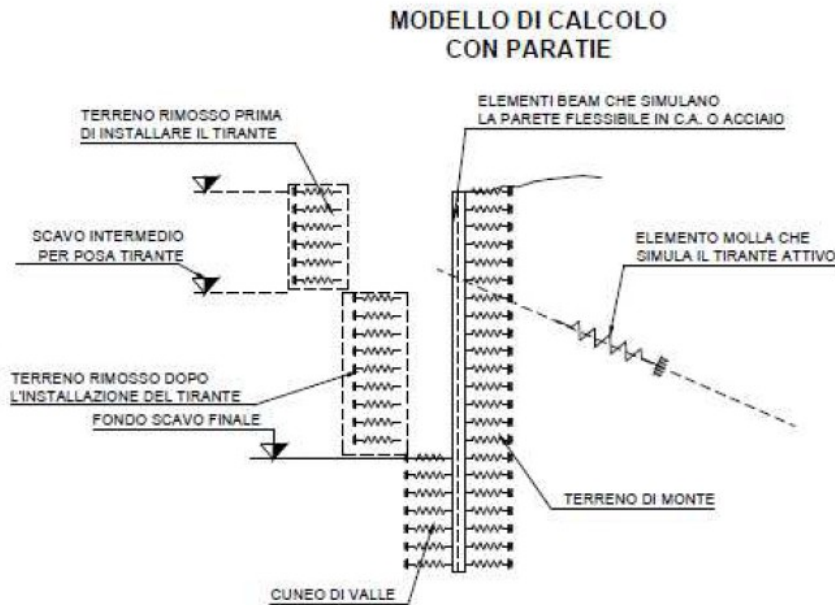
Questo modello, nella sua semplicità concettuale, derivato direttamente dal modello di Winkler, consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell’equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle fasi esecutive.

Il metodo di calcolo richiede la definizione di parametri di interazione struttura-terreno, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni e delle caratteristiche geometriche e strutturali dell’opera. Nei paragrafi seguenti si forniscono tutti i valori dei parametri assunti nella analisi.

Tutti i calcoli sono stati condotti con riferimento a condizioni di lungo termine (parametri del terreno “efficaci”) che, nel caso di esecuzione di scavi (detensionamento del terreno), conducono a risultati cautelativi sul dimensionamento delle opere di sostegno.

Il programma Paratie affronta il problema della simulazione di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili attraverso il metodo degli elementi finiti. La schematizzazione del fenomeno fisico è del tipo “Trave su suolo elastico” detto anche terreno alla Winkler.

La paratia viene rappresentata come elementi trave il cui comportamento flessionale definito dalla rigidità flessionale EJ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie.



2.6 Parametri strutturali di calcolo

Di seguito, sono riportati i principali parametri strutturali di calcolo utilizzati nelle analisi e calcolati coerentemente con le caratteristiche di progetto. In particolare, per il calcolo dello spessore equivalente della paratia, modellata come diaframma continuo equivalente, si è fatto uso della seguente espressione:

$$s_{eq} = \sqrt[3]{12 \frac{J}{i}} = \sqrt[3]{12 \frac{\pi D_p^4}{64 i}}$$

spessore di un diaframma equivalente alla paratia di pali

dove:

- | | |
|----------------|--------------------------|
| J | momento d'inerzia |
| i | interasse |
| D _p | diametro di perforazione |

Nel caso specifico è stato valutato lo spessore del diaframma equivalente alla paratia esistente ipotizzando la media tra il valore più alto dell'inerzia complessiva della paratia, ottenuto sommando alle inerzie dei singoli pali anche il momento di trasporto, ed il

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – I° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 22/222

valore più basso ottenuto sommando semplicemente le inerzie dei singoli pali.

Come si evince dalla tabella riportata nel seguito lo spessore del diaframma equivalente ottenuto è pari a 1,10m.

<u>Inerzia paratia esistente</u>			
diámetro pali	D		0,800 m
interasse pali	i		0,900 m
Area singolo palo	A		0,503 m ²
Inerzia singolo palo	J		0,020 m ⁴
<u>Senza momento di trasporto</u>			
Inerzia coppia di pali	Jtot	=2J/ i	0,045 m ⁴
spessore equivalente	s	=(12*Jtot) ^{1/3}	0,812 m
<u>Con momento di trasporto</u>			
Inerzia coppia di pali	Jtot	=2J/i + 2*A*(d ²) / i=	0,223 m ⁴
	d=		0,400 m
spessore equivalente	s	=(12*Jtot) ^{1/3}	1,389 m
spessore equivalente medio	sm=		1,101 m

Nella modellazione, a favore di sicurezza, è stato assunto un diaframma dello spessore equivalente pari ad 1,0m.

