

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Viabilità

NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

SCALA:

-

Relazione di calcolo muro di sostegno

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

RS3E 50 D 78 CL NV12B0 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M.Piscitelli	Dicembre 2019	G.M. Danisi L.Fanelli	Dicembre 2019	F. Spagnolo	Dicembre 2019		10/07/19

File: RS3E50D78CLNV12B0001A

n. Elab.: 529

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10879

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
3	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
4	MATERIALI	7
4.1	CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE	7
4.2	ACCIAIO B450C	8
4.3	VERIFICA S.L.E.	8
4.3.1	<i>Stato limite di limitazione delle tensioni</i>	8
4.3.2	<i>Stato limite di fessurazione</i>	9
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	11
5.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO	11
5.2	TERRENO DI FONDAZIONE	11
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	12
6.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	12
6.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	12
7	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA AI SENSI DEL D.M. 14-01-2008	15
7.1	METODO AGLI STATI LIMITE ED APPROCCI DI PROGETTO	15
7.2	CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DI MURI DI SOSTEGNO	18
7.3	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	19
7.4	PRESCRIZIONI GENERALI PER LE VERIFICHE IN FASE SISMICA	19
8	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	20

8.1	PESI PROPRI E CARICHI PERMANENTI	20
8.2	SPINTE DEL TERRENO IN FASE STATICA.....	20
8.3	COEFFICIENTI SISMICI.....	22
8.4	SPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA.....	22
8.5	CARICHI ACCIDENTALI.....	23
8.6	COMBINAZIONI DI CARICO	23
9	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE.....	24
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	24
9.1.1	<i>Verifica allo scorrimento.....</i>	24
9.1.2	<i>Verifica a carico limite.....</i>	26
9.1.3	<i>Verifica a ribaltamento</i>	28
9.1.4	<i>Stabilità Globale</i>	29
9.2	VERIFICHE STRUTTURALI	30
9.2.1	<i>VERIFICHE ALLO SLU.....</i>	30
9.2.2	<i>VERIFICA SLE.....</i>	32
10	ANALISI E VERIFICHE MURO	34
10.1	MODELLO DI CALCOLO.....	34
10.2	RISULTATI ANALISI.....	36
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI	37
11	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	37
12	TABULATI DI CALCOLO	38



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	4 di 107

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo relativo alla tratta a semplice binario Dittaino – Catenanuova del Nuovo Collegamento Palermo – Catania. L'intera tratta Dittaino – Catenanuova ha uno sviluppo complessivo di circa 22,8 km.

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella categoria denominata "Viabilità".

In particolare nel presente documento è affrontato il dimensionamento del Muro di sostegno a soppressione del PL al km 188+610 della L.S.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche dei muri in esame, ed a seguire alcune immagini rappresentative delle sezioni trasversali di calcolo analizzate:

$H_{\text{PARAMENTO}}$ [m]	FONDAZIONE	
	h [m]	Lf [m]
3.59 - 4.50	0.85	5.0

Tabella ... – Caratteristiche geometriche dei muri di sostegno

Nell'immagine seguente si riporta una sezione trasversale dell'opera.

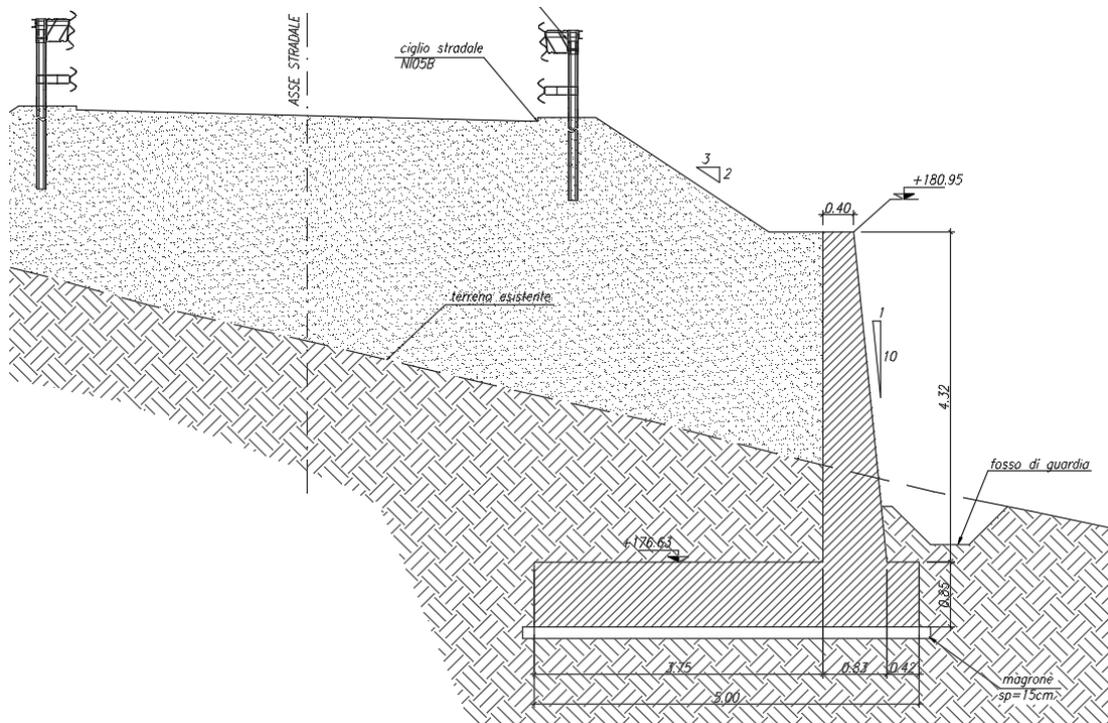


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 12 B0 001	REV. A

3 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento:

Normative e Documenti tecnici generali

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, DM 14 gennaio 2008 – «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Circolare Applicativa n 617 del 2 Febbraio 2009 - «Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

Documenti Tecnici RFI e/o di ambito ferroviario

- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 B – rev 22/12/2017)
- Rif. [10] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 7 / Geologia (RFI DTC SI CS GE IFS 001 A – rev 22/12/2017)
- Rif. [11] Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;
- Rif. [12] Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili (RFIDTCSICSSPIFS005 B - rev 22/12/2017)

4 MATERIALI

Il calcestruzzo adottato corrisponde alla Classe C32/40, mentre l'acciaio in barre ad aderenza migliorata corrisponde alla classe B450C. Di seguito vengono elencate le specifiche.

4.1 Calcestruzzo elevazione/fondazione

Classe di resistenza:

C30/37

Resistenza a compressione cubica caratteristica	$R_{ck} =$	37	N/mm ²
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	$f_{ck} =$	30.71	N/mm ²
Resistenza a compressione cilindrica media	$f_{cm} =$	38.71	N/mm ²
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} =$	2.94	N/mm ²
Resistenza a trazione per flessione	$f_{ctm} =$	3.53	N/mm ²
Modulo elastico secante medio	$E_{cm} =$	33019	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)	$f_{ctk} =$	2.06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)	$f_{ctk} =$	3.82	N/mm ²
<i>Coefficiente di sicurezza SLU:</i>	$\gamma_c =$	1.5	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLU:	$f_{cd} =$	17.4	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLU:	$f_{ctd} =$	1.37	N/mm ²
<i>Coefficiente di sicurezza SLE:</i>	$\gamma_c =$	1.0	
Resistenza di calcolo a compressione cilindrica SLE:	$f_{cd} =$	30.7	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) - SLE:	$f_{ctd} =$	2.06	N/mm ²
Massime tensioni di compressione in esercizio:			
Combinazione rara	$\sigma_{c,ad} =$	18.43	N/mm ²
Combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} =$	13.82	N/mm ²
Classe di esposizione		XC3	
Classe di consistenza slump:		S3-S4	
Rapporto A/C		≤ 0.55	
Massima dimensione aggregato		25	mm
Copriferro		40	mm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	8 di 107

4.2 Acciaio B450C

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$;

Tensione di progetto: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m$

in cui $\gamma_m = 1.15$ $f_{yd} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ MPa}$;

Modulo Elastico $E_s = 210'000 \text{ MPa}$.

4.3 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato

4.3.1 Stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 B", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0.75 f_{yk}$.

Per il caso in esame risulta in particolare :

CALCESTRUZZO

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,40 f_{\text{ck}}) \quad (\text{Combinazione di Carico Quasi Permanente})$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,55 f_{\text{ck}}) = \quad (\text{Combinazione di Carico Caratteristica - Rara})$$

ACCIAIO

$$\sigma_{\text{s max}} = (0,75 f_{\text{yk}}) = \mathbf{338} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

4.3.2 Stato limite di fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	10 di 107

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

- Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 617/09.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	11 di 107

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si rimanda alla relazione geotecnica (RS3E50D78RHGE0001001) per la trattazione completa dei parametri geotecnici.

5.1 Terreno di ricoprimento/rinterro

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$\varphi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata

5.2 Terreno di fondazione

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$\varphi' = 25^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$c' = 5 \text{ kPa}$ coesione drenata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	12 di 107

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

6.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

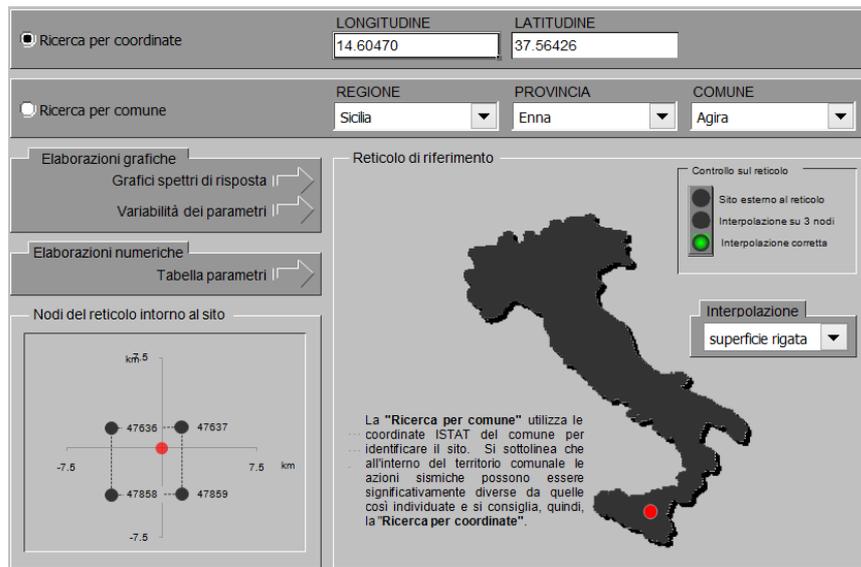
6.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 14-01-2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **C**

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:



LONGITUDINE: 14.60470, LATITUDINE: 37.56426

REGIONE: Sicilia, PROVINCIA: Enna, COMUNE: Agira

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

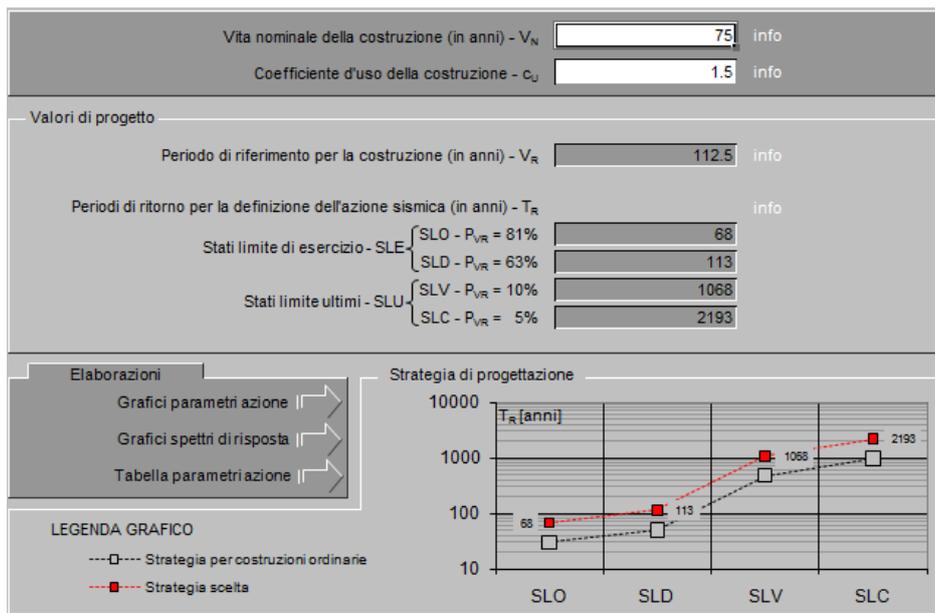
Nodi del reticolo intorno al sito: km² 5, 7.5 km

Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.



Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

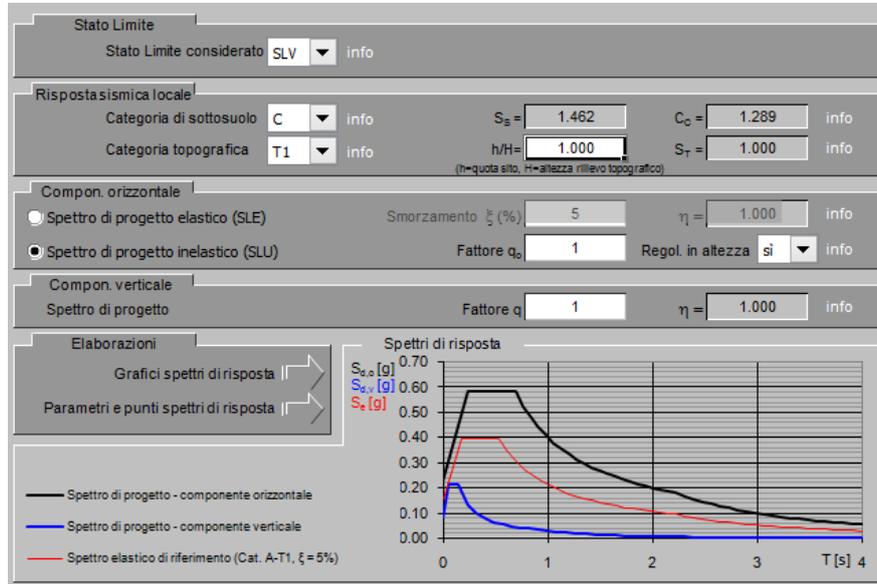
Stati limite di esercizio - SLE: SLO - $P_{VR} = 81\%$ (68), SLD - $P_{VR} = 63\%$ (113)

Stati limite ultimi - SLU: SLV - $P_{VR} = 10\%$ (1068), SLC - $P_{VR} = 5\%$ (2193)

Elaborazioni: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO: ---□--- Strategia per costruzioni ordinarie, - - -■- - - Strategia scelta



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.157 g
F_c	2.529
T_c	0.537 s
S_B	1.462
C_C	1.289
S_T	1.000
q	1.000

Punti dello spettro di risposta

T [s]	S_e [g]
0.000	0.230
0.231	0.581
0.692	0.581
0.765	0.525
0.838	0.479
0.911	0.441
0.985	0.408
1.058	0.380
1.131	0.355
1.204	0.334
1.277	0.315
1.350	0.298
1.424	0.282
1.497	0.268
1.570	0.256
1.643	0.245
1.716	0.234
1.790	0.225
1.863	0.216
1.936	0.208
2.009	0.200
2.082	0.193
2.155	0.186
2.229	0.180
2.313	0.167
2.397	0.156
2.482	0.145
2.566	0.136
2.650	0.127
2.735	0.120
2.819	0.113
2.903	0.106
2.988	0.100
3.072	0.095
3.156	0.090
3.241	0.085
3.325	0.081
3.410	0.077
3.494	0.073
3.578	0.070
3.663	0.067
3.747	0.064
3.831	0.061
3.916	0.058
4.000	0.056

Parametri dipendenti

S	1.462
η	1.000
T_B	0.231 s
T_C	0.692 s
T_D	2.229 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_B \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10(5 - \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_c} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

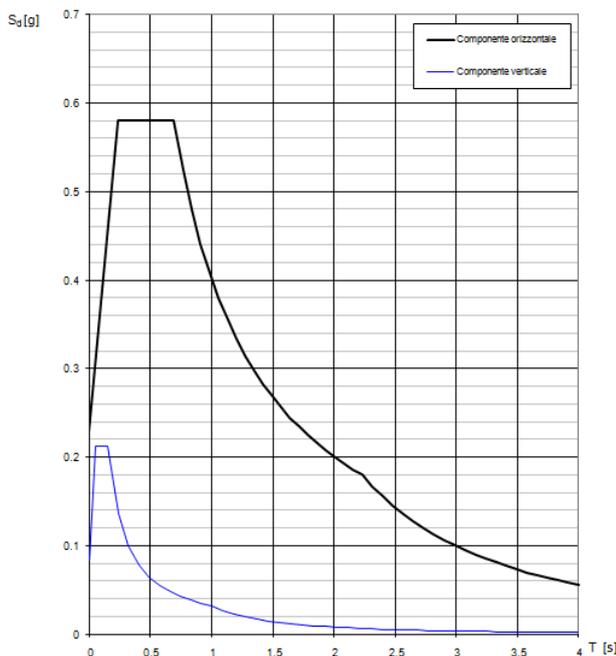
$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_c$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_c \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 12 B0 001	REV. A

7 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA AI SENSI DEL D.M. 14-01-2008

Nel presente paragrafo sono riportate alcune indicazioni salienti della Normativa riguardanti criteri generali di progettazione e verifica delle opere strutturali e geotecniche, oltre a specifiche da adottare per il caso dei Muri di Sostegno.

7.1 Metodo agli Stati Limite ed Approcci di Progetto

Il progetto di opere strutturali e geotecniche va effettuato, come prescritto dal DM 14/01/08, con i criteri del metodo **semiprobabilistico agli stati limite** basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale è verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La normativa distingue inoltre tra *Stati Limite Ultimi* e *Stati Limite di Esercizio*.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite ultimi** di resistenza è stata effettuata con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale: $R_d \geq E_d$. Dove:

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

R_d è la resistenza di progetto

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni,

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

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e $\gamma_{Fj} = \gamma_{Ej}$, associati rispettivamente al materiale i -esimo e all'azione j -esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e all'affidabilità del modello di calcolo.

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1 del DM 14.01.08, la verifica della condizione $R_d \geq E_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo Approccio progettuale (**Approccio 1**) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto, convenzionalmente indicate come di seguito:

A1+M1+R1

A2+M2+R2

Nel secondo approccio progettuale (**Approccio 2**) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	16 di 107

EQU perdita di equilibrio della struttura fuori terra, considerata come corpo rigido.

STR raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

GEO raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

UPL perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla spinta dell'acqua (sollevamento per galleggiamento).

HYD erosione e sifonamento del terreno dovuta ai gradienti idraulici.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni sono quelli definiti alla Tab 2.6.I del DM 14.01.08 di seguito riportata per chiarezza espositiva:

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

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

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

I valori dei coefficienti parziali da applicare ai materiali e/o alle caratteristiche dei terreni (M) sono definiti nelle specifiche sezioni della norma, ed in particolare al Cap. 4 per ciò che concerne i coefficienti parziali da applicare ai materiali strutturali, mentre al Cap.6 sono indicati quelli da applicare alle caratteristiche meccaniche dei terreni.

I coefficienti parziali da applicare alle resistenze (R) sono infine unitari sulle capacità resistenti degli elementi strutturali, mentre assumono in genere valore diverso da 1 per ciò che concerne verifiche che attengono il controllo di meccanismi di stabilità locale o globale; i valori da adottare per ciascun meccanismo di verifica, sono definiti nelle specifiche sezioni di normativa dedicate al calcolo delle diverse opere geotecniche.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **stati limite di esercizio** viene effettuata invece controllando gli aspetti di funzionalità e lo stato tensionale e/o deformativo delle opere, con riferimento ad una combinazione di verifica caratterizzata da coefficienti parziali sulle azioni e sui materiali tutti unitari.

Al § 2.5.3 del DM 14.01.08, sono infine definiti i criteri con cui le diverse azioni presenti vanno combinate per ciascuno stato limite di verifica previsto dalla Normativa.

Nell'ambito della progettazione geotecnica, la normativa definisce inoltre nella Tab 6.2.II, i valori dei coefficienti parziali M1/M2 da applicare ai parametri caratteristici dei terreni nell'ambito delle diverse combinazioni contemplate dai due approcci di progetto come già illustrati al paragrafo precedente:

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tali valori agiscono sulle proprietà dei terreni, condizionando sia le azioni (spinte ed incrementi di spinta), sia le resistenze nei riguardi delle verifiche di stabilità dell'insieme opere-terreno con esse interagenti da effettuare caso per caso in funzione del tipo di opera. (Paratie, Muri, Pali di Fondazione ecc.)

Inoltre, ribadisce i valori dei coefficienti da applicare alle azioni nella Tab 6.2.I di seguito riportata:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

7.2 Criteri di Analisi e Verifica di Muri di Sostegno

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $R_d \geq E_d$ come già descritta al paragrafo 7.1 sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnica (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 negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (**A2+M2+R2**) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 14.01.08; in aggiunta a quanto già mostrato in precedenza nel documento, si riporta anche la Tab 6.8.I appena menzionata:

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

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

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 (di seguito riportata).

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

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

Nella verifica a ribaltamento, i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I, si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Come già specificato al paragrafo precedente, trattandosi nel caso specifico di opere soggette ad azioni da traffico ferroviario, in luogo dei coefficienti generici di cui alle Tab 6.2.I, si è fatto riferimento a quelli di cui alle Tab. 5.II.V e 5.II.VII del già citato DM.

Le spinte devono tenere conto del sovraccarico e dell'inclinazione del piano campagna, dell'inclinazione del paramento rispetto alla verticale, delle pressioni interstiziali e degli effetti della filtrazione nel terreno; nel calcolo della spinta si può tenere conto dell'attrito che si sviluppa fra parete e terreno

Ai fini della verifica alla traslazione sul piano di posa di muri di sostegno con fondazioni superficiali, non si deve in generale considerare il contributo della resistenza passiva del terreno antistante il muro, salvo casi particolari in cui, in relazione caratteristiche meccaniche dei terreni ed alle modalità costruttive, è possibile portare in conto un'aliquota di tale resistenza, nella misura massima del 50% del valore teorico.

7.3 Verifiche di Stabilità Globale

Il DM 14.01.08 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”.

Il punto 6.8 del DM 14.01.08 e relativa circolare applicativa, tratta l’argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata:

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

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

7.4 Prescrizioni generali per le verifiche in fase sismica

La Verifica di Stabilità Globale del complesso opera-terreno in condizioni sismiche, va effettuata tenendo conto delle prescrizioni del § 7.11.4 tenendo conto dei coefficienti parziali di cui al § 7.11.1.

8 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate.

8.1 Pesì Propri e Carichi permanenti

I pesi propri relativi alla struttura ed al terreno eventualmente gravante sulla fondazione, sono valutati tenendo conto dei pesi dell'unità di volume specifici γ come di seguito definiti:

Calcestruzzo strutturale costituente il muro : $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

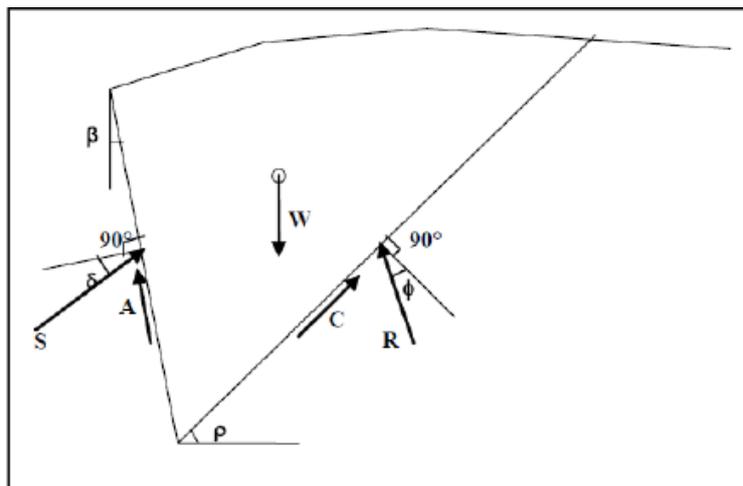
Rilevato: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

Terreno in sito: come da caratterizzazione geotecnica di cui al precedente §4

8.2 Spinte del terreno in fase statica

Le spinte esercitate dal terrapieno e dagli eventuali carichi presenti su di esso sono state valutate con il metodo di Culmann.

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente.



Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea. I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	21 di 107

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio del terreno tenendo conto anche dell'eventuale presenza della falda (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Il metodo, per come è stato descritto, non permette di ricavare il diagramma delle pressioni agente sulla parete (e quindi le sollecitazioni lungo la parete) e inoltre risulta di difficile determinazione il punto di applicazione della spinta.

Nell'ambito dello specifico Software utilizzato, di cui al § 11 sono riportati gli estremi, il procedimento è stato implementato suddividendo l'altezza della parete in tanti tratti di ampiezza dz , al fine di ricavare l'andamento delle pressioni lungo l'altezza del muro; in corrispondenza di ogni ordinata z_i si trova il cuneo di rottura e la spinta S_i ottenendo la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete.

Nota la distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete, è espressa da:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete, con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni.

Per l'attrito paramento – terreno si utilizza il valore $\delta = 0.6 \varphi'$ mentre per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno, in funzione dell'angolo d'attrito del terreno, si sono assunti i seguenti valori:

per	$\varphi < 30^\circ$	$\delta = \text{tg } \varphi'$;
per	$\varphi > 35^\circ$	$\delta = 0.85 \text{ tg } \varphi'$;

per $30^\circ \leq \varphi \leq 35^\circ$ δ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione ca terra-opera sarà considerata nulla.

8.3 Coefficienti sismici

Il § 7.11.6.2.1 del DM 14.01.08, precisa che l'analisi della sicurezza dei muri di sostegno in condizioni sismiche, può essere eseguite mediante i metodi pseudo-statici o i metodi degli spostamenti. 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:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

con:

g : è l'accelerazione di gravità;

$a_{\max} = S_s S_T a_g$ è l'accelerazione massima attesa sul suolo di riferimento, mentre a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido. S_s e S_T coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del precedente paragrafo 6.2.

