

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA

FA02 - Piazzale Emergenza Galleria Miglionico Imbocco Lato Ferrandina

Relazione di calcolo muro di sostegno

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	A	5	F	0	1	D	7	8	C	L	F	A	0	2	0	0	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE	Sellari	LUGLIO 2019	C.TORALDO <i>C. Toraldo</i>	LUGLIO 2019	F.GERNONE <i>F. Gernone</i>	LUGLIO 2019		Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10478

File:

n. Elab.:

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 2 DI 125

Sommario

1	INTRODUZIONE	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
3.1	CALCESTRUZZO	6
3.2	ACCIAIO	7
4	DATI GEOTECNICI DI CALCOLO	8
5	MURI DI SOSTEGNO: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE	8
5.1	AZIONI STATICHE	8
5.2	AZIONI SISMICHE	9
5.3	VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)	10
5.4	VERIFICHE DI ESERCIZIO (SLE)	14
6	ANALISI E VERIFICA MURO DI SOSTEGNO TIPO 7	15
6.1	INPUT	15
6.2	AZIONI	18
6.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	23
6.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO	27
6.5	VERIFICHE STRUTTURALI	30
7	ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 6	35
7.1	INPUT	35
7.2	AZIONI	38
7.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	42
7.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO	46
7.5	VERIFICHE STRUTTURALI	49
8	ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 5	53
8.1	INPUT	53
8.2	AZIONI	56
8.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	60
8.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO	64
8.5	VERIFICHE STRUTTURALI	67
9	ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 4	72
9.1	INPUT	72
9.2	AZIONI	75
9.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	79
9.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO	83
9.5	VERIFICHE STRUTTURALI	86
10	ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 3	90
10.1	INPUT	90
10.2	AZIONI	93
10.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	97
10.4	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO	101
10.5	VERIFICHE STRUTTURALI	104
11	ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 2	108
11.1	INPUT	108
11.2	AZIONI	111
11.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	115

	<p>Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</p>												
<p>Relazione di calcolo muro di sostegno</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA5F</td> <td>01</td> <td>D 78</td> <td>FA0200 001</td> <td>A</td> <td>3 DI 125</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA5F	01	D 78	FA0200 001	A	3 DI 125
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA5F	01	D 78	FA0200 001	A	3 DI 125								

11.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO 119

11.5 VERIFICHE STRUTTURALI.....122

	<p>Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA</p>					
<p>Relazione di calcolo muro di sostegno</p>	<p>PROGETTO IA5F</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA DOCUMENTO D 78 FA0200 001</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 4 DI 125</p>	

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione vengono descritte le verifiche ai fini del dimensionamento strutturale dei muri di sostegno della linea Ferrandina – Matera La Martella in corrispondenza del Piazzale Emergenza Galleria Miglionico Imbocco Lato Ferrandina, FA02.

Sono stati identificati un totale di 7 tipi di muro, il tipo 1 ha un paramento di altezza 1.20 m e di fatto non ha valenza strutturale per tale motivo non viene verificato.

La loro posizione planimetrica è riportata nell’elaborato IA5F-01-D-78-A9-FA0200-001-A.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA DOCUMENTO D 78 FA0200 001	REV. A	FOGLIO 5 DI 125	

2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La Normativa seguita per il dimensionamento delle opere è costituita da:

- **RFI DTC SI CS MA IFS 001 C – rev 21/12/2018:** Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- **D.M. 17 Gennaio 2018:** Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni e relativa circolare.
- **UNI EN 1997-1: Eurocodice 7** – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali;
- **UNI EN 1998-5: Eurocodice 8** – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- **EUROCODICE 2-** UNI EN 1992-1-1 Novembre 2005

2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti e ai seguenti riferimenti bibliografici:

- [D1]. R. Lancellotta, Geotecnica, Zanichelli;
- [D2]. C. Viggiani, Fondazioni, Hevelius, 1999;
- [D3]. C.R. I. Clayton, J. Milititsky, R.I. Woods, Earth Pressure and Earth Retaining Structures, 1993 (traduzione italiana a cura di M. Cecconi, G.M.B. Viggiani, La spinta delle terre e le opere di sostegno, Hevelius, 2006)

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

- Classe di resistenza C32/40 $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione ambientale XC3
- Copriferro nominale minimo 40 mm

Resistenza di calcolo del calcestruzzo per la verifica agli SLU ($\gamma_C = 1.5$):

Resistenza di calcolo a rottura per compressione:

- $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} \quad 33.2 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad 41.2 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c \quad 18.8 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

- $f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad 3.10 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm} \quad 2.17 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c \quad 1.45 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} \quad 3.72 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cfk,5\%} = 0.70 \cdot f_{cfm} \quad 2.60 \text{ N/mm}^2$
- $E_{cm} = 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} \quad 33642.8 \text{ N/mm}^2$

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

- $\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} \quad 18.26 \text{ N/mm}^2$

Massima tensione allo SLE per combinazione quasi permanente:

- $\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} \quad 13.28 \text{ N/mm}^2$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

3.2 ACCIAIO

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

- f_y , nom 450 N/mm²
- f_t , nom 540 N/mm²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella 1 – Tabella 11.3.Ib delle NTC18.

caratteristiche	requisiti	frattile (%)
tensione caratteristica di snervamento, f_{yk}	$\geq f_{y, nom}$	5.0
tensione caratteristica di rottura, f_{tk}	$\geq f_{t, nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1.15 < 1.35	10.0
$(f_y/f_{y, nom})_k$	≤ 1.25	10.0
allungamento, $(A_{gt})_k$	$\geq 7.5\%$	10.0
diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche		
$\Phi < 12$ mm	4 Φ	
$12 \leq \Phi \leq 16$ mm	5 Φ	
per $16 < \Phi \leq 25$ mm	8 Φ	
per $25 < \Phi \leq 40$ mm	10 Φ	

Tabella 1 Tabella 11.3.Ib delle NTC18.

- E_s 210000 N/mm²
- Sovrapposizioni barre $\geq 40\Phi$

Resistenza di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ($\gamma_s=1.15$):

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

- $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$ 391.3 N/mm²
- $\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s$ 0.186%

Massima tensione allo SLE:

- $\sigma_s = 0.75 f_{yk}$ 337.5 N/mm²

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

4 DATI GEOTECNICI DI CALCOLO

Il modello geotecnico del sottosuolo, impiegato nelle analisi, è stato definito a partire dai risultati delle indagini geognostiche a disposizione. Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica (IA5F-00-D-78-RB-GE0005-001)

In particolare, per il terreno di fondazione, si è considerata l'Unità Geotecnica 1b, caratterizzata dai seguenti parametri:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3;$$

$$\varphi' = 30^\circ;$$

$$c' = 2.5 \text{ kPa.}$$

Per il terreno a tergo dei muri di sostegno si è invece considerato il terreno da rilevato stardale essendo di fatto quello del piazzale, caratterizzato dai parametri si seguito:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3;$$

$$\varphi' = 35^\circ;$$

$$c' = 0 \text{ kPa.}$$

5 MURI DI SOSTEGNO: ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE

5.1 AZIONI STATICHE

La spinta del terreno a tergo dei muri viene valutata considerando uno stato limite attivo e utilizzando per la determinazione del coefficiente di spinta la formulazione proposta da Muller – Breslau, secondo cui:

$$k_A = \frac{\sin^2(\psi + \phi)}{\sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ = angolo che il paramento del muro forma con l'orizzontale;

δ = angolo di attrito terrapieno – muro assunto pari a β ;

β = angolo che il profilo del terrapieno forma con l'orizzontale;

ϕ = angolo di attrito interno del terrapieno.

Per la determinazione del coefficiente di spinta attiva si è considerata un'inclinazione nulla del terreno a monte ($\beta = 0$).

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

5.2 AZIONI SISMICHE

La teoria di Mononobe – Okabe fa uso del metodo dell'equilibrio limite e può essere considerata una estensione della teoria di Coulomb, in cui, alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno, sono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le spinte Attiva e Passiva si calcolano come:

$$S_{A/P} = \frac{1}{2} \gamma \cdot k_{A/P} \cdot h^2 \cdot (1 \mp k_v)$$

Il coefficiente $k_{A/P}$ è valutato, quindi, secondo tale formulazione, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terrapieno;

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro;

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del profilo del terrapieno;

δ = angolo di attrito terrapieno – muro;

θ = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan\theta = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$\beta \leq \phi - \theta \rightarrow k_A = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta \rightarrow k_A = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$k_P = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin\phi \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

Nel caso di accelerazione sismica solo orizzontale l'angolo θ è unico e le spinte attiva e passiva risultano univocamente determinate; viceversa le formule forniscono due distinti valori, che corrispondono alla presenza di accelerazione sismica verticale verso l'alto e verso il basso.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

5.3 VERIFICHE DI SICUREZZA (SLU)

5.3.1 VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE

Gli Stati Limite Ultimi delle opere di sostegno si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno ed al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono le opere stesse.

Per i **muri di sostegno** si considerano i seguenti Stati Limite Ultimi:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite del complesso fondazione – terreno;
- ribaltamento;
- stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno.

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza strutturale del muro.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II delle NTC18 per le azioni e i parametri geotecnici e 6.8.I delle NTC18 per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC18. Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

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	$\gamma_R = 1.4$

Tabella 2 Tabella 6.5.I delle NTC18 – Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi dei muri di sostegno.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

Verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno

Per le verifiche di stabilità, si ricorre, nell'ambito dei metodi all'equilibrio limite, ai cosiddetti metodi delle strisce. Le ipotesi alla base di questi metodi sono:

1. stato di deformazione piano;
2. arco della superficie di scorrimento alla base del concio approssimabile con la relativa corda;
3. comportamento del terreno rigido-perfettamente plastico e criterio di rottura di Mohr – Coulomb;
4. coefficiente di sicurezza FS uguale per la componente di coesione e per quella di attrito e unico per tutti i conci.

I diversi metodi poi differiscono sulle ipotesi semplificative necessarie a rendere il problema determinato; i due più diffusi sono il metodo di Fellenius ed il metodo di Bishop. Si è fatto riferimento a quest'ultimo nelle analisi effettuate.

Verifica allo scorrimento sul piano di posa

Secondo il paragrafo 6.5.3.1.1 delle NTC18, ai fini della verifica a traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva antistante il muro.

Verifica al collasso per carico limite del complesso fondazione - terreno

La capacità portante viene valutata attraverso la formula di Brinch-Hansen, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

dove:

γ = peso di volume del terreno di fondazione;

B = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico $B = B_f - 2e$);

c' = coesione del terreno di fondazione;

q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

N_y, N_c, N_q = fattori di capacità portante;

s_y, s_c, s_q = fattori di forma della fondazione;

d_y, d_c, d_q = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;

i_y, i_c, i_q = fattori di inclinazione del carico;

b_y, b_c, b_q = fattori di inclinazione della base della fondazione;

g_y, g_c, g_q = fattori di inclinazione del piano campagna.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

5.3.2 VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE

In conformità con il paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC18, l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche è stata eseguita mediante i metodi pseudo – statici.

Se la struttura può spostarsi, l'analisi pseudo – statica si esegue mediante i metodi dell'equilibrio limite. Il modello di calcolo deve comprendere l'opera di sostegno, il volume di terreno a tergo dell'opera, che si suppone in stato di equilibrio limite attivo, e gli eventuali sovraccarichi agenti sul volume suddetto.

Nell'analisi pseudo – statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g$$

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

dove

β_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 paragrafo 3.2.3.2 delle NTC18.

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

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

$$\beta_m = 0.47 \text{ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD)}$$

Nel caso di muri 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 studi specifici, 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 (paragrafo 7.11.1 delle NTC18) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni nel rispetto della condizione 6.2.1 delle NTC18, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali γ_R indicati nella Tabella 7.11.III delle NTC18.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 1.2$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1.0$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1.2$

Tabella 3 Tabella 7.11.III delle NTC18 – Coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi (SLV) dei muri di sostegno.

Per l'analisi sismica, si considera che le opere abbiano una Vita Nominale VN di 50 anni, ricadano in classe d'uso II (coefficiente d'uso CU=1.00) e, quindi hanno una Vita di Riferimento VR= VN·CU di 50 anni.

Con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), i parametri sismici sono di seguito riportati.

Categoria sismica	a_g	S_s	a_{max}/g
[-]	[-]	[-]	[-]
C	0.158	1.46	0.231

Tabella 4 Parametri sismici di riferimento.

Verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno - terreno

Anche in condizioni sismiche deve essere soddisfatta la verifica di stabilità del complesso muro – terreno con i criteri indicati al paragrafo 7.11.4 delle NTC18.

Utilizzando il metodo pseudo – statico, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente sono pari a:

$$F_h = k_h W$$

$$F_v = k_v W$$

con k_h e k_v definiti come segue (paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18):

$$k_h = \beta_s \cdot a_{max}/g$$

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

dove $\beta_s = 0.38$ è un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, relativo allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

La verifica di sicurezza deve essere effettuata con lo stesso approccio utilizzato in condizioni statiche ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e impiegando le resistenze di progetto con un coefficiente di progetto $\gamma_R = 1.2$.

5.4 VERIFICHE DI ESERCIZIO (SLE)

Per i muri a mensola in condizioni di esercizio devono essere rispettate le seguenti limitazioni per le tensioni di compressione nel calcestruzzo e di trazione nell'acciaio; va inoltre effettuata la verifica allo SLE di apertura delle fessure.

Verifica delle tensioni in esercizio

limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara) = $0.55 f_{ck}$;
- per combinazione di carico quasi permanente = $0.40 f_{ck}$;

limiti per le tensioni di trazione nel acciaio:

- per caratteristica (rara): $0.75 f_{yk}$.

Verifica per lo Stato Limite di apertura delle fessure

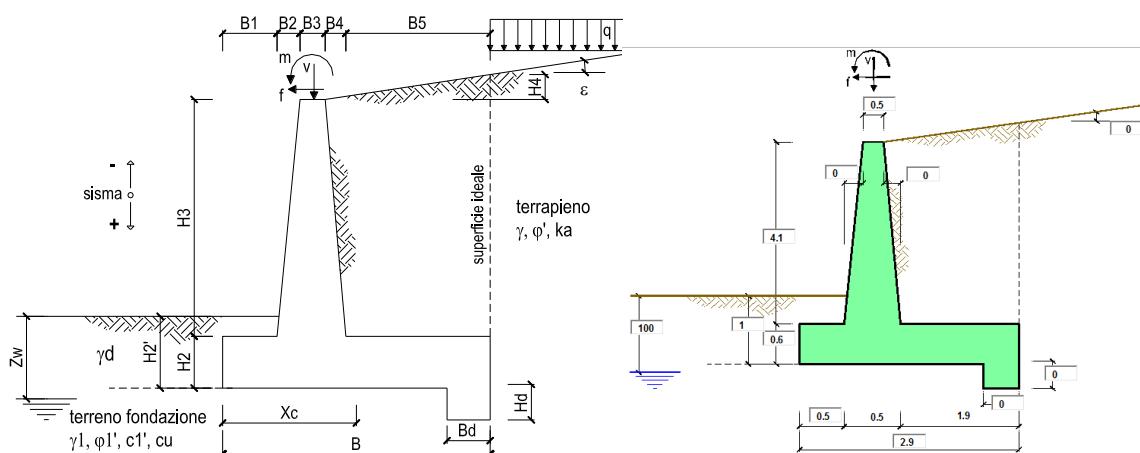
L'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

$$\delta f < w_1 = 0.2 \text{ mm.}$$

6 ANALISI E VERIFICA MURO DI SOSTEGNO TIPO 7

6.1 INPUT

Le caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nel seguente schema:



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	4.10	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.50	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.90	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.60	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.90	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.45	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

		valori caratteristici SLE			valori di STR/GEO
Dati Geotecnici					
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	ϕ'	35.00	35.00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	19.00	19.00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	20.00	20.00
Dati Terreno Fondazione	Condizioni		<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate		
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	2.50	2.50
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\phi1'$	30.00	30.00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	19.00	19.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	19.00	19.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	5.80	
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	60000	
Dati Sismici	Accelerazione sismica		a_g/g	0.158	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico		S_s	1.46	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico		S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima		β_s	0.38	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale		kh	0.0876584	(-)
	Coefficiente sismico verticale		kv	0.0438	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare		<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

Si riporta di seguito una tabella rappresentante i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni statiche nella prima colonna e i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni sismiche nella seconda colonna.

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	altro	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	1.00	1.00
	sfavorevole		1.35	1.00
Variabili	favorevole	γ_Q	0.00	0.00
	sfavorevole		1.50	1.00

Parametro		altro	altro
angolo d'attrito	$\tan \phi'_k$	1.00	1.00
coesione	c'_k	1.00	1.00
resistenza non drenata	c_{uk}	1.00	1.00
peso unità di volume	γ	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	altro	altro
Capacità portante fondazione	γ_R	1.40	1.20
Scorrimento		1.10	1.00
Ribaltamento		1.15	1.00

Nella tabella successiva è riportato il valore del sovraccarico permanente dovuto alla presenza del terreno di riporto di 2 m a tergo del muro. Per la presenza di tale scarpata l'azione del carico variabile a tergo non agisce sul muro.

		valori caratteristici		valori di progetto	
		SLE - sisma		STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp	18.00	24.30
	Sovraccarico su zattera di monte <input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0.00	0.00
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0.00	0.00
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	0.00	0.00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00	0.00
Condizioni Sismiche	Coefficienti di combinazione condizione frequente Ψ1		1.00	condizione quasi permanente Ψ2	0.00
	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	qs	0.00	
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche $\leftarrow \leftarrow$	(kN/m)	fs	0.00	$\leftarrow \leftarrow$
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche $\leftarrow \leftarrow$	(kN/m)	vs	0.00	$\leftarrow \leftarrow$
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0.00	

		SLE	STR/GEO
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.245
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.295
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.300
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	3.000
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2.851
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	2.837

		valori caratteristici	valori di progetto
		SLE - sisma	STR/GEO
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp
	Sovraccarico su zattera di monte <input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no		
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m
Condizioni Sismiche	Coefficienti di combinazione condizione frequente Ψ1		1.00
	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	qs
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche $\leftarrow \leftarrow$	(kN/m)	fs
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche $\leftarrow \leftarrow$	(kN/m)	vs
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

6.2 AZIONI

6.2.1 FORZE VERTICALI E FORZE INERZIALI

FORZE VERTICALI

			SLE	STR/GEO
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	51.25	51.25
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	43.50	43.50
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m)	94.75	94.75
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	148.01	148.01
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Sovr =	$qp \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	148.01	148.01
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0	0

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE	STR/GEO
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	38.44	38.44
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	63.08	63.08
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	101.51	101.51
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	288.62	288.62
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	288.62	288.62
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0	0
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0	0

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	$P_m \cdot kh$	(kN/m)	8.31
Ps v =	$P_m \cdot kv$	(kN/m)	4.15

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	$P_t \cdot kh$	(kN/m)	12.97
Ptsv =	$P_t \cdot kv$	(kN/m)	6.49

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h =	$kh \cdot P_m1 \cdot (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h =	$kh \cdot P_m2 \cdot (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	11.91
MPs3 h =	$kh \cdot P_m3 \cdot (H_2 + H_3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 h =	$kh \cdot P_m4 \cdot (H_2/2)$	(kNm/m)	1.14
MPs5 h =	$-kh \cdot P_m5 \cdot (H_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	13.05

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v =	$kv \cdot P_m1 \cdot (B_1 + 2/3 \cdot B_2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v =	$kv \cdot P_m2 \cdot (B_1 + B_2 + B_3/2)$	(kNm/m)	1.68
MPs3 v =	$kv \cdot P_m3 \cdot (B_1 + B_2 + B_3 + B_4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 v =	$kv \cdot P_m4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	2.76
MPs5 v =	$kv \cdot P_m5 \cdot (B - B_d/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	4.45

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h =	$kh \cdot P_t1 \cdot (H_2 + H_3/2)$	(kNm/m)	34.38
MPts2 h =	$kh \cdot P_t2 \cdot (H_2 + H_3 + H_4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h =	$kh \cdot P_t3 \cdot (H_2 + H_3^2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	34.38

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v =	$kv \cdot P_t1 \cdot ((H_2 + H_3/2) - (B - B_5/2) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	12.65
MPts2 v =	$kv \cdot P_t2 \cdot ((H_2 + H_3 + H_4/3) - (B - B_5/3) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v =	$kv \cdot P_t3 \cdot ((H_2 + H_3^2/3) - (B_1 + B_2 + B_3 + 2/3 \cdot B_4) \cdot 0.5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	12.65

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 20 DI 125

6.2.2 SPINTE IN CONDIZIONI STATICHE

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

			SLE	STR/GEO
St	=	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m) 51.42	69.42
Sq perm	=	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m) 20.73	27.99
Sq acc	=	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m) 0.00	0.00

- Componente orizzontale condizione statica

Sth	=	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m) 48.32	65.23
Sqh perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 19.48	26.30
Sqh acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

- Componente verticale condizione statica

Stv	=	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m) 17.59	23.74
Sqv perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 7.09	9.57
Sqv acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0.00	0.00

- Spinta passiva sul dente

Sp	=	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2') \cdot H_d \right]$	(kN/m) 0.00	0.00
----	---	---	-------------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
MSt1	=	$Sth \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m) 75.70	102.20
MSt2	=	$Stv \cdot B$	(kNm/m) 51.00	68.85
MSq1 perm	=	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 45.78	61.80
MSq1 acc	=	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m) 0.00	0.00
MSq2 perm	=	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m) 20.56	27.76
MSq2 acc	=	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m) 0.00	0.00
MSp	=	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2') \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m) 0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1	=	$m_p + m$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mfext2	=	$(f_p + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mfext3	=	$(v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m) 0.00	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

6.2.3 SPINTE IN CONDIZIONI SISMICHE

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	51.42
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	13.15
Ssq1 perm =	$q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	24.94
Ssq1 acc =	$q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	0.00
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	48.32
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	12.36
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	23.43
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	17.59
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	4.50
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.53
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 + k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^+ + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot (1 + k_v) \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	75.70
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	19.36
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	51.00
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	13.04
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	55.07
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	24.73
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$m_p + m_s$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(f_p + f_s) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(v_p + v_s) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica -			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	51.42
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^- \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	8.74
Ssq1 perm =	$q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	25.36
Ssq1 acc =	$q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0.00
- Componente orizzontale condizione sismica -			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	48.32
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	8.21
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	23.83
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	17.59
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	2.99
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.67
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^- + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps}^- \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	75.70
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	12.86
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	51.00
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	8.67
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	56.01
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	25.16
MSp =	$\gamma_1' \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 23 DI 125

6.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

6.3.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + St_v + S_{q_v \text{ perm}} + S_{q_v \text{ acc}} \quad 276.07 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f \quad 91.53 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg} \phi_1' \quad 0.58 \quad (-)$$

$$\mathbf{Fs \text{ scorr.} \quad (N \cdot f + S_p) / T \quad \mathbf{1.74} \quad > \quad \mathbf{1.1}}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} \quad 390.13 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{St} + M_{Sq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} \quad 67.39 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{Fs \text{ ribaltamento} \quad M_s / M_r \quad \mathbf{5.79} \quad > \quad \mathbf{1.15}}$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr acc)$	276.07	276.07	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$St_h + Sq_h + f - Sp$	91.53	91.53	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	322.75	322.75	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	77.56	77.56	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' * N_c * i_c + q_0 * N_q * i_q + 0,5 * \gamma_1 * B * N_\gamma * i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kPa)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma * d * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.28	0.28	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.34	2.34	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\phi)$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

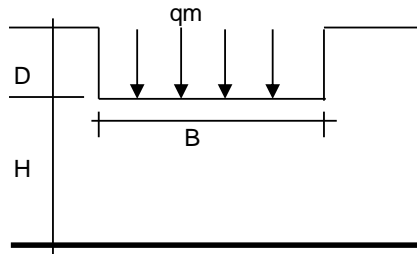
$i_q = (1 - T / (N + B * c' * \cot \phi))^m$	(1 in cond. nd)	0.46	0.46	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.43	0.43	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * \cot \phi))^{m+1}$		0.31	0.31	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	350.88	350.88	(kN/m ²)
FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	Nmin	2.97	>
		Nmax	2.97	>
				1.4

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	267.44	(kN/m)
M	47.57	(kNm/m)
e=M/N	0.18	(m)
B*	2.54	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1.00	(m)
D/B*	0.39	(m)
Hs/B*	2.28	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$q_m = N / (B - 2 * e) = N / B^* = 108.51 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0.943 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0.72 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione

$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E = 3.13 \quad (\text{mm})$$