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – I° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 23/222

2.7 Definizione del carico equivalente

Nel seguito si considera, a favore di sicurezza, un carico equivalente pari a 70kN/mq pari ad un'altezza equivalente di terreno di circa 4.00m ($\gamma = 18,00\text{kN/m}^3$ dens. terreno).

Il suddetto carico equivalente tiene conto dell'effettiva altezza del pendio a monte della paratia, pari a circa 3.00m, e del sovraccarico di esercizio assunto pari a 10 kN/mq. Per la striscia unitaria di 1.0m si ottiene:

$$Q = \gamma * H + Q_{\text{sov}} = 18,00 * 3,0 + 10,00 = 54,00 + 10,00 = 64,00 \text{ kN/m} < 70,00 \text{ kN/m}$$

Nel seguito, essendo il sovraccarico di esercizio decisamente inferiore al carico permanente del pendio di terreno, per il principio di sovrapposizione degli effetti, si può impiegare il coefficiente amplificativo 1,3 per entrambe le tipologie di carico. Infatti si dimostra che il carico assunto amplificato con coeff. 1,3 è superiore al carico effettivo amplificato con i coefficienti 1,3 ed 1,5:

$$Q = 1,3 \gamma * H + 1,5 Q_{\text{sov}} = 1,3 * 18,00 * 3,0 + 1,5 * 10,00 = 1,3 * 54,00 + 1,5 * 10,00 = 85,20 \text{ kN/m} < 1,3 * 70,00 = 91,00 \text{ kN/m}$$

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – 1° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 24/222

2.8 Analisi Sismica

Nei metodi pseudo-statici l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo.

Le componenti orizzontale e verticale a_h e a_v dell'accelerazione equivalente devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, a_h può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale, $\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera e $\beta \leq 1$ è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Per le paratie si pone $a_v = 0$.

L'accelerazione di picco a_{max} è valutata come:

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

dove S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), ed a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Il valore del coefficiente α può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma di Figura 7.11.2 delle NTC.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma di Figura 7.11.3 delle NTC, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0,2$ deve assumersi $k_h = 0,2 \cdot a_{max}/g$.

Possono inoltre essere trascurati gli effetti inerziali sulle masse che costituiscono la paratia.

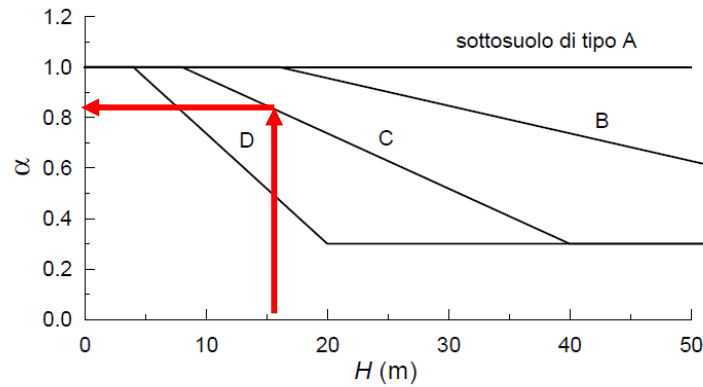


Figura 7.11.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

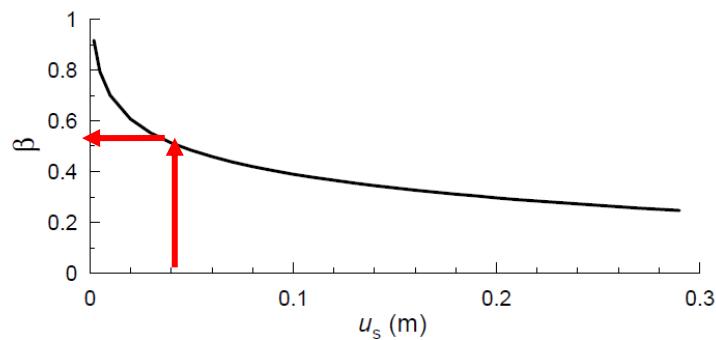


Figura 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

Nel caso specifico, facendo riferimento, a favore di sicurezza, ai valori di vita utile di 50 anni ed una classe d'uso III validi per costruzioni ordinarie, si ottiene:

$$a_g = 0,121 \text{ g} \quad (\text{coordinate } 41,9177^\circ - 12,4825^\circ)$$