β_m : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, che assume i valori specificati di seguito:

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Figura 1 – Coefficienti sismici (estratto D.M. 14/01/2008 p.to 7.11.6.2.1)

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

8.4 Spinte del terreno in Fase sismica



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	23 di 107

In condizioni sismiche si adotta la formulazione di Culmann come già illustrata al precedente § 8.2, inserendo nell'equazione risolutiva anche la forza di inerzia del cuneo di spinta.

8.5 Carichi Accidentali

Le opere di sostegno oggetto di dimensionamento sono soggette alle azioni accidentali da traffico stradale.

I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli sono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi, su una larghezza complessiva pari alla dimensione della pavimentazione stradale e valore pari a 20 kN/m.

8.6 Combinazioni di Carico

In ottemperanza alle prescrizioni di normativa le sollecitazioni associate alle diverse condizioni di carico elementari, sono state combinate secondo i criteri generali di cui alla tabella seguente, ove sono specificati, per ciascuno SL e tipo di verifica, i relativi coefficienti A-M-R previsti.

Per l'elenco dettagliato delle combinazioni di carico utilizzate in fase di analisi si rimanda al tabulato di calcolo in allegato.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	24 di 107

9 CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE

Nel seguente paragrafo si riporta una descrizione riguardante procedure e criteri di calcolo adottati per l'effettuazione di tutte le verifiche prescritte dalla normativa vigente, come già descritte al precedente paragrafo.

9.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche sono quelle che coinvolgono la resistenza del terreno nell'ambito di quelle prescritte dalla normativa e come già illustrate al § 7.1.

9.1.1 Verifica allo scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro, sia minore di tutte le forze resistenti lungo la stessa direzione.

La verifica a scorrimento risulta in particolare soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento (F_r) fattorizzata secondo un opportuno coefficiente parziale γ_r stabilito dalla normativa e la risultante delle forze mobilitanti (F_s) risulti non inferiore all'unità:

$$(F_r / \gamma_r) / F_s \geq 1$$

ovvero che il rapporto F_r/F_s risulti non inferiore di γ_r , fissato dalla normativa pari ad 1,1.

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione.

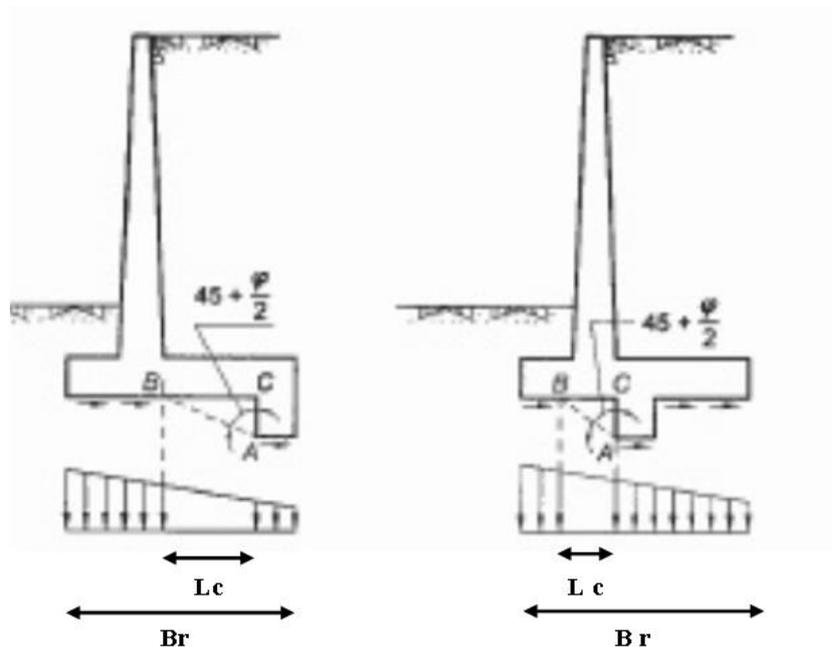
Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

In casi particolari specificati dalla normativa, come già descritto al precedente § 7.1, è possibile eventualmente tener conto della resistenza passiva S_p del terreno a valle del muro.

La valutazione delle azioni resistenti e di quelle mobilitanti, dovrà tener conto dei coefficienti A ed M fissati dalla normativa per la combinazioni di verifica specifica.

Nel caso di fondazione con dente, è possibile in linea generale tener conto della resistenza passiva sviluppatasi lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, secondo quanto riportato negli schemi delle figure seguenti:



Il procedimento utilizzato dal Software fa riferimento in particolare alla teoria di Lancellotta-Calavera, per i cui dettagli si rimanda alla letteratura tecnica; nella fattispecie, la procedura di calcolo implementata, prevede la definizione dello schema geometrico del cuneo di rottura, attraverso un procedimento iterativo volto a determinare il coefficiente di sicurezza a scorrimento minimo.

In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale.

Detta pertanto **N** la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione, **Q** l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo, **Sp** la resistenza passiva, **Lc** l'ampiezza del cuneo e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con **Br** la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come:

$$Fr = (N - Q) \cdot \operatorname{tg}(\delta_f) + Sp + c_a \cdot Lr$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	26 di 107

con $L_r = B_r - L_c$

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di posa della fondazione, si è assunto quanto segue:

- per $\phi < 30^\circ$ $\mu = \text{tg } \phi'$;
per $\phi > 35^\circ$ $\mu = 0.85 \text{ tg } \phi'$;
per $30^\circ \leq \phi \leq 35^\circ$ μ si ricava per interpolazione lineare

Infine l'adesione c_a terra-opera è stata assunta pari al valore di coesione del terreno di fondazione.

9.1.2 Verifica a carico limite

Per la valutazione del carico limite delle fondazioni dirette si utilizza il criterio di Brinch-Hansen di cui nel seguito si riporta la relativa trattazione teorica:

Dette:

- c Coesione
- c_a Adesione lungo la base della fondazione ($c_a \leq c$)
- V Azione tagliante
- ϕ Angolo d'attrito
- δ Angolo di attrito terreno fondazione
- γ Peso specifico del terreno
- K_p Coefficiente di spinta passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$
- B Larghezza della fondazione
- L Lunghezza della fondazione
- D Profondità del piano di posa della fondazione
- η inclinazione piano posa della fondazione
- P Pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione
- q_{ult} Carico ultimo della fondazione

Risulta:

Caso generale

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\phi = 0$

$$q_{ult} = 5.14 \cdot c \cdot (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui dc , dq e $d\gamma$ sono i fattori di profondità, sc , sq e $s\gamma$ sono i fattori di forma, ic , iq e $i\gamma$ sono i fattori di inclinazione del carico, bc , bq e $b\gamma$ sono i fattori di inclinazione del piano di posa e gc , gq e $g\gamma$ sono fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = Kp e^{\pi tg\phi}$$

$$N_c = (N_q - 1)ctg\phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1)tg\phi$$

Fattori di forma

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$
	$s_q = 1 + \frac{B}{L} tg\phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

Fattori di profondità

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} > 1$$

Fattori inclinazione del carico

Indicando con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con Af l'area efficace della fondazione ottenuta come $Af = B'xL'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B, L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$	
$i_c = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	
	$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$	
	Per $\eta = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$
	Per $\eta > 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ)H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$

Fattori inclinazione del piano di posa della fondazione

Fattori di inclinazione del terreno

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = e^{-2.7\eta\phi}$ $b_\gamma = e^{-2.7\eta\phi}$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_\gamma = (1 - 0.5\text{tg}\beta)^\delta$

9.1.3 Verifica a ribaltamento

La verifica al ribaltamento dell'opera di sostegno, prevede la valutazione del coefficiente di sicurezza nei confronti del meccanismo di rotazione dell'opera rispetto al vertice esterno della fondazione.

Nella fattispecie, detti:

M_{rib} : momento delle azioni ribaltanti;

M_{sta} : momento delle azioni stabilizzanti

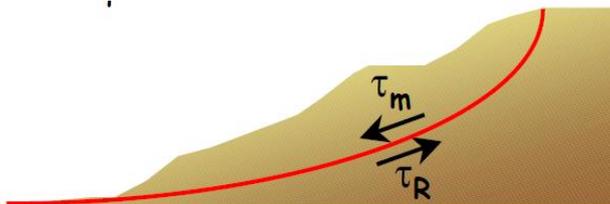
occorrerà verificare quanto segue:

$$M_{sta} / R \geq M_{rib}$$

Con R pari ad 1.15 per le verifiche statiche e 1.00 per le verifiche in fase sismica. ovvero, equivalentemente, il rapporto M_{sta} / M_{rib} dovrà risultare non inferiore ai predetti valori nelle due fasi di verifica citate.

9.1.4 Stabilità Globale

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa. In generale, ciascuno metodo va alla ricerca del potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica.

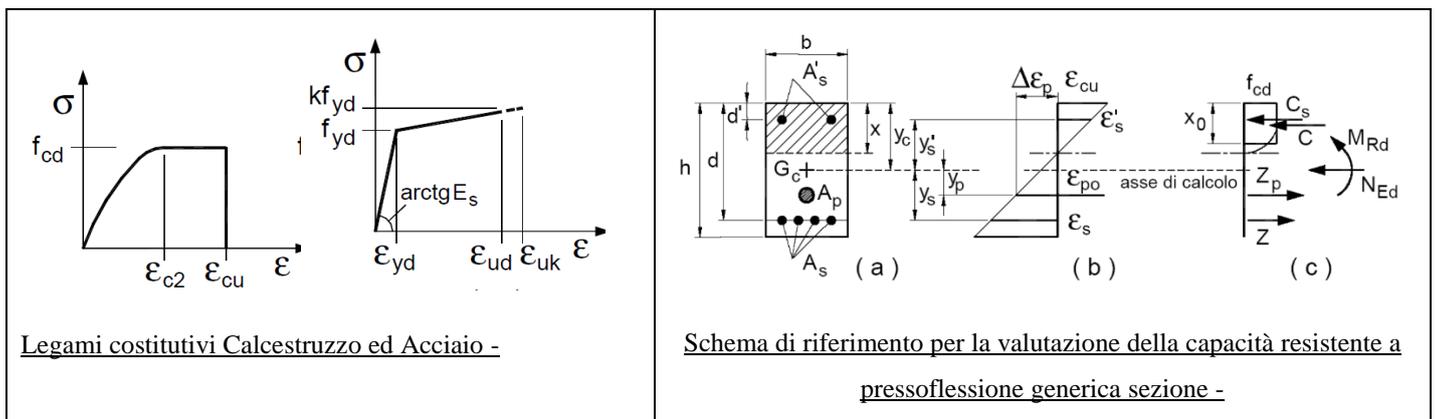
9.2 VERIFICHE STRUTTURALI

I criteri generali di verifica utilizzati per la valutazione delle capacità resistenti delle sezioni, per la condizione SLU, e per le massime tensioni nei materiali nonché per il controllo della fessurazione, relativamente agli SLE, sono quelli definiti al p.to 4.1.2 del DM 14.01.08.

9.2.1 VERIFICHE ALLO SLU

9.2.1.1 Pressoflessione sezioni in c.a.

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione in c.a., viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 del DM 14.01.08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:



La verifica consiste nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

9.2.1.2 Taglio sezioni in c.a.

La resistenza a taglio V_{Rd} degli elementi strutturali in c.a., può essere valutata secondo le formulazioni fornite al § 4.1.2.1.3.2 del DM 14.01.08, riferite sia al caso di “elementi privi di armatura a taglio” sia al caso di “elementi armati a taglio”. Per il caso di una membratura priva di armatura specifica, risulta pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \cdot b_w d$$

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd} , che assumono nell'ordine le seguenti espressioni:

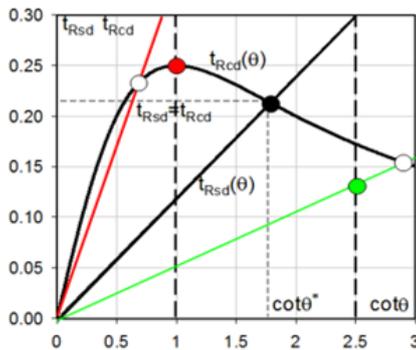
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha ; \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)}{(1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)}$$

Essendo: $1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3.2 del DM 14.01.08 considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione. $1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$.

L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\operatorname{cot} \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$



- Se la $\cot\theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot\theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot\theta=2,5$.
- Se la $\cot\theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot\theta=1,0$.

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

Dove:

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 f_{cd}$
		1.25	per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 f_{cd}$
		$2.5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.
$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{A_c f_{cd}}$$

9.2.2 VERIFICA SLE

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

9.2.2.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" / "Frequente" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente", adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento di RFI "Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2 / Ponti e Strutture – RFI DTC SI PS MA IFS 001 B, che al § 2.5.1.8.3.2.1 indica quanto segue:

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 12 B0 001	REV. A

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- Per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

9.2.2.2 Verifiche a fessurazione

La verifica a fessurazione consiste nel controllo che l'ampiezza massima delle fessure per le combinazioni di carico di esercizio non superi i valori limite; anche in tal caso, come per le verifiche tensionali, ci si è riferiti alle prescrizioni maggiormente restrittive stabilite nell'ambito del progetto di opere ferroviarie nel documento RFI "Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2 / Ponti e Strutture – RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – § 2.5.1.8.3.2.4, che prescrive in particolare quanto segue

In particolare l'apertura convenzionale delle fessure δ_f , calcolata per la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, dovrà rispettare i seguenti limiti:

- $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per tutte le strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive (così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.01.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.01.2008

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.1.III – DM 14.01.2008

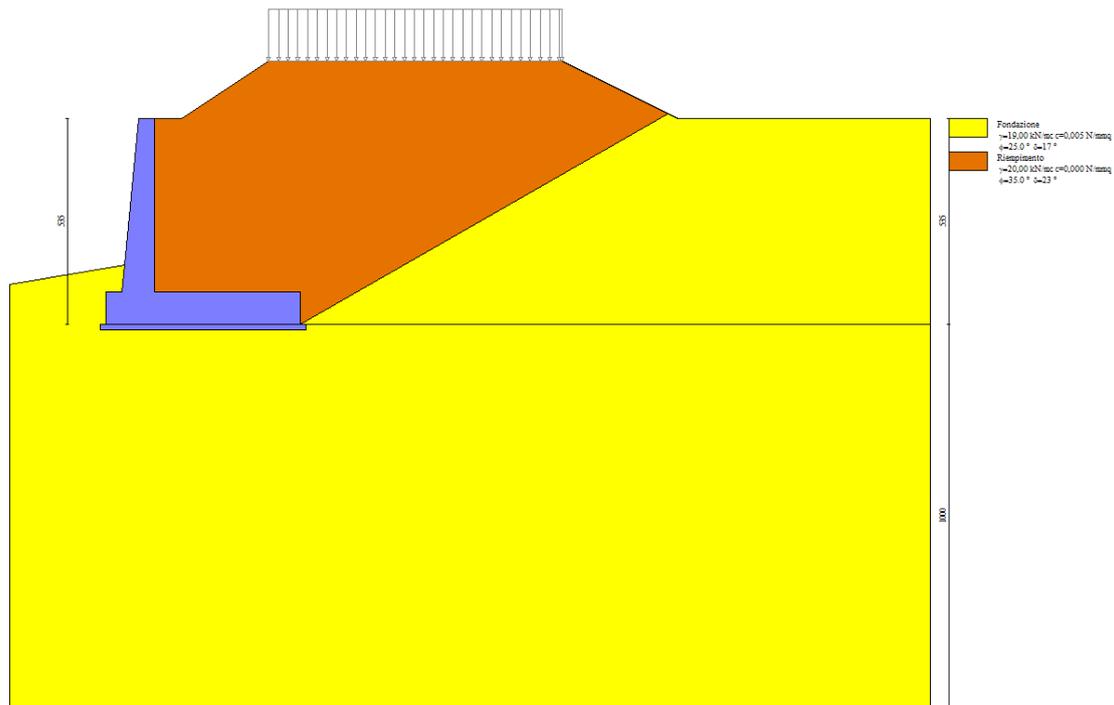
In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si è previsto di adottare il limite :

w1=0,20 mm trattandosi in generale di strutture a permanente contatto col terreno.

10 ANALISI E VERIFICHE MURO

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 1.

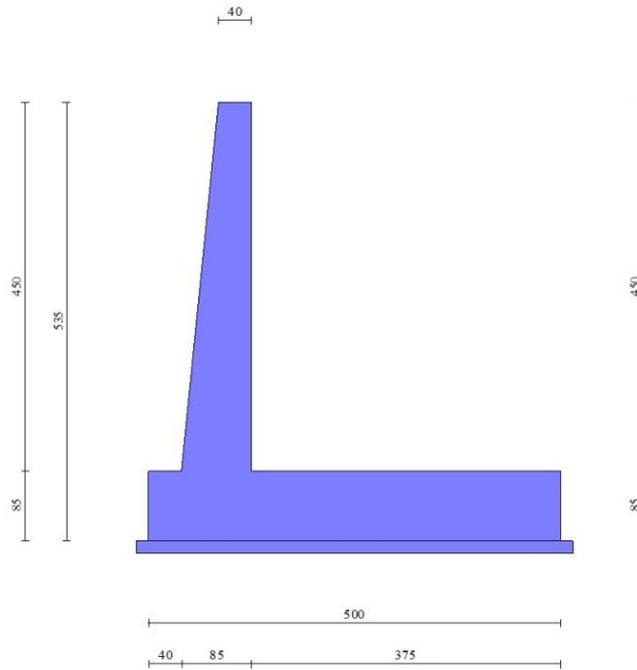
10.1 Modello di calcolo



Modello di calcolo muro

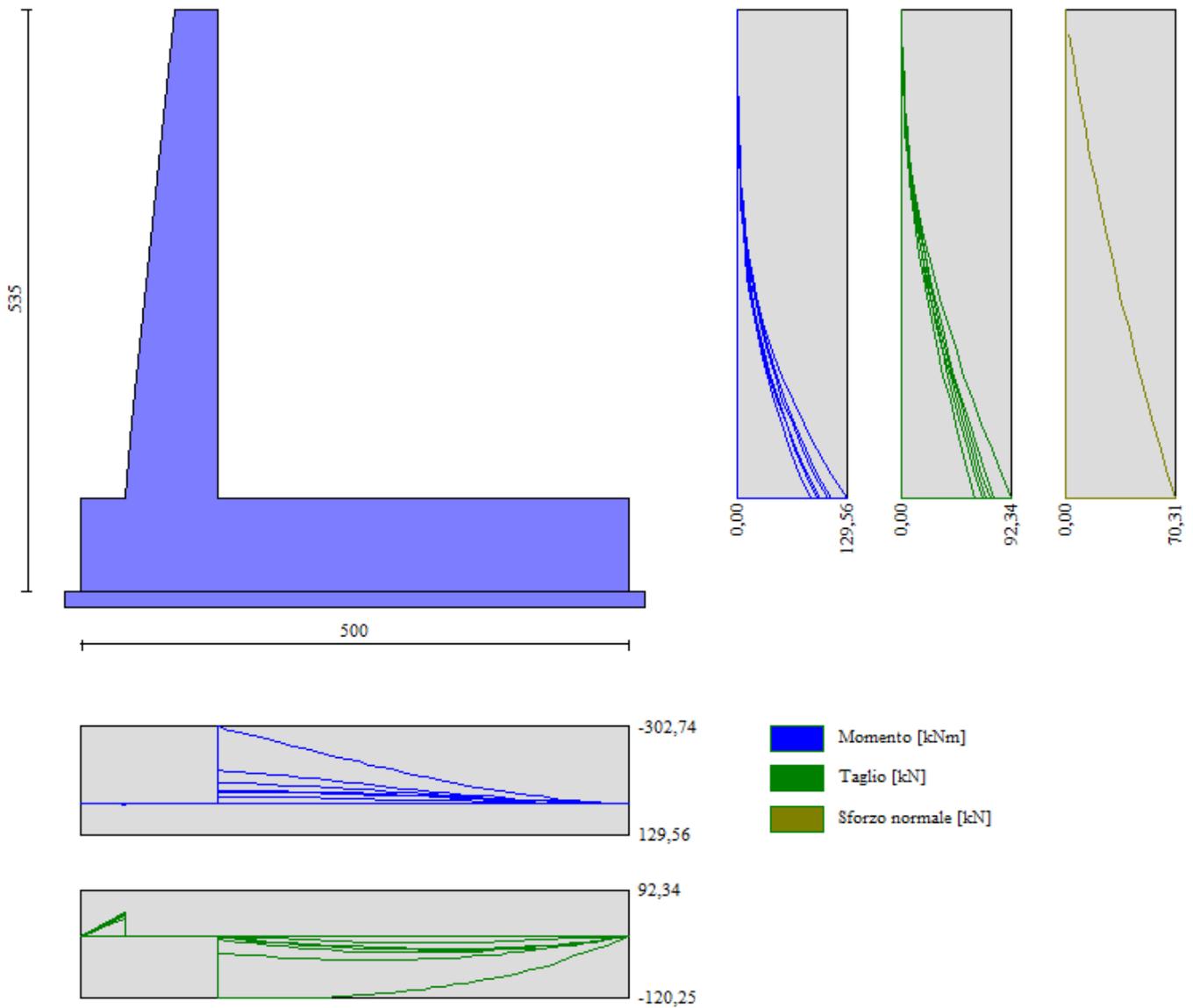
Il modello di calcolo tiene conto della riprofilatura del terreno a monte del muro ipotizzando una pendenza media della gradonatura pari a circa 16° a partire dal piede della fondazione in quanto si assume che nelle operazioni di scavo necessarie alla realizzazione dello stesso, parte della riprofilatura avvenga nel terreno di riempimento costituito da rilevato stradale.

Per il terreno di valle si è considerata una pendenza media di 10° .



Geometria del muro

10.2 Risultati analisi



Inviluppo sollecitazioni sul muro



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	37 di 107

10.3 Verifiche strutturali

Nella tabella seguente si riportano le armature di progetto previste per la sezione di calcolo in questione, come desumibili dagli elaborati grafici di armatura delle opere relative:

Armatura a flessione			Armatura a flessione		
<i>Elemento</i>	Lato monte	Lato valle	<i>Elemento</i>	Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	Φ20/10 cm	Φ20/20 cm	FONDAZIONE	Φ20/15	Φ20/15

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio tuttavia si prevede un minimo di armatura a taglio costituita da spilli $6\Phi 8/\text{mq}$.

Per l'incidenza dell'opera oggetto della presente relazione di calcolo fare riferimento all'elaborato dal titolo: Tabella Incidenza Armature opere civili.

Per ulteriori dettagli circa i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo specifici per l'opera in oggetto.