6.3.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} = 254.14 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} = 113.02 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg} \phi_1' = 0.58 \quad (-)$$

$$F_s = (N * f + S_p) / T$$

$$1.30 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} = 375.62 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts} = 168.21 \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r$$

$$2.23 > 1$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v+ Ssq1v+ Ps v+ Ptsv	254.14	254.14	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sst1h+ Ssq1h+ fp + fs +Ps h+ Ptsh - Sp	113.02		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	244.75	244.75	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	123.76	123.76	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0*N_q*i_q + 0,5*\gamma_1*B*N_\gamma*i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	15.00		(kN/mq)
φ1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
q0 = γd'H2'	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.49	0.49	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	1.93	1.93	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

Nq = tg ² (45 + φ/2)*e ^{(π*tg(φ))}	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
Nc = (Nq - 1)/tg(φ)	(2+π in cond. nd)	30.14		(-)
Nγ = 2*(Nq + 1)*tg(φ)	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

iq = (1 - T/(N + B*c'cotgφ)) ^m	(1 in cond. nd)	0.39	0.39	(-)
ic = iq - (1 - iq)/(Nq - 1)		0.36	0.36	(-)
iγ = (1 - T/(N + B*c'cotgφ)) ^{m+1}		0.25	0.25	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

qlim	(carico limite unitario)	402.68	402.68	(kN/m ²)
------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = qlim*B*/N	Nmin	3.05	>	1.2
		Nmax	3.05	>	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

6.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO

6.4.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	35	0	Rilevato
materiale 2	19	30	2.5	Unità U1c
materiale 3				
materiale 4				

azioni sismiche a_g/g 0.158 (-) S_s 1.46 k_h 0.0877 (-)

β_s 0.38 S_T 1 k_v 0.0438 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle		p.c. monte		superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda			
	materiale 1			<input checked="" type="checkbox"/>	materiale 2	<input type="checkbox"/>	materiale 4	<input type="checkbox"/>	materiale 2	<input checked="" type="checkbox"/>			
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	
0	100.000	100.600	0	101.200	104.700	0	50.000	100.000	0		0	50.000	80.000
1	50.000	100.600	1	104.200	106.700	1	150.000	100.000	1		1	150.000	80.000
2			2	150.000	106.700	2			2		2		
3			3			3			3		3		

Sovraccarichi

	x_{in}	q_{in}	x_{fin}	q_{fin}	% sisma
sovraccarico 1 <input checked="" type="checkbox"/>	104	18	115	18	0%
sovraccarico 2 <input type="checkbox"/>					

Limiti ricerca superfici

Xa	75	Xc	110	alfa min	30	# superfici massimo	1331
Xb	90	Xd	125	alfa max	70		
n1	10	n2	10	n alfa	10		



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA

Relazione di calcolo muro di sostegno

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. A

FOGLIO 28 DI 125

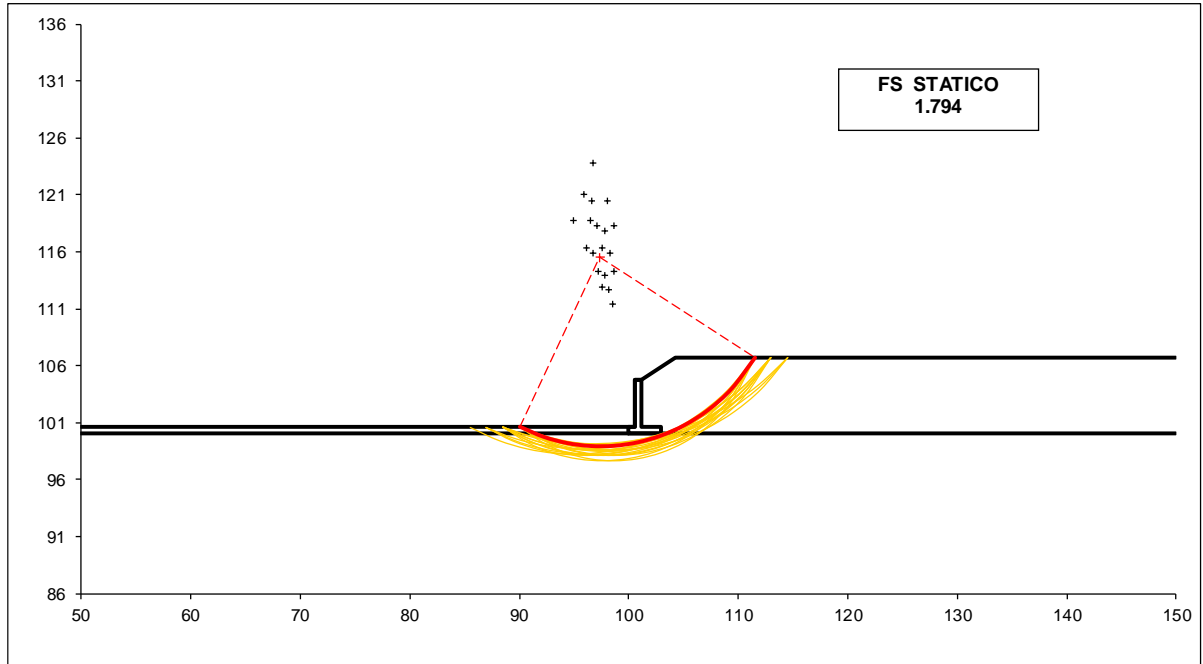
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

20

DISEGNO



1.794 > 1.1 VERIFICA SODDISFATTA

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

6.4.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop	
	869	STATICO
	SISMICO	1.484

CALCOLO

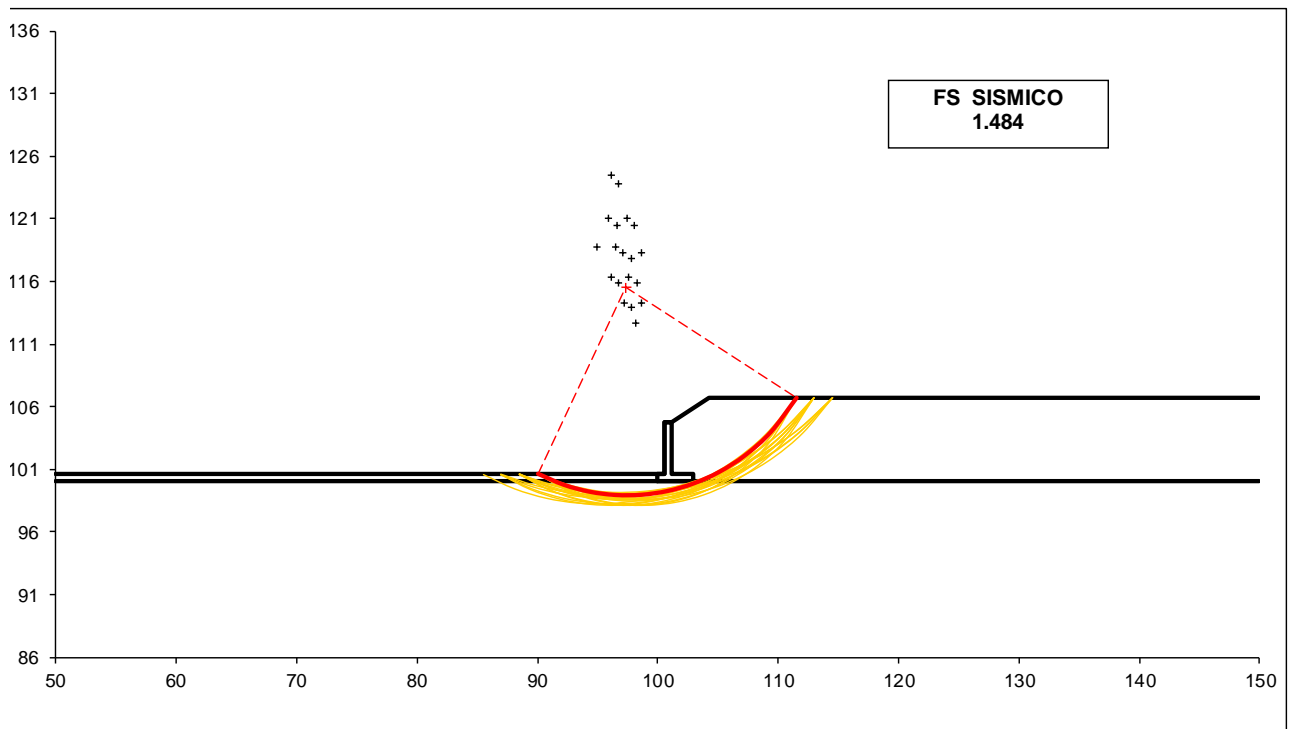
Condizione di Carico

SISMICA	▼
---------	---

superfici da disegnare

20	▼
----	---

DISEGNO



1.484 > 1.2 VERIFICA SODDISFATTA

6.5 VERIFICHE STRUTTURALI

6.5.1 CALCOLO SOLLECITAZIONI

Verifica allo Stato Limite Ultimo

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

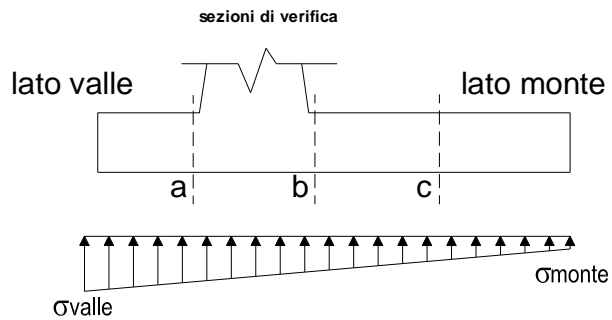
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.90 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.40 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	259.28	59.32	131.73	47.08
	259.28	59.32	131.73	47.08
sisma+	275.91	124.24	183.78	6.51
	275.91	124.24	183.78	6.51
sisma-	254.14	123.76	175.93	0.00
	254.14	123.76	175.93	0.00



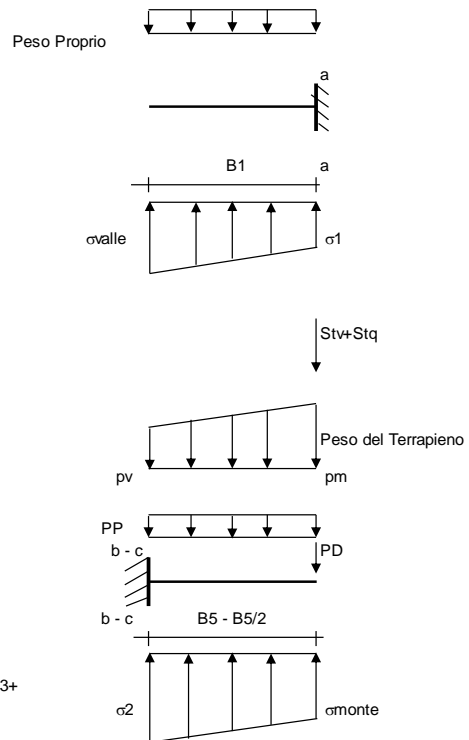
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 15.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	131.73	114.22	19.96	64.78
	131.73	114.22	19.96	64.78
sisma+	183.78	147.10	28.06	97.20
	183.78	147.10	28.18	97.20
sisma-	175.93	139.39	26.89	92.51
	175.93	139.39	26.78	92.51



Mensola Lato Monte

PP = 15.00 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	73.80	73.80	73.80	(kN/m ²)
pvb	73.80	73.80	73.80	(kN/m ²)
pvc	73.80	73.80	73.80	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 + (St_v + Sq_v) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B_5 / 2 - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_2	M_b	V_b	σ_2	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	47.08	96.70	-85.37	-57.56	71.89	-36.58	-53.73
	47.08	96.70	-85.37	-57.56	71.89	-36.58	-53.73
sisma+	6.51	110.42	-134.58	-93.54	58.46	-54.92	-86.53
	6.51	110.42	-134.58	-93.54	58.46	-54.92	-86.53
sisma-	0.00	102.86	-131.21	-91.26	51.10	-53.39	-84.51
	0.00	102.86	-131.21	-91.26	51.10	-53.39	-84.51

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \Sigma P_m \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \Sigma P_m \cdot (1 \pm kv)$$

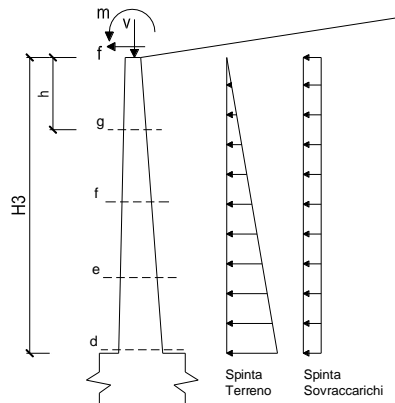
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \Sigma P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.10	57.77	42.27	0.00	100.03	0.00	61.50	61.50
e-e	3.08	24.37	23.78	0.00	48.15	0.00	46.13	46.13
f-f	2.05	7.22	10.57	0.00	17.79	0.00	30.75	30.75
g-g	1.03	0.90	2.64	0.00	3.54	0.00	15.38	15.38

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.10	42.27	20.62	0.00	62.89
e-e	3.08	23.78	15.46	0.00	39.24
f-f	2.05	10.57	10.31	0.00	20.88
g-g	1.03	2.64	5.15	0.00	7.80

condizione sismica +

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.10	57.77	14.89	50.30	0.00	11.05	134.00	0.00	64.20	64.20
e-e	3.08	24.37	6.28	28.29	0.00	6.22	65.16	0.00	48.15	48.15
f-f	2.05	7.22	1.86	12.57	0.00	2.76	24.42	0.00	32.10	32.10
g-g	1.03	0.90	0.23	3.14	0.00	0.69	4.97	0.00	16.05	16.05

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.10	42.27	10.89	24.54	0.00	5.39	83.09
e-e	3.08	23.78	6.13	18.40	0.00	4.04	52.35
f-f	2.05	10.57	2.72	12.27	0.00	2.70	28.25
g-g	1.03	2.64	0.68	6.13	0.00	1.35	10.80

condizione sismica -

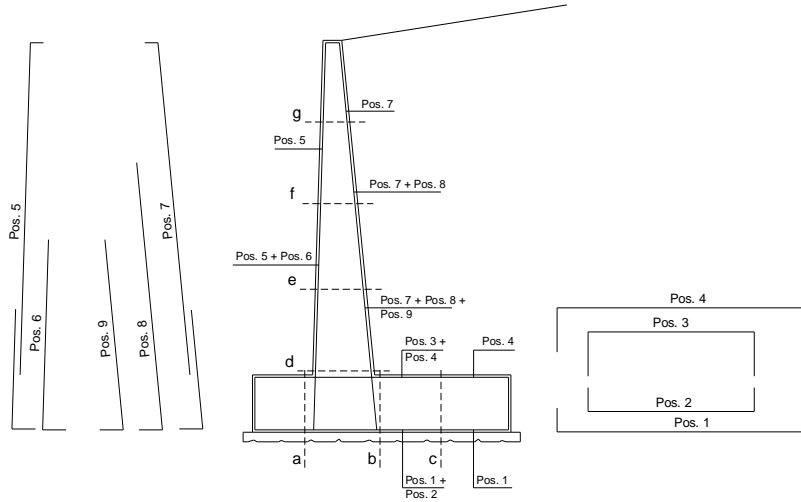
sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.10	57.77	9.61	51.12	0.00	11.05	129.55	0.00	58.80	58.80
e-e	3.08	24.37	4.06	28.75	0.00	6.22	63.40	0.00	44.10	44.10
f-f	2.05	7.22	1.20	12.78	0.00	2.76	23.96	0.00	29.40	29.40
g-g	1.03	0.90	0.15	3.19	0.00	0.69	4.94	0.00	14.70	14.70

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	4.10	42.27	7.03	24.94	0.00	5.39	79.63
e-e	3.08	23.78	3.96	18.70	0.00	4.04	50.48
f-f	2.05	10.57	1.76	12.47	0.00	2.70	27.49
g-g	1.03	2.64	0.44	6.23	0.00	1.35	10.66

6.5.2 VERIFICHE SLU

Si dispone un'armatura principale, sia nel paramento verticale che nella soletta di fondazione, costituita da $\phi 24/20$ e un'armatura di ripartizione costituita da $\phi 12/25$. Il copriferro di calcolo è pari a 4 mm.

SCHEMA DELLE ARMATURE

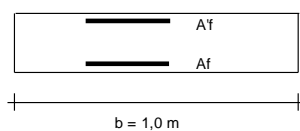


ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5.0	20	<input type="checkbox"/>	5	5.0	20	<input type="checkbox"/>
2	0.0	0	<input type="checkbox"/>	6	0.0	0	<input type="checkbox"/>
3	0.0	0	<input type="checkbox"/>	7	5.0	20	<input type="checkbox"/>
4	5.0	20	<input type="checkbox"/>	8	0.0	0	<input type="checkbox"/>
				9	0.0	0	<input type="checkbox"/>

Calcola

VERIFICHE



a-a pos 1-2-3-4
 b-b pos 1-2-3-4
 c-c pos 1-4
 d-d pos 5-6-7-8-9
 e-e pos 5-6-7-8-9
 f-f pos 5-7-8
 g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	Af'	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	28.18	0.00	0.60	15.71	15.71	322.02
b - b	-134.58	0.00	0.60	15.71	15.71	322.02
c - c	-54.92	0.00	0.60	15.71	15.71	322.02
d - d	134.00	64.20	0.60	15.71	15.71	337.88
e - e	65.16	48.15	0.60	15.71	15.71	333.92
f - f	24.42	32.10	0.60	15.71	15.71	329.95
g - g	4.97	16.05	0.60	15.71	15.71	325.98

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	ϕ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	97.20	0.60	219.85	10	25	25	21.8	600.77	Armatura a taglio non necessaria
b - b	93.54	0.60	219.85	10	25	25	21.8	600.77	Armatura a taglio non necessaria
c - c	86.53	0.60	219.85	10	25	25	21.8	600.77	Armatura a taglio non necessaria
d - d	83.09	0.60	228.56	10	25	25	21.8	600.77	Armatura a taglio non necessaria
e - e	52.35	0.60	226.39	10	25	25	21.8	600.77	Armatura a taglio non necessaria
f - f	28.25	0.60	224.21	10	25	25	21.8	600.77	Armatura a taglio non necessaria
g - g	10.80	0.60	222.03	10	25	25	21.8	600.77	Armatura a taglio non necessaria

VERIFICATO

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

6.5.3 VERIFICHE SLE

VERIFICA DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	19.96	0.00	0.60	15.71	15.71	0.52	25.51
b - b	-85.37	0.00	0.60	15.71	15.71	2.23	109.13
c - c	-36.58	0.00	0.60	15.71	15.71	0.96	46.76
d - d	100.03	61.50	0.60	15.71	15.71	2.67	109.31
e - e	48.15	46.13	0.60	15.71	15.71	1.30	47.76
f - f	17.79	30.75	0.60	15.71	15.71	0.48	13.80
g - g	3.54	15.38	0.60	15.71	15.71	0.09	0.82

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	28.06	0.00	0.60	15.71	15.71	0.73	35.87
b - b	-134.58	0.00	0.60	15.71	15.71	3.52	172.03
c - c	-54.92	0.00	0.60	15.71	15.71	1.44	70.21
d - d	134.00	58.80	0.60	15.71	15.71	3.56	153.46
e - e	65.16	44.10	0.60	15.71	15.71	1.74	70.01
f - f	24.42	29.40	0.60	15.71	15.71	0.66	22.50
g - g	4.97	14.70	0.60	15.71	15.71	0.13	2.36

VERIFICA DI APERTURA DELLE FESSURE

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	19.96	0.00	0.60	15.71	15.71	0.52	25.51	0.034	0.200
b - b	-85.37	0.00	0.60	15.71	15.71	2.23	109.13	0.146	0.200
c - c	-36.58	0.00	0.60	15.71	15.71	0.96	46.76	0.063	0.200
d - d	100.03	61.50	0.60	15.71	15.71	2.67	109.31	0.146	0.200
e - e	48.15	46.13	0.60	15.71	15.71	1.30	47.76	0.064	0.200
f - f	17.79	30.75	0.60	15.71	15.71	0.48	13.80	0.018	0.200
g - g	3.54	15.38	0.60	15.71	15.71	0.09	0.82	0.001	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	19.96	0.00	0.60	15.71	15.71	0.52	25.51	0.034	0.200
b - b	-85.37	0.00	0.60	15.71	15.71	2.23	109.13	0.146	0.200
c - c	-36.58	0.00	0.60	15.71	15.71	0.96	46.76	0.063	0.200
d - d	100.03	61.50	0.60	15.71	15.71	2.67	109.31	0.146	0.200
e - e	48.15	46.13	0.60	15.71	15.71	1.30	47.76	0.064	0.200
f - f	17.79	30.75	0.60	15.71	15.71	0.48	13.80	0.018	0.200
g - g	3.54	15.38	0.60	15.71	15.71	0.09	0.82	0.001	0.200

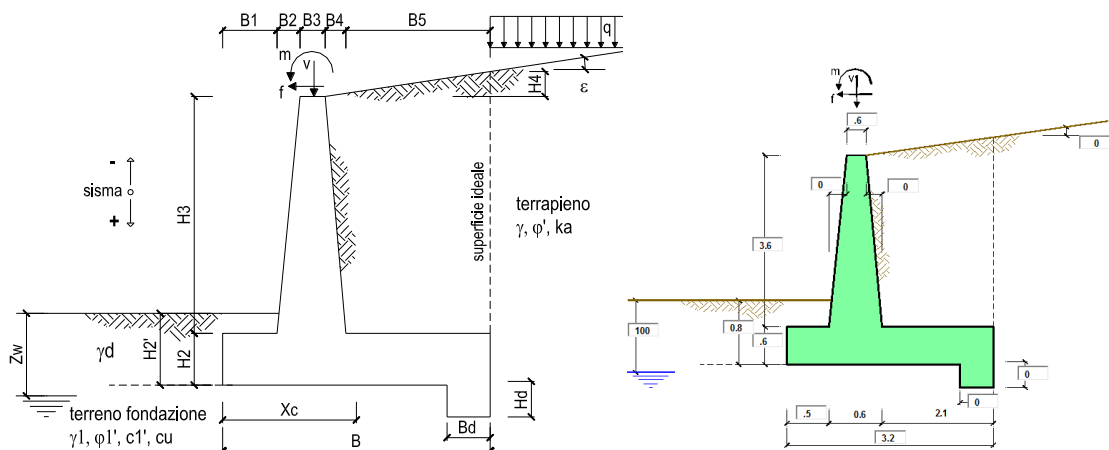
(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICATO

7 ANALISIS E VERIFICA MURO TIPO 6

7.1 INPUT

Le caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nel seguente schema:



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	3.60	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.60	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	3.20	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.60	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	2.10	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.60	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

Dati Geotecnici				valori caratteristici SLE	valori di progetto STR/GEO
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	ϕ'	35.00	35.00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	19.00	19.00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	23.33	23.33
Dati Terreno Fondazione	Condizioni	<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate			
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	2.50	2.50
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\phi1'$	30.00	30.00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	19.00	19.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	19.00	19.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	6.40	
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	60000	

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0.158	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.46	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0.38	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.0876584	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.0438	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

		SLE	STR/GEO	EQU
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.244	0.244
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.295	0.295
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.300	0.300
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	3.000	3.000
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2.851	2.851
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	2.837	2.837

Carichi Agenti				valori caratteristici SLE - sisma	valori di progetto STR/GEO EQU	
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp	0.00	0.00	0.00
	Sovraccarico su zattera di monte	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0.00	0.00	0.00
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0.00	0.00	0.00
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	20.00	30.00	30.00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00	0.00	0.00
Condizioni Sismiche	Coefficienti di combinazione condizione frequente $\Psi1$		1.00	condizione quasi permanente $\Psi2$	0.00	
	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	qs	4.00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0.00		
Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0.00			

Non essendoci carichi permanenti applicati $q_p=0$, però essendo in prossimità di un piazzale è stato inserito un carico variabile di 20kN/m² in condizioni statiche e di 4 kPa (20% di 20 kPa) in condizioni sismiche.

Si riporta di seguito una tabella rappresentante i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni statiche nella prima colonna e i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni sismiche nella seconda colonna.