$$S_S = 1,5;$$

$$S_T = 1,0;$$

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 0,121 = 0,1815 \text{ g}$$

$$\alpha \cong 0,83$$

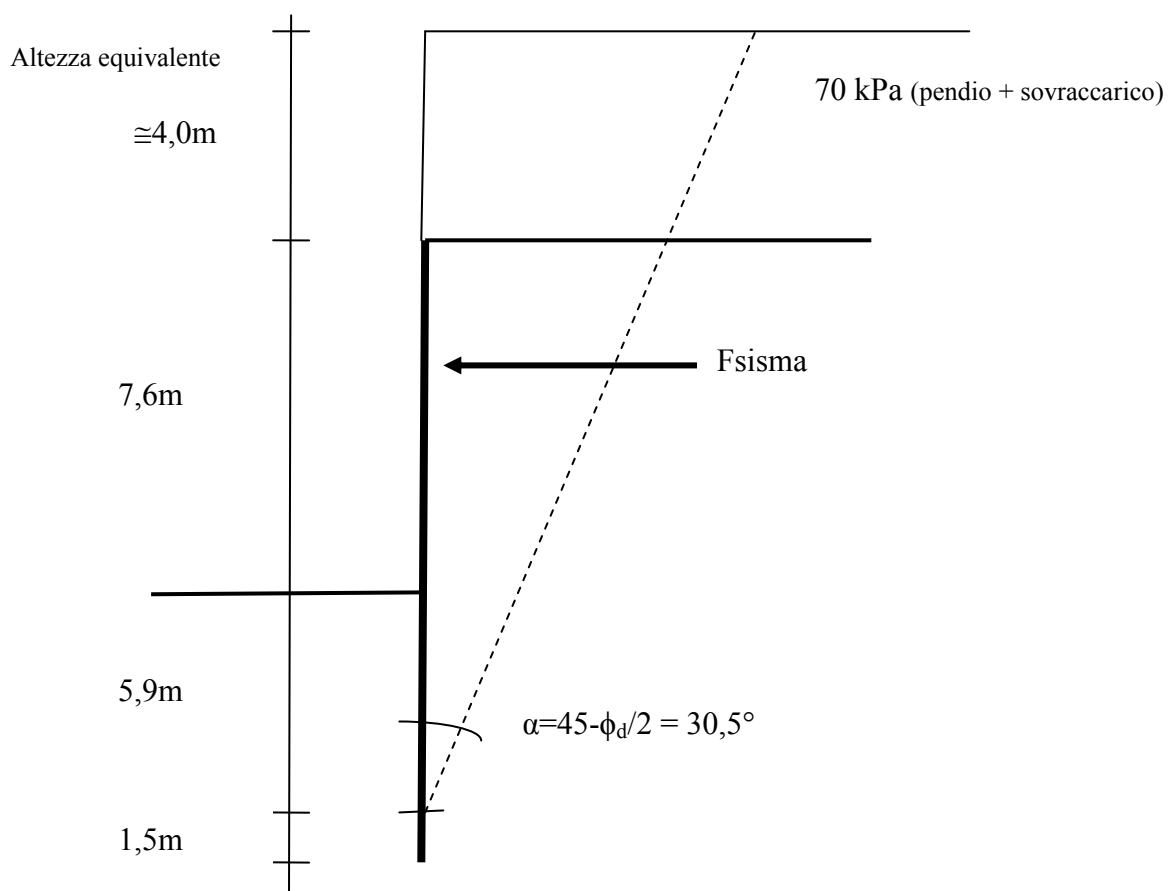
$\beta \cong 0,50$ (ipotizzando $u_s = 0,04\text{m}$ ($< 0,005 \cdot 15,0 = 0,075\text{m}$) si ottiene:

$$\alpha \cdot \beta = 0,415 > 0,2$$

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max} = 0,415 \cdot 0,1815 \cdot g = 0,075 \cdot g$$

$$k_h = 0,075$$

L'azione sismica F_{sisma} viene calcolata sulla base del seguente schema.



$$F_{\text{sisma}} = W \cdot a_h = W \cdot k_h \cdot g = (A \cdot \gamma) / g \cdot k_h \cdot g$$

Dove A rappresenta l'area del cuneo di spinta indicato nella figura tracciato a partire dal centro di rotazione situato a circa 1,5m dal fondo paratia.

LA GALLERIA	Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma Adeguamento strutturale e impiantistico e allestimento Ala Cosenza	Rev. 01
NAZIONALE	Progetto Esecutivo – I° Stralcio Demolizioni di superfetazioni e rimozioni varie	Pag. 27/222

Dunque:

$$A = \frac{1}{2} * (13,5+4)^2 * \operatorname{tg} \alpha = 90,2 \text{ m}^2$$

$$W = A * \gamma / g = 90,2 * 1800 / g = 1623,6 \text{ kN/g}$$

$$F_{\text{sisma}} = 1623,6 * 0,075 = 121,7 \cong \mathbf{122 \text{ kN}}$$

La forza sismica, calcolata per metro lineare di paratia, si considera applicata ad 1/3 dalla sommità del cuneo di spinta considerato ossia a circa 1,80 m dalla testa paratia.