11 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Tutte le Analisi e Verifiche espone nel presente documento sono state effettuate con l'Ausilio dei seguenti Software di calcolo:

•“ MAX - ver 15” (Analisi e Calcolo Muri di Sostegno) prodotto e distribuito dalla Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) specifico da licenza n° AIU5041GP intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	38 di 107

12 TABULATI DI CALCOLO

Dati Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

γ Peso specifico, espresso in [kN/mc]

R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [N/mm²]

E Modulo elastico, espresso in [N/mm²]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R_{ck}	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[N/mm ²]	[N/mm ²]			
1	C30/37	C30/37	B450C	25,0000	35,000	32588,0	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk}	f_{uk}
	[N/mm ²]	[N/mm ²]
B450C	450,000	540,000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n° numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0,00	0,00	0.000
2	0,70	0,00	0.000
3	2,95	1,50	33.690



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	39 di 107

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
4	10,50	1,50	0,000
5	13,50	0,00	-26,565
6	20,00	0,00	0,000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 10.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C30/37	
Altezza paramento	4,50	[m]
Altezza paramento libero	3,80	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,85	[m]
Inclinazione paramento esterno	5,71	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	0,40	[m]
Lunghezza mensola di monte	3,75	[m]
Lunghezza totale	5,00	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,85	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

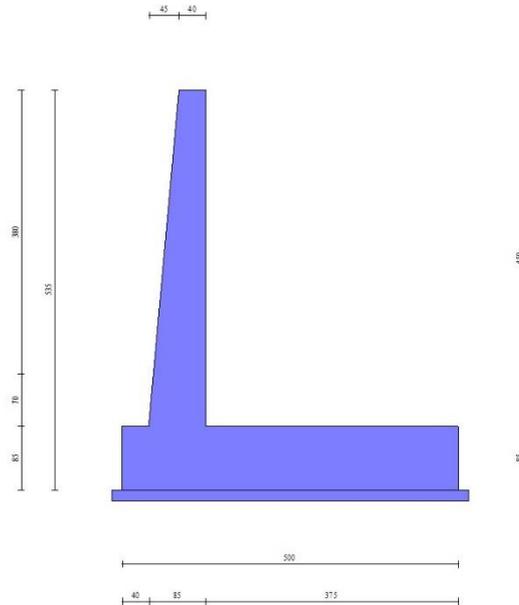


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [N/mmq]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [N/mmq]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [N/mmq]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [N/mmq]	c_a [N/mmq]	Cesp	τ_l [N/mmq]
1	Riempimento	20,0000	20,0000	35.000	23.330	0,000	0,000		
2	Fondazione	19,0000	19,0000	25.000	16.670	0,005	0,000		

Stratigrafia

Simbologia adottata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	42 di 107

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

- X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
- F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
- F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
- M Momento espresso in [kNm]
- X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
- X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
- Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN]
- Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Condizione 1 - Carico stradale) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=0.75 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					2,95	10,50	20,0000	20,0000

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 (D.M. 14.01.2008) - Approccio 2 + Circolare C.S.LL.PP. 02/02/2009 n.617**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30	1.10	1.10	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni	
		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\varphi)}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso nell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00

Coeff. parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni		
	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40
Scorrimento	--	--	1.10
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40
Ribaltamento	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1 - Carico stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	44 di 107

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1 - Carico stradale	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Condizione 1 - Carico stradale	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	45 di 107

Combinazione n° 9 - EQU H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1 - Carico stradale	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1 - Carico stradale	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Agirà
Provincia	Enna
Regione	Sicilia
Latitudine	37.564260
Longitudine	14.604700
Indice punti di interpolazione	47637 - 47636 - 47858 - 47859
Vita nominale	75 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	113 anni



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS**

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	46 di 107

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		1.544	
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.157	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.527	
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.537	
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.461	
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.240	5.520	2.760

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	5,00 [cm]

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
1	Spinta statica	194,29	23,33	178,41	76,95	3,75	-2,80
	Peso/Inerzia muro			0,00	176,56/0,00	0,62	-3,97
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	416,85/0,00	2,06	-1,82
2	Spinta statica	114,69	23,33	105,31	45,42	3,75	-3,07
	Incremento di spinta sismica		18,31	16,81	7,25	3,75	-3,07
	Peso/Inerzia muro			9,75	176,56/4,87	0,62	-3,97
	Peso/Inerzia terrapieno			21,82	395,25/10,91	1,99	-1,83
3	Spinta statica	114,69	23,33	105,31	45,42	3,75	-3,07
	Incremento di spinta sismica		12,03	11,04	4,76	3,75	-3,07
	Peso/Inerzia muro			9,75	176,56/-4,87	0,62	-3,97
	Peso/Inerzia terrapieno			21,82	395,25/-10,91	1,99	-1,83
10	Spinta statica	148,17	23,33	136,06	58,68	3,75	-2,81
	Peso/Inerzia muro			0,00	176,56/0,00	0,62	-3,97
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	411,25/0,00	2,05	-1,82
11	Spinta statica	139,80	23,33	128,37	55,36	3,75	-2,86
	Peso/Inerzia muro			0,00	176,56/0,00	0,62	-3,97
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	407,25/0,00	2,03	-1,82
12	Spinta statica	114,69	23,33	105,31	45,42	3,75	-3,07
	Peso/Inerzia muro			0,00	176,56/0,00	0,62	-3,97
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	395,25/0,00	1,99	-1,83

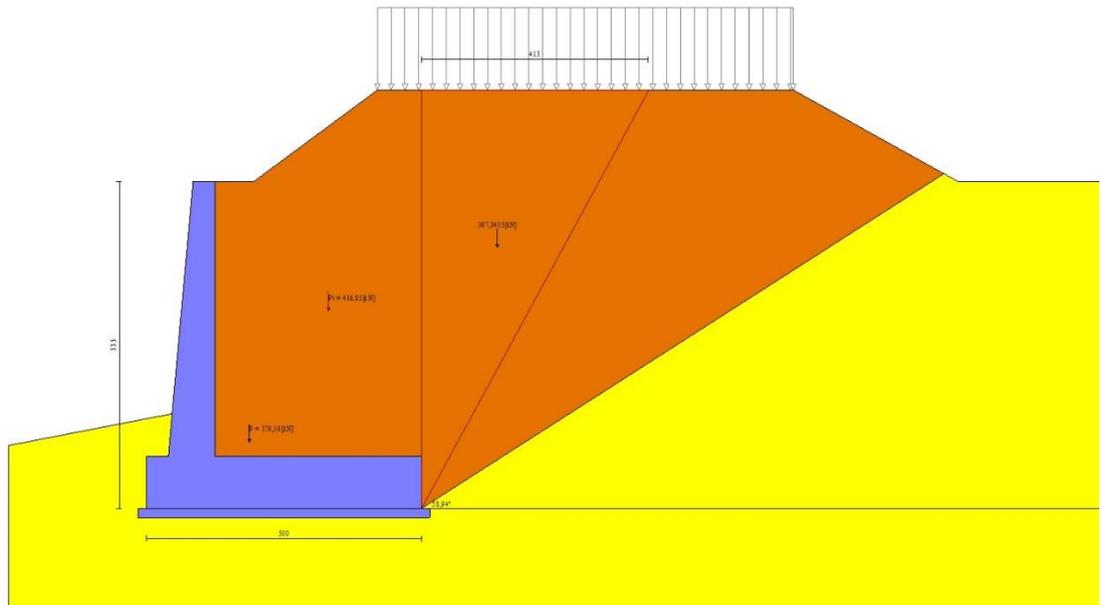


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

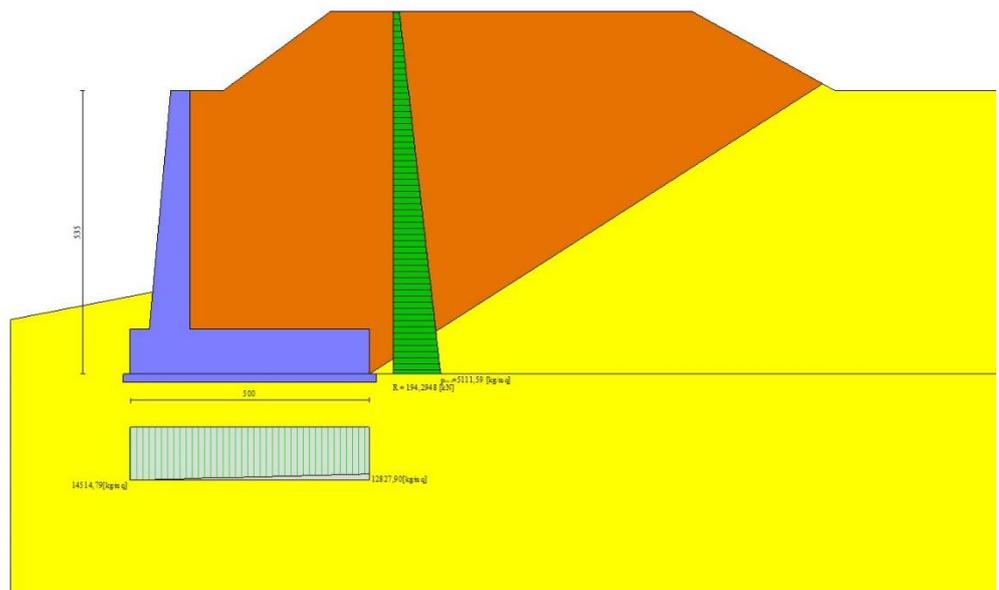


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

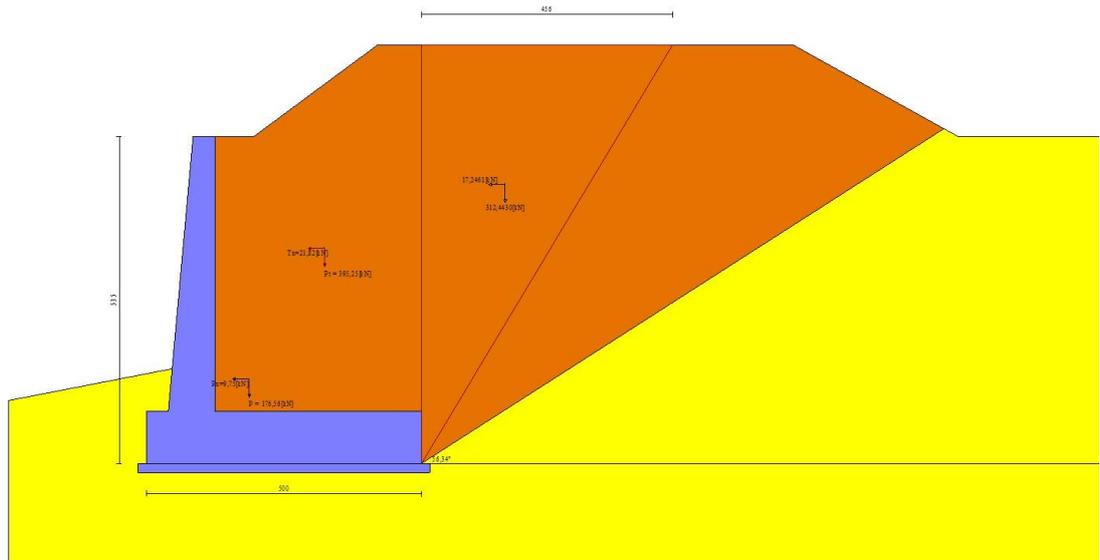


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

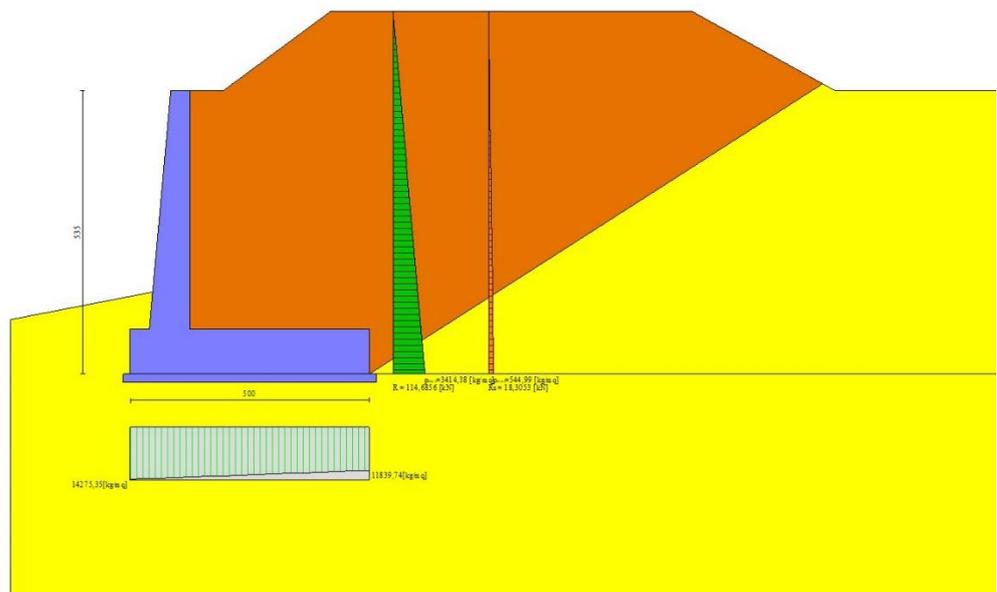


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.125		2.510			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.248		2.788			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.227		2.899			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.276		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.246		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.245		
7 - EQU			3.622				
8 - EQU	H + V		4.319				
9 - EQU	H - V		3.947				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	200,73	0,00	0,00	--	--	200,73	178,41	1.125
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	191,72	0,00	0,00	--	--	191,72	153,68	1.248
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	181,53	0,00	0,00	--	--	181,53	147,92	1.227

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	52 di 107

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Ms	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	1900,49	524,74	3.622
8 - EQU H + V	1925,23	445,79	4.319
9 - EQU H - V	1867,90	473,28	3.947

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 4,50	11,17	1.276
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-2,00; 4,50	11,42	1.246
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2,00; 4,50	11,42	1.245

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
Qy	carico sulla striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
Tx; Ty	Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [N/mmq]

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	11,81	15,37	9,27 - 0,67	69,287	29,256	0,000	0,0000	
2	31,74	15,37	0,67	61,181	29,256	0,000	0,0000	
3	46,16	15,37	0,67	54,659	29,256	0,000	0,0000	
4	57,61	15,37	0,67	49,078	29,256	0,000	0,0000	
5	67,09	15,37	0,67	44,074	29,256	0,000	0,0000	
6	75,09	15,37	0,67	39,467	29,256	0,000	0,0000	
7	81,92	15,37	0,67	35,150	29,256	0,000	0,0000	
8	87,75	15,37	0,67	31,053	20,458	0,004	0,0000	
9	90,67	15,37	0,67	27,126	20,458	0,004	0,0000	
10	98,91	7,05	0,67	23,333	20,458	0,004	0,0000	
11	97,11	0,00	0,67	19,646	20,458	0,004	0,0000	
12	94,03	0,00	0,67	16,043	20,458	0,004	0,0000	
13	90,44	0,00	0,67	12,503	20,458	0,004	0,0000	
14	87,27	0,00	0,67	9,012	20,458	0,004	0,0000	
15	90,68	0,00	0,67	5,554	20,458	0,004	0,0000	
16	39,91	0,00	0,67	2,117	20,458	0,004	0,0000	
17	35,98	0,00	0,67	-1,313	20,458	0,004	0,0000	
18	33,93	0,00	0,67	-4,747	20,458	0,004	0,0000	
19	31,34	0,00	0,67	-8,199	20,458	0,004	0,0000	
20	28,20	0,00	0,67	-11,681	20,458	0,004	0,0000	
21	24,49	0,00	0,67	-15,208	20,458	0,004	0,0000	
22	20,18	0,00	0,67	-18,795	20,458	0,004	0,0000	
23	15,23	0,00	0,67	-22,461	20,458	0,004	0,0000	
24	9,61	0,00	0,67	-26,226	20,458	0,004	0,0000	
25	3,25	0,00	-7,44 - 0,67	-29,474	20,458	0,004	0,0000	

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	12,76	0,00	9,02 - 0,69	69,631	29,256	0,000	0,0000	
2	34,15	0,00	0,69	61,245	29,256	0,000	0,0000	
3	49,46	0,00	0,69	54,665	29,256	0,000	0,0000	
4	61,60	0,00	0,69	49,041	29,256	0,000	0,0000	
5	71,63	0,00	0,69	44,004	29,256	0,000	0,0000	
6	80,09	0,00	0,69	39,367	29,256	0,000	0,0000	
7	87,30	0,00	0,69	35,023	29,256	0,000	0,0000	
8	90,00	0,00	0,69	30,900	20,458	0,004	0,0000	
9	101,52	0,00	0,69	26,949	20,458	0,004	0,0000	
10	101,76	0,00	0,69	23,132	20,458	0,004	0,0000	
11	99,14	0,00	0,69	19,422	20,458	0,004	0,0000	
12	95,83	0,00	0,69	15,795	20,458	0,004	0,0000	
13	94,50	0,00	0,69	12,232	20,458	0,004	0,0000	
14	104,29	0,00	0,69	8,717	20,458	0,004	0,0000	
15	48,48	0,00	0,69	5,235	20,458	0,004	0,0000	
16	40,63	0,00	0,69	1,772	20,458	0,004	0,0000	
17	38,97	0,00	0,69	-1,685	20,458	0,004	0,0000	
18	36,73	0,00	0,69	-5,147	20,458	0,004	0,0000	
19	33,92	0,00	0,69	-8,629	20,458	0,004	0,0000	
20	30,51	0,00	0,69	-12,143	20,458	0,004	0,0000	
21	26,49	0,00	0,69	-15,705	20,458	0,004	0,0000	
22	21,82	0,00	0,69	-19,330	20,458	0,004	0,0000	
23	16,48	0,00	0,69	-23,038	20,458	0,004	0,0000	
24	10,39	0,00	0,69	-26,851	20,458	0,004	0,0000	
25	3,50	0,00	-8,19 - 0,69	-30,095	20,458	0,004	0,0000	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mm ²]	u [N/mm ²]	Tx; Ty [kN]
1	12,76	0,00	9,02 - 0,69	69.631	29.256	0,000	0,0000	
2	34,15	0,00	0,69	61.245	29.256	0,000	0,0000	
3	49,46	0,00	0,69	54.665	29.256	0,000	0,0000	
4	61,60	0,00	0,69	49.041	29.256	0,000	0,0000	
5	71,63	0,00	0,69	44.004	29.256	0,000	0,0000	
6	80,09	0,00	0,69	39.367	29.256	0,000	0,0000	
7	87,30	0,00	0,69	35.023	29.256	0,000	0,0000	
8	90,00	0,00	0,69	30.900	20.458	0,004	0,0000	
9	101,52	0,00	0,69	26.949	20.458	0,004	0,0000	
10	101,76	0,00	0,69	23.132	20.458	0,004	0,0000	
11	99,14	0,00	0,69	19.422	20.458	0,004	0,0000	
12	95,83	0,00	0,69	15.795	20.458	0,004	0,0000	
13	94,50	0,00	0,69	12.232	20.458	0,004	0,0000	
14	104,29	0,00	0,69	8.717	20.458	0,004	0,0000	
15	48,48	0,00	0,69	5.235	20.458	0,004	0,0000	
16	40,63	0,00	0,69	1.772	20.458	0,004	0,0000	
17	38,97	0,00	0,69	-1.685	20.458	0,004	0,0000	
18	36,73	0,00	0,69	-5.147	20.458	0,004	0,0000	
19	33,92	0,00	0,69	-8.629	20.458	0,004	0,0000	
20	30,51	0,00	0,69	-12.143	20.458	0,004	0,0000	
21	26,49	0,00	0,69	-15.705	20.458	0,004	0,0000	
22	21,82	0,00	0,69	-19.330	20.458	0,004	0,0000	
23	16,48	0,00	0,69	-23.038	20.458	0,004	0,0000	
24	10,39	0,00	0,69	-26.851	20.458	0,004	0,0000	
25	3,50	0,00	-8,19 - 0,69	-30.095	20.458	0,004	0,0000	

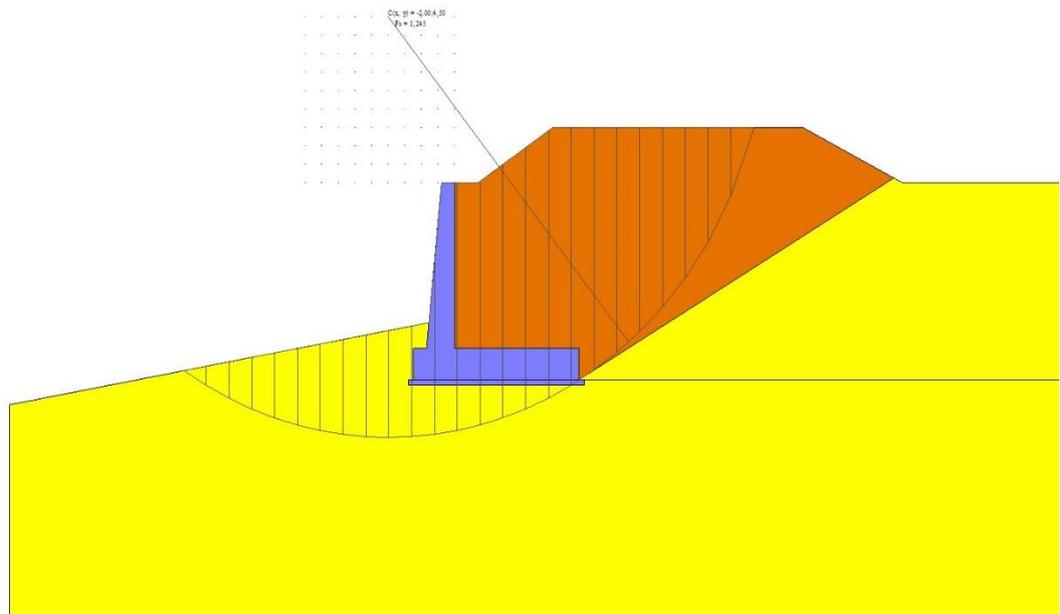


Fig. 7 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	0,15	0,00
3	-0,45	4,75	0,59	0,04
4	-0,67	7,32	1,33	0,18
5	-0,90	10,01	2,37	0,49
6	-1,13	12,83	3,81	1,05
7	-1,35	15,78	6,14	1,99
8	-1,57	18,85	9,35	3,52
9	-1,80	22,05	13,14	5,81
10	-2,02	25,38	17,45	8,98
11	-2,25	28,83	22,25	13,13
12	-2,48	32,41	27,50	18,38
13	-2,70	36,11	33,18	24,81
14	-2,92	39,94	39,27	32,52
15	-3,15	43,90	45,75	41,61
16	-3,38	47,99	52,62	52,15
17	-3,60	52,20	59,86	64,24
18	-3,83	56,54	67,45	77,94
19	-4,05	61,00	75,40	93,34
20	-4,28	65,59	83,70	110,52
21	-4,50	70,31	92,34	129,56

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	0,27	0,01
3	-0,45	4,75	0,84	0,09
4	-0,67	7,32	1,70	0,30
5	-0,90	10,01	2,85	0,71
6	-1,13	12,83	4,34	1,38
7	-1,35	15,78	6,39	2,42
8	-1,57	18,85	9,08	3,95
9	-1,80	22,05	12,25	6,12
10	-2,02	25,38	15,83	9,00
11	-2,25	28,83	19,78	12,69
12	-2,48	32,41	24,09	17,28
13	-2,70	36,11	28,75	22,83
14	-2,92	39,94	33,76	29,43
15	-3,15	43,90	39,10	37,15
16	-3,38	47,99	44,76	46,06
17	-3,60	52,20	50,74	56,24
18	-3,83	56,54	57,05	67,74
19	-4,05	61,00	63,66	80,66
20	-4,28	65,59	70,59	95,04
21	-4,50	70,31	77,82	110,97



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	56 di 107

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	0,26	0,01
3	-0,45	4,75	0,80	0,09
4	-0,67	7,32	1,62	0,29
5	-0,90	10,01	2,71	0,67
6	-1,13	12,83	4,13	1,30
7	-1,35	15,78	6,09	2,28
8	-1,57	18,85	8,67	3,74
9	-1,80	22,05	11,71	5,79
10	-2,02	25,38	15,14	8,54
11	-2,25	28,83	18,93	12,06
12	-2,48	32,41	23,07	16,43
13	-2,70	36,11	27,54	21,73
14	-2,92	39,94	32,33	28,04
15	-3,15	43,90	37,44	35,41
16	-3,38	47,99	42,85	43,92
17	-3,60	52,20	48,58	53,63
18	-3,83	56,54	54,60	64,62
19	-4,05	61,00	60,92	76,95
20	-4,28	65,59	67,53	90,69
21	-4,50	70,31	74,43	105,89

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	0,12	0,00
3	-0,45	4,75	0,46	0,02
4	-0,67	7,32	1,02	0,11
5	-0,90	10,01	1,82	0,33
6	-1,13	12,83	2,93	0,73
7	-1,35	15,78	4,71	1,41
8	-1,57	18,85	7,16	2,54
9	-1,80	22,05	10,06	4,24
10	-2,02	25,38	13,36	6,60
11	-2,25	28,83	17,03	9,71
12	-2,48	32,41	21,05	13,64
13	-2,70	36,11	25,39	18,48
14	-2,92	39,94	30,05	24,28
15	-3,15	43,90	35,02	31,12
16	-3,38	47,99	40,27	39,07
17	-3,60	52,20	45,81	48,19
18	-3,83	56,54	51,63	58,53
19	-4,05	61,00	57,71	70,17
20	-4,28	65,59	64,07	83,15
21	-4,50	70,31	70,68	97,54

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	0,12	0,00
3	-0,45	4,75	0,46	0,02

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
4	-0,67	7,32	1,02	0,11
5	-0,90	10,01	1,82	0,33
6	-1,13	12,83	2,91	0,72
7	-1,35	15,78	4,61	1,40
8	-1,57	18,85	6,96	2,49
9	-1,80	22,05	9,77	4,14
10	-2,02	25,38	12,95	6,42
11	-2,25	28,83	16,50	9,42
12	-2,48	32,41	20,38	13,22
13	-2,70	36,11	24,58	17,89
14	-2,92	39,94	29,08	23,49
15	-3,15	43,90	33,88	30,10
16	-3,38	47,99	38,97	37,77
17	-3,60	52,20	44,33	46,58
18	-3,83	56,54	49,97	56,57
19	-4,05	61,00	55,86	67,81
20	-4,28	65,59	62,02	80,35
21	-4,50	70,31	68,44	94,26

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	0,12	0,00
3	-0,45	4,75	0,46	0,02
4	-0,67	7,32	1,02	0,11
5	-0,90	10,01	1,82	0,33
6	-1,13	12,83	2,89	0,72
7	-1,35	15,78	4,46	1,38
8	-1,57	18,85	6,59	2,42
9	-1,80	22,05	9,14	3,95
10	-2,02	25,38	12,02	6,06
11	-2,25	28,83	15,22	8,81
12	-2,48	32,41	18,72	12,28
13	-2,70	36,11	22,49	16,53
14	-2,92	39,94	26,55	21,61
15	-3,15	43,90	30,86	27,59
16	-3,38	47,99	35,44	34,53
17	-3,60	52,20	40,27	42,48
18	-3,83	56,54	45,36	51,50
19	-4,05	61,00	50,69	61,64
20	-4,28	65,59	56,27	72,95
21	-4,50	70,31	62,08	85,50

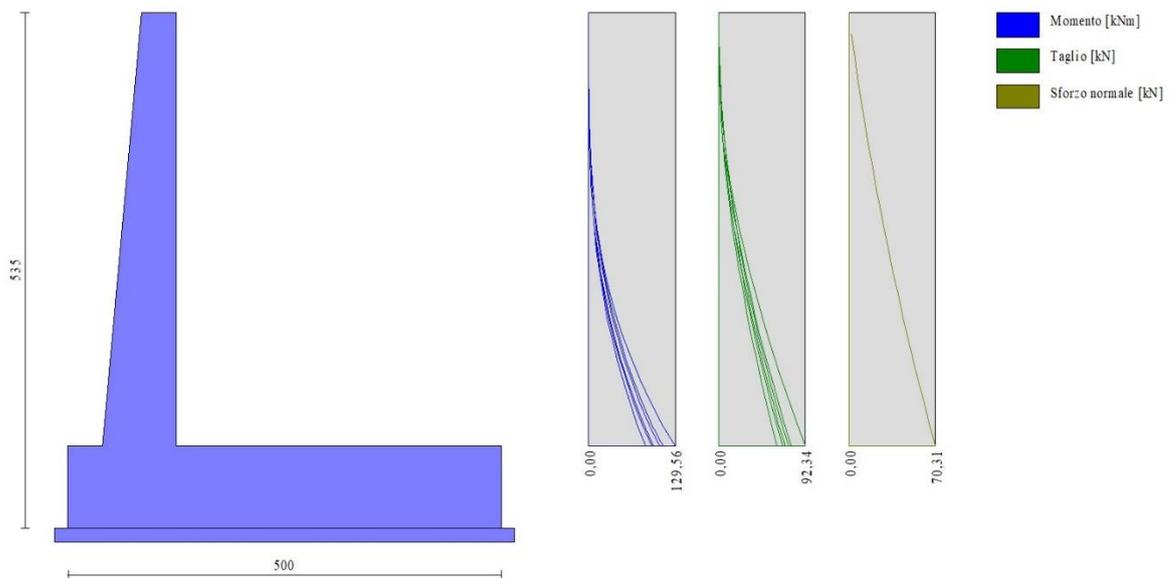


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	9,67	0,39
3	-1,09	0,00	19,32	1,55
4	-1,01	0,00	28,94	3,48
5	-0,93	0,00	38,55	6,18
6	-0,85	0,00	48,14	9,64
7	0,00	0,00	-120,25	-302,74
8	0,10	0,00	-120,22	-291,84
9	0,20	0,00	-120,16	-280,94
10	0,30	0,00	-120,07	-270,04
11	0,39	0,00	-119,95	-259,15
12	0,49	0,00	-119,79	-248,26
13	0,59	0,00	-119,60	-237,39
14	0,69	0,00	-119,38	-226,52
15	0,79	0,00	-119,06	-215,69
16	0,89	0,00	-118,54	-204,89
17	0,99	0,00	-117,82	-194,17
18	1,09	0,00	-116,90	-183,53
19	1,18	0,00	-115,77	-173,00
20	1,28	0,00	-114,45	-162,60
21	1,38	0,00	-112,92	-152,34
22	1,48	0,00	-111,20	-142,25
23	1,58	0,00	-109,27	-132,35
24	1,68	0,00	-107,14	-122,65
25	1,78	0,00	-104,81	-113,17
26	1,88	0,00	-102,28	-103,94
27	1,97	0,00	-99,55	-94,98