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	altro	altro
			altro	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	1.00	1.00
	sfavorevole		1.35	1.00
Variabili	favorevole	γ_Q	0.00	0.00
	sfavorevole		1.50	1.00

Parametro		altro	altro
angolo d'attrito	$\tan \phi'_k$	1.00	1.00
coesione	c'_k	1.00	1.00
resistenza non drenata	c_{uk}	1.00	1.00
peso unità di volume	γ	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	altro	altro
		altro	altro
Capacità portante fondazione	γ_R	1.40	1.20
Scorrimento		1.10	1.00
Ribaltamento		1.15	1.00

7.2 AZIONI

7.2.1 FORZE VERTICALI E FORZE INERZIALI

FORZE VERTICALI

			SLE	STR/GEO
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	54.00	54.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	48.00	48.00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m)	102.00	102.00

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	143.64	143.64
Pt2 =	$(0.5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Sovr =	$qp \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	143.64	143.64

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	42	63
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	8.4	

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE	STR/GEO
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0.5 \cdot B3)$	(kNm/m)	43.20	43.20
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	76.80	76.80
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	120.00	120.00

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0.5 \cdot B5)$	(kNm/m)	308.83	308.83
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	308.83	308.83

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	90.3	135.45
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	18.06	

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kNm)		8.94
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kNm)		4.47

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kNm)		12.59
Ptsh v =	$Pt \cdot kv$	(kNm)		6.30

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)				
MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)		11.36
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)		1.26
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)		0.00
MPs h =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)		12.62

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)				
MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)		0.00
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		1.89
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)		3.37
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)		0.00
MPs v =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)		5.26

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)				
MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)		30.22
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)		0.00
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)		0.00
MPts h =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)		30.22

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)				
MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0.5$	(kNm/m)		13.54
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0.5$	(kNm/m)		0.00
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0.5$	(kNm/m)		0.00
MPts v =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)		13.54

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

7.2.2 SPINTE IN CONDIZIONI STATICHE

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO	
- Spinta totale condizione statica					
St	=	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	40.96	55.29
Sq perm	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	0.00	0.00
Sq acc	=	$q \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot ka$	(kN/m)	20.53	30.80
- Componente orizzontale condizione statica					
Sth	=	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	37.61	50.77
Sqh perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqh acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	18.85	28.28
- Componente verticale condizione statica					
Stv	=	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	16.22	21.90
Sqv perm	=	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqv acc	=	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.13	12.20
- Spinta passiva sul dente					
Sp	=	$\frac{1}{2} \cdot g1 \cdot Hd^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \gamma1 \cdot Hd^2 \cdot kp + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2') \cdot Hd \right]$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO	
MSt1	=	$Sth \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3 - Hd)$	(kNm/m)	52.65	71.08
MSt2	=	$Stv \cdot B$	(kNm/m)	51.91	70.08
MSq1 perm	=	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq1 acc	=	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2 - Hd)$	(kNm/m)	39.59	59.38
MSq2 perm	=	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq2 acc	=	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	26.02	39.03
MSp	=	$\gamma1 \cdot Hd^3 \cdot kp/3 + (2 \cdot c1 \cdot kp^{0.5} + \gamma1 \cdot kp \cdot H2') \cdot Hd^2/2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1	=	$mp + m$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext2	=	$(fp + f) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext3	=	$(vp+v) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

7.2.3 SPINTE IN CONDIZIONI SISMICHE

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica +			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	40.96
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1 + k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	10.69
Ssq1 perm =	$q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	0.00
Ssq1 acc =	$q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^+$	(kN/m)	4.96
- Componente orizzontale condizione sismica +			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	37.61
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	9.81
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.55
- Componente verticale condizione sismica +			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	16.22
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	4.23
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.96
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1 + k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^+ + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1 + k_v) \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2') \cdot H_d$	(kN/m)	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica +			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	52.65
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	13.74
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	51.91
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	13.55
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	9.56
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	6.29
MSp =	$\gamma_1' \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2') \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$m_p + m_s$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(f_p + f_s) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(v_p + v_s) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 41 DI 125

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica -			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	40.96
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	7.18
Ssq1 perm =	$q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	0.00
Ssq1 acc =	$q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}^-$	(kN/m)	5.05
- Componente orizzontale condizione sismica -			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	37.61
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	6.59
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.63
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	16.22
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	2.84
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	2.00
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps}^- + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps}^- \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	52.65
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	9.23
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	51.91
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	9.10
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	9.73
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	6.40
MSp =	$\gamma_1' \cdot H_d^3 \cdot k_{ps}^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot k_{ps}^{+0.5} + \gamma_1' \cdot k_{ps}^+ \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 42 DI 125

7.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

7.3.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)					
N =	$P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv\text{ perm}} + S_{qv\text{ acc}}$	279.74	(kN/m)		
Risultante forze orizzontali (T)					
T =	$S_{th} + S_{qh} + f$	79.05	(kN/m)		
Coefficiente di attrito alla base (f)					
f =	$\text{tg}\phi_1'$	0.58	(-)		
Fs scorr.	$(N \cdot f + S_p) / T$	2.04	>		1.1

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)					
Ms =	$M_m + M_t + M_{fext3}$	428.83	(kNm/m)		
Momento ribaltante (Mr)					
Mr =	$M_{St} + M_{Sq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp}$	21.35	(kNm/m)		
Fs ribaltamento	Ms / Mr	20.09	>		1.15

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} (+ Sovr\ acc)$		279.74	342.74	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$		79.05	79.05	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		407.48	542.93	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		40.10	5.45	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kPa)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	15.20		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.14	0.02	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.91	3.17	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\phi')$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

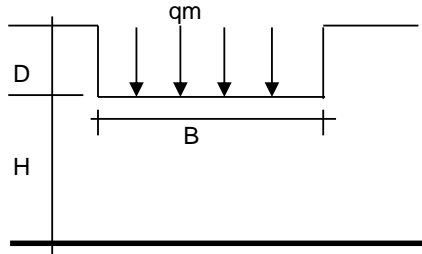
$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.53	0.61	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.51	0.51	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot(\phi)))^{m+1}$		0.39	0.39	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	427.79	449.31	(kN/m ²)
FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	4.46	>
		Nmax	4.15	>
				1.4

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	269.99	(kN/m)
M	17.47	(kNm/m)
e=M/N	0.06	(m)
B*	3.07	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	0.80	(m)
D/B*	0.26	(m)
Hs/B*	2.08	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$q_m = N / (B - 2 * e) = N / B^* = 91.10 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0.950 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0.68 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione

$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E = 3.01 \quad (\text{mm})$$

7.3.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} = 224.04 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} = 67.44 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg} \varphi_1' = 0.58 \quad (-)$$

$$F_s = (N * f + S_p) / T$$

$$1.92 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} = 328.75 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts} = 90.90 \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r$$

$$3.62 > 1$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (S_{ovr acc})$	244.01	250.81	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	70.59		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	$\sum M$	293.05	306.31	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	48.56	44.82	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d' H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.20	0.18	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.40	2.44	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi/2) e^{(\pi \tan(\phi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi)$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.52	0.53	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.49	0.51	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot(\phi)))^{m+1}$		0.38	0.38	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	412.63	420.67	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	Nmin	4.06	>	1.2
		Nmax	4.10	>	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

7.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO

7.4.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	18	30	0	Riparto
materiale 2	19	30	15	Unità U1c
materiale 3				
materiale 4				

peso specifico acqua 10 [kN/m³]

azioni sismiche a_g/g 0.158 (-) S_s 1.46 k_h 0.0877 (-)
 β_s 0.38 S_T 1 k_v 0.0438 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle		p.c. monte		superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda	
materiale 1				materiale 2		materiale 4		materiale 2			
x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
0	100.000	101.000	0	101.000	103.600	0	50.000	100.000	0	50.000	80.000
1	50.000	101.000	1	150.000	103.600	1	150.000	100.000	1	150.000	80.000
2			2			2			2		
3			3			3			3		



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA

Relazione di calcolo muro di sostegno

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	FA0200 001	A	47 DI 125

#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop
1078	STATICO 3.990
	SISMICO 2.325

CALCOLO

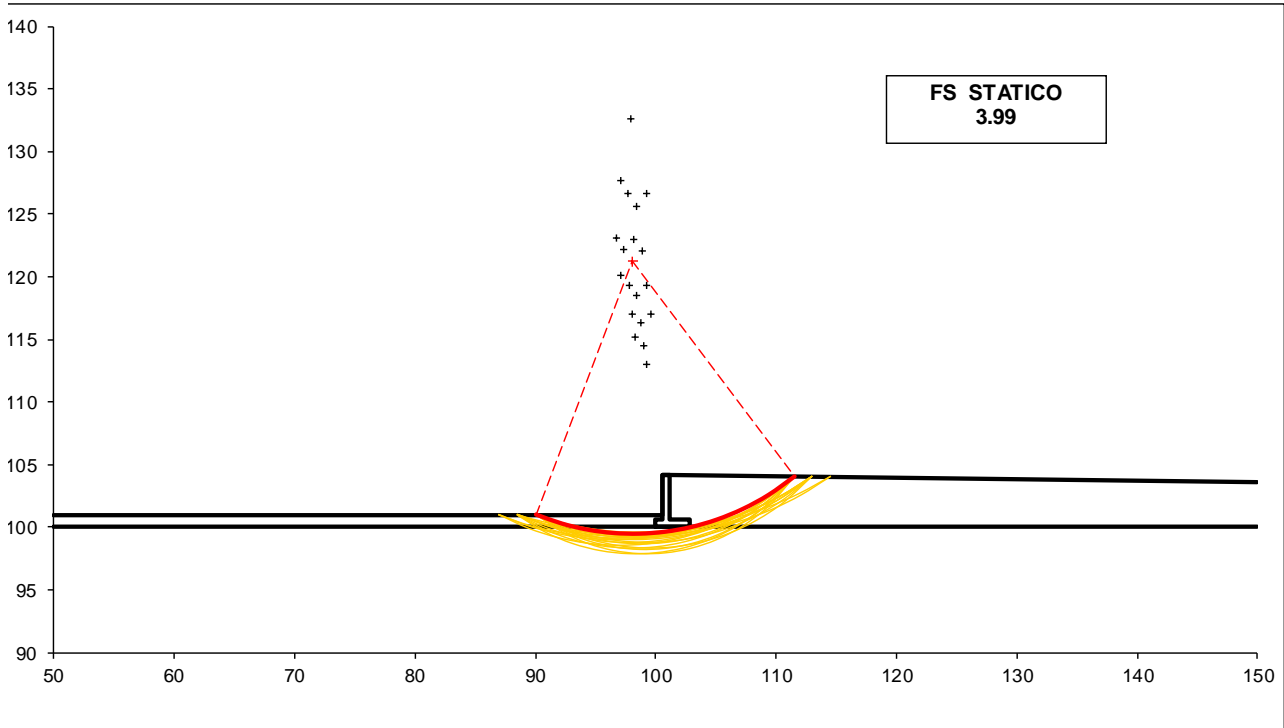
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

20

DISEGNO



2.006>1.1 VERIFICA SODDISFATTA

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

7.4.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop
1078	STATICO 3.990
	SISMICO 2.325

CALCOLO

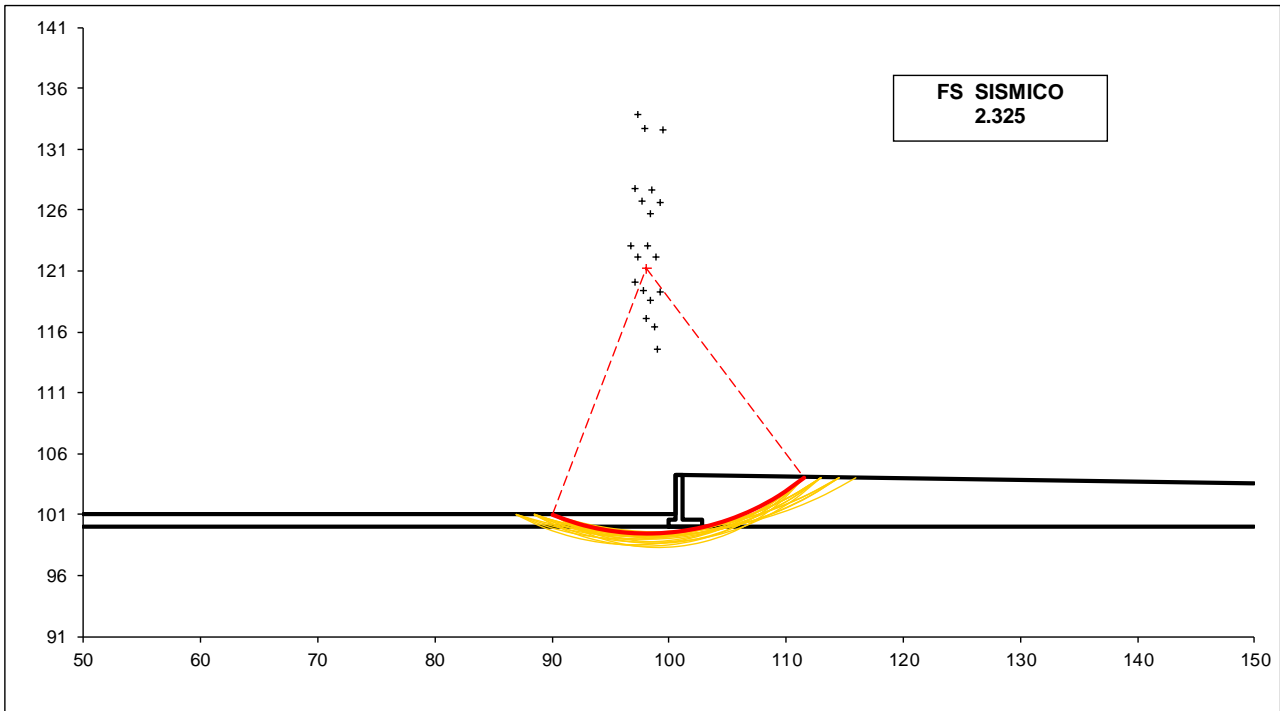
Condizione di Carico

SISMICA ▼

superfici da disegnare

20 ▼

DISEGNO



2.591 > 1.2 VERIFICA SODDISFATTA

7.5 VERIFICHE STRUTTURALI

7.5.1 CALCOLO SOLLECITAZIONI

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

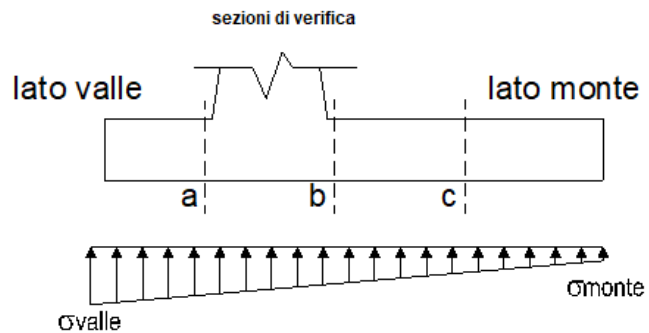
$$\sigma_{valle} = N/A + M/W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N/A - M/W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.80 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2/6 = 1.31 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	195.69	24.81	88.88	50.90
	222.69	11.31	88.19	70.88
sisma+	196.56	27.60	91.32	49.08
	196.56	27.60	91.32	49.08
sisma-	180.27	27.86	85.71	43.06
	180.27	27.86	85.71	43.06



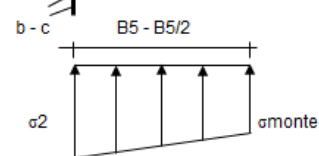
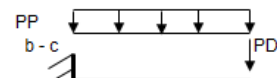
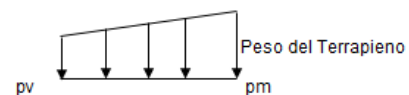
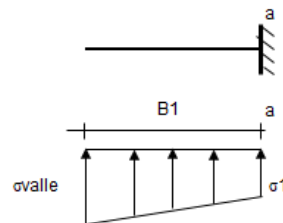
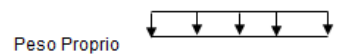
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 12.50 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2/2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2/3 - PP \cdot B^2/2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B/2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	88.88	82.10	9.26	36.49
	88.19	85.10	9.33	37.07
sisma+	91.32	83.78	9.47	39.14
	91.32	83.78	9.54	39.14
sisma-	85.71	78.09	8.90	36.33
	85.71	78.09	8.83	36.33



Mensola Lato Monte

PP = 12.50 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	55.80	70.80	55.80	(kN/m ²)
pvb	55.80	70.80	55.80	(kN/m ²)
pvc	55.80	70.80	55.80	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2/2 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B^2/6 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2/3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5/2)^2/2 + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5/2)^2/6 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5/2)^2/3 + (Stv + Sqv) \cdot (B_5/2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5/2 - Bd/2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2/2) + M_{sp} + Sp \cdot H2/2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B_5 + (\sigma_{2b} - \sigma_{monte}) \cdot B_5/2 - (pm - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B_5/2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5/2) + (\sigma_{2c} - \sigma_{monte}) \cdot (B_5/2)/2 - (pm - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5/2)/2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_{2b}	M_b	V_b	σ_{2c}	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	50.90	75.32	-53.71	-30.85	63.11	-24.75	-31.67
	70.88	82.01	-52.82	-33.85	76.44	-23.63	-30.18
sisma+	49.08	76.23	-47.84	-30.28	62.66	-20.42	-28.62
	49.08	76.23	-47.84	-30.28	62.66	-20.42	-28.62
sisma-	43.06	70.47	-45.92	-29.09	56.77	-19.50	-27.57
	43.06	70.47	-45.92	-29.09	56.77	-19.50	-27.57

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \Sigma P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \Sigma P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

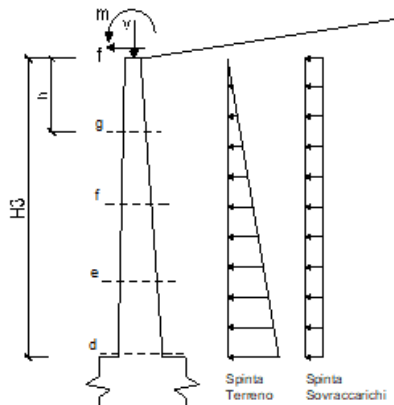
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \Sigma P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	33.71	20.14	0.00	53.85	0.00	38.75	38.75
e-e	2.33	14.22	11.33	0.00	25.55	0.00	29.06	29.06
f-f	1.55	4.21	5.03	0.00	9.25	0.00	19.38	19.38
g-g	0.78	0.53	1.26	0.00	1.79	0.00	9.69	9.69

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	32.62	12.99	0.00	45.61
e-e	2.33	18.35	9.74	0.00	28.09
f-f	1.55	8.16	6.50	0.00	14.65
g-g	0.78	2.04	3.25	0.00	5.29

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	24.97	6.43	0.00	0.00	5.26	36.67	0.00	40.45	40.45
e-e	2.33	10.53	2.71	0.00	0.00	2.96	16.21	0.00	30.34	30.34
f-f	1.55	3.12	0.80	0.00	0.00	1.32	5.24	0.00	20.22	20.22
g-g	0.78	0.39	0.10	0.00	0.00	0.33	0.82	0.00	10.11	10.11

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	24.16	6.23	0.00	0.00	3.40	33.79
e-e	2.33	13.59	3.50	0.00	0.00	2.55	19.64
f-f	1.55	6.04	1.56	0.00	0.00	1.70	9.30
g-g	0.78	1.51	0.39	0.00	0.00	0.85	2.75

condizione sismica -

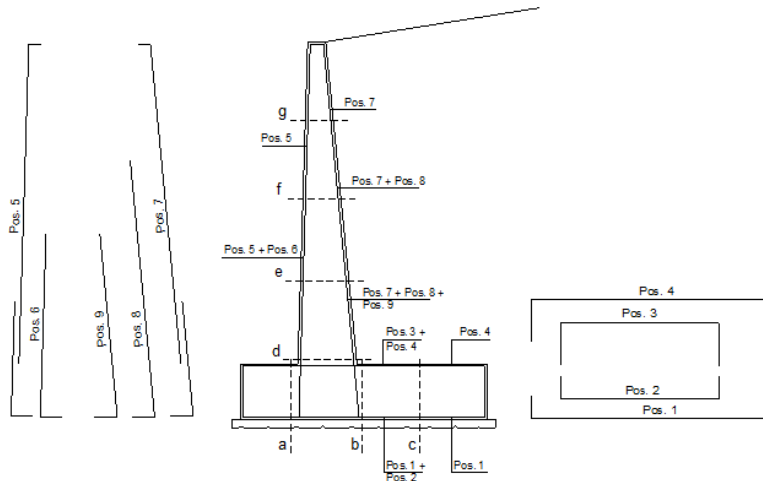
sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	24.97	4.15	0.00	0.00	5.26	34.39	0.00	37.05	37.05
e-e	2.33	10.53	1.75	0.00	0.00	2.96	15.25	0.00	27.79	27.79
f-f	1.55	3.12	0.52	0.00	0.00	1.32	4.96	0.00	18.53	18.53
g-g	0.78	0.39	0.06	0.00	0.00	0.33	0.78	0.00	9.26	9.26

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	24.16	4.02	0.00	0.00	3.40	31.58
e-e	2.33	13.59	2.26	0.00	0.00	2.55	18.40
f-f	1.55	6.04	1.01	0.00	0.00	1.70	8.74
g-g	0.78	1.51	0.25	0.00	0.00	0.85	2.61

7.5.2 VERIFICHE SLU

Si dispone un'armatura principale, sia nel paramento verticale che nella soletta di fondazione, costituita da $\phi 24/20$ e un'armatura di ripartizione costituita da $\phi 12/25$. Il copriferro di calcolo è pari a 4 mm.

SCHEMA DELLE ARMATURE

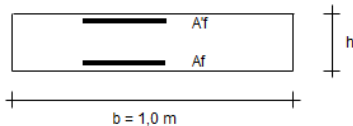


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	5.0	24	┌ └	5	5.0	24	┌ └
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	24	
4	5.0	24		8	0.0	0	
				9	0.0	0	

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a-a	9.54	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
b-b	-53.71	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
c-c	-24.75	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
d-d	53.85	38.75	0.50	22.62	22.62	371.87
e-e	25.55	29.06	0.50	22.62	22.62	369.98
f-f	9.25	19.38	0.50	22.62	22.62	368.10
g-g	1.79	9.69	0.50	22.62	22.62	366.22

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Resd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a-a	39.14	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
b-b	33.85	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
c-c	31.67	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
d-d	45.61	0.50	225.88	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
e-e	28.09	0.50	224.59	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
f-f	14.65	0.50	223.31	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
g-g	5.29	0.50	222.02	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria

VERIFICATO

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

7.5.3 VERIFICHE SLE

VERIFICA DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	7.83	0.00	0.50	22.62	22.62	0.24	8.72
b - b	-36.22	0.00	0.50	22.62	22.62	1.10	40.34
c - c	-16.73	0.00	0.50	22.62	22.62	0.51	18.64
d - d	38.39	38.75	0.50	22.62	22.62	1.21	34.74
e - e	18.09	29.06	0.50	22.62	22.62	0.58	14.23
f - f	6.48	19.38	0.50	22.62	22.62	0.21	3.47
g - g	1.23	9.69	0.50	22.62	22.62	0.04	0.05

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	9.47	0.00	0.50	22.62	22.62	0.29	10.55
b - b	-47.84	0.00	0.50	22.62	22.62	1.45	53.28
c - c	-20.42	0.00	0.50	22.62	22.62	0.62	22.75
d - d	36.67	37.05	0.50	22.62	22.62	1.15	33.17
e - e	16.21	27.79	0.50	22.62	22.62	0.52	12.42
f - f	5.24	18.53	0.50	22.62	22.62	0.17	2.35
g - g	0.82	9.26	0.50	22.62	22.62	0.03	-0.06

VERIFICA DI APERTURA DELLE FESSURE

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	7.83	0.00	0.50	22.62	22.62	0.24	8.72	0.009	0.200
b - b	-36.22	0.00	0.50	22.62	22.62	1.10	40.34	0.043	0.200
c - c	-16.73	0.00	0.50	22.62	22.62	0.51	18.64	0.020	0.200
d - d	38.39	38.75	0.50	22.62	22.62	1.21	34.74	0.036	0.200
e - e	18.09	29.06	0.50	22.62	22.62	0.58	14.23	0.014	0.200
f - f	6.48	19.38	0.50	22.62	22.62	0.21	3.47	0.003	0.200
g - g	1.23	9.69	0.50	22.62	22.62	0.04	0.05	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	6.53	0.00	0.50	22.62	22.62	0.20	7.27	0.008	0.300
b - b	-22.56	0.00	0.50	22.62	22.62	0.68	25.12	0.027	0.300
c - c	-10.81	0.00	0.50	22.62	22.62	0.33	12.04	0.013	0.300
d - d	24.97	38.75	0.50	22.62	22.62	0.80	19.91	0.020	0.300
e - e	10.53	29.06	0.50	22.62	22.62	0.34	6.06	0.006	0.300
f - f	3.12	19.38	0.50	22.62	22.62	0.10	0.44	0.000	0.300
g - g	0.39	9.69	0.50	22.62	22.62	0.00	-	-	0.300

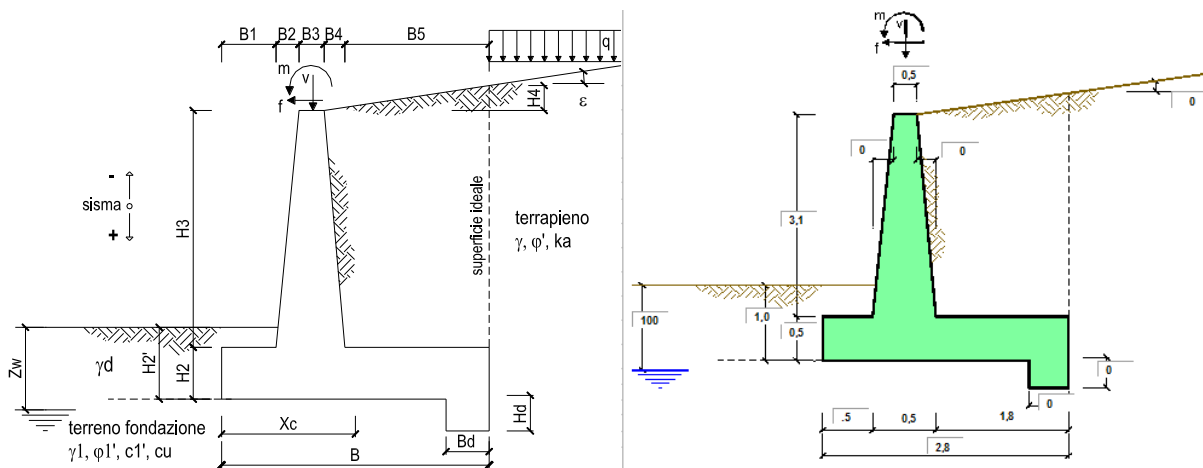
sez. compressa

VERIFICATO

8 ANALISIS E VERIFICA MURO TIPO5

8.1 INPUT

Le caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nel seguente schema:



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	3.10	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.50	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.80	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.50	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.80	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.40	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

				valori caratteristici	valori di progetto
				SLE	STR/GEO
Dati Geotecnici					
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	φ'	35.00	35.00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	19.00	19.00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	23.33	23.33
Dati Terreno Fondazione	Condizioni		<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate		
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	2.50	2.50
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\varphi1'$	30.00	30.00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	19.00	19.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	19.00	19.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	6.40	
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	60000	

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0.158	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.46	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0.38	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.0876584	(-)
	Coefficiente sismico verticale	k_v	0.0438	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare		<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no	

		SLE	STR/GEO	EQU
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.244	0.244
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.295	0.295
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.300	0.300
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	3.000	3.000
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2.851	2.851
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	2.837	2.837

				valori caratteristici	valori di progetto	
				SLE - sisma	STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp	0.00	0.00	0.00
	Sovraccarico su zattera di monte	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0.00	0.00	0.00
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	20.00	30.00	30.00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00	0.00	0.00
	Coefficienti di combinazione	condizione frequente $\Psi1$	1.00	condizione quasi permanente $\Psi2$	0.00	
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	qs	4.00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0.00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0.00		

Non essendoci carichi permanenti applicati $q_p=0$, però essendo in prossimità di un piazzale è stato inserito un carico variabile di 20kN/m² in condizioni statiche e di 4 kPa (20% di 20 kPa) in condizioni sismiche.