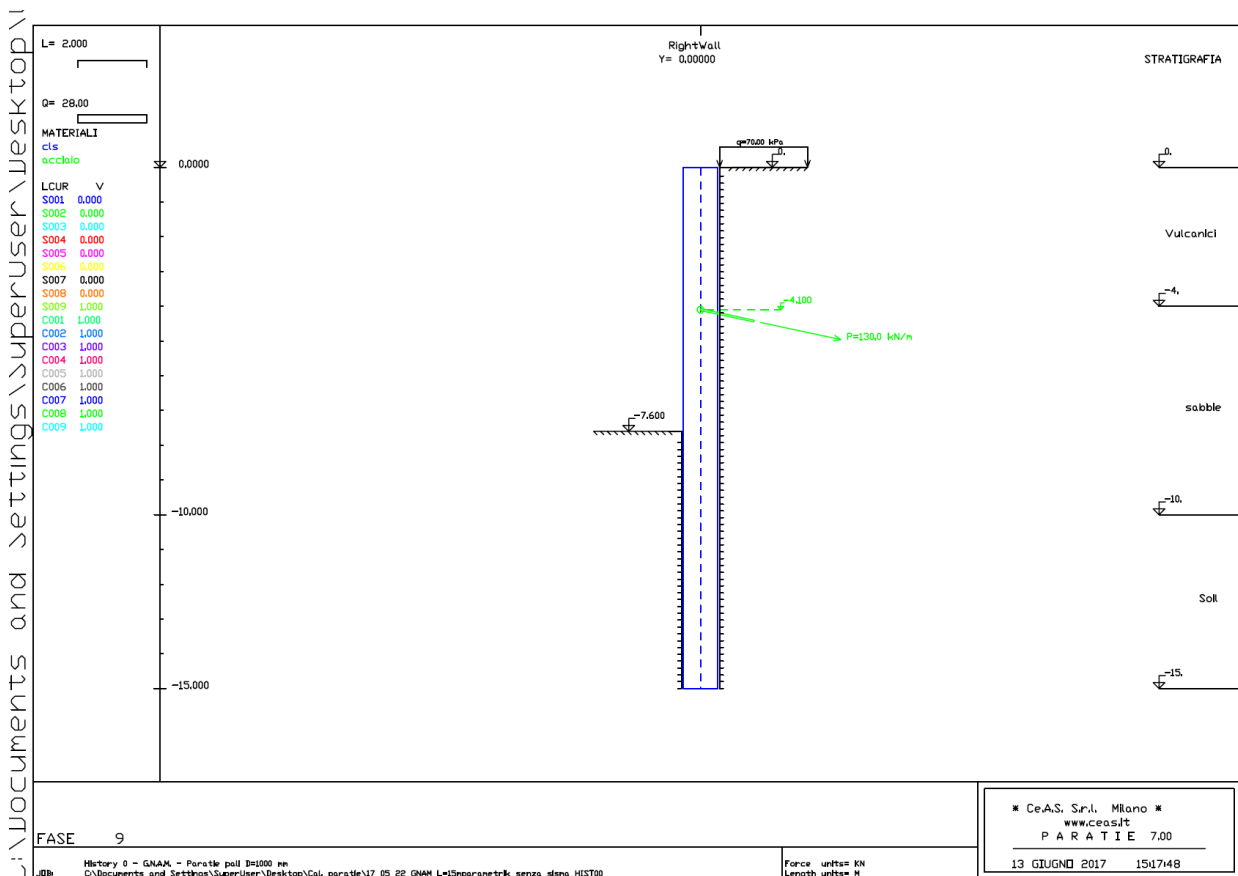
2.9 Verifiche strutturali paratia (STR)

Si esegue la verifica di resistenza della paratia determinando le sollecitazioni di calcolo e le resistenti di progetto applicando al modello matematico i valori “caratteristici” dei parametri geotecnici delle unità stratigrafiche poiché i fattori M1 descritti in precedenza risultano unitari.

2.9.1 Schema statico (condizione senza sisma)

Lo schema statico analizzato riguarda i seguenti step:

- Step 1: Condizione geostatica
- Step 2÷7: Scavo fino a quota -7,30m “stato di fatto”
- Step 8: Esecuzione tirante
- Step 9: Scavo fino a quota -7,60m “stato di progetto”
- Step 10: Scavo fino a quota -7,60 + condizione sismica



2.9.2 Schema statico (condizione con sisma)