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	59 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
28	2,07	0,00	-96,62	-86,30
29	2,17	0,00	-93,49	-77,92
30	2,27	0,00	-90,15	-69,87
31	2,37	0,00	-86,62	-62,16
32	2,47	0,00	-82,88	-54,82
33	2,57	0,00	-78,95	-47,86
34	2,66	0,00	-74,81	-41,31
35	2,76	0,00	-70,47	-35,19
36	2,86	0,00	-65,94	-29,51
37	2,96	0,00	-60,91	-24,18
38	3,06	0,00	-53,41	-18,54
39	3,16	0,00	-45,88	-13,64
40	3,26	0,00	-38,31	-9,48
41	3,36	0,00	-30,71	-6,08
42	3,45	0,00	-23,08	-3,42
43	3,55	0,00	-15,42	-1,52
44	3,65	0,00	-7,73	-0,38
45	3,75	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	9,48	0,38
3	-1,09	0,00	18,92	1,52
4	-1,01	0,00	28,33	3,41
5	-0,93	0,00	37,72	6,05
6	-0,85	0,00	47,07	9,44
7	0,00	0,00	-6,08	-78,65
8	0,10	0,00	-8,29	-77,94
9	0,20	0,00	-10,46	-77,01
10	0,30	0,00	-12,59	-75,87
11	0,39	0,00	-14,66	-74,53
12	0,49	0,00	-16,69	-72,98
13	0,59	0,00	-18,68	-71,24
14	0,69	0,00	-20,62	-69,30
15	0,79	0,00	-22,46	-67,17
16	0,89	0,00	-24,12	-64,87
17	0,99	0,00	-25,61	-62,42
18	1,09	0,00	-26,92	-59,82
19	1,18	0,00	-28,05	-57,11
20	1,28	0,00	-29,01	-54,29
21	1,38	0,00	-29,79	-51,39
22	1,48	0,00	-30,40	-48,42
23	1,58	0,00	-30,83	-45,40
24	1,68	0,00	-31,08	-42,34
25	1,78	0,00	-31,16	-39,27
26	1,88	0,00	-31,06	-36,19
27	1,97	0,00	-30,79	-33,14
28	2,07	0,00	-30,34	-30,12
29	2,17	0,00	-29,71	-27,16
30	2,27	0,00	-28,91	-24,27
31	2,37	0,00	-27,93	-21,46
32	2,47	0,00	-26,78	-18,76
33	2,57	0,00	-25,44	-16,18
34	2,66	0,00	-23,94	-13,74
35	2,76	0,00	-22,25	-11,46
36	2,86	0,00	-20,39	-9,36
37	2,96	0,00	-18,36	-7,44
38	3,06	0,00	-16,23	-5,74
39	3,16	0,00	-14,05	-4,24



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	60 di 107

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
40	3,26	0,00	-11,82	-2,96
41	3,36	0,00	-9,55	-1,91
42	3,45	0,00	-7,23	-1,08
43	3,55	0,00	-4,87	-0,48
44	3,65	0,00	-2,46	-0,12
45	3,75	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	8,99	0,36
3	-1,09	0,00	17,95	1,44
4	-1,01	0,00	26,87	3,23
5	-0,93	0,00	35,76	5,74
6	-0,85	0,00	44,62	8,95
7	0,00	0,00	-32,31	-129,16
8	0,10	0,00	-33,89	-125,89
9	0,20	0,00	-35,42	-122,47
10	0,30	0,00	-36,90	-118,90
11	0,39	0,00	-38,34	-115,19
12	0,49	0,00	-39,72	-111,34
13	0,59	0,00	-41,05	-107,35
14	0,69	0,00	-42,34	-103,23
15	0,79	0,00	-43,52	-99,00
16	0,89	0,00	-44,52	-94,65
17	0,99	0,00	-45,35	-90,22
18	1,09	0,00	-45,99	-85,71
19	1,18	0,00	-46,46	-81,14
20	1,28	0,00	-46,75	-76,54
21	1,38	0,00	-46,85	-71,92
22	1,48	0,00	-46,78	-67,30
23	1,58	0,00	-46,53	-62,70
24	1,68	0,00	-46,10	-58,12
25	1,78	0,00	-45,50	-53,60
26	1,88	0,00	-44,71	-49,15
27	1,97	0,00	-43,74	-44,79
28	2,07	0,00	-42,60	-40,52
29	2,17	0,00	-41,27	-36,38
30	2,27	0,00	-39,77	-32,38
31	2,37	0,00	-38,09	-28,54
32	2,47	0,00	-36,23	-24,87
33	2,57	0,00	-34,18	-21,40
34	2,66	0,00	-31,97	-18,13
35	2,76	0,00	-29,57	-15,09
36	2,86	0,00	-26,99	-12,30
37	2,96	0,00	-24,23	-9,77
38	3,06	0,00	-21,38	-7,52
39	3,16	0,00	-18,47	-5,56
40	3,26	0,00	-15,51	-3,88
41	3,36	0,00	-12,51	-2,50
42	3,45	0,00	-9,46	-1,41
43	3,55	0,00	-6,35	-0,63
44	3,65	0,00	-3,20	-0,16
45	3,75	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 10 - SLER



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	61 di 107

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	8,32	0,33
3	-1,09	0,00	16,65	1,33
4	-1,01	0,00	24,98	3,00
5	-0,93	0,00	33,33	5,33
6	-0,85	0,00	41,69	8,33
7	0,00	0,00	-2,43	-45,62
8	0,10	0,00	-4,01	-46,01
9	0,20	0,00	-5,61	-46,25
10	0,30	0,00	-7,22	-46,32
11	0,39	0,00	-8,85	-46,23
12	0,49	0,00	-10,50	-45,98
13	0,59	0,00	-12,16	-45,55
14	0,69	0,00	-13,84	-44,96
15	0,79	0,00	-15,48	-44,20
16	0,89	0,00	-17,01	-43,29
17	0,99	0,00	-18,42	-42,23
18	1,09	0,00	-19,72	-41,05
19	1,18	0,00	-20,90	-39,75
20	1,28	0,00	-21,98	-38,34
21	1,38	0,00	-22,93	-36,84
22	1,48	0,00	-23,78	-35,25
23	1,58	0,00	-24,51	-33,59
24	1,68	0,00	-25,12	-31,87
25	1,78	0,00	-25,62	-30,09
26	1,88	0,00	-26,01	-28,28
27	1,97	0,00	-26,28	-26,43
28	2,07	0,00	-26,44	-24,57
29	2,17	0,00	-26,49	-22,71
30	2,27	0,00	-26,42	-20,84
31	2,37	0,00	-26,24	-19,00
32	2,47	0,00	-25,95	-17,18
33	2,57	0,00	-25,54	-15,40
34	2,66	0,00	-25,01	-13,67
35	2,76	0,00	-24,37	-12,01
36	2,86	0,00	-23,62	-10,42
37	2,96	0,00	-22,55	-8,83
38	3,06	0,00	-19,67	-6,75
39	3,16	0,00	-16,82	-4,95
40	3,26	0,00	-13,97	-3,43
41	3,36	0,00	-11,15	-2,19
42	3,45	0,00	-8,34	-1,23
43	3,55	0,00	-5,54	-0,55
44	3,65	0,00	-2,76	-0,14
45	3,75	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	8,02	0,32
3	-1,09	0,00	16,06	1,28
4	-1,01	0,00	24,11	2,89
5	-0,93	0,00	32,18	5,14
6	-0,85	0,00	40,26	8,04
7	0,00	0,00	-1,76	-39,84
8	0,10	0,00	-3,09	-40,14
9	0,20	0,00	-4,44	-40,30
10	0,30	0,00	-5,82	-40,32
11	0,39	0,00	-7,22	-40,21

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
12	0,49	0,00	-8,65	-39,95
13	0,59	0,00	-10,10	-39,54
14	0,69	0,00	-11,58	-38,99
15	0,79	0,00	-13,03	-38,29
16	0,89	0,00	-14,38	-37,46
17	0,99	0,00	-15,62	-36,50
18	1,09	0,00	-16,75	-35,43
19	1,18	0,00	-17,78	-34,25
20	1,28	0,00	-18,71	-32,98
21	1,38	0,00	-19,53	-31,63
22	1,48	0,00	-20,24	-30,20
23	1,58	0,00	-20,86	-28,72
24	1,68	0,00	-21,36	-27,18
25	1,78	0,00	-21,76	-25,60
26	1,88	0,00	-22,06	-23,98
27	1,97	0,00	-22,25	-22,35
28	2,07	0,00	-22,33	-20,70
29	2,17	0,00	-22,31	-19,06
30	2,27	0,00	-22,19	-17,43
31	2,37	0,00	-21,96	-15,81
32	2,47	0,00	-21,63	-14,23
33	2,57	0,00	-21,19	-12,69
34	2,66	0,00	-20,64	-11,20
35	2,76	0,00	-19,99	-9,77
36	2,86	0,00	-19,24	-8,42
37	2,96	0,00	-18,23	-7,09
38	3,06	0,00	-15,86	-5,41
39	3,16	0,00	-13,52	-3,96
40	3,26	0,00	-11,20	-2,74
41	3,36	0,00	-8,91	-1,75
42	3,45	0,00	-6,65	-0,98
43	3,55	0,00	-4,41	-0,43
44	3,65	0,00	-2,19	-0,11
45	3,75	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 12 - SLEO

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	7,12	0,28
3	-1,09	0,00	14,28	1,14
4	-1,01	0,00	21,48	2,57
5	-0,93	0,00	28,70	4,58
6	-0,85	0,00	35,96	7,16
7	0,00	0,00	0,26	-22,52
8	0,10	0,00	-0,31	-22,51
9	0,20	0,00	-0,93	-22,45
10	0,30	0,00	-1,60	-22,33
11	0,39	0,00	-2,33	-22,13
12	0,49	0,00	-3,10	-21,87
13	0,59	0,00	-3,93	-21,52
14	0,69	0,00	-4,81	-21,09
15	0,79	0,00	-5,69	-20,57
16	0,89	0,00	-6,49	-19,97
17	0,99	0,00	-7,21	-19,29
18	1,09	0,00	-7,85	-18,55
19	1,18	0,00	-8,42	-17,75
20	1,28	0,00	-8,91	-16,89
21	1,38	0,00	-9,32	-15,99
22	1,48	0,00	-9,65	-15,05
23	1,58	0,00	-9,90	-14,09

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
24	1,68	0,00	-10,08	-13,10
25	1,78	0,00	-10,17	-12,10
26	1,88	0,00	-10,19	-11,10
27	1,97	0,00	-10,14	-10,09
28	2,07	0,00	-10,00	-9,10
29	2,17	0,00	-9,78	-8,12
30	2,27	0,00	-9,49	-7,17
31	2,37	0,00	-9,12	-6,25
32	2,47	0,00	-8,67	-5,37
33	2,57	0,00	-8,14	-4,54
34	2,66	0,00	-7,54	-3,77
35	2,76	0,00	-6,86	-3,06
36	2,86	0,00	-6,10	-2,42
37	2,96	0,00	-5,26	-1,86
38	3,06	0,00	-4,42	-1,38
39	3,16	0,00	-3,63	-0,98
40	3,26	0,00	-2,90	-0,66
41	3,36	0,00	-2,21	-0,41
42	3,45	0,00	-1,58	-0,22
43	3,55	0,00	-1,00	-0,10
44	3,65	0,00	-0,48	-0,02
45	3,75	0,00	0,00	0,00

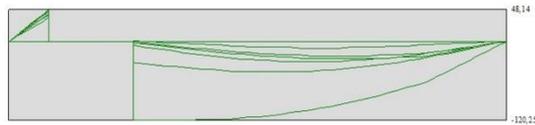
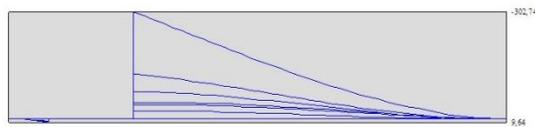


Fig. 9 - Fondazione (Inviluppo)

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	194,29	23,33	178,41	76,95	3,75	-2,80
	Peso/Inerzia muro			0,00	176,56/0,00	0,62	-3,97
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	416,85/0,00	2,06	-1,82

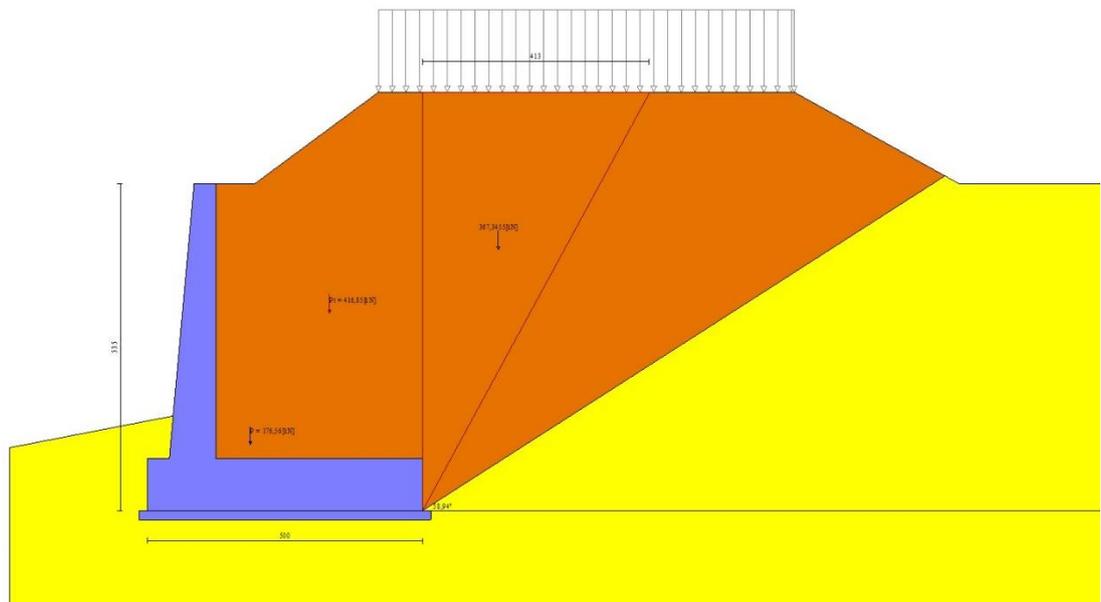


Fig. 10 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

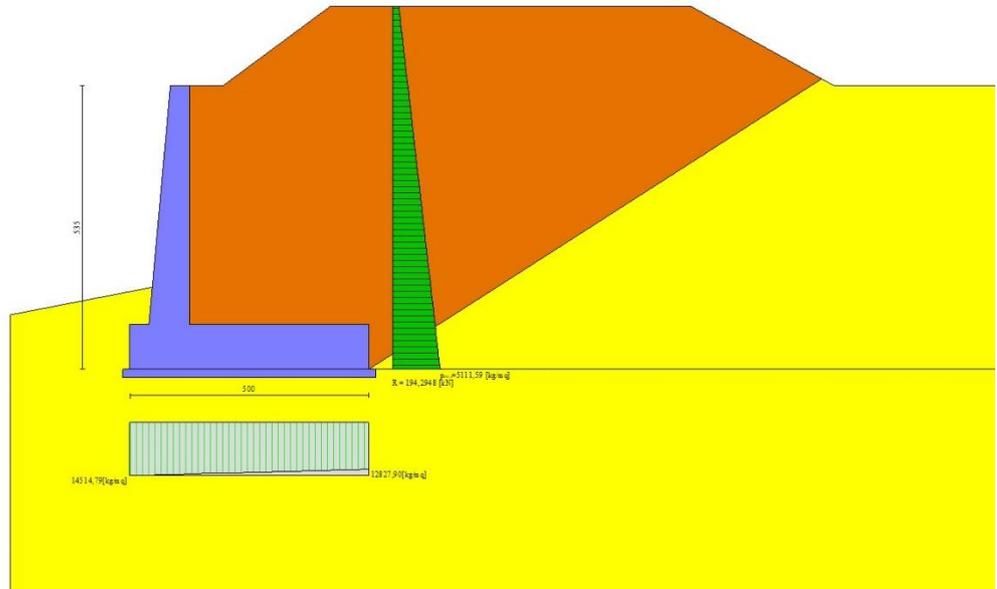


Fig. 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.125		2.510			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.248		2.788			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.227		2.899			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.276		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.246		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.245		
7 - EQU			3.622				
8 - EQU	H + V		4.319				
9 - EQU	H - V		3.947				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
----	---------------------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	66 di 107

Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	200,73	0,00	0,00	--	--	200,73	178,41	1.125

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	670,35	1682,64	1201,89	2.510

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [N/mm²]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r _y	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[N/mm ²]
1	20.721 10.662 6.766	0.696 0.696 0.163	1.092 1.046 1.046	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.901	1,47	4,90 3,92	19,00	25.00	0,005

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

M_r Momento ribaltante, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	M _s	M _r	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	1900,49	524,74	3.622

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

I_c Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2,00; 4,50	11,42	1.245

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Q_y carico sulla striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

- c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm²]
- T_x; T_y Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [N/mm²]

n°	W [kN]	Q _y [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [N/mm ²]	u [N/mm ²]	T _x ; T _y [kN]
1	12,76	0,00	9,02 - 0,69	69.631	29.256	0,000	0,0000	
2	34,15	0,00	0,69	61.245	29.256	0,000	0,0000	
3	49,46	0,00	0,69	54.665	29.256	0,000	0,0000	
4	61,60	0,00	0,69	49.041	29.256	0,000	0,0000	
5	71,63	0,00	0,69	44.004	29.256	0,000	0,0000	
6	80,09	0,00	0,69	39.367	29.256	0,000	0,0000	
7	87,30	0,00	0,69	35.023	29.256	0,000	0,0000	
8	90,00	0,00	0,69	30.900	20.458	0,004	0,0000	
9	101,52	0,00	0,69	26.949	20.458	0,004	0,0000	
10	101,76	0,00	0,69	23.132	20.458	0,004	0,0000	
11	99,14	0,00	0,69	19.422	20.458	0,004	0,0000	
12	95,83	0,00	0,69	15.795	20.458	0,004	0,0000	
13	94,50	0,00	0,69	12.232	20.458	0,004	0,0000	
14	104,29	0,00	0,69	8.717	20.458	0,004	0,0000	
15	48,48	0,00	0,69	5.235	20.458	0,004	0,0000	
16	40,63	0,00	0,69	1.772	20.458	0,004	0,0000	
17	38,97	0,00	0,69	-1.685	20.458	0,004	0,0000	
18	36,73	0,00	0,69	-5.147	20.458	0,004	0,0000	
19	33,92	0,00	0,69	-8.629	20.458	0,004	0,0000	
20	30,51	0,00	0,69	-12.143	20.458	0,004	0,0000	
21	26,49	0,00	0,69	-15.705	20.458	0,004	0,0000	
22	21,82	0,00	0,69	-19.330	20.458	0,004	0,0000	
23	16,48	0,00	0,69	-23.038	20.458	0,004	0,0000	
24	10,39	0,00	0,69	-26.851	20.458	0,004	0,0000	
25	3,50	0,00	-8,19 - 0,69	-30.095	20.458	0,004	0,0000	

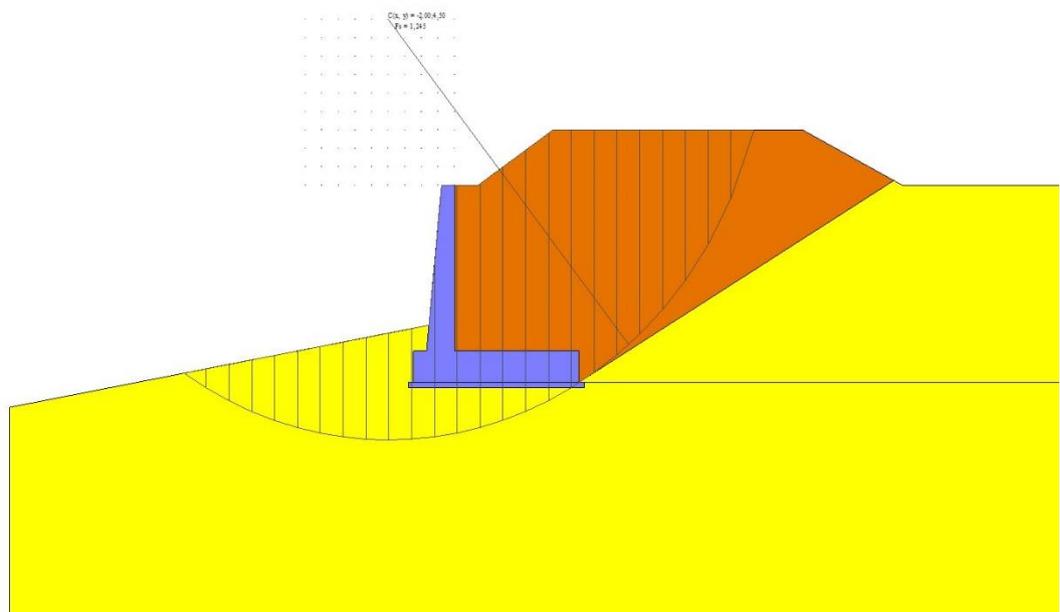


Fig. 12 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	2,31	0,12	0,27	0,00	0,01
3	-0,45	4,75	4,75	0,46	0,84	0,02	0,09
4	-0,67	7,32	7,32	1,02	1,70	0,11	0,30
5	-0,90	10,01	10,01	1,82	2,85	0,33	0,71
6	-1,13	12,83	12,83	2,89	4,34	0,72	1,38
7	-1,35	15,78	15,78	4,46	6,39	1,38	2,42
8	-1,57	18,85	18,85	6,59	9,35	2,42	3,95
9	-1,80	22,05	22,05	9,14	13,14	3,95	6,12
10	-2,02	25,38	25,38	12,02	17,45	6,06	9,00
11	-2,25	28,83	28,83	15,22	22,25	8,81	13,13
12	-2,48	32,41	32,41	18,72	27,50	12,28	18,38
13	-2,70	36,11	36,11	22,49	33,18	16,53	24,81
14	-2,92	39,94	39,94	26,55	39,27	21,61	32,52
15	-3,15	43,90	43,90	30,86	45,75	27,59	41,61
16	-3,38	47,99	47,99	35,44	52,62	34,53	52,15
17	-3,60	52,20	52,20	40,27	59,86	42,48	64,24
18	-3,83	56,54	56,54	45,36	67,45	51,50	77,94
19	-4,05	61,00	61,00	50,69	75,40	61,64	93,34
20	-4,28	65,59	65,59	56,27	83,70	72,95	110,52
21	-4,50	70,31	70,31	62,08	92,34	85,50	129,56

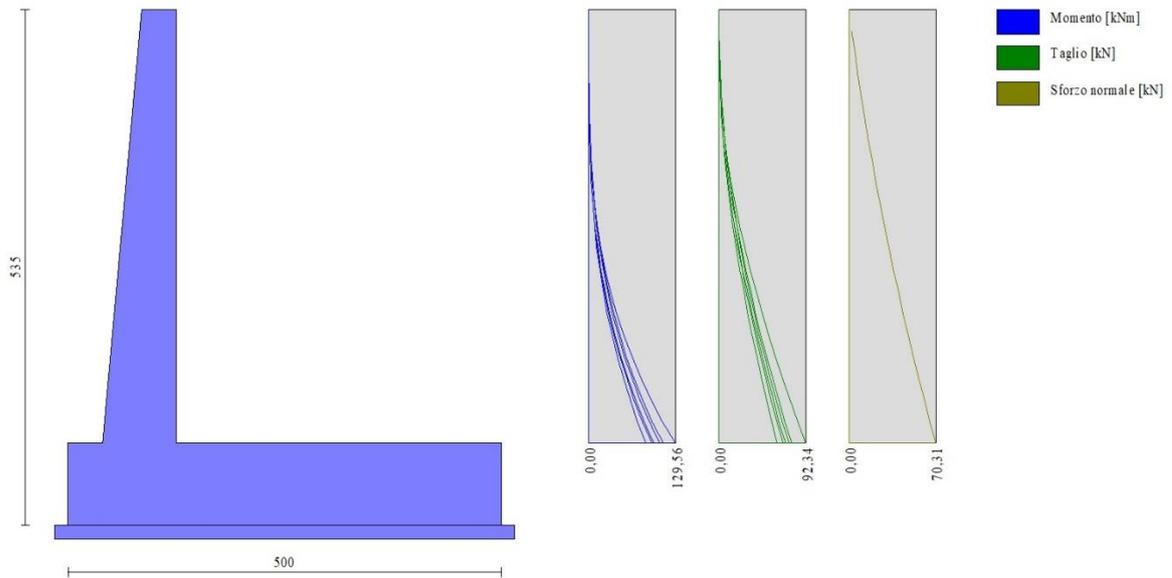


Fig. 13 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	0,00	7,12	9,67	0,28	0,39
3	-1,09	0,00	0,00	14,28	19,32	1,14	1,55
4	-1,01	0,00	0,00	21,48	28,94	2,57	3,48
5	-0,93	0,00	0,00	28,70	38,55	4,58	6,18
6	-0,85	0,00	0,00	35,96	48,14	7,16	9,64
7	0,00	0,00	0,00	-120,25	0,26	-302,74	-22,52
8	0,10	0,00	0,00	-120,22	-0,31	-291,84	-22,51
9	0,20	0,00	0,00	-120,16	-0,93	-280,94	-22,45
10	0,30	0,00	0,00	-120,07	-1,60	-270,04	-22,33
11	0,39	0,00	0,00	-119,95	-2,33	-259,15	-22,13
12	0,49	0,00	0,00	-119,79	-3,10	-248,26	-21,87
13	0,59	0,00	0,00	-119,60	-3,93	-237,39	-21,52
14	0,69	0,00	0,00	-119,38	-4,81	-226,52	-21,09
15	0,79	0,00	0,00	-119,06	-5,69	-215,69	-20,57
16	0,89	0,00	0,00	-118,54	-6,49	-204,89	-19,97
17	0,99	0,00	0,00	-117,82	-7,21	-194,17	-19,29
18	1,09	0,00	0,00	-116,90	-7,85	-183,53	-18,55
19	1,18	0,00	0,00	-115,77	-8,42	-173,00	-17,75
20	1,28	0,00	0,00	-114,45	-8,91	-162,60	-16,89
21	1,38	0,00	0,00	-112,92	-9,32	-152,34	-15,99
22	1,48	0,00	0,00	-111,20	-9,65	-142,25	-15,05
23	1,58	0,00	0,00	-109,27	-9,90	-132,35	-14,09
24	1,68	0,00	0,00	-107,14	-10,08	-122,65	-13,10
25	1,78	0,00	0,00	-104,81	-10,17	-113,17	-12,10
26	1,88	0,00	0,00	-102,28	-10,19	-103,94	-11,10
27	1,97	0,00	0,00	-99,55	-10,14	-94,98	-10,09
28	2,07	0,00	0,00	-96,62	-10,00	-86,30	-9,10
29	2,17	0,00	0,00	-93,49	-9,78	-77,92	-8,12