Si riporta di seguito una tabella rappresentante i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni statiche nella prima colonna e i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni sismiche nella seconda colonna.

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	altro	altro
			altro	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	1.00	1.00
	sfavorevole		1.35	1.00
Variabili	favorevole	γ_Q	0.00	0.00
	sfavorevole		1.50	1.00

Parametro		altro	altro
angolo d'attrito	$\tan \phi'_k$	1.00	1.00
coesione	c'_k	1.00	1.00
resistenza non drenata	c_{uk}	1.00	1.00
peso unità di volume	γ	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	altro	altro
		altro	altro
Capacità portante fondazione	γ_R	1.40	1.20
Scorrimento		1.10	1.00
Ribaltamento		1.15	1.00

8.2 AZIONI

8.2.1 FORZE VERTICALI E FORZE INERZIALI

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/ GEO
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	38.75
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	35.00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m)	73.75
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	106.02
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma) / 2$	(kN/m)	0.00
Sovr =	$qp \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	0.00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	106.02
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	36
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B4 + B5)$	(kN/m)	7.2

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/ GEO
- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	29.06
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	49.00
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	78.06
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	201.44
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	201.44
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$(B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	68.4
Sovr acc. Sism	$(B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	13.68

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)			
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)	6.46
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)	3.23
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)			
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)	9.29
Ptsh =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)	4.65
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)			
MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	6.96
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)	0.77
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs h =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	7.73
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)			
MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0.00
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	1.27
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	2.15
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00
MPs v =	$MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5$	(kNm/m)	3.42
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)			
MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)	19.05
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m)	0.00
MPts h =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	19.05
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)			
MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0,5)$	(kNm/m)	8.83
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0,5)$	(kNm/m)	0.00
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3 \cdot 2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0,5)$	(kNm/m)	0.00
MPts v =	$MPts1 + MPts2 + MPts3$	(kNm/m)	8.83

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

8.2.2 SPINTE IN CONDIZIONI STATICHE

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

			SLE	STR/GEO
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	30.09	40.62
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	17.60	26.40

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	27.63	37.30
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	16.16	24.24

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	11.92	16.09
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.97	10.46

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00	0.00
------	---	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	33.16	44.76
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m)	33.37	45.05
MSq1 perm =	$Sq_h \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sq_h \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	29.08	43.63
MSq2 perm =	$Sq_v \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sq_v \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	19.52	29.27
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$m_p + m$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext2 =	$(f_p + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext3 =	$(v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 58 DI 125

8.2.3 SPINTE IN CONDIZIONI SISMICHE

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	30.09	30.09
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	7.85	7.85
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	4.25	4.25

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	27.63	27.63
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	7.21	7.21
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.90	3.90

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	11.92	11.92
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	3.11	3.11
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.68	1.68

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00
--	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	33.16	33.16
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	8.65	8.65
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	33.37	33.37
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	8.71	8.71
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	7.03	7.03
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	4.72	4.72
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 59 DI 125

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	30.09	30.09
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	5.27	5.27
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m)	4.33	4.33

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	27.63	27.63
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	4.84	4.84
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.97	3.97

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	11.92	11.92
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	2.09	2.09
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.71	1.71

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps} + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00	0.00
--	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	33.16	33.16
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	5.81	5.81
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	33.37	33.37
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	5.85	5.85
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	7.15	7.15
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	4.80	4.80
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps} + 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)		0.00
Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)		0.00
Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)		0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

8.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

8.3.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + St_v + S_{q\text{ perm}} + S_{q\text{ acc}} \quad 206.32 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f \quad 61.54 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi_1' \quad 0.58 \quad (-)$$

$$\mathbf{Fs_{\text{ scorr.}} \quad (N \cdot f + S_p) / T \quad \mathbf{1.94} \quad > \quad \mathbf{1.1}}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{\text{fext}3} \quad 279.50 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{St} + M_{Sq} + M_{\text{fext}1} + M_{\text{fext}2} + M_{Sp} \quad 14.06 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{Fs_{\text{ ribaltamento}} \quad M_s / M_r \quad \mathbf{19.88} \quad > \quad \mathbf{1.15}}$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} (+ Sovr\ acc)$	206.32	260.32	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{th} + S_{qh} + f - S_p$	61.54	61.54	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	265.44	368.04	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	23.40	-3.60	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0 * N_q'iq + 0,5 * \gamma_1 * B * N_\gamma'i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kPa)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.11	-0.01	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.57	2.77	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\phi')$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

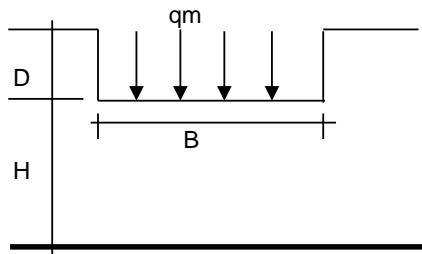
$i_q = (1 - T / (N + B * c' \cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.51	0.60	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.49	0.49	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.37	0.37	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	418.23	448.90	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = $q_{lim} * B^* / N$	Nmin	5.22	>	1.4
		Nmax	4.78	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	198.66	(kN/m)
M	7.98	(kNm/m)
e=M/N	0.04	(m)
B*	2.72	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1.00	(m)
D/B*	0.37	(m)
Hs/B*	2.35	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$q_m = N / (B - 2 * e) = N / B^* = 75.86 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0.944 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0.74 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione

$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E = 2.39 \quad (\text{mm})$$

8.3.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} = 187.61 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} = 52.20 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg} \phi_1' = 0.58 \quad (-)$$

$$F_s = (N * f + S_p) / T$$

$$2.07 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} = 279.50 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts} = 60.90 \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r$$

$$4.59 > 1$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv + (Sovr acc)	204.36	211.56	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh - Sp	54.50		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	262.93	276.61	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	23.18	19.58	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c'ic + q_0*N_q*i_q + 0,5*\gamma_1*B*N_\gamma*i_\gamma$$

c1'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kN/mq)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d'H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
e = M / N	eccentricità	0.11	0.09	(m)
B* = B - 2e	larghezza equivalente	2.57	2.61	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	(2+ π in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \text{tg}(\phi)$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di ic, iq e i γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' \cot \phi))^m$	(1 in cond. nd)	0.56	0.57	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.53	0.55	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' \cot \phi))^{m+1}$		0.42	0.42	(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

q _{lim}	(carico limite unitario)	463.63	472.94	(kN/m ²)
------------------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	F = q_{lim}*B* / N	Nmin	5.84	>	1.2
		Nmax	5.85	>	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

8.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO

8.4.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	35	0	Rilevato
materiale 2	19	30	2.5	Unità U1c
materiale 3				
materiale 4				

azioni sismiche a_g/g 0.158 (-) S_s 1.46 k_h 0.0877 (-)

β_s 0.38 S_T 1 k_v 0.0438 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle		p.c. monte		superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda	
materiale 1				materiale 2		materiale 4		materiale 2		falda	
	x	y		x	y		x	y		x	y
0	100.000	101.000	0	101.000	103.600	0	50.000	100.000	0		
1	50.000	101.000	1	150.000	103.600	1	150.000	100.000	1	50.000	80.000
2			2			2			2	150.000	80.000
3			3			3			3		



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA

Relazione di calcolo muro di sostegno

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	FA0200 001	A	65 DI 125

#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop
1093	STATICO 4.078
	SISMICO 2.586

CALCOLO

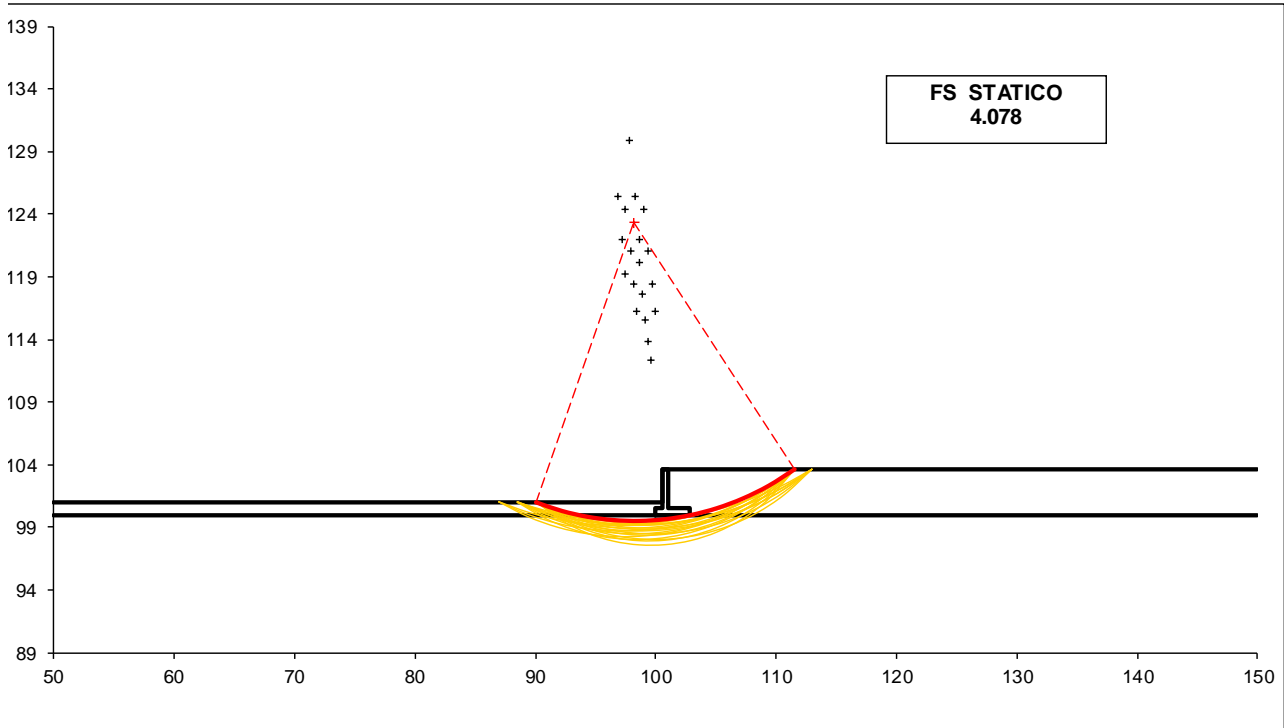
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

20

DISEGNO



4.708 > 1.1 VERIFICA SODDISFATTA

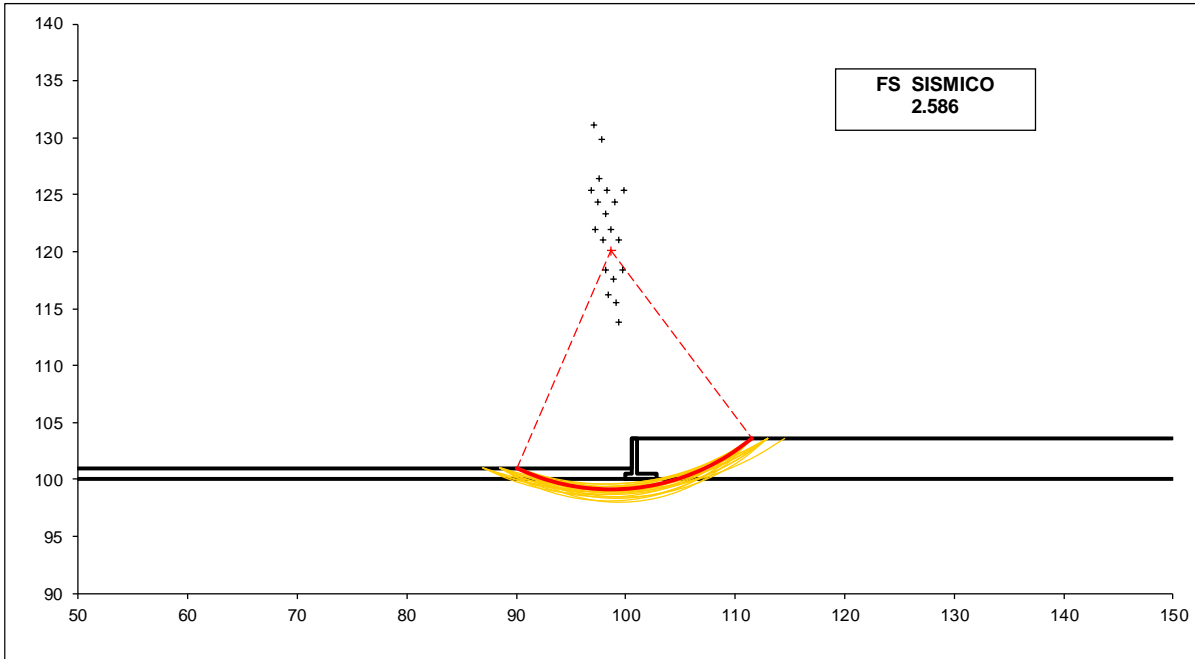
	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

8.4.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

SISMICA ▼

20 ▼

DISEGNO



2.586 > 1.2 VERIFICA SODDISFATTA

8.5 VERIFICHE STRUTTURALI

8.5.1 CALCOLO SOLLECITAZIONI

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

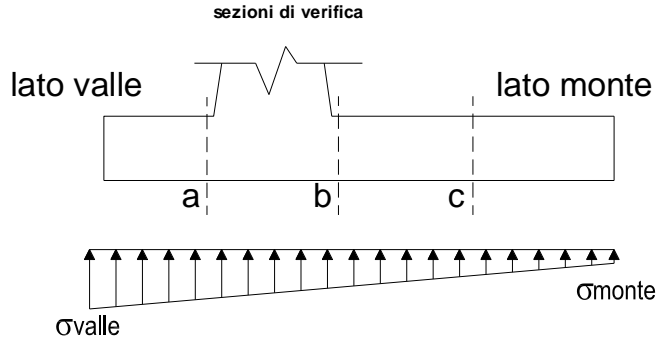
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.80 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 1.31 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N [kN]	M [kNm]	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_{monte} [kN/m ²]
statico	198.66	7.98	77.05	64.85
sisma+	234.66	-10.02	76.13	91.48
sisma-	185.16	40.62	104.77	45.38
sisma-	192.36	37.02	104.58	50.70
sisma-			97.21	35.04
sisma-			97.03	40.37



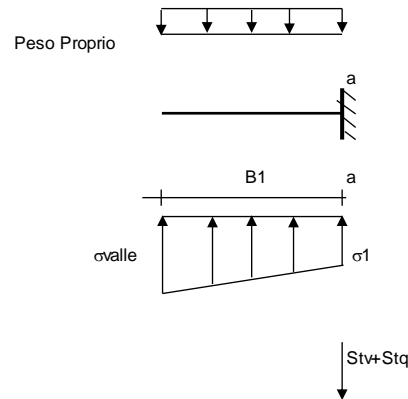
Mensola Lato Valle

$$\text{Peso Proprio. PP} = 12.50 \text{ (kN/m)}$$

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle} [kN/m ²]	σ_1 [kN/m ²]	M_a [kNm]	V_a [kN]
statico	77.05	74.87	7.98	31.73
sisma+	76.13	78.87	8.07	32.50
sisma-	104.77	94.16	10.99	45.72
sisma-	104.58	94.96	11.11	45.63
sisma-	97.21	86.11	10.23	41.95
sisma-	97.03	86.91	10.14	41.85



Mensola Lato Monte

$$PP = 12.50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$PD = 0.00 \text{ (kN/m)}$$

peso proprio soletta fondazione
peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	58.90	78.90	62.90	(kN/m ²)
pvb	58.90	78.90	62.90	(kN/m ²)
pvc	58.90	78.90	62.90	(kN/m ²)

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 +$$

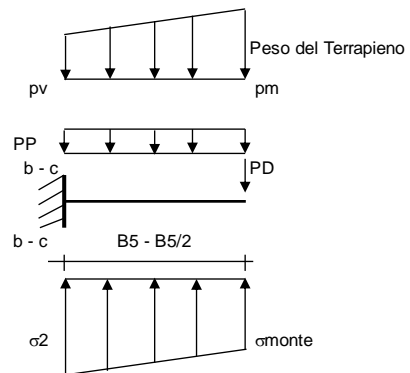
$$-(Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 +$$

$$-(Stv + Sqv) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (Hd + H2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$



caso	σ_{monte} [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	M_b [kNm]	V_b [kN]	σ_2 [kN/m ²]	M_c [kNm]	V_c [kN]
statico	64.85	72.69	-40.38	-23.62	68.77	-19.12	-23.02
sisma+	91.48	81.61	-39.20	-27.62	86.55	-17.63	-21.04
sisma-	45.38	83.56	-62.65	-39.54	64.47	-26.61	-37.67
sisma-	50.70	85.34	-62.84	-40.82	68.02	-26.42	-37.51
sisma-	35.04	75.01	-60.69	-38.23	55.03	-25.61	-36.71
sisma-	40.37	76.79	-60.02	-38.56	58.58	-25.21	-36.08

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad \text{ovvero } h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m \cdot f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \Sigma P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \Sigma P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

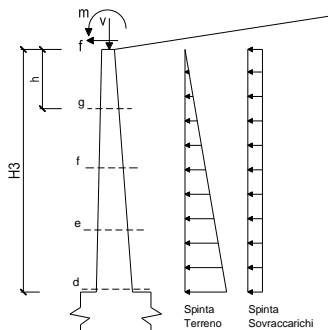
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \Sigma P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	21.17	21.57	0.00	42.74	0.00	38.75	38.75
e-e	2.33	8.93	12.13	0.00	21.06	0.00	29.06	29.06
f-f	1.55	2.65	5.39	0.00	8.04	0.00	19.38	19.38
g-g	0.78	0.33	1.35	0.00	1.68	0.00	9.69	9.69

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	20.49	13.91	0.00	34.40
e-e	2.33	11.52	10.44	0.00	21.96
f-f	1.55	5.12	6.96	0.00	12.08
g-g	0.78	1.28	3.48	0.00	4.76

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	21.17	9.39	5.70	0.00	7.90	44.15	0.00	41.30	41.30
e-e	2.33	8.93	3.96	3.20	0.00	4.44	20.54	0.00	30.97	30.97
f-f	1.55	2.65	1.17	1.42	0.00	1.97	7.22	0.00	20.65	20.65
g-g	0.78	0.33	0.15	0.36	0.00	0.49	1.33	0.00	10.32	10.32

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	20.49	9.09	3.67	0.00	5.10	38.34
e-e	2.33	11.52	5.11	2.76	0.00	3.82	23.21
f-f	1.55	5.12	2.27	1.84	0.00	2.55	11.78
g-g	0.78	1.28	0.57	0.92	0.00	1.27	4.04

condizione sismica -

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	21.17	6.53	5.92	0.00	7.90	41.52	0.00	36.20	36.20
e-e	2.33	8.93	2.75	3.33	0.00	4.44	19.46	0.00	27.15	27.15
f-f	1.55	2.65	0.82	1.48	0.00	1.97	6.92	0.00	18.10	18.10
g-g	0.78	0.33	0.10	0.37	0.00	0.49	1.30	0.00	9.05	9.05

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3.10	20.49	6.32	3.82	0.00	5.10	35.72
e-e	2.33	11.52	3.55	2.87	0.00	3.82	21.76
f-f	1.55	5.12	1.58	1.91	0.00	2.55	11.16
g-g	0.78	1.28	0.39	0.96	0.00	1.27	3.90

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

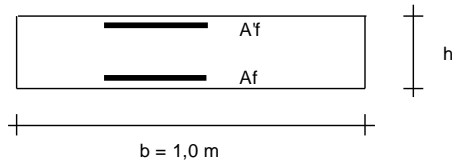
8.5.2 VERIFICHE SLU

Si dispone un'armatura principale, sia nel paramento verticale che nella soletta di fondazione, costituita da $\phi 24/20$ e un'armatura di ripartizione costituita da $\phi 12/25$. Il copriferro di calcolo è pari a 4 mm.

ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	Il strato	pos	n°/ml	ϕ	Il strato
1	5.0	20		5	5.0	20	
2	0.0	0	<input type="checkbox"/>	6	0.0	0	<input type="checkbox"/>
3	0.0	0	<input type="checkbox"/>	7	5.0	20	
4	5.0	20		8	0.0	0	<input type="checkbox"/>
				9	0.0	0	<input type="checkbox"/>

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	Af'	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	11.11	0.00	0.50	15.71	15.71	260.55
b - b	-62.84	0.00	0.50	15.71	15.71	260.55
c - c	-26.61	0.00	0.50	15.71	15.71	260.55
d - d	44.15	41.30	0.50	15.71	15.71	268.69
e - e	21.06	29.06	0.50	15.71	15.71	266.28
f - f	8.04	19.38	0.50	15.71	15.71	264.37
g - g	1.68	9.69	0.50	15.71	15.71	262.46

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)
a - a	45.72	0.50	199.72	10	25	25	21.8	490.13
b - b	40.82	0.50	199.72	10	25	25	21.8	490.13
c - c	37.67	0.50	199.72	10	25	25	21.8	490.13
d - d	38.34	0.50	205.21	10	25	25	21.8	490.13
e - e	23.21	0.50	203.58	10	25	25	21.8	490.13
f - f	12.08	0.50	202.29	10	25	25	21.8	490.13
g - g	4.76	0.50	201.01	10	25	25	21.8	490.13

Armatura a taglio non necessaria

VERIFICATO

8.5.3 VERIFICHE SLE

VERIFICA DI TENSIONI DI ESERCIZIO

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	8.07	0.00	0.50	15.71	15.71	0.29	12.78
b - b	-40.38	0.00	0.50	15.71	15.71	1.47	63.96
c - c	-19.12	0.00	0.50	15.71	15.71	0.70	30.29
d - d	42.74	38.75	0.50	15.71	15.71	1.59	55.92
e - e	21.06	29.06	0.50	15.71	15.71	0.79	24.64
f - f	8.04	19.38	0.50	15.71	15.71	0.30	7.10
g - g	1.68	9.69	0.50	15.71	15.71	0.06	0.38

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	11.01	0.00	0.50	15.71	15.71	0.40	17.44
b - b	-62.84	0.00	0.50	15.71	15.71	2.28	99.54
c - c	-26.61	0.00	0.50	15.71	15.71	0.97	42.16
d - d	44.15	36.20	0.50	15.71	15.71	1.64	58.91
e - e	20.54	27.15	0.50	15.71	15.71	0.77	24.37
f - f	7.22	18.10	0.50	15.71	15.71	0.27	6.19
g - g	1.33	9.05	0.50	15.71	15.71	0.05	0.17

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA DI APERTURA DELLE FESSURE

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ _c	σ _f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	8.07	0.00	0.50	15.71	15.71	0.29	12.78	0.016	0.200
b - b	-40.38	0.00	0.50	15.71	15.71	1.47	63.96	0.080	0.200
c - c	-19.12	0.00	0.50	15.71	15.71	0.70	30.29	0.038	0.200
d - d	42.74	38.75	0.50	15.71	15.71	1.59	55.92	0.068	0.200
e - e	21.06	29.06	0.50	15.71	15.71	0.79	24.64	0.029	0.200
f - f	8.04	19.38	0.50	15.71	15.71	0.30	7.10	0.008	0.200
g - g	1.68	9.69	0.50	15.71	15.71	0.06	0.38	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	A _f	A' _f	σ _c	σ _f	w _k	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	6.04	0.00	0.50	15.71	15.71	0.22	9.56	0.012	0.200
b - b	-18.17	0.00	0.50	15.71	15.71	0.66	28.79	0.036	0.200
c - c	-9.15	0.00	0.50	15.71	15.71	0.33	14.50	0.018	0.200
d - d	21.17	38.75	0.50	15.71	15.71	0.79	22.05	0.026	0.200
e - e	8.93	29.06	0.50	15.71	15.71	0.33	6.01	0.006	0.200
f - f	2.65	19.38	0.50	15.71	15.71	0.09	0.24	0.000	0.200
g - g	0.33	9.69	0.50	15.71	15.71	0.00	-	-	0.200

sez. compressa

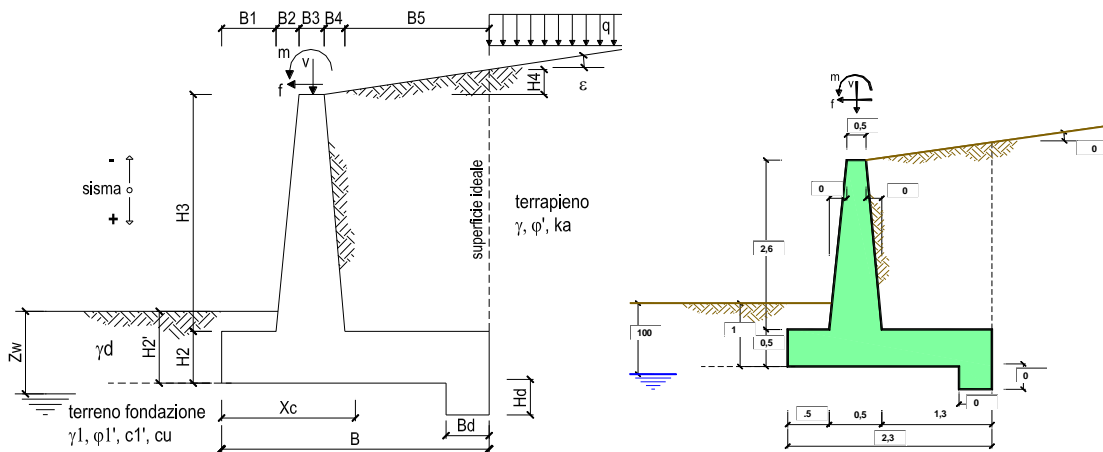
(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICATO

9 ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 4

9.1 INPUT

Le caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nel seguente schema:



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	2.60	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.50	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.30	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.50	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.30	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.15	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

				valori caratteristici SLE	valori di progetto STR/GEO
Dati Geotecnici					
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	ϕ'	35.00	35.00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ	19.00	19.00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	23.33	23.33
Dati Terreno Fondazione	Condizioni	<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate			
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	2.50	2.50
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\phi1'$	30.00	30.00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	19.00	19.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	19.00	19.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	6.40	
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	6000	
Dati Sismici	Accelerazione sismica		a_g/g	0.158	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico		S_s	1.46	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico		S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima		β_s	0.38	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale		kh	0.0876584	(-)
	Coefficiente sismico verticale		kv	0.0438	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no			

		SLE	STR/GEO
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.244
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.295
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.300
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	3.000
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2.851
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	2.837

				valori caratteristici SLE - sisma	valori di progetto	
					STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	q_p	0.00	0.00	0.00
	Sovraccarico su zattera di monte	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	f_p	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	v_p	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	m_p	0.00	0.00	0.00
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	20.00	30.00	30.00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00	0.00	0.00
	Coefficienti di combinazione	condizione frequente $\Psi1$	1.00	condizione quasi permanente $\Psi2$		0.00
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	q_s	4.00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	f_s	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	v_s	0.00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	m_s	0.00		

Non essendoci carichi permanenti applicati $q_p=0$, però essendo in prossimità di un piazzale è stato inserito un carico variabile di 20kN/m² in condizioni statiche e di 4 kPa (20% di 20 kPa) in condizioni sismiche.

Si riporta di seguito una tabella rappresentante i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni statiche nella prima colonna e i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni sismiche nella seconda colonna.

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	altro	altro
			altro	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	1.00	1.00
	sfavorevole		1.35	1.00
Variabili	favorevole	γ_Q	0.00	0.00
	sfavorevole		1.50	1.00

Parametro		altro	altro
angolo d'attrito	$\tan \phi'_k$	1.00	1.00
coesione	c'_k	1.00	1.00
resistenza non drenata	c_{uk}	1.00	1.00
peso unità di volume	γ	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	altro	altro
		altro	altro
Capacità portante fondazione	γ_R	1.40	1.20
Scorrimento		1.10	1.00
Ribaltamento		1.15	1.00

9.2 AZIONI

9.2.1 FORZE VERTICALI E FORZE INERZIALI

FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m) 0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 32.50	32.50
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m) 0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 28.75	28.75
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m) 0.00	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m) 61.25	61.25

- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m) 64.22	64.22
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m) 0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m) 0.00	0.00
Sovr =	$q_p \cdot (B4+B5)$	(kN/m) 0.00	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m) 64.22	64.22

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat $q \cdot (B4+B5)$	(kN/m) 26	39	
Sovr acc. Sism $q_s \cdot (B4+B5)$	(kN/m) 5.2		

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO
- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 \cdot B2)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m) 24.38	24.38
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 \cdot B4)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m) 33.06	33.06
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m) 57.44	57.44

- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m) 105.96	105.96
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m) 0.00	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m) 0.00	0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m) 105.96	105.96

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat $q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m) 42.9	64.35	
Sovr acc. Sism $q_s \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m) 8.58		

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)			
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m) 5.37	
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m) 2.68	

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)			
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m) 5.63	
Ptshv =	$Pt \cdot kv$	(kN/m) 2.81	

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)			
MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m) 0.00	
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2+H3/2)$	(kNm/m) 5.13	
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m) 0.00	
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m) 0.63	
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m) 0.00	
MPs h =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m) 5.76	

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)			
MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1+2/3 \cdot B2)$	(kNm/m) 0.00	
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1+B2+B3/2)$	(kNm/m) 1.07	
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1+B2+B3+B4/3)$	(kNm/m) 0.00	
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m) 1.45	
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B-Bd/2)$	(kNm/m) 0.00	
MPs v =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m) 2.52	

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)			
MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2+H3/2)$	(kNm/m) 10.13	
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2+H3+H4/3)$	(kNm/m) 0.00	
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2+H3 \cdot 2/3)$	(kNm/m) 0.00	
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m) 10.13	

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)			
MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot (H2+H3/2) - (B-B5/2) \cdot 0.5$	(kNm/m) 4.64	
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot (H2+H3+H4/3) - (B-B5/3) \cdot 0.5$	(kNm/m) 0.00	
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot (H2+H3 \cdot 2/3) - (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4) \cdot 0.5$	(kNm/m) 0.00	
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m) 4.64	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A	FOGLIO 76 DI 125

9.2.2 SPINTE IN CONDIZIONI STATICHE

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta totale condizione statica

			SLE	STR/GEO
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	22.31	30.12
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	15.15	22.73

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	20.49	27.66
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	13.91	20.87

- Componente verticale condizione statica

Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.84	11.93
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.00	9.00

- Spinta passiva sul dente

Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00	0.00
------	---	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	21.17	28.58
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m)	20.33	27.44
MSq1 perm =	$Sq_h \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sq_h \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	21.57	32.35
MSq2 perm =	$Sq_v \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sq_v \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	13.80	20.71
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$m_p + m$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext2 =	$(f_p + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext3 =	$(v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

9.2.3 SPINTE IN CONDIZIONI SISMICHE

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	22.31	22.31
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1\ stat$	(kN/m)	5.82	5.82
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	3.66	3.66

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1\ stat \cdot \cos \delta$	(kN/m)	20.49	20.49
Sst1h sism = $Sst1\ sism \cdot \cos \delta$	(kN/m)	5.35	5.35
Ssq1h perm = $Ssq1\ perm \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1\ acc \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.36	3.36

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1\ stat \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.84	8.84
Sst1v sism = $Sst1\ sism \cdot \sin \delta$	(kN/m)	2.31	2.31
Ssq1v perm = $Ssq1\ perm \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1\ acc \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.45	1.45

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00
--	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h\ stat \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	21.17	21.17
MSst1 sism = $Sst1h\ sism \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	5.53	5.53
MSst2 stat = $Sst1v\ stat \cdot B$	(kNm/m)	20.33	20.33
MSst2 sism = $Sst1v\ sism \cdot B$	(kNm/m)	5.30	5.30
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	5.21	5.21
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	3.34	3.34
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	22.31	22.31
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	3.91	3.91
Ssq1 perm = $q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a \cdot Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	3.73	3.73

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	20.49	20.49
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.59	3.59
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.42	3.42

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	8.84	8.84
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.55	1.55
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.48	1.48

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps} + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00	0.00
--	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	21.17	21.17
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	3.71	3.71
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	20.33	20.33
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	3.56	3.56
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	5.30	5.30
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	3.39	3.39
MSp = $\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps} + 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp + ms$	(kNm/m)		0.00
Mfext2 = $(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)		0.00
Mfext3 = $(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)		0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

9.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

9.3.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv\text{ perm}} + S_{qv\text{ acc}} \quad 146.40 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f \quad 48.53 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi' \quad 0.58 \quad (-)$$

$$\mathbf{F_s \text{ scorr.} \quad (N \cdot f + S_p) / T \quad \mathbf{1.74} \quad > \quad \mathbf{1.1}}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{\text{fext}3} \quad 163.40 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{St} + M_{Sq} + M_{\text{fext}1} + M_{\text{fext}2} + M_{Sp} \quad 8.61 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{F_s \text{ ribaltamento} \quad M_s / M_r \quad \mathbf{18.99} \quad > \quad \mathbf{1}}$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} (+ Sovr acc)$		146.40	185.40	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$		48.53	48.53	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		150.62	214.97	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		17.75	-1.75	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kPa)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma_d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.12	-0.01	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.06	2.28	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\phi')$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

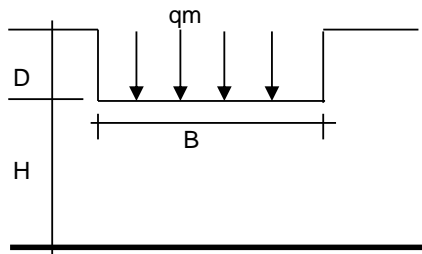
$i_q = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.47	0.56	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.44	0.44	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.32	0.33	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	340.91	374.29	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	4.79	>	1.4
		Nmax	4.61	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	140.31	(kN/m)
M	6.56	(kNm/m)
e=M/N	0.05	(m)
B*	2.21	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1.00	(m)
D/B*	0.45	(m)
Hs/B*	2.90	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$q_m = N / (B - 2 * e) = N / B^* = 66.35 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0.940 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0.83 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione

$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * q_m * B^* / E = 1.90 \quad (\text{mm})$$

9.3.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} = 131.83 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} = 38.50 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg} \varphi_1' = 0.58 \quad (-)$$

$$F_s = (N * f + S_p) / T = 1.98 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} = 163.40 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts} = 37.79 \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r = 4.32 > 1$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$	143.56	148.76	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	40.20		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	$\sum M$	151.73	160.31	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	13.37	10.77	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kN/mq)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d' H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.09	0.07	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.11	2.16	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{(\pi \tan \phi')}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$	(2+ π in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi'$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.54	0.56	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.52	0.53	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.40	0.40	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	408.66	418.12	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	Nmin	6.02	>	1.2
		Nmax	6.06	>	



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA

Relazione di calcolo muro di sostegno

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	FA0200 001	A	84 DI 125

#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop	
	1100	STATICO
	SISMICO	2.906

CALCOLO

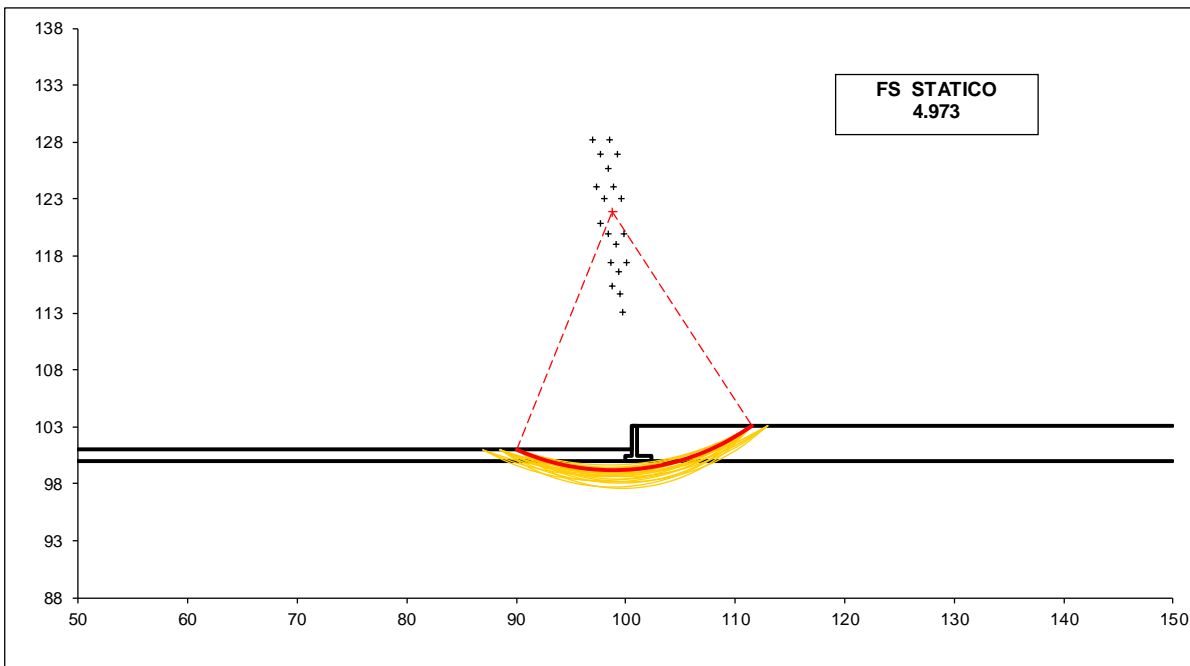
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

20

DISEGNO



4.973 > 1.1 VERIFICA SODDISFATTA

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA DOCUMENTO D 78 FA0200 001	REV. A	FOGLIO 85 DI 125

9.4.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

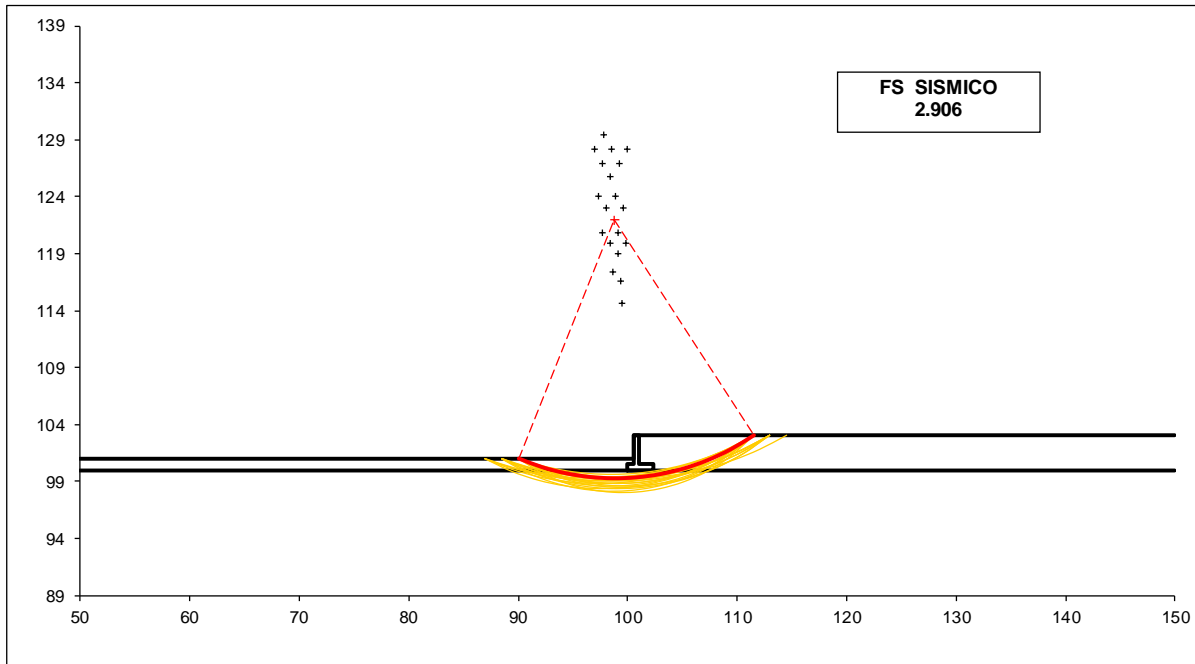
Condizione di Carico

SISMICA ▼

superfici da disegnare

20 ▼

DISEGNO



2.906 > 1.2 VERIFICA SODDISFATTA

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \Sigma P_m \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \Sigma P_m \cdot (1 \pm kv)$$

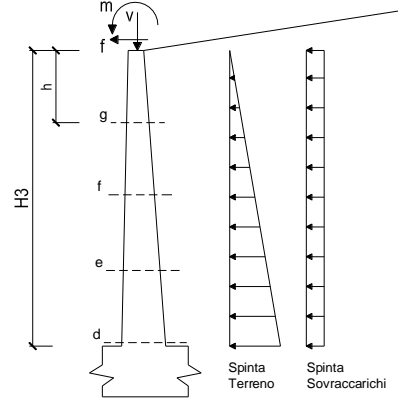
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a_{orizz}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a_{orizz}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a_{orizz}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a_{orizz}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \Sigma P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.60	16.86	22.76	0.00	39.62	0.00	32.50	32.50
e-e	1.95	7.11	12.80	0.00	19.91	0.00	24.38	24.38
f-f	1.30	2.11	5.69	0.00	7.80	0.00	16.25	16.25
g-g	0.65	0.26	1.42	0.00	1.69	0.00	8.13	8.13

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.60	19.46	17.50	0.00	36.96
e-e	1.95	10.94	13.13	0.00	24.07
f-f	1.30	4.86	8.75	0.00	13.62
g-g	0.65	1.22	4.38	0.00	5.59

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.60	12.49	3.55	3.67	0.00	3.70	23.41	0.00	33.92	33.92
e-e	1.95	5.27	1.50	2.06	0.00	2.08	10.91	0.00	25.44	25.44
f-f	1.30	1.56	0.44	0.92	0.00	0.93	3.85	0.00	16.96	16.96
g-g	0.65	0.20	0.06	0.23	0.00	0.23	0.71	0.00	8.48	8.48

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.60	14.41	4.10	2.82	0.00	2.85	24.18
e-e	1.95	8.11	2.30	2.11	0.00	2.14	14.66
f-f	1.30	3.60	1.02	1.41	0.00	1.42	7.46
g-g	0.65	0.90	0.26	0.70	0.00	0.71	2.57

condizione sismica -

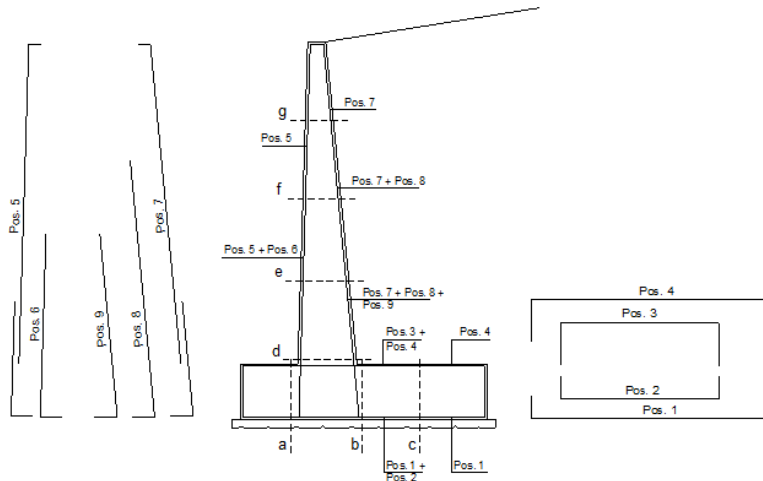
sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.60	12.49	2.38	3.73	0.00	3.70	22.31	0.00	31.08	31.08
e-e	1.95	5.27	1.01	2.10	0.00	2.08	10.46	0.00	23.31	23.31
f-f	1.30	1.56	0.30	0.93	0.00	0.93	3.72	0.00	15.54	15.54
g-g	0.65	0.20	0.04	0.23	0.00	0.23	0.70	0.00	7.77	7.77

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.60	14.41	2.75	2.87	0.00	2.85	22.88
e-e	1.95	8.11	1.55	2.15	0.00	2.14	13.94
f-f	1.30	3.60	0.69	1.43	0.00	1.42	7.15
g-g	0.65	0.90	0.17	0.72	0.00	0.71	2.50

9.5.2 VERIFICHE SLU

Si dispone un'armatura principale, sia nel paramento verticale che nella soletta di fondazione, costituita da $\phi 24/20$ e un'armatura di ripartizione costituita da $\phi 12/25$. Il copriferro di calcolo è pari a 4 mm.

SCHEMA DELLE ARMATURE

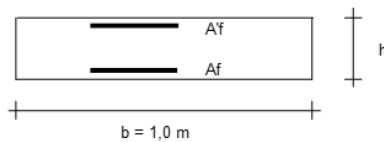


ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5.0	24	┌ └	5	5.0	24	┌ └
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	24	
4	5.0	24		8	0.0	0	
				9	0.0	0	┌ └

Calcola

VERIFICHE



a-a pos 1-2-3-4
b-b pos 1-2-3-4
c-c pos 1-4
d-d pos 5-6-7-8-9
e-e pos 5-6-7-8-9
f-f pos 5-7-8
g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	8.55	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
b - b	-36.33	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
c - c	-16.69	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
d - d	39.62	32.50	0.50	22.62	22.62	370.65
e - e	19.91	24.38	0.50	22.62	22.62	369.07
f - f	7.80	16.25	0.50	22.62	22.62	367.49
g - g	1.69	8.13	0.50	22.62	22.62	365.91

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{Rd}	ϕ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	33.45	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
b - b	34.49	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
c - c	29.18	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
d - d	36.96	0.50	225.05	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
e - e	24.07	0.50	223.97	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
f - f	13.62	0.50	222.89	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
g - g	5.59	0.50	221.81	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria

VERIFICATO

9.5.3 VERIFICHE SLE

VERIFICA DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	6.86	0.00	0.50	22.62	22.62	0.21	7.64
b - b	-23.97	0.00	0.50	22.62	22.62	0.73	26.69
c - c	-11.11	0.00	0.50	22.62	22.62	0.34	12.37
d - d	27.66	32.50	0.50	22.62	22.62	0.87	24.11
e - e	13.80	24.38	0.50	22.62	22.62	0.44	10.44
f - f	5.35	16.25	0.50	22.62	22.62	0.17	2.83
g - g	1.14	8.13	0.50	22.62	22.62	0.04	0.09

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	7.79	0.00	0.50	22.62	22.62	0.24	8.68
b - b	-26.28	0.00	0.50	22.62	22.62	0.80	29.26
c - c	-11.25	0.00	0.50	22.62	22.62	0.34	12.53
d - d	23.41	31.08	0.50	22.62	22.62	0.74	19.69
e - e	10.91	23.31	0.50	22.62	22.62	0.35	7.49
f - f	3.85	15.54	0.50	22.62	22.62	0.12	1.44
g - g	0.71	7.77	0.50	22.62	22.62	0.03	-0.05

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA DI APERTURA DELLE FESSURE

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	6.86	0.00	0.50	22.62	22.62	0.21	7.64	0.008	0.200
b - b	-23.97	0.00	0.50	22.62	22.62	0.73	26.69	0.029	0.200
c - c	-11.11	0.00	0.50	22.62	22.62	0.34	12.37	0.013	0.200
d - d	27.66	32.50	0.50	22.62	22.62	0.87	24.11	0.025	0.200
e - e	13.80	24.38	0.50	22.62	22.62	0.44	10.44	0.010	0.200
f - f	5.35	16.25	0.50	22.62	22.62	0.17	2.83	0.003	0.200
g - g	1.14	8.13	0.50	22.62	22.62	0.04	0.09	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	4.75	0.00	0.50	22.62	22.62	0.14	5.30	0.006	0.300
b - b	-9.61	0.00	0.50	22.62	22.62	0.29	10.70	0.012	0.300
c - c	-4.91	0.00	0.50	22.62	22.62	0.15	5.47	0.006	0.300
d - d	12.49	32.50	0.50	22.62	22.62	0.40	7.52	0.007	0.300
e - e	5.27	24.38	0.50	22.62	22.62	0.17	1.57	0.001	0.300
f - f	1.56	16.25	0.50	22.62	22.62	0.06	-0.08	0.000	0.300
g - g	0.20	8.13	0.50	22.62	22.62	0.00	-	-	0.300

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

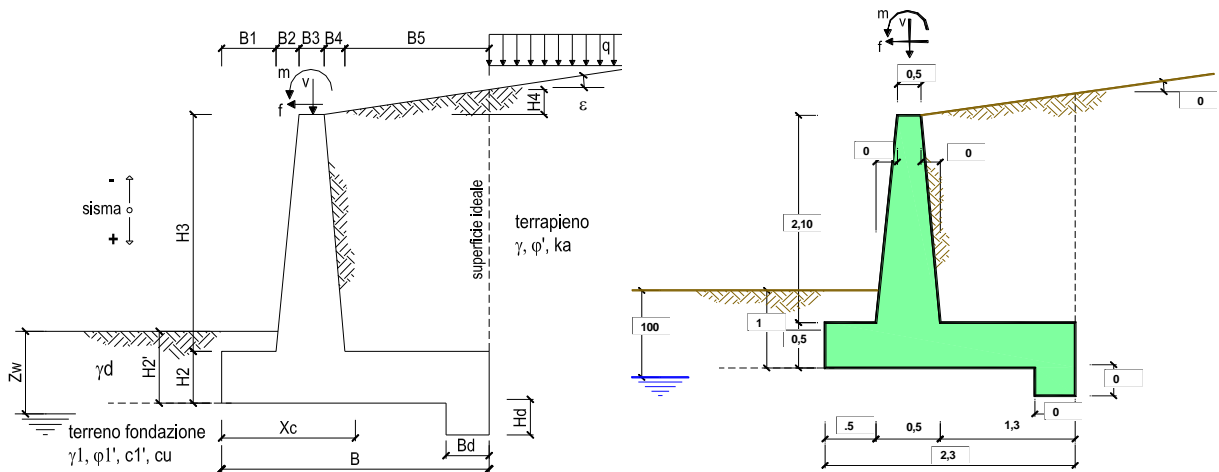
sez. compressa

VERIFICATO

10 ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 3

10.1 INPUT

Le caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nel seguente schema:



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	2.10	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.50	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.30	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.50	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.30	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.15	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

		<i>valori caratteristici</i>			<i>valori di progetto</i>	
		<i>SLE</i>			STR/GEO	EQU
Dati Geotecnici						
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	φ'	35.00	35.00	35.00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	19.00	19.00	19.00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	23.33	23.33	23.33
Dati Terreno Fondazione	Condizioni			<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate		
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	2.50	2.50	2.50
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\varphi1'$	30.00	30.00	30.00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	19.00	19.00	19.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	19.00	19.00	19.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	6.40		
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	6000		

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0.158	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.46	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0.38	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.0876584	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.0438	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare			<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no

		SLE		STR/GEO	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.244	0.244	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.295	0.295	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.300	0.300	
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	3.000	3.000	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2.851	2.851	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	2.837	2.837	

		<i>valori caratteristici</i>			<i>valori di pr</i>	
		<i>SLE - sisma</i>			STR/GEO	
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp	0.00	0.00	
	Sovraccarico su zattera di monte	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0.00	0.00	
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0.00	0.00	
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0.00	0.00	
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	20.00	30.00	
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00	0.00	
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00	0.00	
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00	0.00	
Condizioni Sismiche	Coefficienti di combinazione	condizione frequente $\Psi1$	1.00	condizione quasi permanente $\Psi2$		
	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	qs	4.00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0.00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0.00		

Non essendoci carichi permanenti applicati qp=0, però essendo in prossimità di un piazzale è stato inserito un carico variabile di 20kN/m² in condizioni statiche e di 4 kPa (20% di 20 kPa) in condizioni sismiche.

Si riporta di seguito una tabella rappresentante i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni statiche nella prima colonna e i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni sismiche nella seconda colonna.

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	altro	altro
			altro	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	1.00	1.00
	sfavorevole		1.35	1.00
Variabili	favorevole	γ_Q	0.00	0.00
	sfavorevole		1.50	1.00

Parametro		altro	altro
angolo d'attrito	$\tan \phi'_k$	1.00	1.00
coesione	c'_k	1.00	1.00
resistenza non drenata	c_{uk}	1.00	1.00
peso unità di volume	γ	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	altro	altro
		altro	altro
Capacità portante fondazione	γ_R	1.40	1.20
Scorrimento		1.10	1.00
Ribaltamento		1.15	1.00

10.2 AZIONI

10.2.1 FORZE VERTICALI E FORZE INERZIALI

FORZE VERTICALI

			SLE	STR/GEO
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	26.25	26.25
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls}) / 2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	28.75	28.75
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	55.00	55.00
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	51.87	51.87
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4 + B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma) / 2$	(kN/m)	0.00	0.00
Sovr =	qp * (B4 + B5)	(kN/m)	0.00	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	51.87	51.87
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	q * (B4 + B5)	(kN/m)	26	39
Sovr acc. Sism	qs * (B4 + B5)	(kN/m)	5.2	

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE	STR/GEO
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1 + B2 + 0,5 B3)$	(kNm/m)	19.69	19.69
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	33.06	33.06
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	52.75	52.75
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4 + 0,5 B5)$	(kNm/m)	85.59	85.59
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	85.59	85.59
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	42.9	64.35
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B1 + B2 + B3 + 1/2 \cdot (B4 + B5))$	(kNm/m)	8.58	

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	$Pm \cdot kh$	(kN/m)		4.82
Ps v =	$Pm \cdot kv$	(kN/m)		2.41
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	$Pt \cdot kh$	(kN/m)		4.55
Ptsh v =	$Pt \cdot kv$	(kN/m)		2.27
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)				
MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)		3.57
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2 + H3/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)		0.63
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)		0.00
MPs h =	MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5	(kNm/m)		4.20
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)				
MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1 + 2/3 B2)$	(kNm/m)		0.00
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)		0.86
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1 + B2 + B3 + B4/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)		1.45
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)		0.00
MPs v =	MPs1 + MPs2 + MPs3 + MPs4 + MPs5	(kNm/m)		2.31
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)				
MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)		7.05
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)		0.00
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2 + H3/2/3)$	(kNm/m)		0.00
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)		7.05
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)				
MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0,5)$	(kNm/m)		3.75
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0,5)$	(kNm/m)		0.00
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2 + H3/2/3) - (B1 + B2 + B3 + 2/3 \cdot B4) \cdot 0,5)$	(kNm/m)		0.00
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)		3.75

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

10.2.2 SPINTE IN CONDIZIONI STATICHE

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta totale condizione statica			
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	15.70
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	12.71
- Componente orizzontale condizione statica			
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	14.41
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	11.67
- Componente verticale condizione statica			
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.22
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	5.03
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot g_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
MSt1 =	$Sth \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	12.49
MSt2 =	$Stv \cdot B$	(kNm/m)	14.30
MSq1 perm =	$Sqh \text{ perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00
MSq1 acc =	$Sqh \text{ acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	15.17
MSq2 perm =	$Sqv \text{ perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00
MSq2 acc =	$Sqv \text{ acc} \cdot B$	(kNm/m)	11.58
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$m_p + m$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(f_p + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

10.2.3 SPINTE IN CONDIZIONI SISMICHE

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	15.70	15.70
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1\ stat$	(kN/m)	4.10	4.10
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	3.07	3.07

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = $Sst1\ stat \cdot \cos \delta$	(kN/m)	14.41	14.41
Sst1h sism = $Sst1\ sism \cdot \cos \delta$	(kN/m)	3.76	3.76
Ssq1h perm = $Ssq1\ perm \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = $Ssq1\ acc \cdot \cos \delta$	(kN/m)	2.82	2.82

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = $Sst1\ stat \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.22	6.22
Sst1v sism = $Sst1\ sism \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.62	1.62
Ssq1v perm = $Ssq1\ perm \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = $Ssq1\ acc \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.22	1.22

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00
--	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = $Sst1h\ stat \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	12.49	12.49
MSst1 sism = $Sst1h\ sism \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	3.26	3.26
MSst2 stat = $Sst1v\ stat \cdot B$	(kNm/m)	14.30	14.30
MSst2 sism = $Sst1v\ sism \cdot B$	(kNm/m)	3.73	3.73
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	3.67	3.67
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	2.80	2.80
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica -			
Sst1 stat =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	15.70
Sst1 sism =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (1 - k_v) \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_{as} - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m)	2.75
Ssq1 perm =	$q_p \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m)	0.00
Ssq1 acc =	$q_s \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_{as}$	(kN/m)	3.12
- Componente orizzontale condizione sismica -			
Sst1h stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	14.41
Sst1h sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	2.53
Ssq1h perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00
Ssq1h acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	2.87
- Componente verticale condizione sismica -			
Sst1v stat =	$Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	6.22
Sst1v sism =	$Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.09
Ssq1v perm =	$Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00
Ssq1v acc =	$Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	1.24
- Spinta passiva sul dente			
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot H_d^2 \cdot k_{ps} + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot (1 - k_v) \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

		SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -			
MSst1 stat =	$Sst1h \text{ stat} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + h_d) / 3 - h_d)$	(kNm/m)	12.49
MSst1 sism =	$Sst1h \text{ sism} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	2.19
MSst2 stat =	$Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m)	14.30
MSst2 sism =	$Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m)	2.51
MSsq1 =	$Ssq1h \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	3.73
MSsq2 =	$Ssq1v \cdot B$	(kNm/m)	2.85
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_{ps} + 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_{ps}^{-0.5} + \gamma_1 \cdot k_{ps} \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + ms$	(kNm/m)	0.00
Mfext2 =	$(fp + fs) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00
Mfext3 =	$(vp + vs) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

10.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

10.3.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv \text{ perm}} + S_{qv \text{ acc}} \quad 122.81 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f \quad 36.96 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \tan \phi' \quad 0.58 \quad (-)$$

$$F_s \text{ scorr.} \quad (N \cdot f + S_p) / T \quad \mathbf{1.92} \quad > \quad \mathbf{1.1}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + St_v + Sq_v (+ Sovr acc)$		122.81	161.81	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$		36.96	36.96	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \Sigma M$		135.39	199.74	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c * N - MM$		5.85	-13.65	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c * i_c + q_0 * N_q * i_q + 0,5 * \gamma_1 * B * N_\gamma * i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kPa)
ϕ'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d * H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.05	-0.08	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.20	2.13	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \phi'/2) * e^{(\pi * tg(\phi'))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / tg(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * tg(\phi')$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi')))^m$	(1 in cond. nd)	0.52	0.61	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.49	0.49	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B * c' * cotg(\phi')))^{m+1}$		0.37	0.37	(-)

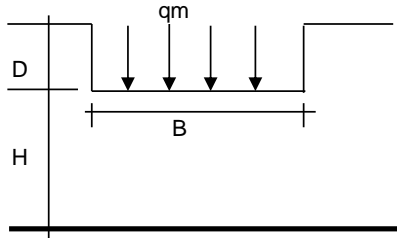
(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	394.37	427.10	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	Nmin	7.08	>	1.4
		Nmax	5.63	>	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * qm * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	118.12	(kN/m)
M	-0.71	(kNm/m)
e=M/N	-0.01	(m)
B*	2.29	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1.00	(m)
D/B*	0.44	(m)
Hs/B*	2.80	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$qm = N / (B - 2*e) = N / B^* = 53.68 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0.941 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0.81 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione

$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * qm * B^* / E = 1.57 \quad (\text{mm})$$

10.3.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv = 110.73 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh = 29.18 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi_1' = 0.58 \quad (-)$$

$$F_s = (N*f + S_p) / T = 2.19 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} = 138.34 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{Sst} + M_{Ssq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} + M_{Ps} + M_{pts} = 24.63 \quad (\text{kNm/m})$$

$$F_r = M_s / M_r = 5.62 > 1$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + v_p + v_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$	120.61	125.81	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + f_p + f_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	30.36		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	134.57	143.15	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c * N - MM$	4.13	1.53	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0,5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$$

$c'1'$	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kN/mq)
$\phi'1'$	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d' H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.03	0.01	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.23	2.28	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) e^{(\pi \tan \phi')}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \tan(\phi')$	(2+ π in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi')$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^m$	(1 in cond. nd)	0.59	0.60	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.56	0.58	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B^* c' \cot \phi'))^{m+1}$		0.45	0.45	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	462.42	473.09	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} * B^* / N$	Nmin	8.56	>	1.2
		Nmax	8.56	>	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

10.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO

10.4.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	35.0	0	Rilevato
materiale 2	19	30.0	2.5	Unità U1c
materiale 3				
materiale 4				

peso specifico acqua 10 [kN/m³]

azioni sismiche a_g/g 0.158 (-) S_s 1.46 k_h 0.0877 (-)

β_s 0.38 S_T 1 k_v 0.0438 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle		p.c. monte		superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda					
materiale 1				<input checked="" type="checkbox"/>	materiale 2		<input type="checkbox"/>	materiale 4		<input type="checkbox"/>	materiale 2		<input type="checkbox"/>	falda	
	x	y		x	y		x	y		x	y		x	y	
0	100.000	101.000	0	101.000	102.600	0	50.000	100.000	0			0	50.000	80.000	
1	50.000	101.000	1	150.000	102.600	1	150.000	100.000	1			1	150.000	80.000	
2			2			2			2			2			
3			3			3			3			3			

Sovraccarichi



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale
NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA

Relazione di calcolo muro di sostegno

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	FA0200 001	A	102 DI 125

#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop
1100	STATICO 6.425
	SISMICO 3.342

CALCOLO

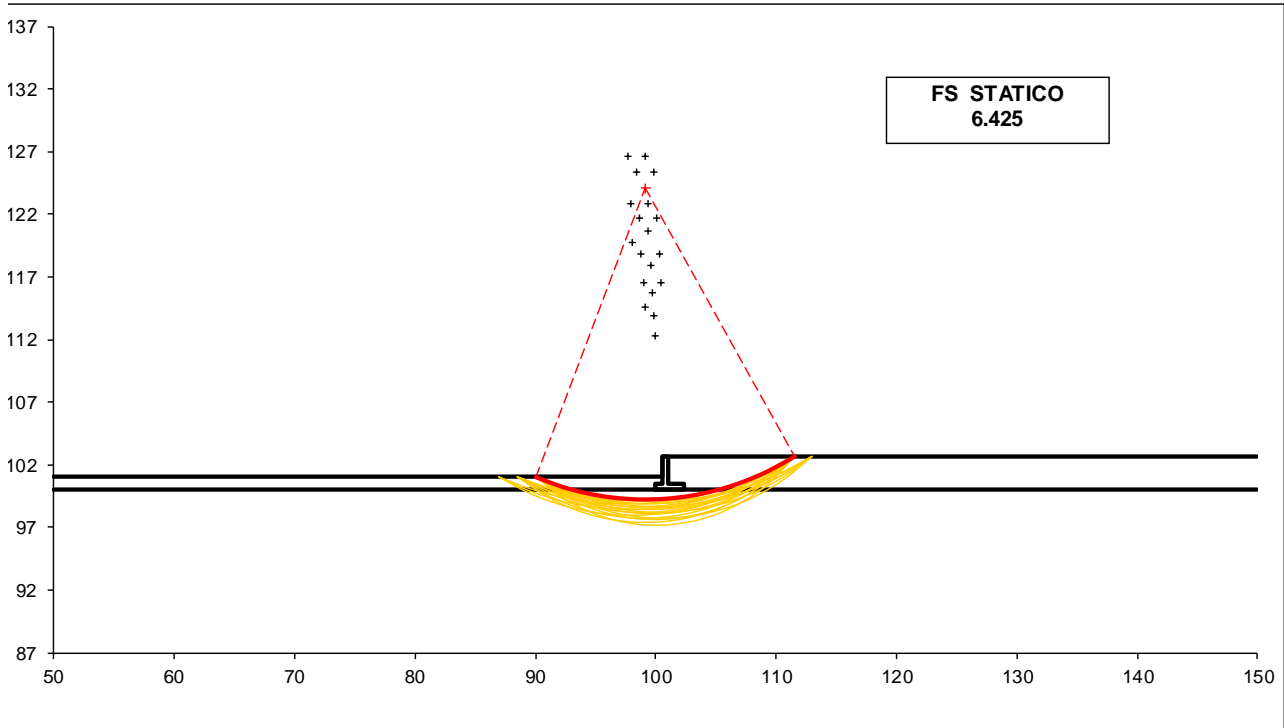
Condizione di Carico

STATICA ▼

superfici da disegnare

20 ▼

DISEGNO



6.425 > 1.1 VERIFICA SODDISFATTA

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

10.4.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

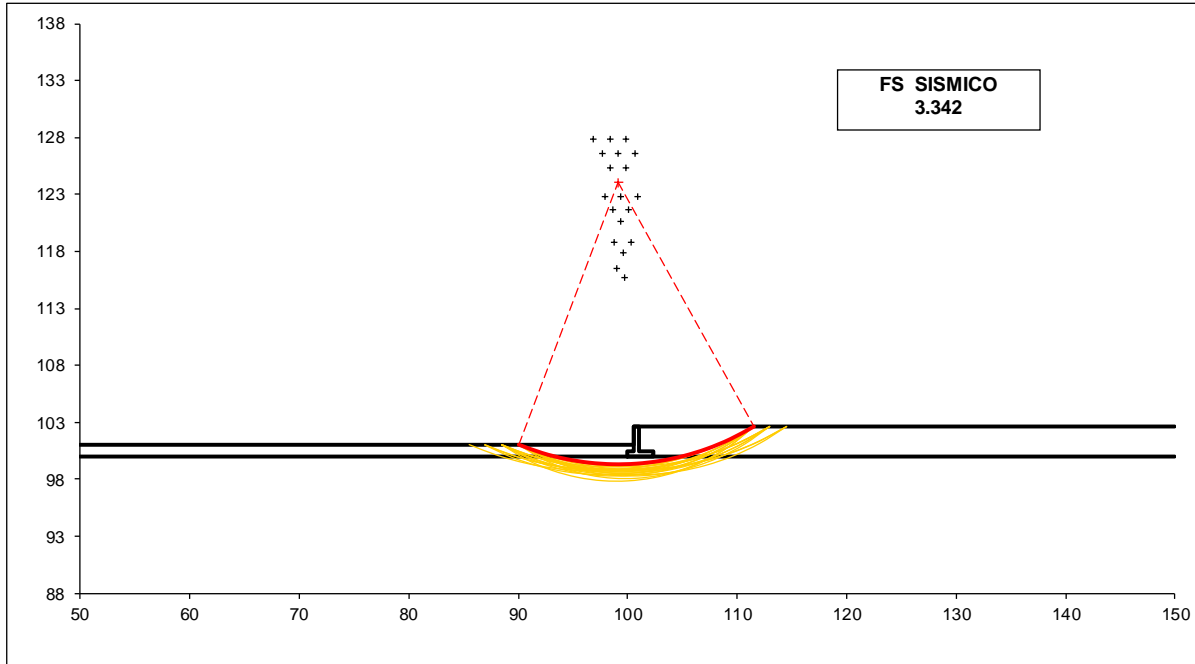
Condizione di Carico

SISMICA ▼

superfici da disegnare

20 ▼

DISEGNO



3.342>1.2 VERIFICA SODDISFATTA

10.5 VERIFICHE STRUTTURALI

10.5.1 CALCOLO SOLLECITAZIONI

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

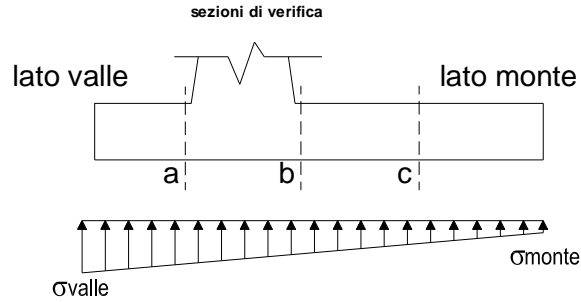
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.30 \quad (m^2)$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 0.88 \quad (m^3)$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	122.81	5.85	60.03	46.76
	161.81	-13.65	54.87	85.84
sisma+	120.61	4.13	57.13	47.75
	125.81	1.53	56.44	52.96
sisma-	110.73	5.07	53.89	42.39
	115.93	2.47	53.21	47.60



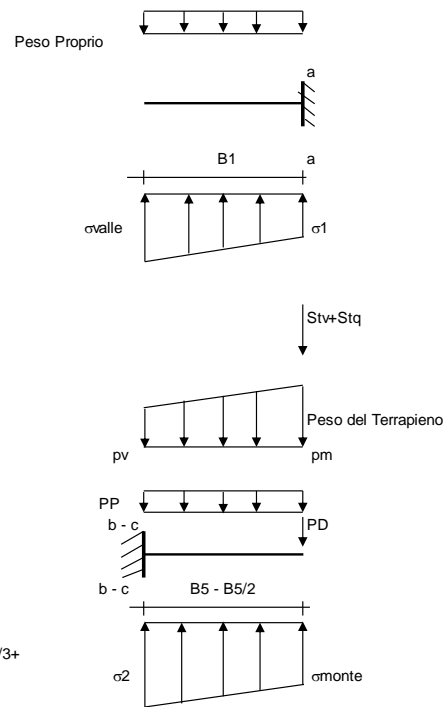
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 12.50 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	60.03	57.15	5.82	23.04
	54.87	61.60	5.58	22.87
sisma+	57.13	55.09	5.43	22.04
	56.44	55.68	5.46	21.70
sisma-	53.89	51.39	5.14	20.42
	53.21	51.99	5.04	20.08



Mensola Lato Monte

PP = 12.50 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
 PD = 0.00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism
pm	39.90	69.90	43.90
pvb	39.90	69.90	43.90
pvc	39.90	69.90	43.90

$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 + (Stv + Sqv) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - Bd / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot B_5 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B_5 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B_5 / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP)) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (Stv + Sqv) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_2	M_b	V_b	σ_2	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	46.76	54.26	-23.38	-18.40	50.51	-11.29	-18.39
	85.84	68.33	-22.75	-22.85	77.09	-10.25	-16.55
sisma+	47.75	53.05	-16.15	-14.64	50.40	-7.17	-12.71
	52.96	54.93	-16.21	-15.46	53.94	-7.07	-12.58
sisma-	42.39	48.89	-15.79	-14.34	45.64	-6.95	-12.50
	47.60	50.77	-15.56	-14.71	49.19	-6.78	-12.14

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K a_{orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K a_{orizz} \cdot (1 \pm kv) - K a_{orizz}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K a_{orizz} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{ext} = m + f \cdot h$$

$$M_{inerzia} = \Sigma P m_i \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{ext} = v$$

$$N_{pp+inerzia} = \Sigma P m_i \cdot (1 \pm kv)$$

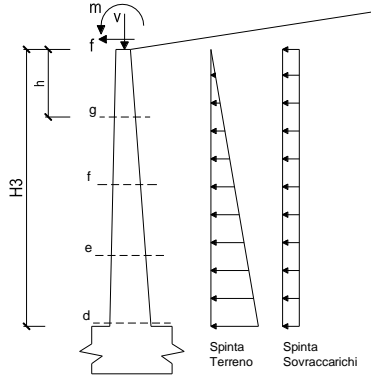
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K a_{orizz} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K a_{orizz} \cdot (1 \pm kv) - K a_{orizz}) \cdot h^2$$

$$V_q = K a_{orizz} \cdot q \cdot h$$

$$V_{ext} = f$$

$$V_{inerzia} = \Sigma P m_i \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.10	8.88	14.85	0.00	23.73	0.00	26.25	26.25
e-e	1.58	3.75	8.35	0.00	12.10	0.00	19.69	19.69
f-f	1.05	1.11	3.71	0.00	4.82	0.00	13.13	13.13
g-g	0.53	0.14	0.93	0.00	1.07	0.00	6.56	6.56