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
30	2,27	0,00	0,00	-90,15	-9,49	-69,87	-7,17
31	2,37	0,00	0,00	-86,62	-9,12	-62,16	-6,25
32	2,47	0,00	0,00	-82,88	-8,67	-54,82	-5,37
33	2,57	0,00	0,00	-78,95	-8,14	-47,86	-4,54
34	2,66	0,00	0,00	-74,81	-7,54	-41,31	-3,77
35	2,76	0,00	0,00	-70,47	-6,86	-35,19	-3,06
36	2,86	0,00	0,00	-65,94	-6,10	-29,51	-2,42
37	2,96	0,00	0,00	-60,91	-5,26	-24,18	-1,86
38	3,06	0,00	0,00	-53,41	-4,42	-18,54	-1,38
39	3,16	0,00	0,00	-45,88	-3,63	-13,64	-0,98
40	3,26	0,00	0,00	-38,31	-2,90	-9,48	-0,66
41	3,36	0,00	0,00	-30,71	-2,21	-6,08	-0,41
42	3,45	0,00	0,00	-23,08	-1,58	-3,42	-0,22
43	3,55	0,00	0,00	-15,42	-1,00	-1,52	-0,10
44	3,65	0,00	0,00	-7,73	-0,48	-0,38	-0,02
45	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

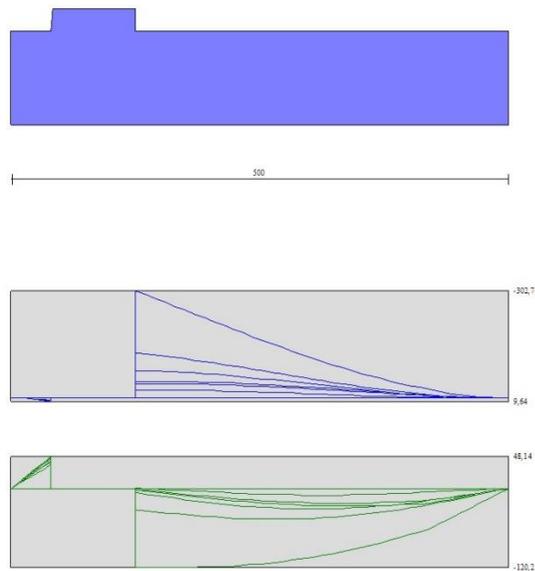


Fig. 14 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	72 di 107

- H altezza sezione espressa in [cm]
 Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
 Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
 M momento agente espressa in [kNm]
 N sforzo normale agente espressa in [kN]
 Mu momento ultimi espresso in [kNm]
 Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,22	100	42	15,71	31,42	0,00	2,31	0,00	0,00	1000.000
3	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,04	4,75	0,00	0,00	1000.000
4	-0,67	100	47	15,71	31,42	0,18	7,32	0,00	0,00	1000.000
5	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,49	10,01	360,03	7307,18	729.814
6	-1,13	100	51	15,71	31,42	1,05	12,83	544,74	6674,32	520.137
7	-1,35	100	53	15,71	31,42	1,99	15,78	740,62	5879,99	372.673
8	-1,57	100	56	15,71	31,42	3,52	18,85	935,87	5007,17	265.626
9	-1,80	100	58	15,71	31,42	5,81	22,05	1106,01	4194,89	190.248
10	-2,02	100	60	15,71	31,42	8,98	25,38	1183,48	3344,30	131.794
11	-2,25	100	62	15,71	31,42	13,13	28,83	1182,85	2596,40	90.067
12	-2,48	100	65	15,71	31,42	18,38	32,41	1164,74	2053,90	63.380
13	-2,70	100	67	15,71	31,42	24,81	36,11	1143,76	1664,77	46.101
14	-2,92	100	69	15,71	31,42	32,52	39,94	1129,28	1386,86	34.721
15	-3,15	100	71	15,71	62,83	41,61	43,90	1884,34	1988,10	45.285
16	-3,38	100	74	15,71	62,83	52,15	47,99	1935,01	1780,42	37.102
17	-3,60	100	76	15,71	62,83	64,24	52,20	1981,45	1610,12	30.846
18	-3,83	100	78	15,71	31,42	77,94	56,54	1126,71	817,29	14.456
19	-4,05	100	80	15,71	31,42	93,34	61,00	1138,50	744,01	12.197
20	-4,28	100	83	15,71	31,42	110,52	65,59	1153,66	684,65	10.438
21	-4,50	100	85	15,71	31,42	129,56	70,31	1171,40	635,71	9.041

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,22	100	42	15,71	31,42	0,01	2,31	0,00	0,00	1000.000
3	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,09	4,75	0,00	0,00	1000.000
4	-0,67	100	47	15,71	31,42	0,30	7,32	298,81	7202,31	983.993
5	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,71	10,01	470,60	6619,15	661.096
6	-1,13	100	51	15,71	31,42	1,38	12,83	643,91	5971,75	465.384
7	-1,35	100	53	15,71	31,42	2,42	15,78	812,57	5302,57	336.076
8	-1,57	100	56	15,71	31,42	3,95	18,85	975,81	4652,45	246.809
9	-1,80	100	58	15,71	31,42	6,12	22,05	1118,12	4031,17	182.823
10	-2,02	100	60	15,71	31,42	9,00	25,38	1182,88	3334,86	131.422
11	-2,25	100	62	15,71	31,42	12,69	28,83	1194,41	2712,42	94.091
12	-2,48	100	65	15,71	31,42	17,28	32,41	1189,52	2231,00	68.845
13	-2,70	100	67	15,71	31,42	22,83	36,11	1180,21	1866,66	51.692
14	-2,92	100	69	15,71	31,42	29,43	39,94	1177,02	1597,45	39.993
15	-3,15	100	71	15,71	62,83	37,15	43,90	1915,40	2263,56	51.560



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	73 di 107

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
16	-3,38	100	74	15,71	62,83	46,06	47,99	1970,55	2052,96	42.782
17	-3,60	100	76	15,71	62,83	56,24	52,20	2024,96	1879,59	36.009
18	-3,83	100	78	15,71	31,42	67,74	56,54	1179,10	984,02	17.405
19	-4,05	100	80	15,71	31,42	80,66	61,00	1188,54	898,89	14.736
20	-4,28	100	83	15,71	31,42	95,04	65,59	1201,70	829,34	12.644
21	-4,50	100	85	15,71	31,42	110,97	70,31	1217,71	771,54	10.973

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,22	100	42	15,71	31,42	0,01	2,31	0,00	0,00	1000.000
3	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,09	4,75	0,00	0,00	1000.000
4	-0,67	100	47	15,71	31,42	0,29	7,32	285,20	7285,61	995.374
5	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,67	10,01	451,83	6739,99	673.164
6	-1,13	100	51	15,71	31,42	1,30	12,83	623,20	6131,51	477.834
7	-1,35	100	53	15,71	31,42	2,28	15,78	791,67	5477,03	347.134
8	-1,57	100	56	15,71	31,42	3,74	18,85	956,33	4825,48	255.987
9	-1,80	100	58	15,71	31,42	5,79	22,05	1105,05	4207,81	190.834
10	-2,02	100	60	15,71	31,42	8,54	25,38	1193,68	3547,83	139.815
11	-2,25	100	62	15,71	31,42	12,06	28,83	1213,11	2899,98	100.598
12	-2,48	100	65	15,71	31,42	16,43	32,41	1211,47	2389,07	73.722
13	-2,70	100	67	15,71	31,42	21,73	36,11	1204,52	2001,33	55.421
14	-2,92	100	69	15,71	31,42	28,04	39,94	1199,50	1709,01	42.786
15	-3,15	100	71	15,71	62,83	35,41	43,90	1930,01	2393,11	54.510
16	-3,38	100	74	15,71	62,83	43,92	47,99	1983,87	2167,74	45.174
17	-3,60	100	76	15,71	62,83	53,63	52,20	2042,43	1987,78	38.081
18	-3,83	100	78	15,71	31,42	64,62	56,54	1199,69	1049,55	18.564
19	-4,05	100	80	15,71	31,42	76,95	61,00	1207,34	957,07	15.689
20	-4,28	100	83	15,71	31,42	90,69	65,59	1219,12	881,78	13.443
21	-4,50	100	85	15,71	31,42	105,89	70,31	1234,03	819,41	11.654

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	-1,25	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-1,17	100	85	31,42	31,42	0,39	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-1,09	100	85	31,42	31,42	1,55	0,00	952,13	0,00	615.665
4	-1,01	100	85	31,42	31,42	3,48	0,00	952,13	0,00	273.828
5	-0,93	100	85	31,42	31,42	6,18	0,00	952,13	0,00	154.140
6	-0,85	100	85	31,42	31,42	9,64	0,00	952,13	0,00	98.721
7	0,00	100	85	31,42	31,42	-302,74	0,00	-952,13	0,00	3.145
8	0,10	100	85	31,42	31,42	-291,84	0,00	-952,13	0,00	3.262
9	0,20	100	85	31,42	31,42	-280,94	0,00	-952,13	0,00	3.389
10	0,30	100	85	31,42	31,42	-270,04	0,00	-952,13	0,00	3.526
11	0,39	100	85	31,42	31,42	-259,15	0,00	-952,13	0,00	3.674
12	0,49	100	85	31,42	31,42	-248,26	0,00	-952,13	0,00	3.835
13	0,59	100	85	31,42	31,42	-237,39	0,00	-952,13	0,00	4.011
14	0,69	100	85	31,42	31,42	-226,52	0,00	-952,13	0,00	4.203
15	0,79	100	85	31,42	31,42	-215,69	0,00	-952,13	0,00	4.414
16	0,89	100	85	31,42	31,42	-204,89	0,00	-952,13	0,00	4.647
17	0,99	100	85	31,42	31,42	-194,17	0,00	-952,13	0,00	4.904
18	1,09	100	85	31,42	31,42	-183,53	0,00	-952,13	0,00	5.188
19	1,18	100	85	31,42	31,42	-173,00	0,00	-952,13	0,00	5.504
20	1,28	100	85	31,42	31,42	-162,60	0,00	-952,13	0,00	5.856

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
21	1,38	100	85	31,42	31,42	-152,34	0,00	-952,13	0,00	6.250
22	1,48	100	85	31,42	31,42	-142,25	0,00	-952,13	0,00	6.693
23	1,58	100	85	31,42	31,42	-132,35	0,00	-952,13	0,00	7.194
24	1,68	100	85	31,42	31,42	-122,65	0,00	-952,13	0,00	7.763
25	1,78	100	85	31,42	31,42	-113,17	0,00	-952,13	0,00	8.413
26	1,88	100	85	31,42	31,42	-103,94	0,00	-952,13	0,00	9.160
27	1,97	100	85	31,42	31,42	-94,98	0,00	-952,13	0,00	10.025
28	2,07	100	85	31,42	31,42	-86,30	0,00	-952,13	0,00	11.033
29	2,17	100	85	31,42	31,42	-77,92	0,00	-952,13	0,00	12.219
30	2,27	100	85	31,42	31,42	-69,87	0,00	-952,13	0,00	13.627
31	2,37	100	85	31,42	31,42	-62,16	0,00	-952,13	0,00	15.316
32	2,47	100	85	31,42	31,42	-54,82	0,00	-952,13	0,00	17.368
33	2,57	100	85	31,42	31,42	-47,86	0,00	-952,13	0,00	19.892
34	2,66	100	85	31,42	31,42	-41,31	0,00	-952,13	0,00	23.047
35	2,76	100	85	31,42	31,42	-35,19	0,00	-952,13	0,00	27.060
36	2,86	100	85	31,42	31,42	-29,51	0,00	-952,13	0,00	32.270
37	2,96	100	85	31,42	31,42	-24,18	0,00	-952,13	0,00	39.377
38	3,06	100	85	31,42	31,42	-18,54	0,00	-952,13	0,00	51.359
39	3,16	100	85	31,42	31,42	-13,64	0,00	-952,13	0,00	69.808
40	3,26	100	85	31,42	31,42	-9,48	0,00	-952,13	0,00	100.384
41	3,36	100	85	31,42	31,42	-6,08	0,00	-952,13	0,00	156.633
42	3,45	100	85	31,42	31,42	-3,42	0,00	-952,13	0,00	278.073
43	3,55	100	85	31,42	31,42	-1,52	0,00	-952,13	0,00	624.798
44	3,65	100	85	31,42	31,42	-0,38	0,00	0,00	0,00	1000.000
45	3,75	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-1,25	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-1,17	100	85	31,42	31,42	0,38	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-1,09	100	85	31,42	31,42	1,52	0,00	952,13	0,00	628.362
4	-1,01	100	85	31,42	31,42	3,41	0,00	952,13	0,00	279.571
5	-0,93	100	85	31,42	31,42	6,05	0,00	952,13	0,00	157.428
6	-0,85	100	85	31,42	31,42	9,44	0,00	952,13	0,00	100.862
7	0,00	100	85	31,42	31,42	-78,65	0,00	-952,13	0,00	12.106
8	0,10	100	85	31,42	31,42	-77,94	0,00	-952,13	0,00	12.216
9	0,20	100	85	31,42	31,42	-77,01	0,00	-952,13	0,00	12.363
10	0,30	100	85	31,42	31,42	-75,87	0,00	-952,13	0,00	12.549
11	0,39	100	85	31,42	31,42	-74,53	0,00	-952,13	0,00	12.775
12	0,49	100	85	31,42	31,42	-72,98	0,00	-952,13	0,00	13.046
13	0,59	100	85	31,42	31,42	-71,24	0,00	-952,13	0,00	13.366
14	0,69	100	85	31,42	31,42	-69,30	0,00	-952,13	0,00	13.740
15	0,79	100	85	31,42	31,42	-67,17	0,00	-952,13	0,00	14.175
16	0,89	100	85	31,42	31,42	-64,87	0,00	-952,13	0,00	14.677
17	0,99	100	85	31,42	31,42	-62,42	0,00	-952,13	0,00	15.254
18	1,09	100	85	31,42	31,42	-59,82	0,00	-952,13	0,00	15.916
19	1,18	100	85	31,42	31,42	-57,11	0,00	-952,13	0,00	16.672
20	1,28	100	85	31,42	31,42	-54,29	0,00	-952,13	0,00	17.537
21	1,38	100	85	31,42	31,42	-51,39	0,00	-952,13	0,00	18.528
22	1,48	100	85	31,42	31,42	-48,42	0,00	-952,13	0,00	19.665
23	1,58	100	85	31,42	31,42	-45,40	0,00	-952,13	0,00	20.974
24	1,68	100	85	31,42	31,42	-42,34	0,00	-952,13	0,00	22.488
25	1,78	100	85	31,42	31,42	-39,27	0,00	-952,13	0,00	24.248
26	1,88	100	85	31,42	31,42	-36,19	0,00	-952,13	0,00	26.306
27	1,97	100	85	31,42	31,42	-33,14	0,00	-952,13	0,00	28.729
28	2,07	100	85	31,42	31,42	-30,12	0,00	-952,13	0,00	31.607
29	2,17	100	85	31,42	31,42	-27,16	0,00	-952,13	0,00	35.057
30	2,27	100	85	31,42	31,42	-24,27	0,00	-952,13	0,00	39.238
31	2,37	100	85	31,42	31,42	-21,46	0,00	-952,13	0,00	44.369
32	2,47	100	85	31,42	31,42	-18,76	0,00	-952,13	0,00	50.757



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	75 di 107

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
33	2,57	100	85	31,42	31,42	-16,18	0,00	-952,13	0,00	58.845
34	2,66	100	85	31,42	31,42	-13,74	0,00	-952,13	0,00	69.284
35	2,76	100	85	31,42	31,42	-11,46	0,00	-952,13	0,00	83.071
36	2,86	100	85	31,42	31,42	-9,36	0,00	-952,13	0,00	101.768
37	2,96	100	85	31,42	31,42	-7,44	0,00	-952,13	0,00	127.936
38	3,06	100	85	31,42	31,42	-5,74	0,00	-952,13	0,00	166.014
39	3,16	100	85	31,42	31,42	-4,24	0,00	-952,13	0,00	224.503
40	3,26	100	85	31,42	31,42	-2,96	0,00	-952,13	0,00	321.208
41	3,36	100	85	31,42	31,42	-1,91	0,00	-952,13	0,00	498.686
42	3,45	100	85	31,42	31,42	-1,08	0,00	-952,13	0,00	880.933
43	3,55	100	85	31,42	31,42	-0,48	0,00	0,00	0,00	1000.000
44	3,65	100	85	31,42	31,42	-0,12	0,00	0,00	0,00	1000.000
45	3,75	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	-1,25	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-1,17	100	85	31,42	31,42	0,36	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-1,09	100	85	31,42	31,42	1,44	0,00	952,13	0,00	662.370
4	-1,01	100	85	31,42	31,42	3,23	0,00	952,13	0,00	294.740
5	-0,93	100	85	31,42	31,42	5,74	0,00	952,13	0,00	165.991
6	-0,85	100	85	31,42	31,42	8,95	0,00	952,13	0,00	106.362
7	0,00	100	85	31,42	31,42	-129,16	0,00	-952,13	0,00	7.372
8	0,10	100	85	31,42	31,42	-125,89	0,00	-952,13	0,00	7.563
9	0,20	100	85	31,42	31,42	-122,47	0,00	-952,13	0,00	7.774
10	0,30	100	85	31,42	31,42	-118,90	0,00	-952,13	0,00	8.008
11	0,39	100	85	31,42	31,42	-115,19	0,00	-952,13	0,00	8.266
12	0,49	100	85	31,42	31,42	-111,34	0,00	-952,13	0,00	8.552
13	0,59	100	85	31,42	31,42	-107,35	0,00	-952,13	0,00	8.869
14	0,69	100	85	31,42	31,42	-103,23	0,00	-952,13	0,00	9.223
15	0,79	100	85	31,42	31,42	-99,00	0,00	-952,13	0,00	9.618
16	0,89	100	85	31,42	31,42	-94,65	0,00	-952,13	0,00	10.059
17	0,99	100	85	31,42	31,42	-90,22	0,00	-952,13	0,00	10.554
18	1,09	100	85	31,42	31,42	-85,71	0,00	-952,13	0,00	11.109
19	1,18	100	85	31,42	31,42	-81,14	0,00	-952,13	0,00	11.734
20	1,28	100	85	31,42	31,42	-76,54	0,00	-952,13	0,00	12.439
21	1,38	100	85	31,42	31,42	-71,92	0,00	-952,13	0,00	13.238
22	1,48	100	85	31,42	31,42	-67,30	0,00	-952,13	0,00	14.147
23	1,58	100	85	31,42	31,42	-62,70	0,00	-952,13	0,00	15.186
24	1,68	100	85	31,42	31,42	-58,12	0,00	-952,13	0,00	16.381
25	1,78	100	85	31,42	31,42	-53,60	0,00	-952,13	0,00	17.762
26	1,88	100	85	31,42	31,42	-49,15	0,00	-952,13	0,00	19.371
27	1,97	100	85	31,42	31,42	-44,79	0,00	-952,13	0,00	21.260
28	2,07	100	85	31,42	31,42	-40,52	0,00	-952,13	0,00	23.496
29	2,17	100	85	31,42	31,42	-36,38	0,00	-952,13	0,00	26.169
30	2,27	100	85	31,42	31,42	-32,38	0,00	-952,13	0,00	29.401
31	2,37	100	85	31,42	31,42	-28,54	0,00	-952,13	0,00	33.360
32	2,47	100	85	31,42	31,42	-24,87	0,00	-952,13	0,00	38.280
33	2,57	100	85	31,42	31,42	-21,40	0,00	-952,13	0,00	44.499
34	2,66	100	85	31,42	31,42	-18,13	0,00	-952,13	0,00	52.513
35	2,76	100	85	31,42	31,42	-15,09	0,00	-952,13	0,00	63.081
36	2,86	100	85	31,42	31,42	-12,30	0,00	-952,13	0,00	77.398
37	2,96	100	85	31,42	31,42	-9,77	0,00	-952,13	0,00	97.426
38	3,06	100	85	31,42	31,42	-7,52	0,00	-952,13	0,00	126.579
39	3,16	100	85	31,42	31,42	-5,56	0,00	-952,13	0,00	171.385
40	3,26	100	85	31,42	31,42	-3,88	0,00	-952,13	0,00	245.507
41	3,36	100	85	31,42	31,42	-2,50	0,00	-952,13	0,00	381.614
42	3,45	100	85	31,42	31,42	-1,41	0,00	-952,13	0,00	674.922
43	3,55	100	85	31,42	31,42	-0,63	0,00	0,00	0,00	1000.000
44	3,65	100	85	31,42	31,42	-0,16	0,00	0,00	0,00	1000.000

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
45	3,75	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

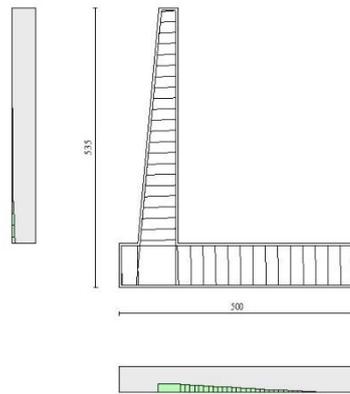


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A _{sw}	area ferri a taglio espressa in [cmq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espressa in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	B	H	A _{sw}	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0,00	0,00	255,38	0,00	100.000
2	-0,22	100	42	0,00	0,00	--	0,00	0,00	262,84	0,15	1757.825
3	-0,45	100	44	0,00	0,00	--	0,00	0,00	270,14	0,59	455.049
4	-0,67	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	277,31	1,33	208.168
5	-0,90	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	284,36	2,37	120.169
6	-1,13	100	51	0,00	0,00	--	0,00	0,00	291,29	3,81	76.359
7	-1,35	100	53	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,12	6,14	48.535
8	-1,57	100	56	0,00	0,00	--	0,00	0,00	304,85	9,35	32.609
9	-1,80	100	58	0,00	0,00	--	0,00	0,00	311,49	13,14	23.701
10	-2,02	100	60	0,00	0,00	--	0,00	0,00	318,05	17,45	18.221
11	-2,25	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	324,54	22,25	14.586
12	-2,48	100	65	0,00	0,00	--	0,00	0,00	330,95	27,50	12.035
13	-2,70	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	337,29	33,18	10.166
14	-2,92	100	69	0,00	0,00	--	0,00	0,00	343,58	39,27	8.750
15	-3,15	100	71	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,58	45,75	9.040
16	-3,38	100	74	0,00	0,00	--	0,00	0,00	420,79	52,62	7.997
17	-3,60	100	76	0,00	0,00	--	0,00	0,00	427,93	59,86	7.149
18	-3,83	100	78	0,00	0,00	--	0,00	0,00	368,17	67,45	5.458
19	-4,05	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	374,19	75,40	4.963
20	-4,28	100	83	0,00	0,00	--	0,00	0,00	380,18	83,70	4.542
21	-4,50	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	386,12	92,34	4.182

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y	B	H	A _{sw}	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0,00	0,00	255,38	0,00	100.000
2	-0,22	100	42	0,00	0,00	--	0,00	0,00	262,84	0,27	965.073
3	-0,45	100	44	0,00	0,00	--	0,00	0,00	270,14	0,84	322.523
4	-0,67	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	277,31	1,70	163.554
5	-0,90	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	284,36	2,85	99.873
6	-1,13	100	51	0,00	0,00	--	0,00	0,00	291,29	4,34	67.103
7	-1,35	100	53	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,12	6,39	46.624
8	-1,57	100	56	0,00	0,00	--	0,00	0,00	304,85	9,08	33.569
9	-1,80	100	58	0,00	0,00	--	0,00	0,00	311,49	12,25	25.424
10	-2,02	100	60	0,00	0,00	--	0,00	0,00	318,05	15,83	20.098
11	-2,25	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	324,54	19,78	16.410
12	-2,48	100	65	0,00	0,00	--	0,00	0,00	330,95	24,09	13.738
13	-2,70	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	337,29	28,75	11.730
14	-2,92	100	69	0,00	0,00	--	0,00	0,00	343,58	33,76	10.177
15	-3,15	100	71	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,58	39,10	10.578
16	-3,38	100	74	0,00	0,00	--	0,00	0,00	420,79	44,76	9.401
17	-3,60	100	76	0,00	0,00	--	0,00	0,00	427,93	50,74	8.433
18	-3,83	100	78	0,00	0,00	--	0,00	0,00	368,17	57,05	6.454
19	-4,05	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	374,19	63,66	5.878
20	-4,28	100	83	0,00	0,00	--	0,00	0,00	380,18	70,59	5.386
21	-4,50	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	386,12	77,82	4.962

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	Y	B	H	A _{sw}	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0,00	0,00	255,38	0,00	100.000
2	-0,22	100	42	0,00	0,00	--	0,00	0,00	262,84	0,26	996.049
3	-0,45	100	44	0,00	0,00	--	0,00	0,00	270,14	0,80	336.118
4	-0,67	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	277,31	1,62	171.253
5	-0,90	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	284,36	2,71	104.864