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.10	12.69	14.14	0.00	26.83
e-e	1.58	7.14	10.60	0.00	17.74
f-f	1.05	3.17	7.07	0.00	10.24
g-g	0.53	0.79	3.53	0.00	4.33

condizione sismica +

sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.10	6.58	1.87	2.39	0.00	2.42	13.26	0.00	27.40	27.40
e-e	1.58	2.78	0.79	1.35	0.00	1.36	6.27	0.00	20.55	20.55
f-f	1.05	0.82	0.23	0.60	0.00	0.60	2.26	0.00	13.70	13.70
g-g	0.53	0.10	0.03	0.15	0.00	0.15	0.43	0.00	6.85	6.85

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.10	9.40	2.67	2.28	0.00	2.30	16.65
e-e	1.58	5.29	1.50	1.71	0.00	1.73	10.23
f-f	1.05	2.35	0.67	1.14	0.00	1.15	5.31
g-g	0.53	0.59	0.17	0.57	0.00	0.58	1.90

condizione sismica -

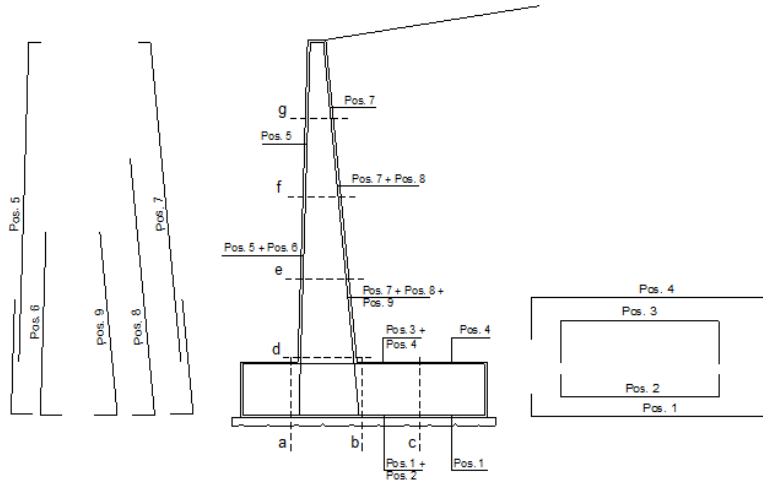
sezione	h	M _{t stat}	M _{t sism}	M _q	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.10	6.58	1.26	2.43	0.00	2.42	12.69	0.00	25.10	25.10
e-e	1.58	2.78	0.53	1.37	0.00	1.36	6.03	0.00	18.82	18.82
f-f	1.05	0.82	0.16	0.61	0.00	0.60	2.19	0.00	12.55	12.55
g-g	0.53	0.10	0.02	0.15	0.00	0.15	0.43	0.00	6.27	6.27

sezione	h	V _{t stat}	V _{t sism}	V _q	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	2.10	9.40	1.79	2.32	0.00	2.30	15.82
e-e	1.58	5.29	1.01	1.74	0.00	1.73	9.76
f-f	1.05	2.35	0.45	1.16	0.00	1.15	5.11
g-g	0.53	0.59	0.11	0.58	0.00	0.58	1.85

10.5.2 VERIFICHE SLU

Si dispone un'armatura principale, sia nel paramento verticale che nella soletta di fondazione, costituita da $\phi 24/20$ e un'armatura di ripartizione costituita da $\phi 12/25$. Il copriferro di calcolo è pari a 4 mm.

SCHEMA DELLE ARMATURE

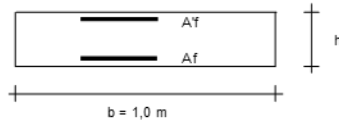


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	5.0	24		5	5.0	24	
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	24	
4	5.0	24		8	0.0	0	
				9	0.0	0	

Calcola

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	5.82	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
b - b	-23.38	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
c - c	-11.29	0.00	0.50	22.62	22.62	364.33
d - d	23.73	26.25	0.50	22.62	22.62	369.44
e - e	12.10	19.69	0.50	22.62	22.62	368.16
f - f	4.82	13.13	0.50	22.62	22.62	366.88
g - g	1.07	6.56	0.50	22.62	22.62	365.61

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{ed}	h	V _{rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{rd,ed}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	23.04	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
b - b	22.85	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
c - c	18.39	0.50	220.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
d - d	26.83	0.50	224.22	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
e - e	17.74	0.50	223.35	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
f - f	10.24	0.50	222.48	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
g - g	4.33	0.50	221.60	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria

VERIFICATO

10.5.3 VERIFICHE SLE

VERIFICA DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	4.77	0.00	0.50	22.62	22.62	0.14	5.31
b - b	-15.08	0.00	0.50	22.62	22.62	0.46	16.80
c - c	-7.39	0.00	0.50	22.62	22.62	0.22	8.24
d - d	16.48	26.25	0.50	22.62	22.62	0.53	13.01
e - e	8.34	19.69	0.50	22.62	22.62	0.27	5.39
f - f	3.30	13.13	0.50	22.62	22.62	0.11	1.26
g - g	0.72	6.56	0.50	22.62	22.62	0.03	-0.01

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	5.43	0.00	0.50	22.62	22.62	0.16	6.04
b - b	-16.21	0.00	0.50	22.62	22.62	0.49	18.06
c - c	-7.17	0.00	0.50	22.62	22.62	0.22	7.98
d - d	13.26	25.10	0.50	22.62	22.62	0.42	9.70
e - e	6.27	18.82	0.50	22.62	22.62	0.20	3.35
f - f	2.26	12.55	0.50	22.62	22.62	0.07	0.45
g - g	0.43	6.27	0.50	22.62	22.62	0.02	-

sez. compressa

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA DI APERTURA DELLE FESSURE

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	4.77	0.00	0.50	22.62	22.62	0.14	5.31	0.006	0.200
b - b	-15.08	0.00	0.50	22.62	22.62	0.46	16.80	0.018	0.200
c - c	-7.39	0.00	0.50	22.62	22.62	0.22	8.24	0.009	0.200
d - d	16.48	26.25	0.50	22.62	22.62	0.53	13.01	0.013	0.200
e - e	8.34	19.69	0.50	22.62	22.62	0.27	5.39	0.005	0.200
f - f	3.30	13.13	0.50	22.62	22.62	0.11	1.26	0.001	0.200
g - g	0.72	6.56	0.50	22.62	22.62	0.03	-0.01	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	3.36	0.00	0.50	22.62	22.62	0.10	3.74	0.004	0.300
b - b	-4.78	0.00	0.50	22.62	22.62	0.15	5.33	0.006	0.300
c - c	-2.76	0.00	0.50	22.62	22.62	0.08	3.07	0.003	0.300
d - d	6.58	26.25	0.50	22.62	22.62	0.21	2.51	0.002	0.300
e - e	2.78	19.69	0.50	22.62	22.62	0.09	0.23	0.000	0.300
f - f	0.82	13.13	0.50	22.62	22.62	0.00	-	-	0.300
g - g	0.10	6.56	0.50	22.62	22.62	0.00	-	-	0.300

sez. compressa
sez. compressa

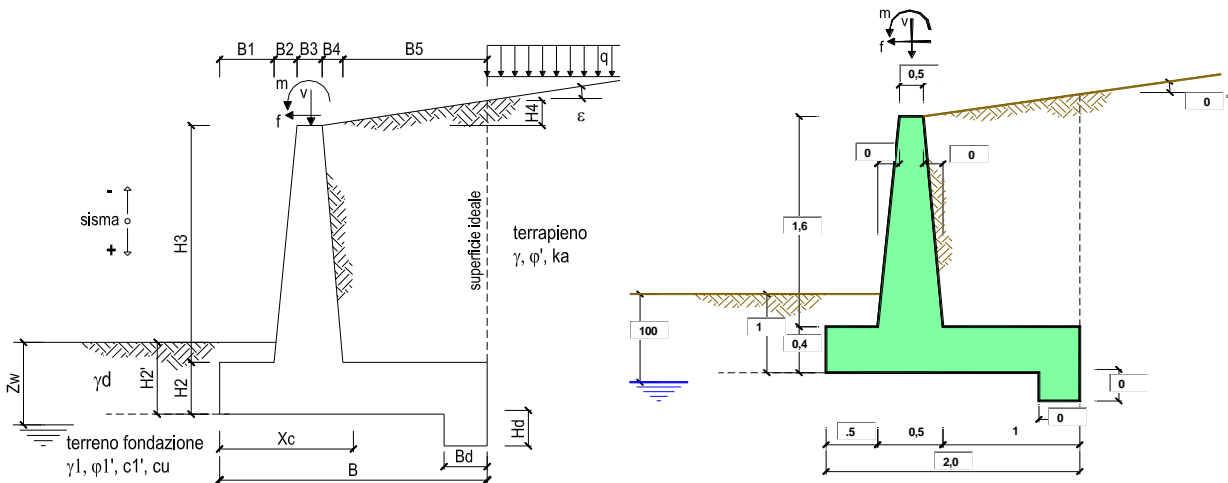
(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICATO

11 ANALISI E VERIFICA MURO TIPO 2

11.1 INPUT

Le caratteristiche geometriche sono riportate sinteticamente nel seguente schema:



Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	1.60	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0.00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0.50	(m)
Aggetto monte	B4 =	0.00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2.00	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0.40	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0.50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1.00	(m)
Altezza dente	Hd =	0.00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0.00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1.00	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25.00	(kN/m ³)
---------------------------------	------------------	-------	----------------------

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

				valori caratteristici SLE	valori di progetto STR/GEO
Dati Geotecnici					
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	φ'	35.00	35.00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m ³)	γ'	19.00	19.00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	23.33	23.33
Dati Terreno Fondazione	Condizioni	<input checked="" type="radio"/> drenate <input type="radio"/> Non Drenate			
	Coesione Terreno di Fondazione	(kPa)	$c1'$	2.50	2.50
	Angolo di attrito del Terreno di Fondazione	(°)	$\varphi1'$	30.00	30.00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m ³)	$\gamma1$	19.00	19.00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m ³)	γd	19.00	19.00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	6.40	
	Modulo di deformazione	(kN/m ²)	E	6000	

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0.158	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_s	1.46	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0.38	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.0876584	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0.0438	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	<input checked="" type="radio"/> si <input type="radio"/> no		

		SLE	STR/GEO
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0.244
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0.295
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0.300
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	3.000
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	2.851
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	2.837

				valori caratteristici SLE - sisma	valori di progetto	
					STR/GEO	EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m ²)	qp	0.00	0.00	0.00
	Sovraccarico su zattera di monte	<input type="radio"/> si <input checked="" type="radio"/> no				
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0.00	0.00	0.00
Condizioni Statiche	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0.00	0.00	0.00
	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m ²)	q	20.00	30.00	30.00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0.00	0.00	0.00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0.00	0.00	0.00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0.00	0.00	0.00
Condizioni Sismiche	Coefficienti di combinazione condizione frequente $\Psi1$	1.00	condizione quasi permanente $\Psi2$		0.00	
	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m ²)	qs	4.00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0.00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0.00		
Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0.00			

Non essendoci carichi permanenti applicati qp=0, però essendo in prossimità di un piazzale è stato inserito un carico variabile di 20kN/m² in condizioni statiche e di 4 kPa (20% di 20 kPa) in condizioni sismiche.

Si riporta di seguito una tabella rappresentante i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni statiche nella prima colonna e i coefficienti parziali di sicurezza per le condizioni sismiche nella seconda colonna.

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	altro	altro
			altro	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	1.00	1.00
	sfavorevole		1.35	1.00
Variabili	favorevole	γ_Q	0.00	0.00
	sfavorevole		1.50	1.00

Parametro		altro	altro
angolo d'attrito	$\tan \phi'_k$	1.00	1.00
coesione	c'_k	1.00	1.00
resistenza non drenata	c_{uk}	1.00	1.00
peso unità di volume	γ	1.00	1.00

Verifica	Coeff. Parziale	altro	altro
		altro	altro
Capacità portante fondazione	γ_R	1.40	1.20
Scorrimento		1.10	1.00
Ribaltamento		1.15	1.00

11.2AZIONI

11.2.1 FORZE VERTICALI E FORZE INERZIALI

FORZE VERTICALI

			SLE	STR/GEO
- Peso del Muro (Pm)				
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	20.00	20.00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	20.00	20.00
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0.00	0.00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	40.00	40.00
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)				
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	30.40	30.40
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	0.00	0.00
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m)	0.00	0.00
Sovr =	qp * (B4+B5)	(kN/m)	0.00	0.00
Pt =	Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr	(kN/m)	30.40	30.40
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	q * (B4+B5)	(kN/m)	20	30
Sovr acc. Sism	qs * (B4+B5)	(kN/m)	4	

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE	STR/GEO
- Muro (Mm)				
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 B3)$	(kNm/m)	15.00	15.00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	20.00	20.00
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5	(kNm/m)	35.00	35.00
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro				
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 B5)$	(kNm/m)	45.60	45.60
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 B4)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 (B4+B5))$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	45.60	45.60
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro				
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 (B4+B5))$	(kNm/m)	30	45
Sovr acc. Sism	$qs \cdot (B1+B2+B3+1/2 (B4+B5))$	(kNm/m)	6	

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)				
Ps h =	Pm * kh	(kN/m)		3.51
Ps v =	Pm * kv	(kN/m)		1.75
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)				
Ptsh =	Pt * kh	(kN/m)		2.66
Ptsv =	Pt * kv	(kN/m)		1.33
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)				
MPs1 h =	$kh \cdot Pm1 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs2 h =	$kh \cdot Pm2 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)		2.10
MPs3 h =	$kh \cdot Pm3 \cdot (H2+H3/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs4 h =	$kh \cdot Pm4 \cdot (H2/2)$	(kNm/m)		0.35
MPs5 h =	$-kh \cdot Pm5 \cdot (Hd/2)$	(kNm/m)		0.00
MPs h =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)		2.45
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)				
MPs1 v =	$kv \cdot Pm1 \cdot (B1+2/3 B2)$	(kNm/m)		0.00
MPs2 v =	$kv \cdot Pm2 \cdot (B1+B2+B3/2)$	(kNm/m)		0.66
MPs3 v =	$kv \cdot Pm3 \cdot (B1+B2+B3+B4/3)$	(kNm/m)		0.00
MPs4 v =	$kv \cdot Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)		0.88
MPs5 v =	$kv \cdot Pm5 \cdot (B-Bd/2)$	(kNm/m)		0.00
MPs v =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)		1.53
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)				
MPts1 h =	$kh \cdot Pt1 \cdot (H2 + H3/2)$	(kNm/m)		3.20
MPts2 h =	$kh \cdot Pt2 \cdot (H2 + H3 + H4/3)$	(kNm/m)		0.00
MPts3 h =	$kh \cdot Pt3 \cdot (H2+H3^2/3)$	(kNm/m)		0.00
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)		3.20
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)				
MPts1 v =	$kv \cdot Pt1 \cdot ((H2 + H3/2) - (B - B5/2) \cdot 0,5)$	(kNm/m)		2.00
MPts2 v =	$kv \cdot Pt2 \cdot ((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3) \cdot 0,5)$	(kNm/m)		0.00
MPts3 v =	$kv \cdot Pt3 \cdot ((H2+H3^2/3) - (B1+B2+B3+2/3 B4) \cdot 0,5)$	(kNm/m)		0.00
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)		2.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

11.2.2 SPINTE IN CONDIZIONI STATICHE

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
- Spinta totale condizione statica				
St =	$0,5 \cdot \gamma \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d)^2 \cdot k_a$	(kN/m)	9.29	12.54
Sq perm =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	0.00	0.00
Sq acc =	$q \cdot (H_2 + H_3 + H_4 + H_d) \cdot k_a$	(kN/m)	9.78	14.66
- Componente orizzontale condizione statica				
Sth =	$St \cdot \cos \delta$	(kN/m)	8.53	11.51
Sqh perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqh acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m)	8.98	13.47
- Componente verticale condizione statica				
Stv =	$St \cdot \sin \delta$	(kN/m)	3.68	4.97
Sqv perm =	$Sq \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Sqv acc =	$Sq \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m)	3.87	5.81
- Spinta passiva sul dente				
Sp =	$\frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot H_d^2 \cdot k_p + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d$	(kN/m)	0.00	0.00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

			SLE	STR/GEO
MSt1 =	$St \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 3 - H_d)$	(kNm/m)	5.69	7.68
MSt2 =	$St \cdot B$	(kNm/m)	7.36	9.93
MSq1 perm =	$Sq \text{ h perm} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq1 acc =	$Sq \text{ h acc} \cdot ((H_2 + H_3 + H_4 + H_d) / 2 - H_d)$	(kNm/m)	8.98	13.47
MSq2 perm =	$Sq \text{ v perm} \cdot B$	(kNm/m)	0.00	0.00
MSq2 acc =	$Sq \text{ v acc} \cdot B$	(kNm/m)	7.74	11.62
MSp =	$\gamma_1 \cdot H_d^3 \cdot k_p / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot k_p^{0.5} + \gamma_1 \cdot k_p \cdot H_2) \cdot H_d^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext2 =	$(fp + f) \cdot (H_3 + H_2)$	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext3 =	$(v_p + v) \cdot (B_1 + B_2 + B_3 / 2)$	(kNm/m)	0.00	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

11.2.3 SPINTE IN CONDIZIONI SISMICHE

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	9.29	9.29
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1+kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^+ - Sst1\ stat$	(kN/m)	2.42	2.42
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^+$	(kN/m)	2.36	2.36

- Componente orizzontale condizione sismica +

Sst1h stat = Sst1 stat * cos δ	(kN/m)	8.53	8.53
Sst1h sism = Sst1 sism * cos δ	(kN/m)	2.23	2.23
Ssq1h perm = Ssq1 perm * cos δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * cos δ	(kN/m)	2.17	2.17

- Componente verticale condizione sismica +

Sst1v stat = Sst1 stat * sen δ	(kN/m)	3.68	3.68
Sst1v sism = Sst1 sism * sen δ	(kN/m)	0.96	0.96
Ssq1v perm = Ssq1 perm * sen δ	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * sen δ	(kN/m)	0.94	0.94

- Spinta passiva sul dente

$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^+ + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot (1+kv) \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00
--	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica +

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	5.69	5.69
MSst1 sism = Sst1h sism * ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	1.48	1.48
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	7.36	7.36
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	1.92	1.92
MSsq1 = Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	2.17	2.17
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	1.87	1.87
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext2 = (fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0.00	0.00
Mfext3 = (vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)	0.00	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Spinta condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m)	9.29	9.29
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma' \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas^-$ - Sst1 stat	(kN/m)	1.63	1.63
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas^-$	(kN/m)	2.40	2.40

- Componente orizzontale condizione sismica -

Sst1h stat = Sst1 stat * $\cos \delta$	(kN/m)	8.53	8.53
Sst1h sism = Sst1 sism * $\cos \delta$	(kN/m)	1.49	1.49
Ssq1h perm = Ssq1 perm * $\cos \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1h acc = Ssq1 acc * $\cos \delta$	(kN/m)	2.21	2.21

- Componente verticale condizione sismica -

Sst1v stat = Sst1 stat * $\sin \delta$	(kN/m)	3.68	3.68
Sst1v sism = Sst1 sism * $\sin \delta$	(kN/m)	0.64	0.64
Ssq1v perm = Ssq1 perm * $\sin \delta$	(kN/m)	0.00	0.00
Ssq1v acc = Ssq1 acc * $\sin \delta$	(kN/m)	0.95	0.95

- Spinta passiva sul dente

Sp = $\frac{1}{2} \cdot \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps^- + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{-0.5} + \gamma_1' \cdot (1-kv) \cdot kps^- \cdot H2') \cdot Hd$	(kN/m)	0.00	0.00
--	--------	------	------

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

- Condizione sismica -

		SLE	STR/GEO
MSst1 stat = Sst1h stat * $((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m)	5.69	5.69
MSst1 sism = Sst1h sism * $((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	1.00	1.00
MSst2 stat = Sst1v stat * B	(kNm/m)	7.36	7.36
MSst2 sism = Sst1v sism * B	(kNm/m)	1.29	1.29
MSsq1 = Ssq1h * $((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	2.21	2.21
MSsq2 = Ssq1v * B	(kNm/m)	1.90	1.90
MSp = $\gamma_1' \cdot Hd^3 \cdot kps^+ / 3 + (2 \cdot c_1' \cdot kps^{+0.5} + \gamma_1' \cdot kps^+ \cdot H2') \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m)	0.00	0.00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = mp+ms	(kNm/m)	0.00
Mfext2 = (fp+fs) * (H3 + H2)	(kNm/m)	0.00
Mfext3 = (vp+vs) * (B1 + B2 + B3/2)	(kNm/m)	0.00

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

11.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

11.3.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

$$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv \text{ perm}} + S_{qv \text{ acc}} \quad 81.17 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = S_{th} + S_{qh} + f \quad 24.98 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \tan \phi' \quad 0.58 \quad (-)$$

$$\mathbf{F_s \text{ scorr.} \quad (N \cdot f + S_p) / T \quad \mathbf{1.88} \quad > \quad \mathbf{1.1}}$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$M_s = M_m + M_t + M_{fext3} \quad 80.60 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$M_r = M_{St} + M_{Sq} + M_{fext1} + M_{fext2} + M_{Sp} \quad 1.97 \quad (\text{kNm/m})$$

$$\mathbf{F_s \text{ ribaltamento} \quad M_s / M_r \quad \mathbf{40.92} \quad > \quad \mathbf{1}}$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
$N = P_m + P_t + v + S_{tv} + S_{qv} (+ Sovr\ acc)$		81.17	111.17	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
$T = S_{th} + S_{qh} + f - S_p$		24.98	24.98	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
$MM = \sum M$		81.01	126.01	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
$M = X_c \cdot N - MM$		0.17	-14.83	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c'N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c_1'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kPa)
ϕ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma \cdot d \cdot H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	0.00	-0.13	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	2.00	1.73	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \phi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\phi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\phi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\phi')$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^m$	(1 in cond. nd)	0.52	0.62	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.49	0.49	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cotg(\phi)))^{m+1}$		0.38	0.37	(-)

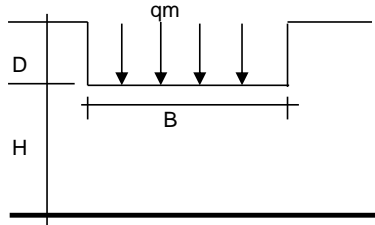
(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	379.20	412.58	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	9.32	>	1.4
		Nmax	6.43	>	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * qm * B^* / E \quad (\text{Christian e Carrier, 1976})$$

N	77.95	(kN/m)
M	-3.09	(kNm/m)
e=M/N	-0.04	(m)
B*	1.92	(m)

Profondità Piano di Posa della Fondazione

D =	1.00	(m)
D/B*	0.52	(m)
Hs/B*	3.33	(m)

Carico unitario medio (qm)

$$qm = N / (B - 2*e) = N / B^* = 42.26 \quad (\text{kN/mq})$$

Coefficiente di forma $\mu_0 = f(D/B)$

$$\mu_0 = 0.937 \quad (-)$$

Coefficiente di profondità $\mu_1 = f(H/B)$

$$\mu_1 = 0.89 \quad (-)$$

Cedimento della fondazione

$$\delta = \mu_0 * \mu_1 * qm * B^* / E = 1.13 \quad (\text{mm})$$

11.3.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

$$N = Pm + Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv = 72.59 \quad (\text{kN/m})$$

Risultante forze orizzontali (T)

$$T = Sst1h + Ssq1h + fp + fs + Ps h + Ptsh = 18.40 \quad (\text{kN/m})$$

Coefficiente di attrito alla base (f)

$$f = \text{tg}\phi_1' = 0.58 \quad (-)$$

$$Fs = (N*f + Sp) / T = 2.28 > 1$$

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

$$Ms = Mm + Mt + Mfext3 = 80.60 \quad (\text{kNm/m})$$

Momento ribaltante (Mr)

$$Mr = MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts = 13.78 \quad (\text{kNm/m})$$

$$Fr = Ms / Mr = 5.85 > 1$$

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Risultante forze verticali (N)		Nmin	Nmax	
N =	$P_m + P_t + \varphi_p + \varphi_s + S_{st1v} + S_{sq1v} + P_s v + P_{tsv} + (Sovr\ acc)$	79.06	83.06	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	$S_{st1h} + S_{sq1h} + \varphi_p + \varphi_s + P_s h + P_{tsh} - S_p$	19.09		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	80.29	86.29	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	$X_c \cdot N - MM$	-1.23	-3.23	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot i_c + q_0 \cdot N_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma$$

c'	coesione terreno di fondaz.	2.50		(kN/mq)
φ_1'	angolo di attrito terreno di fondaz.	30.00		(°)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19.00		(kN/m ³)
$q_0 = \gamma d' H_2'$	sovraccarico stabilizzante	19.00		(kN/m ²)
$e = M / N$	eccentricità	-0.02	-0.04	(m)
$B^* = B - 2e$	larghezza equivalente	1.97	1.92	(m)