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 CL NV 12 B0 001 A 78 di 107

n°	Y	B	H	A _{sw}	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
6	-1,13	100	51	0,00	0,00	--	0,00	0,00	291,29	4,13	70.544
7	-1,35	100	53	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,12	6,09	48.959
8	-1,57	100	56	0,00	0,00	--	0,00	0,00	304,85	8,67	35.177
9	-1,80	100	58	0,00	0,00	--	0,00	0,00	311,49	11,71	26.601
10	-2,02	100	60	0,00	0,00	--	0,00	0,00	318,05	15,14	21.009
11	-2,25	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	324,54	18,93	17.144
12	-2,48	100	65	0,00	0,00	--	0,00	0,00	330,95	23,07	14.348
13	-2,70	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	337,29	27,54	12.249
14	-2,92	100	69	0,00	0,00	--	0,00	0,00	343,58	32,33	10.628
15	-3,15	100	71	0,00	0,00	--	0,00	0,00	349,82	37,44	11.048
16	-3,38	100	74	0,00	0,00	--	0,00	0,00	356,01	42,85	9.819
17	-3,60	100	76	0,00	0,00	--	0,00	0,00	362,16	48,58	8.809
18	-3,83	100	78	0,00	0,00	--	0,00	0,00	368,27	54,60	6.743
19	-4,05	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	374,34	60,92	6.143
20	-4,28	100	83	0,00	0,00	--	0,00	0,00	380,38	67,53	5.630
21	-4,50	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	386,38	74,43	5.187

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y	B	H	A _{sw}	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	-1,25	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000
2	-1,17	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	9,67	42.810
3	-1,09	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	19,32	21.428
4	-1,01	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	28,94	14.301
5	-0,93	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	38,55	10.738
6	-0,85	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	48,14	8.599
7	0,00	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,25	3.442
8	0,10	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,22	3.443
9	0,20	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,16	3.445
10	0,30	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,07	3.447
11	0,39	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,95	3.451
12	0,49	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,79	3.455
13	0,59	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,60	3.461
14	0,69	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,38	3.467
15	0,79	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,06	3.477
16	0,89	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-118,54	3.492
17	0,99	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-117,82	3.513
18	1,09	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-116,90	3.541
19	1,18	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-115,77	3.575
20	1,28	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-114,45	3.617
21	1,38	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-112,92	3.666
22	1,48	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-111,20	3.723
23	1,58	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-109,27	3.788
24	1,68	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-107,14	3.863
25	1,78	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-104,81	3.949
26	1,88	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-102,28	4.047
27	1,97	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-99,55	4.158
28	2,07	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-96,62	4.284
29	2,17	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-93,49	4.428
30	2,27	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-90,15	4.591
31	2,37	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-86,62	4.779
32	2,47	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-82,88	4.994
33	2,57	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-78,95	5.243
34	2,66	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-74,81	5.533
35	2,76	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-70,47	5.874
36	2,86	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-65,94	6.278
37	2,96	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-60,91	6.795
38	3,06	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-53,41	7.750
39	3,16	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-45,88	9.023



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	79 di 107

n°	Y	B	H	A _{sw}	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
40	3,26	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-38,31	10.804
41	3,36	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-30,71	13.477
42	3,45	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-23,08	17.932
43	3,55	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-15,42	26.843
44	3,65	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-7,73	53.574
45	3,75	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	Y	B	H	A _{sw}	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	-1,25	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000
2	-1,17	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	9,48	43.685
3	-1,09	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	18,92	21.878
4	-1,01	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	28,33	14.609
5	-0,93	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	37,72	10.974
6	-0,85	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	47,07	8.794
7	0,00	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-6,08	68.131
8	0,10	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-8,29	49.921
9	0,20	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-10,46	39.567
10	0,30	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-12,59	32.891
11	0,39	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-14,66	28.231
12	0,49	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-16,69	24.796
13	0,59	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-18,68	22.161
14	0,69	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-20,62	20.078
15	0,79	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-22,46	18.434
16	0,89	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-24,12	17.162
17	0,99	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-25,61	16.166
18	1,09	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-26,92	15.378
19	1,18	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-28,05	14.756
20	1,28	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-29,01	14.269
21	1,38	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-29,79	13.894
22	1,48	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-30,40	13.617
23	1,58	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-30,83	13.427
24	1,68	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-31,08	13.317
25	1,78	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-31,16	13.284
26	1,88	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-31,06	13.326
27	1,97	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-30,79	13.444
28	2,07	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-30,34	13.644
29	2,17	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-29,71	13.932
30	2,27	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-28,91	14.318
31	2,37	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-27,93	14.820
32	2,47	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-26,78	15.459
33	2,57	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-25,44	16.268
34	2,66	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-23,94	17.292
35	2,76	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-22,25	18.600
36	2,86	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-20,39	20.296
37	2,96	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-18,36	22.546
38	3,06	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-16,23	25.509
39	3,16	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-14,05	29.467
40	3,26	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-11,82	35.014
41	3,36	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-9,55	43.343
42	3,45	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-7,23	57.236
43	3,55	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-4,87	85.038
44	3,65	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-2,46	168.473
45	3,75	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	80 di 107

n°	Y	B	H	Asw	s	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cm]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	-1,25	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000
2	-1,17	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	8,99	46.047
3	-1,09	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	17,95	23.065
4	-1,01	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	26,87	15.404
5	-0,93	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	35,76	11.574
6	-0,85	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	44,62	9.276
7	0,00	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-32,31	12.810
8	0,10	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-33,89	12.213
9	0,20	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-35,42	11.685
10	0,30	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-36,90	11.216
11	0,39	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-38,34	10.797
12	0,49	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-39,72	10.422
13	0,59	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-41,05	10.083
14	0,69	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-42,34	9.777
15	0,79	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-43,52	9.512
16	0,89	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-44,52	9.297
17	0,99	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-45,35	9.128
18	1,09	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-45,99	9.000
19	1,18	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-46,46	8.910
20	1,28	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-46,75	8.855
21	1,38	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-46,85	8.835
22	1,48	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-46,78	8.848
23	1,58	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-46,53	8.896
24	1,68	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-46,10	8.978
25	1,78	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-45,50	9.098
26	1,88	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-44,71	9.259
27	1,97	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-43,74	9.463
28	2,07	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-42,60	9.718
29	2,17	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-41,27	10.029
30	2,27	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-39,77	10.409
31	2,37	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-38,09	10.868
32	2,47	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-36,23	11.427
33	2,57	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-34,18	12.109
34	2,66	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-31,97	12.950
35	2,76	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-29,57	14.000
36	2,86	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-26,99	15.337
37	2,96	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-24,23	17.081
38	3,06	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-21,38	19.364
39	3,16	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-18,47	22.411
40	3,26	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-15,51	26.680
41	3,36	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-12,51	33.088
42	3,45	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-9,46	43.773
43	3,55	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-6,35	65.151
44	3,65	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-3,20	129.301
45	3,75	100	85	0,00	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000

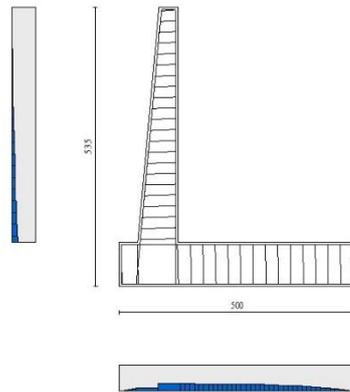


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A_{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cm ²]
A_{fs}	area ferri superiori, espressa in [cm ²]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [N/mm ²]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [N/mm ²]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [N/mm ²]

Combinazioni SLER

Paramento

Combinazione n° 10 - SLER

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15,978 [N/mm²]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 CL NV 12 B0 001 A 82 di 107

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mm²]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cm ²]	Afs [cm ²]	M [kNm]	N [kN]	σc [N/mm ²]	σfi [N/mm ²]	σfs [N/mm ²]
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,22	100	42	15,71	31,42	0,00	2,31	0,005	0,066	0,075
3	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,02	4,75	0,011	0,123	0,155
4	-0,67	100	47	15,71	31,42	0,11	7,32	0,017	0,161	0,251
5	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,33	10,01	0,026	0,172	0,372
6	-1,13	100	51	15,71	31,42	0,73	12,83	0,037	0,150	0,525
7	-1,35	100	53	15,71	31,42	1,41	15,78	0,052	0,080	0,726
8	-1,57	100	56	15,71	31,42	2,54	18,85	0,073	0,090	1,009
9	-1,80	100	58	15,71	31,42	4,24	22,05	0,105	0,503	1,417
10	-2,02	100	60	15,71	31,42	6,60	25,38	0,147	1,253	1,952
11	-2,25	100	62	15,71	31,42	9,71	28,83	0,198	2,369	2,603
12	-2,48	100	65	15,71	31,42	13,64	32,41	0,258	3,847	3,357
13	-2,70	100	67	15,71	31,42	18,48	36,11	0,325	5,678	4,208
14	-2,92	100	69	15,71	31,42	24,28	39,94	0,400	7,853	5,151
15	-3,15	100	71	15,71	62,83	31,12	43,90	0,406	5,671	5,399
16	-3,38	100	74	15,71	62,83	39,07	47,99	0,477	7,170	6,334
17	-3,60	100	76	15,71	62,83	48,19	52,20	0,552	8,839	7,335
18	-3,83	100	78	15,71	31,42	58,53	56,54	0,764	19,896	9,773
19	-4,05	100	80	15,71	31,42	70,17	61,00	0,870	23,716	11,123
20	-4,28	100	83	15,71	31,42	83,15	65,59	0,980	27,851	12,544
21	-4,50	100	85	15,71	31,42	97,54	70,31	1,096	32,295	14,033

Fondazione

Combinazione n° 10 - SLER

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15,978 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mm²]

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cm ²]	Afs [cm ²]	M [kNm]	N [kN]	σc [N/mm ²]	σfi [N/mm ²]	σfs [N/mm ²]
1	-1,25	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-1,17	100	85	31,42	31,42	0,33	0,00	0,003	0,141	0,038
3	-1,09	100	85	31,42	31,42	1,33	0,00	0,013	0,565	0,153
4	-1,01	100	85	31,42	31,42	3,00	0,00	0,029	1,272	0,345
5	-0,93	100	85	31,42	31,42	5,33	0,00	0,051	2,263	0,613
6	-0,85	100	85	31,42	31,42	8,33	0,00	0,079	3,537	0,958
7	0,00	100	85	31,42	31,42	-45,62	0,00	0,435	5,245	19,371
8	0,10	100	85	31,42	31,42	-46,01	0,00	0,439	5,291	19,539
9	0,20	100	85	31,42	31,42	-46,25	0,00	0,441	5,318	19,640
10	0,30	100	85	31,42	31,42	-46,32	0,00	0,442	5,326	19,671
11	0,39	100	85	31,42	31,42	-46,23	0,00	0,441	5,316	19,633
12	0,49	100	85	31,42	31,42	-45,98	0,00	0,438	5,287	19,524
13	0,59	100	85	31,42	31,42	-45,55	0,00	0,434	5,238	19,344
14	0,69	100	85	31,42	31,42	-44,96	0,00	0,429	5,170	19,092
15	0,79	100	85	31,42	31,42	-44,20	0,00	0,421	5,082	18,769
16	0,89	100	85	31,42	31,42	-43,29	0,00	0,413	4,977	18,382
17	0,99	100	85	31,42	31,42	-42,23	0,00	0,403	4,856	17,935
18	1,09	100	85	31,42	31,42	-41,05	0,00	0,391	4,720	17,433
19	1,18	100	85	31,42	31,42	-39,75	0,00	0,379	4,571	16,881
20	1,28	100	85	31,42	31,42	-38,34	0,00	0,366	4,409	16,284
21	1,38	100	85	31,42	31,42	-36,84	0,00	0,351	4,236	15,645
22	1,48	100	85	31,42	31,42	-35,25	0,00	0,336	4,054	14,971
23	1,58	100	85	31,42	31,42	-33,59	0,00	0,320	3,863	14,265
24	1,68	100	85	31,42	31,42	-31,87	0,00	0,304	3,664	13,533
25	1,78	100	85	31,42	31,42	-30,09	0,00	0,287	3,460	12,779
26	1,88	100	85	31,42	31,42	-28,28	0,00	0,270	3,251	12,008
27	1,97	100	85	31,42	31,42	-26,43	0,00	0,252	3,039	11,225

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
28	2,07	100	85	31,42	31,42	-24,57	0,00	0,234	2,825	10,435
29	2,17	100	85	31,42	31,42	-22,71	0,00	0,216	2,611	9,642
30	2,27	100	85	31,42	31,42	-20,84	0,00	0,199	2,397	8,851
31	2,37	100	85	31,42	31,42	-19,00	0,00	0,181	2,184	8,067
32	2,47	100	85	31,42	31,42	-17,18	0,00	0,164	1,975	7,296
33	2,57	100	85	31,42	31,42	-15,40	0,00	0,147	1,771	6,540
34	2,66	100	85	31,42	31,42	-13,67	0,00	0,130	1,572	5,807
35	2,76	100	85	31,42	31,42	-12,01	0,00	0,115	1,381	5,100
36	2,86	100	85	31,42	31,42	-10,42	0,00	0,099	1,198	4,425
37	2,96	100	85	31,42	31,42	-8,83	0,00	0,084	1,016	3,751
38	3,06	100	85	31,42	31,42	-6,75	0,00	0,064	0,776	2,867
39	3,16	100	85	31,42	31,42	-4,95	0,00	0,047	0,569	2,102
40	3,26	100	85	31,42	31,42	-3,43	0,00	0,033	0,395	1,457
41	3,36	100	85	31,42	31,42	-2,19	0,00	0,021	0,252	0,931
42	3,45	100	85	31,42	31,42	-1,23	0,00	0,012	0,141	0,522
43	3,55	100	85	31,42	31,42	-0,55	0,00	0,005	0,063	0,232
44	3,65	100	85	31,42	31,42	-0,14	0,00	0,001	0,016	0,058
45	3,75	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000

Combinazioni SLEF

Paramento

Combinazione n° 11 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29,050 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,22	100	42	15,71	31,42	0,00	2,31	0,005	0,066	0,075
3	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,02	4,75	0,011	0,123	0,155
4	-0,67	100	47	15,71	31,42	0,11	7,32	0,017	0,161	0,251
5	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,33	10,01	0,026	0,172	0,372
6	-1,13	100	51	15,71	31,42	0,72	12,83	0,037	0,150	0,525
7	-1,35	100	53	15,71	31,42	1,40	15,78	0,052	0,083	0,723
8	-1,57	100	56	15,71	31,42	2,49	18,85	0,073	0,077	0,998
9	-1,80	100	58	15,71	31,42	4,14	22,05	0,103	0,461	1,391
10	-2,02	100	60	15,71	31,42	6,42	25,38	0,143	1,165	1,908
11	-2,25	100	62	15,71	31,42	9,42	28,83	0,192	2,220	2,538
12	-2,48	100	65	15,71	31,42	13,22	32,41	0,250	3,625	3,267
13	-2,70	100	67	15,71	31,42	17,89	36,11	0,316	5,370	4,091
14	-2,92	100	69	15,71	31,42	23,49	39,94	0,388	7,448	5,004
15	-3,15	100	71	15,71	62,83	30,10	43,90	0,395	5,405	5,248
16	-3,38	100	74	15,71	62,83	37,77	47,99	0,463	6,843	6,153
17	-3,60	100	76	15,71	62,83	46,58	52,20	0,536	8,444	7,122
18	-3,83	100	78	15,71	31,42	56,57	56,54	0,740	18,989	9,477
19	-4,05	100	80	15,71	31,42	67,81	61,00	0,842	22,658	10,783
20	-4,28	100	83	15,71	31,42	80,35	65,59	0,949	26,631	12,159
21	-4,50	100	85	15,71	31,42	94,26	70,31	1,061	30,904	13,601

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29,050 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	84 di 107

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
1	-1,25	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-1,17	100	85	31,42	31,42	0,32	0,00	0,003	0,136	0,037
3	-1,09	100	85	31,42	31,42	1,28	0,00	0,012	0,545	0,148
4	-1,01	100	85	31,42	31,42	2,89	0,00	0,028	1,227	0,332
5	-0,93	100	85	31,42	31,42	5,14	0,00	0,049	2,183	0,591
6	-0,85	100	85	31,42	31,42	8,04	0,00	0,077	3,414	0,924
7	0,00	100	85	31,42	31,42	-39,84	0,00	0,380	4,581	16,919
8	0,10	100	85	31,42	31,42	-40,14	0,00	0,383	4,615	17,045
9	0,20	100	85	31,42	31,42	-40,30	0,00	0,384	4,634	17,114
10	0,30	100	85	31,42	31,42	-40,32	0,00	0,384	4,637	17,124
11	0,39	100	85	31,42	31,42	-40,21	0,00	0,383	4,623	17,075
12	0,49	100	85	31,42	31,42	-39,95	0,00	0,381	4,594	16,965
13	0,59	100	85	31,42	31,42	-39,54	0,00	0,377	4,547	16,793
14	0,69	100	85	31,42	31,42	-38,99	0,00	0,372	4,484	16,558
15	0,79	100	85	31,42	31,42	-38,29	0,00	0,365	4,403	16,261
16	0,89	100	85	31,42	31,42	-37,46	0,00	0,357	4,307	15,907
17	0,99	100	85	31,42	31,42	-36,50	0,00	0,348	4,197	15,500
18	1,09	100	85	31,42	31,42	-35,43	0,00	0,338	4,074	15,045
19	1,18	100	85	31,42	31,42	-34,25	0,00	0,327	3,938	14,545
20	1,28	100	85	31,42	31,42	-32,98	0,00	0,314	3,792	14,006
21	1,38	100	85	31,42	31,42	-31,63	0,00	0,302	3,637	13,432
22	1,48	100	85	31,42	31,42	-30,20	0,00	0,288	3,473	12,826
23	1,58	100	85	31,42	31,42	-28,72	0,00	0,274	3,302	12,195
24	1,68	100	85	31,42	31,42	-27,18	0,00	0,259	3,125	11,541
25	1,78	100	85	31,42	31,42	-25,60	0,00	0,244	2,943	10,869
26	1,88	100	85	31,42	31,42	-23,98	0,00	0,229	2,758	10,184
27	1,97	100	85	31,42	31,42	-22,35	0,00	0,213	2,570	9,491
28	2,07	100	85	31,42	31,42	-20,70	0,00	0,197	2,381	8,792
29	2,17	100	85	31,42	31,42	-19,06	0,00	0,182	2,192	8,094
30	2,27	100	85	31,42	31,42	-17,43	0,00	0,166	2,004	7,400
31	2,37	100	85	31,42	31,42	-15,81	0,00	0,151	1,818	6,714
32	2,47	100	85	31,42	31,42	-14,23	0,00	0,136	1,636	6,042
33	2,57	100	85	31,42	31,42	-12,69	0,00	0,121	1,459	5,388
34	2,66	100	85	31,42	31,42	-11,20	0,00	0,107	1,288	4,755
35	2,76	100	85	31,42	31,42	-9,77	0,00	0,093	1,124	4,150
36	2,86	100	85	31,42	31,42	-8,42	0,00	0,080	0,968	3,575
37	2,96	100	85	31,42	31,42	-7,09	0,00	0,068	0,815	3,011
38	3,06	100	85	31,42	31,42	-5,41	0,00	0,052	0,622	2,296
39	3,16	100	85	31,42	31,42	-3,96	0,00	0,038	0,455	1,681
40	3,26	100	85	31,42	31,42	-2,74	0,00	0,026	0,315	1,163
41	3,36	100	85	31,42	31,42	-1,75	0,00	0,017	0,201	0,742
42	3,45	100	85	31,42	31,42	-0,98	0,00	0,009	0,113	0,416
43	3,55	100	85	31,42	31,42	-0,43	0,00	0,004	0,050	0,184
44	3,65	100	85	31,42	31,42	-0,11	0,00	0,001	0,012	0,046
45	3,75	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000

Combinazioni SLEQ

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11,620 [N/mmqa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mmqa]

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,22	100	42	15,71	31,42	0,00	2,31	0,005	0,066	0,075



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	85 di 107

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
3	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,02	4,75	0,011	0,123	0,155
4	-0,67	100	47	15,71	31,42	0,11	7,32	0,017	0,161	0,251
5	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,33	10,01	0,026	0,172	0,372
6	-1,13	100	51	15,71	31,42	0,72	12,83	0,037	0,150	0,525
7	-1,35	100	53	15,71	31,42	1,38	15,78	0,052	0,087	0,719
8	-1,57	100	56	15,71	31,42	2,42	18,85	0,071	0,056	0,980
9	-1,80	100	58	15,71	31,42	3,95	22,05	0,099	0,388	1,344
10	-2,02	100	60	15,71	31,42	6,06	25,38	0,136	0,994	1,820
11	-2,25	100	62	15,71	31,42	8,81	28,83	0,181	1,909	2,398
12	-2,48	100	65	15,71	31,42	12,28	32,41	0,234	3,135	3,066
13	-2,70	100	67	15,71	31,42	16,53	36,11	0,293	4,663	3,819
14	-2,92	100	69	15,71	31,42	21,61	39,94	0,359	6,488	4,651
15	-3,15	100	71	15,71	62,83	27,59	43,90	0,366	4,757	4,880
16	-3,38	100	74	15,71	62,83	34,53	47,99	0,428	6,027	5,701
17	-3,60	100	76	15,71	62,83	42,48	52,20	0,494	7,442	6,580
18	-3,83	100	78	15,71	31,42	51,50	56,54	0,677	16,654	8,710
19	-4,05	100	80	15,71	31,42	61,64	61,00	0,769	19,895	9,892
20	-4,28	100	83	15,71	31,42	72,95	65,59	0,866	23,408	11,138
21	-4,50	100	85	15,71	31,42	85,50	70,31	0,967	27,191	12,443

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11,620 [N/mmqa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mmqa]

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
1	-1,25	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-1,17	100	85	31,42	31,42	0,28	0,00	0,003	0,121	0,033
3	-1,09	100	85	31,42	31,42	1,14	0,00	0,011	0,484	0,131
4	-1,01	100	85	31,42	31,42	2,57	0,00	0,025	1,092	0,296
5	-0,93	100	85	31,42	31,42	4,58	0,00	0,044	1,944	0,526
6	-0,85	100	85	31,42	31,42	7,16	0,00	0,068	3,042	0,824
7	0,00	100	85	31,42	31,42	-22,52	0,00	0,215	2,589	9,562
8	0,10	100	85	31,42	31,42	-22,51	0,00	0,215	2,589	9,561
9	0,20	100	85	31,42	31,42	-22,45	0,00	0,214	2,582	9,535
10	0,30	100	85	31,42	31,42	-22,33	0,00	0,213	2,567	9,482
11	0,39	100	85	31,42	31,42	-22,13	0,00	0,211	2,545	9,400
12	0,49	100	85	31,42	31,42	-21,87	0,00	0,208	2,514	9,286
13	0,59	100	85	31,42	31,42	-21,52	0,00	0,205	2,475	9,139
14	0,69	100	85	31,42	31,42	-21,09	0,00	0,201	2,425	8,956
15	0,79	100	85	31,42	31,42	-20,57	0,00	0,196	2,365	8,736
16	0,89	100	85	31,42	31,42	-19,97	0,00	0,190	2,296	8,480
17	0,99	100	85	31,42	31,42	-19,29	0,00	0,184	2,218	8,193
18	1,09	100	85	31,42	31,42	-18,55	0,00	0,177	2,133	7,877
19	1,18	100	85	31,42	31,42	-17,75	0,00	0,169	2,041	7,536
20	1,28	100	85	31,42	31,42	-16,89	0,00	0,161	1,942	7,173
21	1,38	100	85	31,42	31,42	-15,99	0,00	0,152	1,839	6,791
22	1,48	100	85	31,42	31,42	-15,05	0,00	0,144	1,731	6,393
23	1,58	100	85	31,42	31,42	-14,09	0,00	0,134	1,620	5,983
24	1,68	100	85	31,42	31,42	-13,10	0,00	0,125	1,507	5,564
25	1,78	100	85	31,42	31,42	-12,10	0,00	0,115	1,392	5,140
26	1,88	100	85	31,42	31,42	-11,10	0,00	0,106	1,276	4,713
27	1,97	100	85	31,42	31,42	-10,09	0,00	0,096	1,161	4,286
28	2,07	100	85	31,42	31,42	-9,10	0,00	0,087	1,046	3,864
29	2,17	100	85	31,42	31,42	-8,12	0,00	0,077	0,934	3,449
30	2,27	100	85	31,42	31,42	-7,17	0,00	0,068	0,825	3,045
31	2,37	100	85	31,42	31,42	-6,25	0,00	0,060	0,719	2,655
32	2,47	100	85	31,42	31,42	-5,37	0,00	0,051	0,618	2,282

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
33	2,57	100	85	31,42	31,42	-4,54	0,00	0,043	0,522	1,929
34	2,66	100	85	31,42	31,42	-3,77	0,00	0,036	0,433	1,600
35	2,76	100	85	31,42	31,42	-3,06	0,00	0,029	0,352	1,298
36	2,86	100	85	31,42	31,42	-2,42	0,00	0,023	0,278	1,027
37	2,96	100	85	31,42	31,42	-1,86	0,00	0,018	0,214	0,789
38	3,06	100	85	31,42	31,42	-1,38	0,00	0,013	0,159	0,586
39	3,16	100	85	31,42	31,42	-0,98	0,00	0,009	0,113	0,418
40	3,26	100	85	31,42	31,42	-0,66	0,00	0,006	0,076	0,281
41	3,36	100	85	31,42	31,42	-0,41	0,00	0,004	0,047	0,174
42	3,45	100	85	31,42	31,42	-0,22	0,00	0,002	0,026	0,095
43	3,55	100	85	31,42	31,42	-0,10	0,00	0,001	0,011	0,041
44	3,65	100	85	31,42	31,42	-0,02	0,00	0,000	0,003	0,010
45	3,75	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLEF

Paramento

Combinazione n° 11 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0,00	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,22	100	42	0,00	0,00	0,00	-2,82	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,45	100	44	0,00	0,00	0,02	5,81	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,67	100	47	0,00	0,00	0,11	31,40	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,90	100	49	0,00	0,00	0,33	92,89	0,0000000	0,00	0,000
6	-1,13	100	51	0,00	0,00	0,72	269,52	0,0000000	0,00	0,000
7	-1,35	100	53	0,00	0,00	1,40	2247,93	0,0000000	0,00	0,000
8	-1,57	100	56	0,00	0,00	2,49	793,52	0,0000000	0,00	0,000
9	-1,80	100	58	31,42	822,70	4,14	469,87	0,0000000	0,00	0,000
10	-2,02	100	60	31,42	1190,38	6,42	392,45	0,0000000	0,00	0,000
11	-2,25	100	62	31,42	1471,62	9,42	366,19	0,0000000	0,00	0,000
12	-2,48	100	65	31,42	1692,23	13,22	359,00	0,0000000	0,00	0,000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	87 di 107

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
13	-2,70	100	67	31,42	1874,27	17,89	361,06	0,0000000	0,00	0,000
14	-2,92	100	69	31,42	2031,72	23,49	368,40	0,0000000	0,00	0,000
15	-3,15	100	71	62,83	1810,73	30,10	441,55	0,0000000	0,00	0,000
16	-3,38	100	74	62,83	1930,84	37,77	455,95	0,0000000	0,00	0,000
17	-3,60	100	76	62,83	2044,30	46,58	472,27	0,0000000	0,00	0,000
18	-3,83	100	78	31,42	2543,00	56,57	423,27	0,0000000	0,00	0,000
19	-4,05	100	80	31,42	2655,94	67,81	440,66	0,0000000	0,00	0,000
20	-4,28	100	83	31,42	2765,78	80,35	459,04	0,0000000	0,00	0,000
21	-4,50	100	85	31,42	2873,24	94,26	478,31	0,0000000	0,00	0,000

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-1,25	100	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-1,17	100	85	31,42	3229,65	0,32	438,69	0,0000000	0,00	0,000
3	-1,09	100	85	31,42	3229,65	1,28	438,69	0,0000000	0,00	0,000
4	-1,01	100	85	31,42	3229,65	2,89	438,69	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,93	100	85	31,42	3229,65	5,14	438,69	0,0000000	0,00	0,000
6	-0,85	100	85	31,42	3229,65	8,04	438,69	0,0000000	0,00	0,000
7	0,00	100	85	31,42	5143,42	-39,84	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
8	0,10	100	85	31,42	5143,42	-40,14	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
9	0,20	100	85	31,42	5143,42	-40,30	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
10	0,30	100	85	31,42	5143,42	-40,32	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
11	0,39	100	85	31,42	5143,42	-40,21	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
12	0,49	100	85	31,42	5143,42	-39,95	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
13	0,59	100	85	31,42	5143,42	-39,54	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
14	0,69	100	85	31,42	5143,42	-38,99	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
15	0,79	100	85	31,42	5143,42	-38,29	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
16	0,89	100	85	31,42	5143,42	-37,46	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
17	0,99	100	85	31,42	5143,42	-36,50	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
18	1,09	100	85	31,42	5143,42	-35,43	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
19	1,18	100	85	31,42	5143,42	-34,25	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
20	1,28	100	85	31,42	5143,42	-32,98	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
21	1,38	100	85	31,42	5143,42	-31,63	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
22	1,48	100	85	31,42	5143,42	-30,20	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
23	1,58	100	85	31,42	5143,42	-28,72	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
24	1,68	100	85	31,42	5143,42	-27,18	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
25	1,78	100	85	31,42	5143,42	-25,60	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
26	1,88	100	85	31,42	5143,42	-23,98	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
27	1,97	100	85	31,42	5143,42	-22,35	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
28	2,07	100	85	31,42	5143,42	-20,70	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
29	2,17	100	85	31,42	5143,42	-19,06	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
30	2,27	100	85	31,42	5143,42	-17,43	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
31	2,37	100	85	31,42	5143,42	-15,81	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
32	2,47	100	85	31,42	5143,42	-14,23	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
33	2,57	100	85	31,42	5143,42	-12,69	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
34	2,66	100	85	31,42	5143,42	-11,20	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
35	2,76	100	85	31,42	5143,42	-9,77	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
36	2,86	100	85	31,42	5143,42	-8,42	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
37	2,96	100	85	31,42	5143,42	-7,09	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
38	3,06	100	85	31,42	5143,42	-5,41	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
39	3,16	100	85	31,42	5143,42	-3,96	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
40	3,26	100	85	31,42	5143,42	-2,74	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
41	3,36	100	85	31,42	5143,42	-1,75	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
42	3,45	100	85	31,42	5143,42	-0,98	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
43	3,55	100	85	31,42	5143,42	-0,43	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
44	3,65	100	85	31,42	5143,42	-0,11	-438,69	0,0000000	0,00	0,000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	88 di 107

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
45	3,75	100	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000

Combinazioni SLEQ

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0,00	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,22	100	42	0,00	0,00	0,00	-2,82	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,45	100	44	0,00	0,00	0,02	5,81	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,67	100	47	0,00	0,00	0,11	31,40	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,90	100	49	0,00	0,00	0,33	92,89	0,0000000	0,00	0,000
6	-1,13	100	51	0,00	0,00	0,72	268,43	0,0000000	0,00	0,000
7	-1,35	100	53	0,00	0,00	1,38	1902,86	0,0000000	0,00	0,000
8	-1,57	100	56	0,00	0,00	2,42	879,27	0,0000000	0,00	0,000
9	-1,80	100	58	31,42	759,81	3,95	499,36	0,0000000	0,00	0,000
10	-2,02	100	60	31,42	1122,99	6,06	410,73	0,0000000	0,00	0,000
11	-2,25	100	62	31,42	1408,04	8,81	379,88	0,0000000	0,00	0,000
12	-2,48	100	65	31,42	1634,36	12,28	370,24	0,0000000	0,00	0,000
13	-2,70	100	67	31,42	1821,73	16,53	370,80	0,0000000	0,00	0,000
14	-2,92	100	69	31,42	1983,66	21,61	377,15	0,0000000	0,00	0,000
15	-3,15	100	71	62,83	1767,13	27,59	450,65	0,0000000	0,00	0,000
16	-3,38	100	74	62,83	1889,25	34,53	464,47	0,0000000	0,00	0,000
17	-3,60	100	76	62,83	2004,47	42,48	480,36	0,0000000	0,00	0,000
18	-3,83	100	78	31,42	2506,23	51,50	430,13	0,0000000	0,00	0,000
19	-4,05	100	80	31,42	2620,97	61,64	447,29	0,0000000	0,00	0,000
20	-4,28	100	83	31,42	2732,34	72,95	465,50	0,0000000	0,00	0,000
21	-4,50	100	85	31,42	2841,14	85,50	484,63	0,0000000	0,00	0,000

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-1,25	100	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-1,17	100	85	31,42	3229,65	0,28	438,69	0,0000000	0,00	0,000
3	-1,09	100	85	31,42	3229,65	1,14	438,69	0,0000000	0,00	0,000
4	-1,01	100	85	31,42	3229,65	2,57	438,69	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,93	100	85	31,42	3229,65	4,58	438,69	0,0000000	0,00	0,000
6	-0,85	100	85	31,42	3229,65	7,16	438,69	0,0000000	0,00	0,000
7	0,00	100	85	31,42	5143,42	-22,52	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
8	0,10	100	85	31,42	5143,42	-22,51	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
9	0,20	100	85	31,42	5143,42	-22,45	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
10	0,30	100	85	31,42	5143,42	-22,33	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
11	0,39	100	85	31,42	5143,42	-22,13	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
12	0,49	100	85	31,42	5143,42	-21,87	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
13	0,59	100	85	31,42	5143,42	-21,52	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
14	0,69	100	85	31,42	5143,42	-21,09	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
15	0,79	100	85	31,42	5143,42	-20,57	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
16	0,89	100	85	31,42	5143,42	-19,97	-438,69	0,0000000	0,00	0,000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	89 di 107

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
17	0,99	100	85	31,42	5143,42	-19,29	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
18	1,09	100	85	31,42	5143,42	-18,55	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
19	1,18	100	85	31,42	5143,42	-17,75	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
20	1,28	100	85	31,42	5143,42	-16,89	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
21	1,38	100	85	31,42	5143,42	-15,99	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
22	1,48	100	85	31,42	5143,42	-15,05	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
23	1,58	100	85	31,42	5143,42	-14,09	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
24	1,68	100	85	31,42	5143,42	-13,10	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
25	1,78	100	85	31,42	5143,42	-12,10	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
26	1,88	100	85	31,42	5143,42	-11,10	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
27	1,97	100	85	31,42	5143,42	-10,09	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
28	2,07	100	85	31,42	5143,42	-9,10	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
29	2,17	100	85	31,42	5143,42	-8,12	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
30	2,27	100	85	31,42	5143,42	-7,17	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
31	2,37	100	85	31,42	5143,42	-6,25	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
32	2,47	100	85	31,42	5143,42	-5,37	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
33	2,57	100	85	31,42	5143,42	-4,54	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
34	2,66	100	85	31,42	5143,42	-3,77	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
35	2,76	100	85	31,42	5143,42	-3,06	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
36	2,86	100	85	31,42	5143,42	-2,42	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
37	2,96	100	85	31,42	5143,42	-1,86	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
38	3,06	100	85	31,42	5143,42	-1,38	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
39	3,16	100	85	31,42	5143,42	-0,98	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
40	3,26	100	85	31,42	5143,42	-0,66	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
41	3,36	100	85	31,42	5143,42	-0,41	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
42	3,45	100	85	31,42	5143,42	-0,22	-438,69	0,0000000	0,00	0,000
43	3,55	100	85	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,0000000	0,00	0,000
44	3,65	100	85	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,0000000	0,00	0,000
45	3,75	100	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000

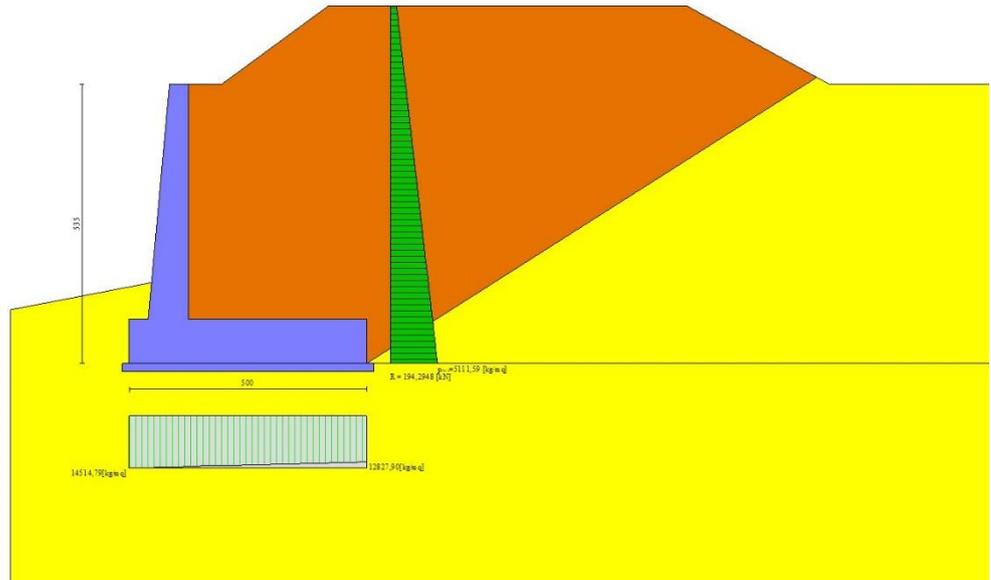


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{SUPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.125		2.510			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.248					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.227		2.899			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.276		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.246		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.245		
7 - EQU			3.622				
8 - EQU	H + V		4.319				
9 - EQU	H - V		3.947				



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	92 di 107

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	200,73	0,00	0,00	--	--	200,73	178,41	1.125

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	670,35	1682,64	1201,89	2.510

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	93 di 107

- B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
 ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c Coesione del terreno medio, espresso in [N/mm^q]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	γ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[N/mm ^q]
1	20.721 10.662 6.766	0.696 0.696 0.163	1.092 1.046 1.046	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.901	1,47	4,90 3,92	19,00	25.00	0,005

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
7 - EQU	1900,49	524,74	3.622

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

- Ic Indice/Tipo combinazione
C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R Raggio, espresso in [m]
FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-2,00; 4,50	11,42	1.245

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

- Le ascisse X sono considerate positive verso monte
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto
Origine in testa al muro (spigolo contro terra)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	94 di 107

- W peso della striscia espresso in [kN]
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mmq]
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [N/mmq]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	12,76	0,00	9,02 - 0,69	69.631	29.256	0,000	0,0000	
2	34,15	0,00	0,69	61.245	29.256	0,000	0,0000	
3	49,46	0,00	0,69	54.665	29.256	0,000	0,0000	
4	61,60	0,00	0,69	49.041	29.256	0,000	0,0000	
5	71,63	0,00	0,69	44.004	29.256	0,000	0,0000	
6	80,09	0,00	0,69	39.367	29.256	0,000	0,0000	
7	87,30	0,00	0,69	35.023	29.256	0,000	0,0000	
8	90,00	0,00	0,69	30.900	20.458	0,004	0,0000	
9	101,52	0,00	0,69	26.949	20.458	0,004	0,0000	
10	101,76	0,00	0,69	23.132	20.458	0,004	0,0000	
11	99,14	0,00	0,69	19.422	20.458	0,004	0,0000	
12	95,83	0,00	0,69	15.795	20.458	0,004	0,0000	
13	94,50	0,00	0,69	12.232	20.458	0,004	0,0000	
14	104,29	0,00	0,69	8.717	20.458	0,004	0,0000	
15	48,48	0,00	0,69	5.235	20.458	0,004	0,0000	
16	40,63	0,00	0,69	1.772	20.458	0,004	0,0000	
17	38,97	0,00	0,69	-1.685	20.458	0,004	0,0000	
18	36,73	0,00	0,69	-5.147	20.458	0,004	0,0000	
19	33,92	0,00	0,69	-8.629	20.458	0,004	0,0000	
20	30,51	0,00	0,69	-12.143	20.458	0,004	0,0000	
21	26,49	0,00	0,69	-15.705	20.458	0,004	0,0000	
22	21,82	0,00	0,69	-19.330	20.458	0,004	0,0000	
23	16,48	0,00	0,69	-23.038	20.458	0,004	0,0000	
24	10,39	0,00	0,69	-26.851	20.458	0,004	0,0000	
25	3,50	0,00	-8,19 - 0,69	-30.095	20.458	0,004	0,0000	

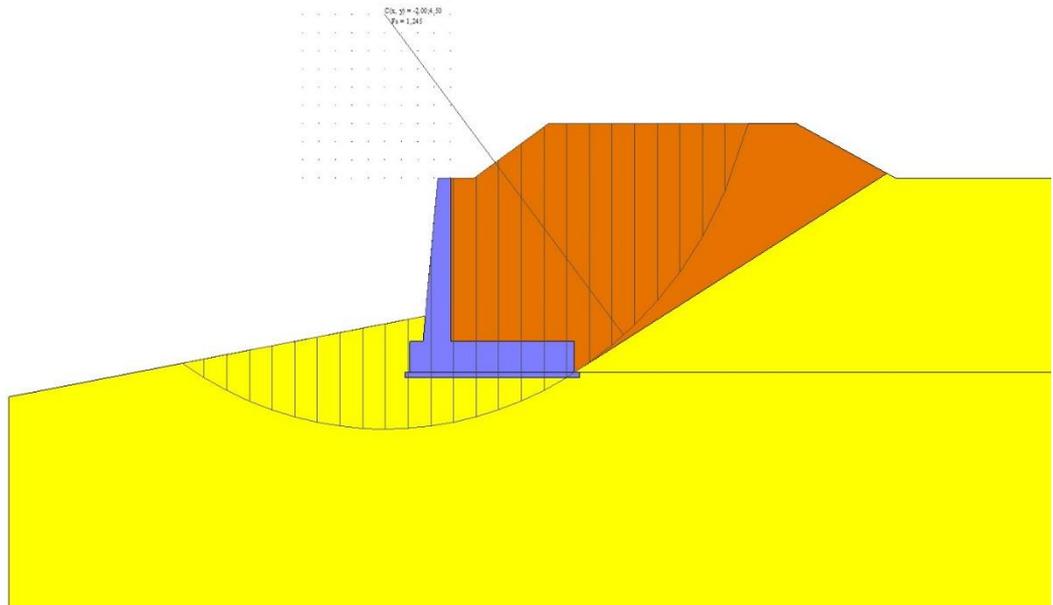


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 6)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,22	2,31	2,31	0,12	0,27	0,00	0,01
3	-0,45	4,75	4,75	0,46	0,84	0,02	0,09
4	-0,67	7,32	7,32	1,02	1,70	0,11	0,30
5	-0,90	10,01	10,01	1,82	2,85	0,33	0,71
6	-1,13	12,83	12,83	2,89	4,34	0,72	1,38
7	-1,35	15,78	15,78	4,46	6,39	1,38	2,42
8	-1,57	18,85	18,85	6,59	9,35	2,42	3,95
9	-1,80	22,05	22,05	9,14	13,14	3,95	6,12
10	-2,02	25,38	25,38	12,02	17,45	6,06	9,00
11	-2,25	28,83	28,83	15,22	22,25	8,81	13,13
12	-2,48	32,41	32,41	18,72	27,50	12,28	18,38
13	-2,70	36,11	36,11	22,49	33,18	16,53	24,81
14	-2,92	39,94	39,94	26,55	39,27	21,61	32,52
15	-3,15	43,90	43,90	30,86	45,75	27,59	41,61
16	-3,38	47,99	47,99	35,44	52,62	34,53	52,15
17	-3,60	52,20	52,20	40,27	59,86	42,48	64,24

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
18	-3,83	56,54	56,54	45,36	67,45	51,50	77,94
19	-4,05	61,00	61,00	50,69	75,40	61,64	93,34
20	-4,28	65,59	65,59	56,27	83,70	72,95	110,52
21	-4,50	70,31	70,31	62,08	92,34	85,50	129,56

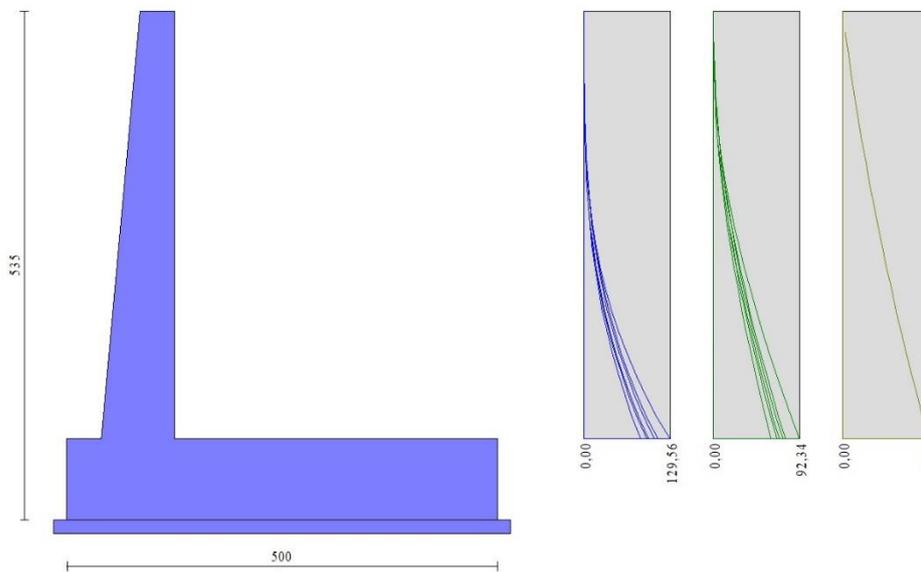


Fig. 15 - Paramento

Fondazione

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1,17	0,00	0,00	7,12	9,67	0,28	0,39
3	-1,09	0,00	0,00	14,28	19,32	1,14	1,55
4	-1,01	0,00	0,00	21,48	28,94	2,57	3,48
5	-0,93	0,00	0,00	28,70	38,55	4,58	6,18
6	-0,85	0,00	0,00	35,96	48,14	7,16	9,64
7	0,00	0,00	0,00	-120,25	0,26	-302,74	-22,52
8	0,10	0,00	0,00	-120,22	-0,31	-291,84	-22,51
9	0,20	0,00	0,00	-120,16	-0,93	-280,94	-22,45
10	0,30	0,00	0,00	-120,07	-1,60	-270,04	-22,33
11	0,39	0,00	0,00	-119,95	-2,33	-259,15	-22,13
12	0,49	0,00	0,00	-119,79	-3,10	-248,26	-21,87
13	0,59	0,00	0,00	-119,60	-3,93	-237,39	-21,52
14	0,69	0,00	0,00	-119,38	-4,81	-226,52	-21,09
15	0,79	0,00	0,00	-119,06	-5,69	-215,69	-20,57
16	0,89	0,00	0,00	-118,54	-6,49	-204,89	-19,97
17	0,99	0,00	0,00	-117,82	-7,21	-194,17	-19,29
18	1,09	0,00	0,00	-116,90	-7,85	-183,53	-18,55
19	1,18	0,00	0,00	-115,77	-8,42	-173,00	-17,75
20	1,28	0,00	0,00	-114,45	-8,91	-162,60	-16,89

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
21	1,38	0,00	0,00	-112,92	-9,32	-152,34	-15,99
22	1,48	0,00	0,00	-111,20	-9,65	-142,25	-15,05
23	1,58	0,00	0,00	-109,27	-9,90	-132,35	-14,09
24	1,68	0,00	0,00	-107,14	-10,08	-122,65	-13,10
25	1,78	0,00	0,00	-104,81	-10,17	-113,17	-12,10
26	1,88	0,00	0,00	-102,28	-10,19	-103,94	-11,10
27	1,97	0,00	0,00	-99,55	-10,14	-94,98	-10,09
28	2,07	0,00	0,00	-96,62	-10,00	-86,30	-9,10
29	2,17	0,00	0,00	-93,49	-9,78	-77,92	-8,12
30	2,27	0,00	0,00	-90,15	-9,49	-69,87	-7,17
31	2,37	0,00	0,00	-86,62	-9,12	-62,16	-6,25
32	2,47	0,00	0,00	-82,88	-8,67	-54,82	-5,37
33	2,57	0,00	0,00	-78,95	-8,14	-47,86	-4,54
34	2,66	0,00	0,00	-74,81	-7,54	-41,31	-3,77
35	2,76	0,00	0,00	-70,47	-6,86	-35,19	-3,06
36	2,86	0,00	0,00	-65,94	-6,10	-29,51	-2,42
37	2,96	0,00	0,00	-60,91	-5,26	-24,18	-1,86
38	3,06	0,00	0,00	-53,41	-4,42	-18,54	-1,38
39	3,16	0,00	0,00	-45,88	-3,63	-13,64	-0,98
40	3,26	0,00	0,00	-38,31	-2,90	-9,48	-0,66
41	3,36	0,00	0,00	-30,71	-2,21	-6,08	-0,41
42	3,45	0,00	0,00	-23,08	-1,58	-3,42	-0,22
43	3,55	0,00	0,00	-15,42	-1,00	-1,52	-0,10
44	3,65	0,00	0,00	-7,73	-0,48	-0,38	-0,02
45	3,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

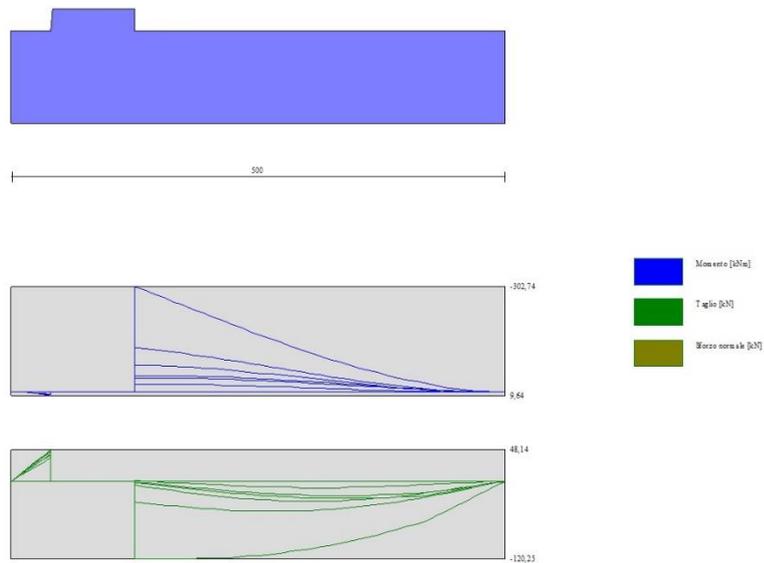


Fig. 16 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espressa in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	42	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	44	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
4	100	47	15,71	31,42	0,30	7,32	298,81	7202,31	983.993
5	100	49	15,71	31,42	0,71	10,01	470,60	6619,15	661.096
6	100	51	15,71	31,42	1,38	12,83	643,91	5971,75	465.384
7	100	53	15,71	31,42	2,42	15,78	812,57	5302,57	336.076
8	100	56	15,71	31,42	3,95	18,85	975,81	4652,45	246.809
9	100	58	15,71	31,42	6,12	22,05	1118,12	4031,17	182.823
10	100	60	15,71	31,42	9,00	25,38	1182,88	3334,86	131.422
11	100	62	15,71	31,42	13,13	28,83	1182,85	2596,40	90.067
12	100	65	15,71	31,42	18,38	32,41	1164,74	2053,90	63.380
13	100	67	15,71	31,42	24,81	36,11	1143,76	1664,77	46.101
14	100	69	15,71	31,42	32,52	39,94	1129,28	1386,86	34.721
15	100	71	15,71	62,83	41,61	43,90	1884,34	1988,10	45.285
16	100	74	15,71	62,83	52,15	47,99	1935,01	1780,42	37.102
17	100	76	15,71	62,83	64,24	52,20	1981,45	1610,12	30.846
18	100	78	15,71	31,42	77,94	56,54	1126,71	817,29	14.456
19	100	80	15,71	31,42	93,34	61,00	1138,50	744,01	12.197
20	100	83	15,71	31,42	110,52	65,59	1153,66	684,65	10.438
21	100	85	15,71	31,42	129,56	70,31	1171,40	635,71	9.041

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	85	31,42	31,42	1,55	0,00	952,13	0,00	615.665
4	100	85	31,42	31,42	3,48	0,00	952,13	0,00	273.828
5	100	85	31,42	31,42	6,18	0,00	952,13	0,00	154.140
6	100	85	31,42	31,42	9,64	0,00	952,13	0,00	98.721
7	100	85	31,42	31,42	-302,74	0,00	-952,13	0,00	3.145
8	100	85	31,42	31,42	-291,84	0,00	-952,13	0,00	3.262



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	99 di 107

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
9	100	85	31,42	31,42	-280,94	0,00	-952,13	0,00	3.389
10	100	85	31,42	31,42	-270,04	0,00	-952,13	0,00	3.526
11	100	85	31,42	31,42	-259,15	0,00	-952,13	0,00	3.674
12	100	85	31,42	31,42	-248,26	0,00	-952,13	0,00	3.835
13	100	85	31,42	31,42	-237,39	0,00	-952,13	0,00	4.011
14	100	85	31,42	31,42	-226,52	0,00	-952,13	0,00	4.203
15	100	85	31,42	31,42	-215,69	0,00	-952,13	0,00	4.414
16	100	85	31,42	31,42	-204,89	0,00	-952,13	0,00	4.647
17	100	85	31,42	31,42	-194,17	0,00	-952,13	0,00	4.904
18	100	85	31,42	31,42	-183,53	0,00	-952,13	0,00	5.188
19	100	85	31,42	31,42	-173,00	0,00	-952,13	0,00	5.504
20	100	85	31,42	31,42	-162,60	0,00	-952,13	0,00	5.856
21	100	85	31,42	31,42	-152,34	0,00	-952,13	0,00	6.250
22	100	85	31,42	31,42	-142,25	0,00	-952,13	0,00	6.693
23	100	85	31,42	31,42	-132,35	0,00	-952,13	0,00	7.194
24	100	85	31,42	31,42	-122,65	0,00	-952,13	0,00	7.763
25	100	85	31,42	31,42	-113,17	0,00	-952,13	0,00	8.413
26	100	85	31,42	31,42	-103,94	0,00	-952,13	0,00	9.160
27	100	85	31,42	31,42	-94,98	0,00	-952,13	0,00	10.025
28	100	85	31,42	31,42	-86,30	0,00	-952,13	0,00	11.033
29	100	85	31,42	31,42	-77,92	0,00	-952,13	0,00	12.219
30	100	85	31,42	31,42	-69,87	0,00	-952,13	0,00	13.627
31	100	85	31,42	31,42	-62,16	0,00	-952,13	0,00	15.316
32	100	85	31,42	31,42	-54,82	0,00	-952,13	0,00	17.368
33	100	85	31,42	31,42	-47,86	0,00	-952,13	0,00	19.892
34	100	85	31,42	31,42	-41,31	0,00	-952,13	0,00	23.047
35	100	85	31,42	31,42	-35,19	0,00	-952,13	0,00	27.060
36	100	85	31,42	31,42	-29,51	0,00	-952,13	0,00	32.270
37	100	85	31,42	31,42	-24,18	0,00	-952,13	0,00	39.377
38	100	85	31,42	31,42	-18,54	0,00	-952,13	0,00	51.359
39	100	85	31,42	31,42	-13,64	0,00	-952,13	0,00	69.808
40	100	85	31,42	31,42	-9,48	0,00	-952,13	0,00	100.384
41	100	85	31,42	31,42	-6,08	0,00	-952,13	0,00	156.633
42	100	85	31,42	31,42	-3,42	0,00	-952,13	0,00	278.073
43	100	85	31,42	31,42	-1,52	0,00	-952,13	0,00	624.798
44	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
45	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

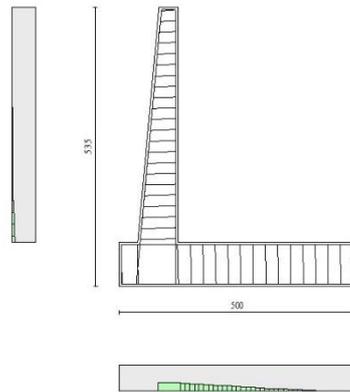


Fig. 17 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

I_s	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
$\cotg\theta$	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V_{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V_{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V_{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw} > 0.0$) $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cotg\theta$	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	255,38	0,00	100.000
2	100	42	0,00	--	0,00	0,00	262,84	0,27	965.073
3	100	44	0,00	--	0,00	0,00	270,14	0,84	322.523
4	100	47	0,00	--	0,00	0,00	277,31	1,70	163.554



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 CL NV 12 B0 001 A 101 di 107

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
5	100	49	0,00	--	0,00	0,00	284,36	2,85	99.873
6	100	51	0,00	--	0,00	0,00	291,29	4,34	67.103
7	100	53	0,00	--	0,00	0,00	298,12	6,39	46.624
8	100	56	0,00	--	0,00	0,00	304,85	9,35	32.609
9	100	58	0,00	--	0,00	0,00	311,49	13,14	23.701
10	100	60	0,00	--	0,00	0,00	318,05	17,45	18.221
11	100	62	0,00	--	0,00	0,00	324,54	22,25	14.586
12	100	65	0,00	--	0,00	0,00	330,95	27,50	12.035
13	100	67	0,00	--	0,00	0,00	337,29	33,18	10.166
14	100	69	0,00	--	0,00	0,00	343,58	39,27	8.750
15	100	71	0,00	--	0,00	0,00	349,82	45,75	9.040
16	100	74	0,00	--	0,00	0,00	356,01	52,62	7.997
17	100	76	0,00	--	0,00	0,00	362,16	59,86	7.149
18	100	78	0,00	--	0,00	0,00	368,27	67,45	5.458
19	100	80	0,00	--	0,00	0,00	374,34	75,40	4.963
20	100	83	0,00	--	0,00	0,00	380,38	83,70	4.542
21	100	85	0,00	--	0,00	0,00	386,12	92,34	4.182

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000
2	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	9,67	42.810
3	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	19,32	21.428
4	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	28,94	14.301
5	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	38,55	10.738
6	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	48,14	8.599
7	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,25	3.442
8	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,22	3.443
9	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,16	3.445
10	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-120,07	3.447
11	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,95	3.451
12	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,79	3.455
13	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,60	3.461
14	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,38	3.467
15	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-119,06	3.477
16	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-118,54	3.492
17	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-117,82	3.513
18	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-116,90	3.541
19	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-115,77	3.575
20	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-114,45	3.617
21	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-112,92	3.666
22	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-111,20	3.723
23	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-109,27	3.788
24	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-107,14	3.863
25	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-104,81	3.949
26	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-102,28	4.047
27	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-99,55	4.158
28	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-96,62	4.284
29	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-93,49	4.428
30	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-90,15	4.591
31	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-86,62	4.779
32	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-82,88	4.994
33	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-78,95	5.243
34	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-74,81	5.533
35	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-70,47	5.874
36	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-65,94	6.278
37	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-60,91	6.795
38	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-55,41	7.750
39	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-45,88	9.023
40	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-38,31	10.804

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
41	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-30,71	13.477
42	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-23,08	17.932
43	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-15,42	26.843
44	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	-7,73	53.574
45	100	85	0,00	--	0,00	0,00	413,94	0,00	100.000

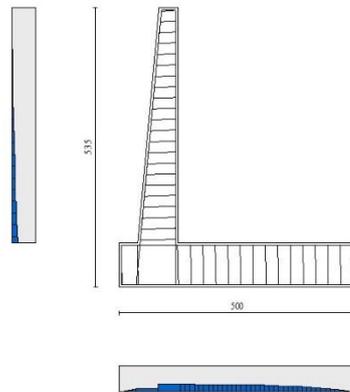


Fig. 18 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente, espressa in [kN]
σ _c	tensione di compressione nel cls, espressa in [N/mmq]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [N/mmq]
σ _{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [N/mmq]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	103 di 107

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15,978 [N/mmq]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	42	15,71	31,42	0,00	2,31	0,005 (10)	0,066 (10)	0,075 (10)
3	100	44	15,71	31,42	0,02	4,75	0,011 (10)	0,123 (10)	0,155 (10)
4	100	47	15,71	31,42	0,11	7,32	0,017 (10)	0,161 (10)	0,251 (10)
5	100	49	15,71	31,42	0,33	10,01	0,026 (10)	0,172 (10)	0,372 (10)
6	100	51	15,71	31,42	0,73	12,83	0,037 (10)	0,150 (10)	0,525 (10)
7	100	53	15,71	31,42	1,41	15,78	0,052 (10)	0,080 (10)	0,726 (10)
8	100	56	15,71	31,42	2,54	18,85	0,073 (10)	0,090 (10)	1,009 (10)
9	100	58	15,71	31,42	4,24	22,05	0,105 (10)	0,503 (10)	1,417 (10)
10	100	60	15,71	31,42	6,60	25,38	0,147 (10)	1,253 (10)	1,952 (10)
11	100	62	15,71	31,42	9,71	28,83	0,198 (10)	2,369 (10)	2,603 (10)
12	100	65	15,71	31,42	13,64	32,41	0,258 (10)	3,847 (10)	3,357 (10)
13	100	67	15,71	31,42	18,48	36,11	0,325 (10)	5,678 (10)	4,208 (10)
14	100	69	15,71	31,42	24,28	39,94	0,400 (10)	7,853 (10)	5,151 (10)
15	100	71	15,71	62,83	31,12	43,90	0,406 (10)	5,671 (10)	5,399 (10)
16	100	74	15,71	62,83	39,07	47,99	0,477 (10)	7,170 (10)	6,334 (10)
17	100	76	15,71	62,83	48,19	52,20	0,552 (10)	8,839 (10)	7,335 (10)
18	100	78	15,71	31,42	58,53	56,54	0,764 (10)	19,896 (10)	9,773 (10)
19	100	80	15,71	31,42	70,17	61,00	0,870 (10)	23,716 (10)	11,123 (10)
20	100	83	15,71	31,42	83,15	65,59	0,980 (10)	27,851 (10)	12,544 (10)
21	100	85	15,71	31,42	97,54	70,31	1,096 (10)	32,295 (10)	14,033 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15,978 [N/mmq]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337,500 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	85	31,42	31,42	0,33	0,00	0,003 (10)	0,141 (10)	0,038 (10)
3	100	85	31,42	31,42	1,33	0,00	0,013 (10)	0,565 (10)	0,153 (10)
4	100	85	31,42	31,42	3,00	0,00	0,029 (10)	1,272 (10)	0,345 (10)
5	100	85	31,42	31,42	5,33	0,00	0,051 (10)	2,263 (10)	0,613 (10)
6	100	85	31,42	31,42	8,33	0,00	0,079 (10)	3,537 (10)	0,958 (10)
7	100	85	31,42	31,42	-45,62	0,00	0,435 (10)	5,245 (10)	19,371 (10)
8	100	85	31,42	31,42	-46,01	0,00	0,439 (10)	5,291 (10)	19,539 (10)
9	100	85	31,42	31,42	-46,25	0,00	0,441 (10)	5,318 (10)	19,640 (10)
10	100	85	31,42	31,42	-46,32	0,00	0,442 (10)	5,326 (10)	19,671 (10)
11	100	85	31,42	31,42	-46,23	0,00	0,441 (10)	5,316 (10)	19,633 (10)
12	100	85	31,42	31,42	-45,98	0,00	0,438 (10)	5,287 (10)	19,524 (10)
13	100	85	31,42	31,42	-45,55	0,00	0,434 (10)	5,238 (10)	19,344 (10)
14	100	85	31,42	31,42	-44,96	0,00	0,429 (10)	5,170 (10)	19,092 (10)
15	100	85	31,42	31,42	-44,20	0,00	0,421 (10)	5,082 (10)	18,769 (10)
16	100	85	31,42	31,42	-43,29	0,00	0,413 (10)	4,977 (10)	18,382 (10)
17	100	85	31,42	31,42	-42,23	0,00	0,403 (10)	4,856 (10)	17,935 (10)
18	100	85	31,42	31,42	-41,05	0,00	0,391 (10)	4,720 (10)	17,433 (10)
19	100	85	31,42	31,42	-39,75	0,00	0,379 (10)	4,571 (10)	16,881 (10)
20	100	85	31,42	31,42	-38,34	0,00	0,366 (10)	4,409 (10)	16,284 (10)
21	100	85	31,42	31,42	-36,84	0,00	0,351 (10)	4,236 (10)	15,645 (10)
22	100	85	31,42	31,42	-35,25	0,00	0,336 (10)	4,054 (10)	14,971 (10)
23	100	85	31,42	31,42	-33,59	0,00	0,320 (10)	3,863 (10)	14,265 (10)
24	100	85	31,42	31,42	-31,87	0,00	0,304 (10)	3,664 (10)	13,533 (10)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
25	100	85	31,42	31,42	-30,09	0,00	0,287 (10)	3,460 (10)	12,779 (10)
26	100	85	31,42	31,42	-28,28	0,00	0,270 (10)	3,251 (10)	12,008 (10)
27	100	85	31,42	31,42	-26,43	0,00	0,252 (10)	3,039 (10)	11,225 (10)
28	100	85	31,42	31,42	-24,57	0,00	0,234 (10)	2,825 (10)	10,435 (10)
29	100	85	31,42	31,42	-22,71	0,00	0,216 (10)	2,611 (10)	9,642 (10)
30	100	85	31,42	31,42	-20,84	0,00	0,199 (10)	2,397 (10)	8,851 (10)
31	100	85	31,42	31,42	-19,00	0,00	0,181 (10)	2,184 (10)	8,067 (10)
32	100	85	31,42	31,42	-17,18	0,00	0,164 (10)	1,975 (10)	7,296 (10)
33	100	85	31,42	31,42	-15,40	0,00	0,147 (10)	1,771 (10)	6,540 (10)
34	100	85	31,42	31,42	-13,67	0,00	0,130 (10)	1,572 (10)	5,807 (10)
35	100	85	31,42	31,42	-12,01	0,00	0,115 (10)	1,381 (10)	5,100 (10)
36	100	85	31,42	31,42	-10,42	0,00	0,099 (10)	1,198 (10)	4,425 (10)
37	100	85	31,42	31,42	-8,83	0,00	0,084 (10)	1,016 (10)	3,751 (10)
38	100	85	31,42	31,42	-6,75	0,00	0,064 (10)	0,776 (10)	2,867 (10)
39	100	85	31,42	31,42	-4,95	0,00	0,047 (10)	0,569 (10)	2,102 (10)
40	100	85	31,42	31,42	-3,43	0,00	0,033 (10)	0,395 (10)	1,457 (10)
41	100	85	31,42	31,42	-2,19	0,00	0,021 (10)	0,252 (10)	0,931 (10)
42	100	85	31,42	31,42	-1,23	0,00	0,012 (10)	0,141 (10)	0,522 (10)
43	100	85	31,42	31,42	-0,55	0,00	0,005 (10)	0,063 (10)	0,232 (10)
44	100	85	31,42	31,42	-0,14	0,00	0,001 (10)	0,016 (10)	0,058 (10)
45	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11,620 [N/mmq]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mmq]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	42	15,71	31,42	0,00	2,31	0,005 (12)	0,066 (12)	0,075 (12)
3	100	44	15,71	31,42	0,02	4,75	0,011 (12)	0,123 (12)	0,155 (12)
4	100	47	15,71	31,42	0,11	7,32	0,017 (12)	0,161 (12)	0,251 (12)
5	100	49	15,71	31,42	0,33	10,01	0,026 (12)	0,172 (12)	0,372 (12)
6	100	51	15,71	31,42	0,72	12,83	0,037 (12)	0,150 (12)	0,525 (12)
7	100	53	15,71	31,42	1,38	15,78	0,052 (12)	0,087 (12)	0,719 (12)
8	100	56	15,71	31,42	2,42	18,85	0,071 (12)	0,056 (12)	0,980 (12)
9	100	58	15,71	31,42	3,95	22,05	0,099 (12)	0,388 (12)	1,344 (12)
10	100	60	15,71	31,42	6,06	25,38	0,136 (12)	0,994 (12)	1,820 (12)
11	100	62	15,71	31,42	8,81	28,83	0,181 (12)	1,909 (12)	2,398 (12)
12	100	65	15,71	31,42	12,28	32,41	0,234 (12)	3,135 (12)	3,066 (12)
13	100	67	15,71	31,42	16,53	36,11	0,293 (12)	4,663 (12)	3,819 (12)
14	100	69	15,71	31,42	21,61	39,94	0,359 (12)	6,488 (12)	4,651 (12)
15	100	71	15,71	62,83	27,59	43,90	0,366 (12)	4,757 (12)	4,880 (12)
16	100	74	15,71	62,83	34,53	47,99	0,428 (12)	6,027 (12)	5,701 (12)
17	100	76	15,71	62,83	42,48	52,20	0,494 (12)	7,442 (12)	6,580 (12)
18	100	78	15,71	31,42	51,50	56,54	0,677 (12)	16,654 (12)	8,710 (12)
19	100	80	15,71	31,42	61,64	61,00	0,769 (12)	19,895 (12)	9,892 (12)
20	100	83	15,71	31,42	72,95	65,59	0,866 (12)	23,408 (12)	11,138 (12)
21	100	85	15,71	31,42	85,50	70,31	0,967 (12)	27,191 (12)	12,443 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11,620 [N/mmq]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	105 di 107

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [N/mm²]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	85	31,42	31,42	0,28	0,00	0,003 (12)	0,121 (12)	0,033 (12)
3	100	85	31,42	31,42	1,14	0,00	0,011 (12)	0,484 (12)	0,131 (12)
4	100	85	31,42	31,42	2,57	0,00	0,025 (12)	1,092 (12)	0,296 (12)
5	100	85	31,42	31,42	4,58	0,00	0,044 (12)	1,944 (12)	0,526 (12)
6	100	85	31,42	31,42	7,16	0,00	0,068 (12)	3,042 (12)	0,824 (12)
7	100	85	31,42	31,42	-22,52	0,00	0,215 (12)	2,589 (12)	9,562 (12)
8	100	85	31,42	31,42	-22,51	0,00	0,215 (12)	2,589 (12)	9,561 (12)
9	100	85	31,42	31,42	-22,45	0,00	0,214 (12)	2,582 (12)	9,535 (12)
10	100	85	31,42	31,42	-22,33	0,00	0,213 (12)	2,567 (12)	9,482 (12)
11	100	85	31,42	31,42	-22,13	0,00	0,211 (12)	2,545 (12)	9,400 (12)
12	100	85	31,42	31,42	-21,87	0,00	0,208 (12)	2,514 (12)	9,286 (12)
13	100	85	31,42	31,42	-21,52	0,00	0,205 (12)	2,475 (12)	9,139 (12)
14	100	85	31,42	31,42	-21,09	0,00	0,201 (12)	2,425 (12)	8,956 (12)
15	100	85	31,42	31,42	-20,57	0,00	0,196 (12)	2,365 (12)	8,736 (12)
16	100	85	31,42	31,42	-19,97	0,00	0,190 (12)	2,296 (12)	8,480 (12)
17	100	85	31,42	31,42	-19,29	0,00	0,184 (12)	2,218 (12)	8,193 (12)
18	100	85	31,42	31,42	-18,55	0,00	0,177 (12)	2,133 (12)	7,877 (12)
19	100	85	31,42	31,42	-17,75	0,00	0,169 (12)	2,041 (12)	7,536 (12)
20	100	85	31,42	31,42	-16,89	0,00	0,161 (12)	1,942 (12)	7,173 (12)
21	100	85	31,42	31,42	-15,99	0,00	0,152 (12)	1,839 (12)	6,791 (12)
22	100	85	31,42	31,42	-15,05	0,00	0,144 (12)	1,731 (12)	6,393 (12)
23	100	85	31,42	31,42	-14,09	0,00	0,134 (12)	1,620 (12)	5,983 (12)
24	100	85	31,42	31,42	-13,10	0,00	0,125 (12)	1,507 (12)	5,564 (12)
25	100	85	31,42	31,42	-12,10	0,00	0,115 (12)	1,392 (12)	5,140 (12)
26	100	85	31,42	31,42	-11,10	0,00	0,106 (12)	1,276 (12)	4,713 (12)
27	100	85	31,42	31,42	-10,09	0,00	0,096 (12)	1,161 (12)	4,286 (12)
28	100	85	31,42	31,42	-9,10	0,00	0,087 (12)	1,046 (12)	3,864 (12)
29	100	85	31,42	31,42	-8,12	0,00	0,077 (12)	0,934 (12)	3,449 (12)
30	100	85	31,42	31,42	-7,17	0,00	0,068 (12)	0,825 (12)	3,045 (12)
31	100	85	31,42	31,42	-6,25	0,00	0,060 (12)	0,719 (12)	2,655 (12)
32	100	85	31,42	31,42	-5,37	0,00	0,051 (12)	0,618 (12)	2,282 (12)
33	100	85	31,42	31,42	-4,54	0,00	0,043 (12)	0,522 (12)	1,929 (12)
34	100	85	31,42	31,42	-3,77	0,00	0,036 (12)	0,433 (12)	1,600 (12)
35	100	85	31,42	31,42	-3,06	0,00	0,029 (12)	0,352 (12)	1,298 (12)
36	100	85	31,42	31,42	-2,42	0,00	0,023 (12)	0,278 (12)	1,027 (12)
37	100	85	31,42	31,42	-1,86	0,00	0,018 (12)	0,214 (12)	0,789 (12)
38	100	85	31,42	31,42	-1,38	0,00	0,013 (12)	0,159 (12)	0,586 (12)
39	100	85	31,42	31,42	-0,98	0,00	0,009 (12)	0,113 (12)	0,418 (12)
40	100	85	31,42	31,42	-0,66	0,00	0,006 (12)	0,076 (12)	0,281 (12)
41	100	85	31,42	31,42	-0,41	0,00	0,004 (12)	0,047 (12)	0,174 (12)
42	100	85	31,42	31,42	-0,22	0,00	0,002 (12)	0,026 (12)	0,095 (12)
43	100	85	31,42	31,42	-0,10	0,00	0,001 (12)	0,011 (12)	0,041 (12)
44	100	85	31,42	31,42	-0,02	0,00	0,000 (12)	0,000 (1)	0,010 (12)
45	100	85	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cm ²]
Aeff	area efficace espressa in [cm ²]

M momento agente espressa in [kNm]
 Mpf momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
 ε deformazione espresso in %
 Sm spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
 w apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000 (11)
2	100	42	0,00	0,00	0,00	-2,82	0,0000000	0,00	0,000 (11)
3	100	44	0,00	0,00	0,02	5,81	0,0000000	0,00	0,000 (11)
4	100	47	0,00	0,00	0,11	31,40	0,0000000	0,00	0,000 (11)
5	100	49	0,00	0,00	0,33	92,89	0,0000000	0,00	0,000 (11)
6	100	51	0,00	0,00	0,72	269,52	0,0000000	0,00	0,000 (11)
7	100	53	0,00	0,00	1,40	2247,93	0,0000000	0,00	0,000 (11)
8	100	56	0,00	0,00	2,49	793,52	0,0000000	0,00	0,000 (11)
9	100	58	31,42	822,70	4,14	469,87	0,0000000	0,00	0,000 (11)
10	100	60	31,42	1190,38	6,42	392,45	0,0000000	0,00	0,000 (11)
11	100	62	31,42	1471,62	9,42	366,19	0,0000000	0,00	0,000 (11)
12	100	65	31,42	1692,23	13,22	359,00	0,0000000	0,00	0,000 (11)
13	100	67	31,42	1874,27	17,89	361,06	0,0000000	0,00	0,000 (11)
14	100	69	31,42	2031,72	23,49	368,40	0,0000000	0,00	0,000 (11)
15	100	71	62,83	1810,73	30,10	441,55	0,0000000	0,00	0,000 (11)
16	100	74	62,83	1930,84	37,77	455,95	0,0000000	0,00	0,000 (11)
17	100	76	62,83	2044,30	46,58	472,27	0,0000000	0,00	0,000 (11)
18	100	78	31,42	2543,00	56,57	423,27	0,0000000	0,00	0,000 (11)
19	100	80	31,42	2655,94	67,81	440,66	0,0000000	0,00	0,000 (11)
20	100	83	31,42	2765,78	80,35	459,04	0,0000000	0,00	0,000 (11)
21	100	85	31,42	2873,24	94,26	478,31	0,0000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000 (11)
2	100	85	31,42	3229,65	0,32	438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
3	100	85	31,42	3229,65	1,28	438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
4	100	85	31,42	3229,65	2,89	438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
5	100	85	31,42	3229,65	5,14	438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
6	100	85	31,42	3229,65	8,04	438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
7	100	85	31,42	5143,42	-39,84	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
8	100	85	31,42	5143,42	-40,14	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
9	100	85	31,42	5143,42	-40,30	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
10	100	85	31,42	5143,42	-40,32	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
11	100	85	31,42	5143,42	-40,21	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
12	100	85	31,42	5143,42	-39,95	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
13	100	85	31,42	5143,42	-39,54	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
14	100	85	31,42	5143,42	-38,99	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
15	100	85	31,42	5143,42	-38,29	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
16	100	85	31,42	5143,42	-37,46	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV12 B soppressione PL al km 188+610 della LS

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 12 B0 001	A	107 di 107

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
17	100	85	31,42	5143,42	-36,50	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
18	100	85	31,42	5143,42	-35,43	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
19	100	85	31,42	5143,42	-34,25	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
20	100	85	31,42	5143,42	-32,98	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
21	100	85	31,42	5143,42	-31,63	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
22	100	85	31,42	5143,42	-30,20	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
23	100	85	31,42	5143,42	-28,72	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
24	100	85	31,42	5143,42	-27,18	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
25	100	85	31,42	5143,42	-25,60	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
26	100	85	31,42	5143,42	-23,98	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
27	100	85	31,42	5143,42	-22,35	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
28	100	85	31,42	5143,42	-20,70	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
29	100	85	31,42	5143,42	-19,06	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
30	100	85	31,42	5143,42	-17,43	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
31	100	85	31,42	5143,42	-15,81	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
32	100	85	31,42	5143,42	-14,23	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
33	100	85	31,42	5143,42	-12,69	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
34	100	85	31,42	5143,42	-11,20	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
35	100	85	31,42	5143,42	-9,77	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
36	100	85	31,42	5143,42	-8,42	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
37	100	85	31,42	5143,42	-7,09	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
38	100	85	31,42	5143,42	-5,41	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
39	100	85	31,42	5143,42	-3,96	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
40	100	85	31,42	5143,42	-2,74	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
41	100	85	31,42	5143,42	-1,75	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
42	100	85	31,42	5143,42	-0,98	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
43	100	85	31,42	5143,42	-0,43	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
44	100	85	31,42	5143,42	-0,11	-438,69	0,0000000	0,00	0,000 (11)
45	100	85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000 (11)