I valori di N_c , N_q e N_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = \text{tg}^2(45 + \varphi/2) \cdot e^{(\pi \cdot \text{tg}(\varphi))}$	(1 in cond. nd)	18.40		(-)
$N_c = (N_q - 1) / \text{tg}(\varphi)$	($2 + \pi$ in cond. nd)	30.14		(-)
$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \text{tg}(\varphi)$	(0 in cond. nd)	22.40		(-)

I valori di i_c , i_q e i_γ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot \varphi))^m$	(1 in cond. nd)	0.61	0.63	(-)
$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$		0.59	0.60	(-)
$i_\gamma = (1 - T / (N + B \cdot c' \cdot \cot \varphi))^{m+1}$		0.48	0.48	(-)

(fondazione nastriforme $m = 2$)

q_{lim}	(carico limite unitario)	458.58	459.57	(kN/m ²)
-----------	--------------------------	--------	--------	----------------------

FS carico limite	$F = q_{lim} \cdot B^* / N$	Nmin	11.42	>	1.2
		Nmax	10.64	>	

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

11.4 VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL COMPLESSO OPERA DI SOSTEGNO – TERRENO

11.4.1 VERIFICA IN CONDIZIONI STATICHE

	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kPa]	Descrizione
materiale 1	19	35.0	0	Rilevato
materiale 2	19	30.0	2.5	Unità U1c
materiale 3				
materiale 4				

peso specifico acqua 10 [kN/m³]

azioni sismiche a_g/g 0.158 (-) S_s 1.46 k_h 0.0877 (-)
 β_s 0.38 S_T 1 k_v 0.0438 (-)

x muro 100 (m) y muro 100 (m)

p.c. valle		p.c. monte		superficie 1		superficie 2		superficie 3		falda	
materiale 1				<input checked="" type="checkbox"/> materiale 2		<input type="checkbox"/> materiale 4		<input type="checkbox"/> materiale 2		<input type="checkbox"/> falda	
	x	y		x	y		x	y		x	y
0	100.000	101.000	0	101.000	102.000	0	50.000	100.000	0		
1	50.000	101.000	1	150.000	102.000	1	150.000	100.000	1	50.000	80.000
2			2			2			2		
3			3			3			3		



Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale
NUOVA LINEA FERRANDINA - MATERA LA MARTELLA

Relazione di calcolo muro di sostegno

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA5F	01	D 78	FA0200 001	A	120 DI 125

#strisce
30

# Superfici Calcolate	FS Bishop	
	STATICO	6.308
1096	SISMICO	3.424

CALCOLO

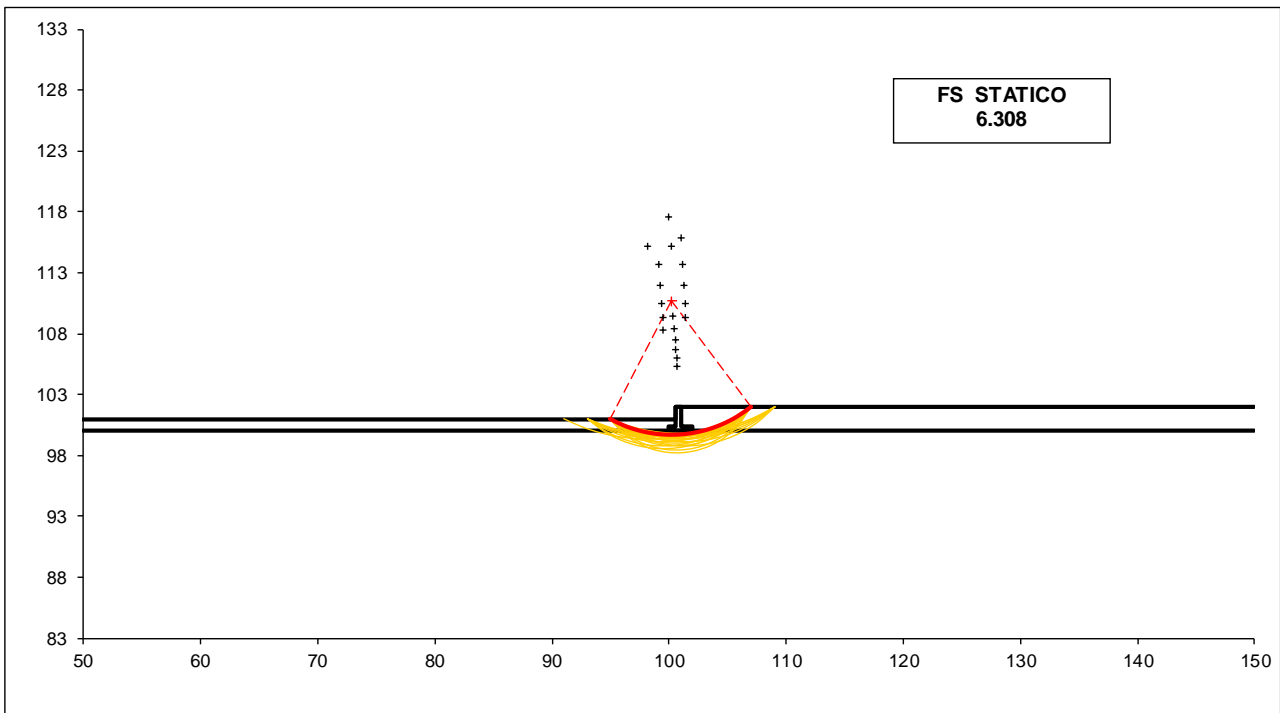
Condizione di Carico

STATICA

superfici da disegnare

20

DISEGNO



6.308>1.1 VERIFICA SODDISFATTA

	Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale NUOVA LINEA FERRANDINA – MATERA LA MARTELLA					
	Relazione di calcolo muro di sostegno	PROGETTO IA5F	LOTTO 01	CODIFICA D 78	DOCUMENTO FA0200 001	REV. A

11.4.2 VERIFICA IN CONDIZIONI SISMICHE

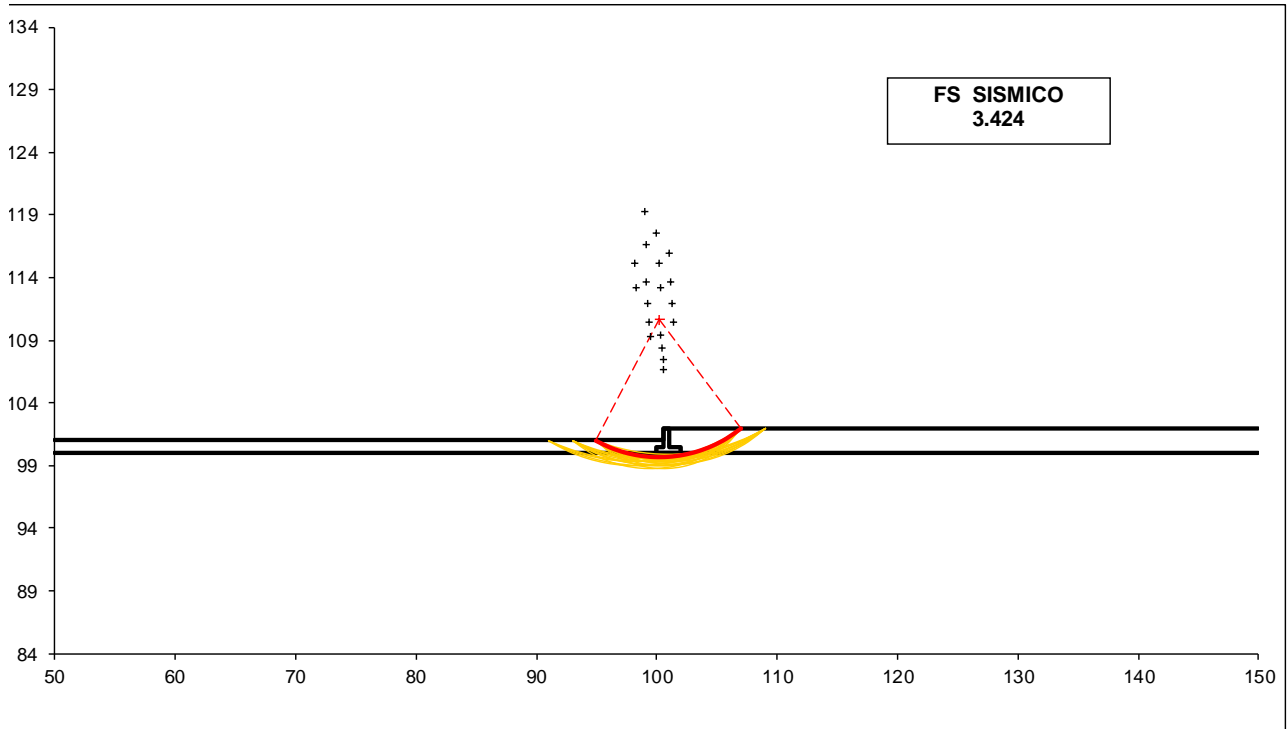
Condizione di Carico

SISMICA ▼

superfici da disegnare

20 ▼

DISEGNO



3.424 > 1.2 VERIFICA SODDISFATTA

11.5 VERIFICHE STRUTTURALI

11.5.1 CALCOLO SOLLECITAZIONI

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

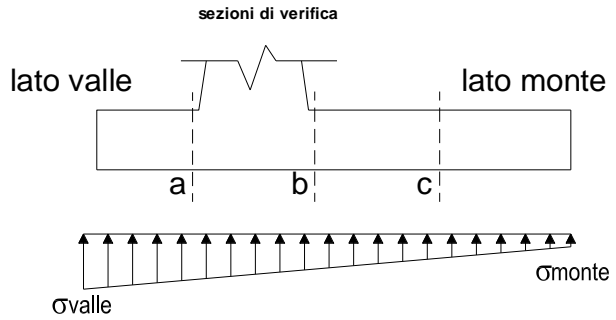
$$\sigma_{valle} = N / A + M / W_{gg}$$

$$\sigma_{monte} = N / A - M / W_{gg}$$

$$A = 1.0 \cdot B = 2.00 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$W_{gg} = 1.0 \cdot B^2 / 6 = 0.67 \text{ (m}^3\text{)}$$

caso	N	M	σ_{valle}	σ_{monte}
	[kN]	[kNm]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
statico	81.17	0.17	40.84	40.34
	111.17	-14.83	33.34	77.84
sisma+	79.06	-1.23	37.68	41.38
	83.06	-3.23	36.68	46.38
sisma-	72.59	-0.49	35.56	37.03
	76.59	-2.49	34.56	42.03



Mensola Lato Valle

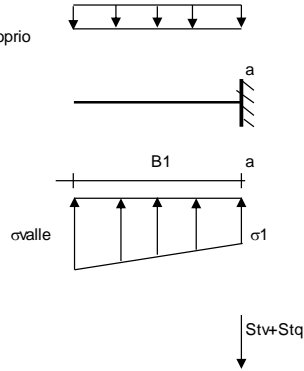
Peso Proprio. PP = 10.00 (kN/m)

$$M_a = \sigma_1 \cdot B^2 / 2 + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B^2 / 3 - PP \cdot B^2 / 2 \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_a = \sigma_1 \cdot B + (\sigma_{valle} - \sigma_1) \cdot B / 2 - PP \cdot B \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{valle}	σ_1	M_a	V_a
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	40.84	40.71	3.85	15.39
	33.34	44.46	3.38	14.45
sisma+	37.68	38.61	3.44	13.62
	36.68	39.11	3.44	13.12
sisma-	35.56	35.93	3.27	12.56
	34.56	36.43	3.15	12.06

Peso Proprio



Mensola Lato Monte

PP = 10.00 (kN/m²)

PD = 0.00 (kN/m) peso proprio soletta fondazione peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm	30.40	60.40	34.40	(kN/m ²)
pvb	30.40	60.40	34.40	(kN/m ²)
pvc	30.40	60.40	34.40	(kN/m ²)

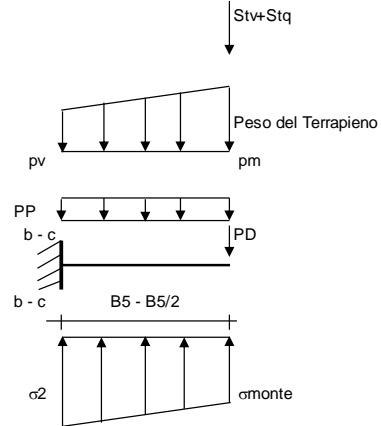
$$M_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B^2 / 6 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B^2 / 3 - (St_v + Sq_v) \cdot B^2 \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$M_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2)^2 / 2 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2)^2 / 6 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2)^2 / 3 - (St_v + Sq_v) \cdot (B_5 / 2) \cdot PD \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2 - B_d / 2) - PD \cdot kh \cdot (H_d + H_2 / 2) + M_{sp} + Sp \cdot H_2 / 2$$

$$V_b = (\sigma_{monte} - (p_{vb} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot B_5 + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot B_5 / 2 - (p_m - p_{vb}) \cdot (1 \pm kv) \cdot B_5 / 2 - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

$$V_c = (\sigma_{monte} - (p_{vc} + PP) \cdot (1 \pm kv)) \cdot (B_5 / 2) + (\sigma_2 - \sigma_{monte}) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (p_m - p_{vc}) \cdot (1 \pm kv) \cdot (B_5 / 2) / 2 - (St_v + Sq_v) \cdot PD \cdot (1 \pm kv)$$

caso	σ_{monte}	σ_2	M_b	V_b	σ_2	M_c	V_c
	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
statico	40.34	40.59	-10.76	-10.71	40.46	-5.39	-10.77
	77.84	55.59	-10.76	-14.46	66.71	-4.92	-9.84
sisma+	41.38	39.53	-6.28	-7.29	40.45	-2.92	-6.20
	46.38	41.53	-6.37	-7.97	43.95	-2.88	-6.16
sisma-	37.03	36.29	-6.20	-7.24	36.66	-2.85	-6.17
	42.03	38.29	-6.11	-7.57	40.16	-2.77	-5.96



CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$$M_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2 \cdot h/3$$

$$M_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2 \cdot h/2 \quad o \cdot h/3$$

$$M_q = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h^2$$

$$M_{\text{ext}} = m + f \cdot h$$

$$M_{\text{inerzia}} = \sum P_m \cdot b_i \cdot kh$$

$$N_{\text{ext}} = v$$

$$N_{\text{pp+inerzia}} = \sum P_m \cdot (1 \pm kv)$$

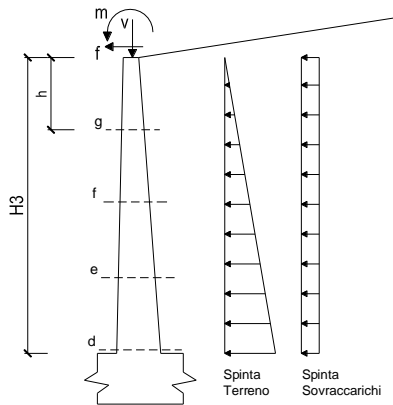
$$V_{t \text{ stat}} = \frac{1}{2} K_{a \text{ orizz.}} \cdot \gamma \cdot (1 \pm kv) \cdot h^2$$

$$V_{t \text{ sism}} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (K_{a \text{ orizz.}} \cdot (1 \pm kv) - K_{a \text{ orizz.}}) \cdot h^2$$

$$V_q = K_{a \text{ orizz.}} \cdot q \cdot h$$

$$V_{\text{ext}} = f$$

$$V_{\text{inerzia}} = \sum P_m \cdot kh$$



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M _{ext}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1.60	3.93	8.62	0.00	12.55	0.00	20.00	20.00
e-e	1.20	1.66	4.85	0.00	6.51	0.00	15.00	15.00
f-f	0.80	0.49	2.15	0.00	2.65	0.00	10.00	10.00
g-g	0.40	0.06	0.54	0.00	0.60	0.00	5.00	5.00

sezione	h	Vt	Vq	V _{ext}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1.60	7.37	10.77	0.00	18.14
e-e	1.20	4.14	8.08	0.00	12.22
f-f	0.80	1.84	5.39	0.00	7.23
g-g	0.40	0.46	2.69	0.00	3.15

condizione sismica +

sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1.60	2.91	0.83	1.39	0.00	1.40	6.53	0.00	20.88	20.88
e-e	1.20	1.23	0.35	0.78	0.00	0.79	3.15	0.00	15.66	15.66
f-f	0.80	0.36	0.10	0.35	0.00	0.35	1.16	0.00	10.44	10.44
g-g	0.40	0.05	0.01	0.09	0.00	0.09	0.23	0.00	5.22	5.22

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1.60	5.46	1.55	1.74	0.00	1.75	10.50
e-e	1.20	3.07	0.87	1.30	0.00	1.31	6.56
f-f	0.80	1.36	0.39	0.87	0.00	0.88	3.50
g-g	0.40	0.34	0.10	0.43	0.00	0.44	1.31

condizione sismica -

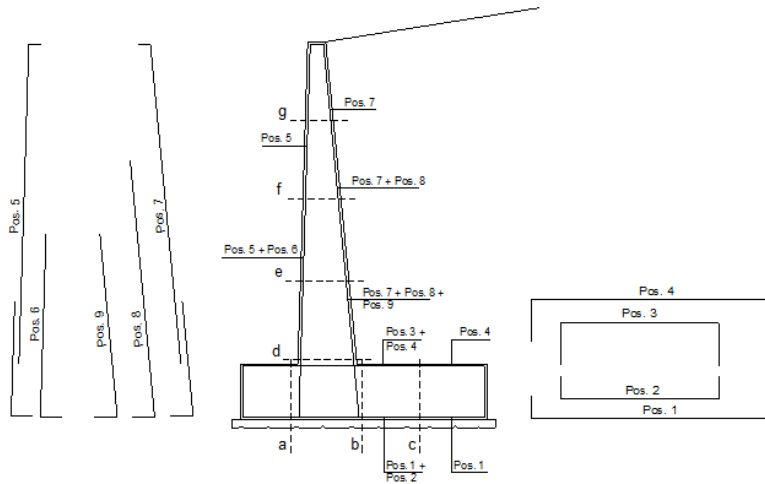
sezione	h	Mt _{stat}	Mt _{sism}	Mq	M _{ext}	M _{inerzia}	M _{tot}	N _{ext}	N _{pp+inerzia}	N _{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1.60	2.91	0.56	1.41	0.00	1.40	6.28	0.00	19.12	19.12
e-e	1.20	1.23	0.23	0.79	0.00	0.79	3.05	0.00	14.34	14.34
f-f	0.80	0.36	0.07	0.35	0.00	0.35	1.14	0.00	9.56	9.56
g-g	0.40	0.05	0.01	0.09	0.00	0.09	0.23	0.00	4.78	4.78

sezione	h	Vt _{stat}	Vt _{sism}	Vq	V _{ext}	V _{inerzia}	V _{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1.60	5.46	1.04	1.77	0.00	1.75	10.02
e-e	1.20	3.07	0.59	1.32	0.00	1.31	6.30
f-f	0.80	1.36	0.26	0.88	0.00	0.88	3.38
g-g	0.40	0.34	0.07	0.44	0.00	0.44	1.29

11.5.2 VERIFICHE SLU

Si dispone un'armatura principale, sia nel paramento verticale che nella soletta di fondazione, costituita da $\phi 24/20$ e un'armatura di ripartizione costituita da $\phi 12/25$. Il copriferro di calcolo è pari a 4 mm.

SCHEMA DELLE ARMATURE

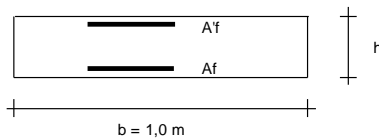


ARMATURE

pos	n°/ml	φ	II strato	pos	n°/ml	φ	II strato
1	5.0	24		5	5.0	24	
2	0.0	0		6	0.0	0	
3	0.0	0		7	5.0	24	
4	5.0	24		8	0.0	0	
				9	0.0	0	

Calcola

VERIFICHE



- a-a pos 1-2-3-4
- b-b pos 1-2-3-4
- c-c pos 1-4
- d-d pos 5-6-7-8-9
- e-e pos 5-6-7-8-9
- f-f pos 5-7-8
- g-g pos 5-7

Sez.	M	N	h	Af	A'f	Mu
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(kNm)
a - a	3.85	0.00	0.40	22.62	22.62	275.82
b - b	-10.76	0.00	0.40	22.62	22.62	275.82
c - c	-5.39	0.00	0.40	22.62	22.62	275.82
d - d	12.55	20.00	0.50	22.62	22.62	368.22
e - e	6.51	15.00	0.50	22.62	22.62	367.25
f - f	2.65	10.00	0.50	22.62	22.62	366.28
g - g	0.60	5.00	0.50	22.62	22.62	365.30

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	V _{Ed}	h	V _{Rd}	σ staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	15.39	0.40	196.33	10	25	25	21.8	379.49	Armatura a taglio non necessaria
b - b	14.46	0.40	196.33	10	25	25	21.8	379.49	Armatura a taglio non necessaria
c - c	10.77	0.40	196.33	10	25	25	21.8	379.49	Armatura a taglio non necessaria
d - d	18.14	0.50	223.39	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
e - e	12.22	0.50	222.73	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
f - f	7.23	0.50	222.06	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria
g - g	3.15	0.50	221.40	10	25	25	21.8	490.13	Armatura a taglio non necessaria

VERIFICATO

11.5.3 VERIFICHE SLE

VERIFICA DI TENSIONI DI ESERCIZIO

Condizione Statica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	3.14	0.00	0.40	22.62	22.62	0.15	4.60
b - b	-6.72	0.00	0.40	22.62	22.62	0.31	9.85
c - c	-3.47	0.00	0.40	22.62	22.62	0.16	5.09
d - d	8.66	20.00	0.50	22.62	22.62	0.28	5.66
e - e	4.46	15.00	0.50	22.62	22.62	0.14	2.12
f - f	1.80	10.00	0.50	22.62	22.62	0.06	0.36
g - g	0.40	5.00	0.50	22.62	22.62	0.02	-0.04

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
a - a	3.44	0.00	0.40	22.62	22.62	0.16	5.05
b - b	-6.37	0.00	0.40	22.62	22.62	0.30	9.33
c - c	-2.92	0.00	0.40	22.62	22.62	0.14	4.29
d - d	6.53	19.12	0.50	22.62	22.62	0.21	3.56
e - e	3.15	14.34	0.50	22.62	22.62	0.10	0.96
f - f	1.16	9.56	0.50	22.62	22.62	0.04	0.03
g - g	0.23	4.78	0.50	22.62	22.62	0.01	- sez. compressa

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICA DI APERTURA DELLE FESSURE

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	3.14	0.00	0.40	22.62	22.62	0.15	4.60	0.004	0.200
b - b	-6.72	0.00	0.40	22.62	22.62	0.31	9.85	0.009	0.200
c - c	-3.47	0.00	0.40	22.62	22.62	0.16	5.09	0.005	0.200
d - d	8.66	20.00	0.50	22.62	22.62	0.28	5.66	0.006	0.200
e - e	4.46	15.00	0.50	22.62	22.62	0.14	2.12	0.002	0.200
f - f	1.80	10.00	0.50	22.62	22.62	0.06	0.36	0.000	0.200
g - g	0.40	5.00	0.50	22.62	22.62	0.02	-0.04	0.000	0.200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ_c	σ_f	wk	w _{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm ²)	(cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)
a - a	2.10	0.00	0.40	22.62	22.62	0.10	3.08	0.003	0.300
b - b	-1.26	0.00	0.40	22.62	22.62	0.06	1.85	0.002	0.300
c - c	-0.98	0.00	0.40	22.62	22.62	0.05	1.44	0.001	0.300
d - d	2.91	20.00	0.50	22.62	22.62	0.10	0.28	0.000	0.300
e - e	1.23	15.00	0.50	22.62	22.62	0.05	-0.12	0.000	0.300
f - f	0.36	10.00	0.50	22.62	22.62	0.00	-	-	0.300
g - g	0.05	5.00	0.50	22.62	22.62	0.00	-	-	0.300

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICATO