

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Viabilità

NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

Relazione di calcolo muro di sostegno

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 CL NV2100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	E.Abbasciano	Dicembre 2019	L. Fanelli	Dicembre 2019	F. Speractino	Dicembre 2019		

ITALFERR S.p.A.
 Gruppo Infrastrutture Sud
 Direzione Regionale
 UO Infrastrutture Sud
 P.zza. degli Ingegneri Prov. di Napoli 10176

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	6
3	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
4	MATERIALI	8
4.1	CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE	8
4.2	ACCIAIO B450C	9
4.3	VERIFICA S.L.E.	9
4.3.1	<i>Stato limite di limitazione delle tensioni</i>	9
4.3.2	<i>Stato limite di fessurazione</i>	10
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	12
5.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO	12
5.2	TERRENO DI FONDAZIONE	12
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	13
6.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	13
6.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	13
7	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA AI SENSI DEL D.M. 14-01-2008	16
7.1	METODO AGLI STATI LIMITE ED APPROCCI DI PROGETTO	16
7.2	CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DI MURI DI SOSTEGNO	19
7.3	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	20

7.4	PRESCRIZIONI GENERALI PER LE VERIFICHE IN FASE SISMICA	20
8	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	21
8.1	PESI PROPRI E CARICHI PERMANENTI	21
8.2	SPINTE DEL TERRENO IN FASE STATICA.....	21
8.3	COEFFICIENTI SISMICI.....	23
8.4	SPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA.....	24
8.5	CARICHI ACCIDENTALI.....	24
8.6	COMBINAZIONI DI CARICO	24
9	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE.....	25
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	25
9.1.1	<i>Verifica allo scorrimento.....</i>	25
9.1.2	<i>Verifica a carico limite.....</i>	27
9.1.3	<i>Verifica a ribaltamento</i>	29
9.1.4	<i>Stabilità Globale</i>	30
9.2	VERIFICHE STRUTTURALI	31
9.2.1	<i>VERIFICHE ALLO SLU.....</i>	31
9.2.2	<i>VERIFICA SLE.....</i>	33
10	ANALISI E VERIFICHE MURO 1	35
10.1	MODELLO DI CALCOLO.....	35
10.2	RISULTATI ANALISI.....	37
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI	38



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	4 di 158

11	ANALISI E VERIFICHE MURO 2.....	39
11.1	MODELLO DI CALCOLO.....	39
11.2	RISULTATI ANALISI.....	41
11.3	VERIFICHE STRUTTURALI	42
12	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	42
13	TABULATI DI CALCOLO MURO 1	43
14	TABULATI DI CALCOLO MURO 2	101



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	5 di 158

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 lungo la viabilità NV21.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento della struttura è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Si effettua una verifica sull'opera di sostegno di controripa (muro 2) ed una sul muro di sostegno alla viabilità (muro 1)
Nel seguito si riportano alcune immagini rappresentative delle sezioni trasversali di calcolo analizzate:

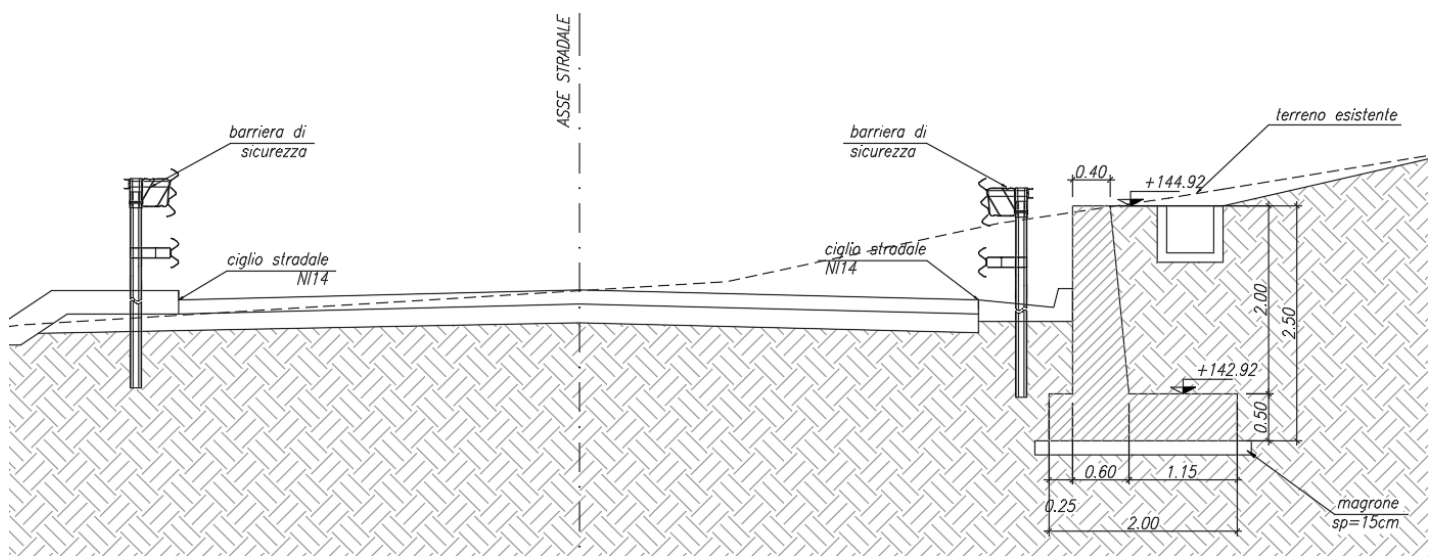


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera

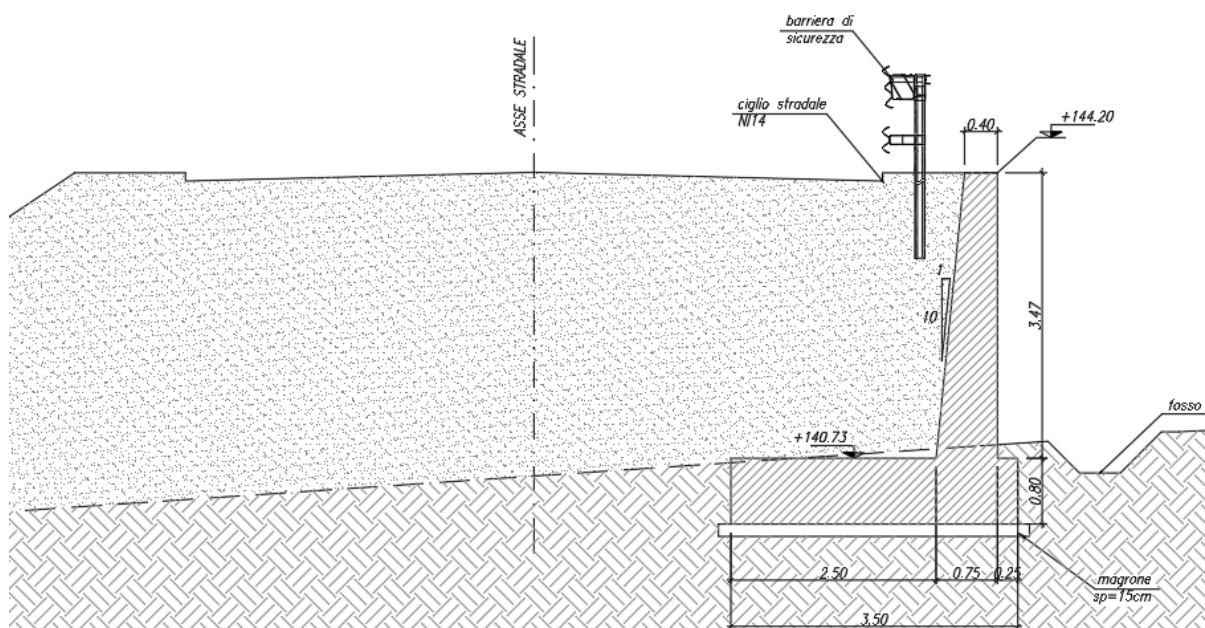



Fig. 2 – Sezione trasversale dell'opera

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 21 00 001	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
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	9 di 158

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 attese, 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
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interfernte con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	11 di 158

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
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	12 di 158

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
 $\varphi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c' = 0 \text{ kPa}$ coesione drenata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	13 di 158

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.

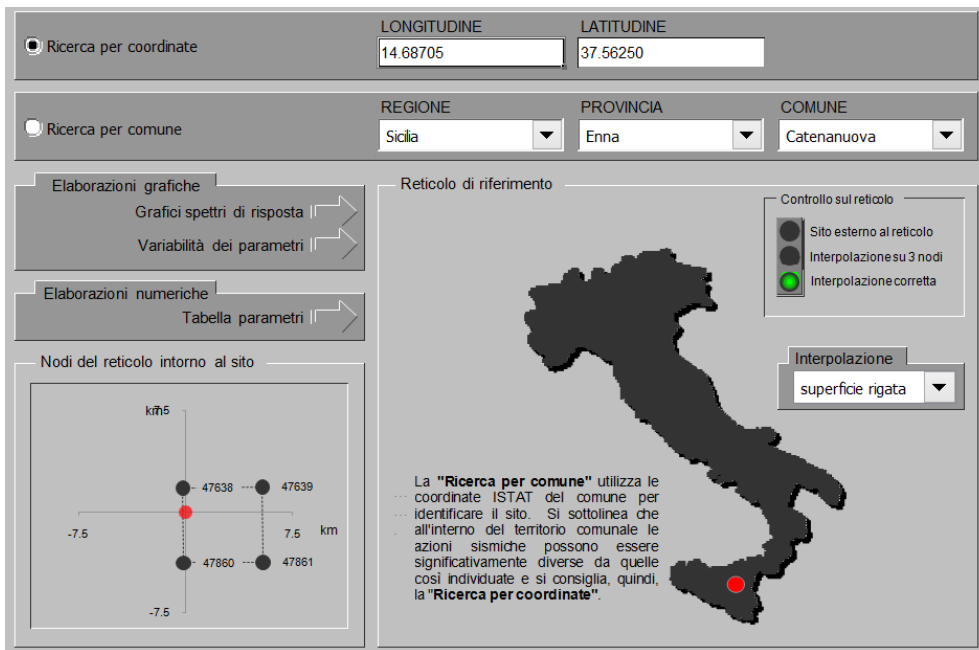
6.2 Parametri di pericolosità sismica

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: 14.68705
 LATITUDINE: 37.56250

REGIONE: Sicilia
 PROVINCIA: Enna
 COMUNE: Catenanuova

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

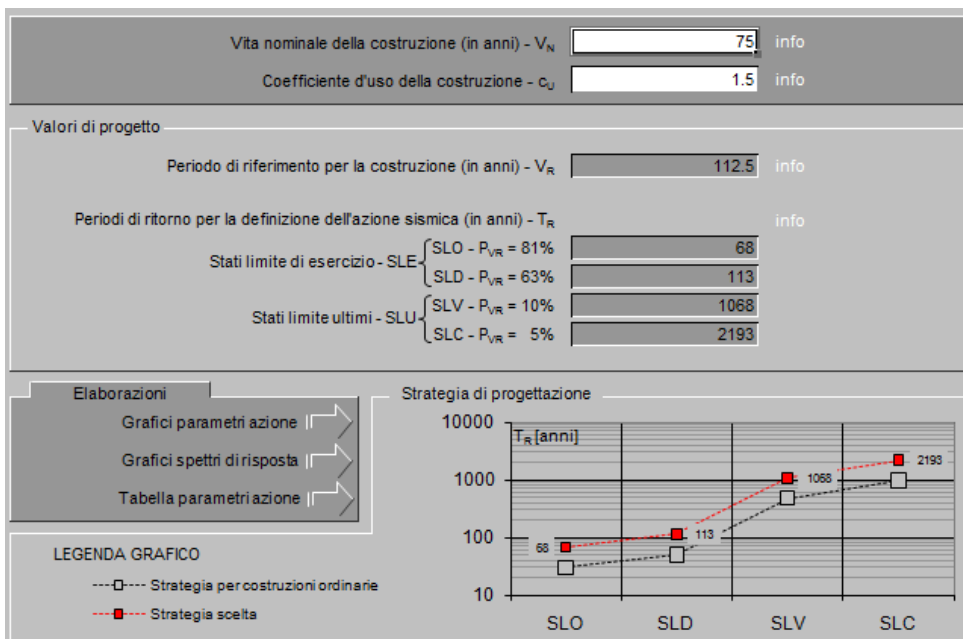
Reticolo di riferimento

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

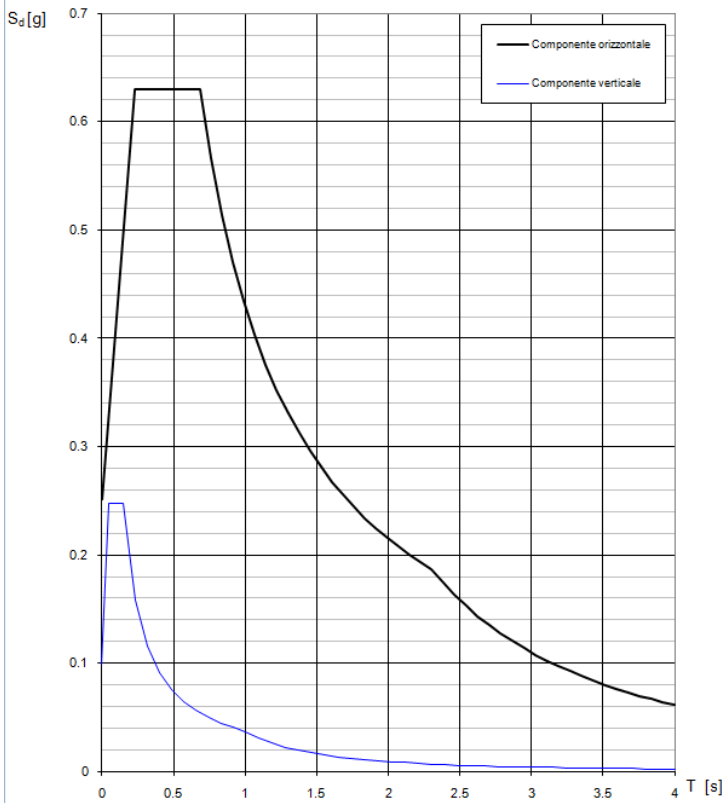
Elaborazioni:
 Grafici parametri azione
 Grafici spettri di risposta
 Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

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



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

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_g	0.175 g
F_a	2.502
T_C^+	0.526 s
S_C	1.437
C_C	1.298
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti	
S	1.437
η	1.000
T_B	0.228 s
T_C	0.683 s
T_D	2.301 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{1.0 / (5 + \xi)} \geq 0.5; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6, §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

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

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

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)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	S_e [g]
0.000	0.252
0.228	0.630
0.683	0.630
0.780	0.586
0.837	0.514
0.914	0.471
0.991	0.434
1.068	0.403
1.145	0.376
1.222	0.352
1.299	0.331
1.376	0.313
1.453	0.296
1.530	0.281
1.607	0.268
1.685	0.255
1.762	0.244
1.839	0.234
1.916	0.225
1.993	0.216
2.070	0.208
2.147	0.200
2.224	0.193
2.301	0.187
2.382	0.175
2.463	0.163
2.544	0.153
2.624	0.144
2.705	0.135
2.786	0.128
2.867	0.120
2.948	0.114
3.029	0.108
3.110	0.102
3.191	0.097
3.272	0.092
3.353	0.088
3.434	0.084
3.515	0.080
3.595	0.077
3.676	0.073
3.757	0.070
3.838	0.067
3.919	0.064
4.000	0.062

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 21 00 001	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:

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

Rd è la resistenza di progetto

Ed 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:

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 : $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

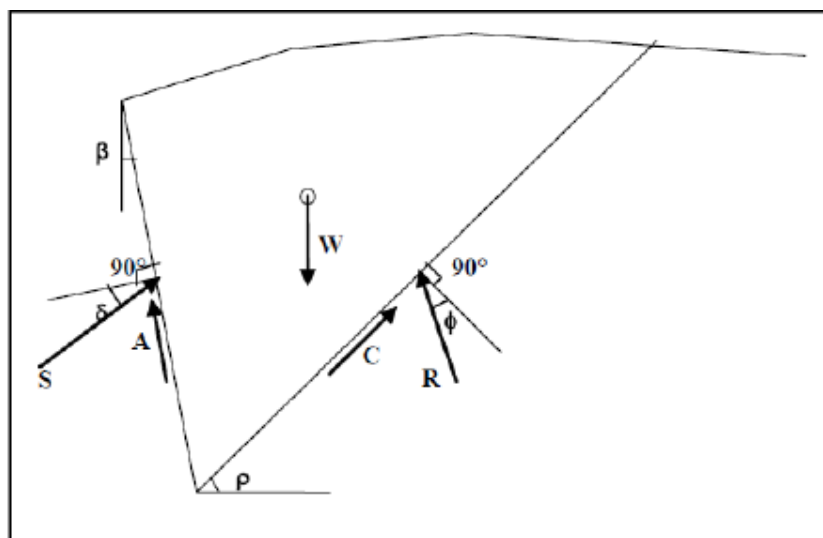
Rilevato: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$


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.



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 21 00 001	REV. A

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:

- 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 § 12 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)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	24 di 158

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

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 NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto					
	RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 21 00 001	REV. A

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.

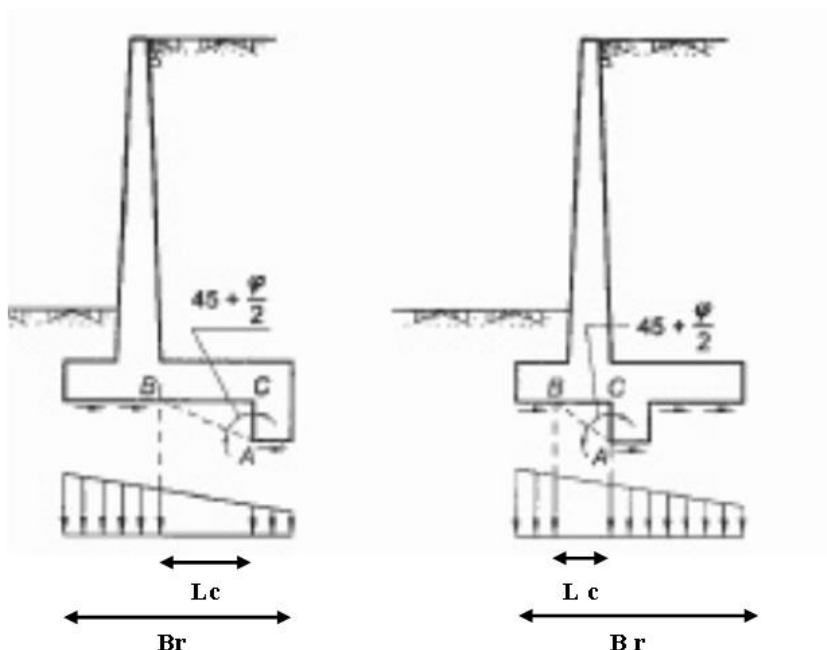
Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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:

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

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 dy sono i fattori di profondità, sc , sq e sy sono i fattori di forma, ic , iq e iy sono i fattori di inclinazione del carico, bc , bq e by , sono i fattori di inclinazione del piano di posa e gc , gq e gy 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

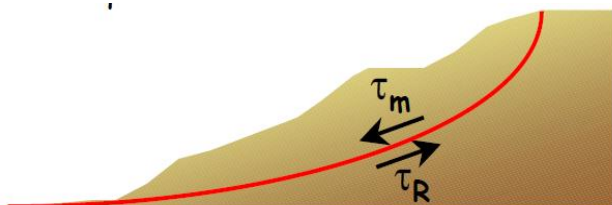
occorrerà verificare quanto segue:

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

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 dei 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 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.

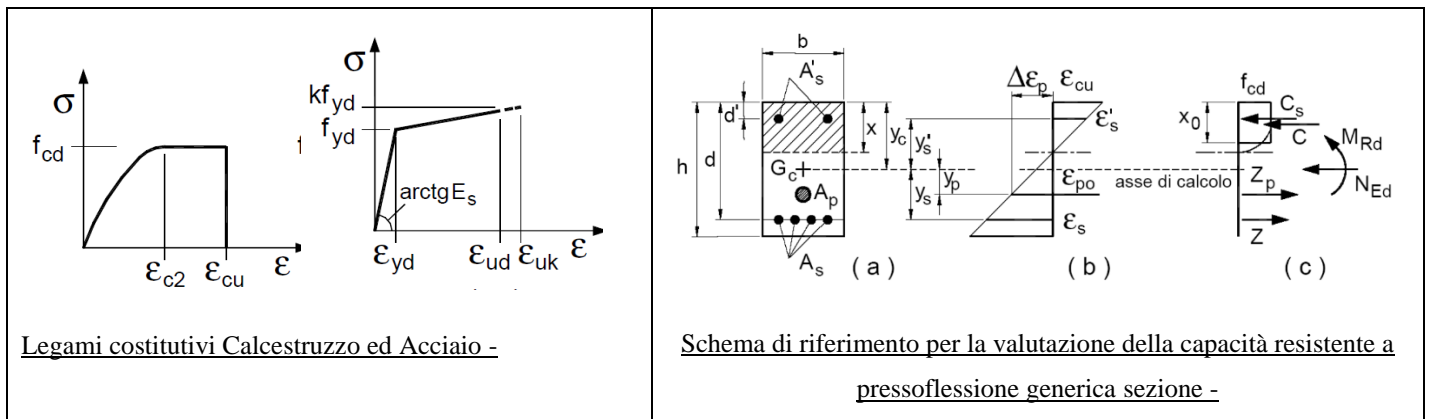
9.2 VERIFICHE STRUTTURALI

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:

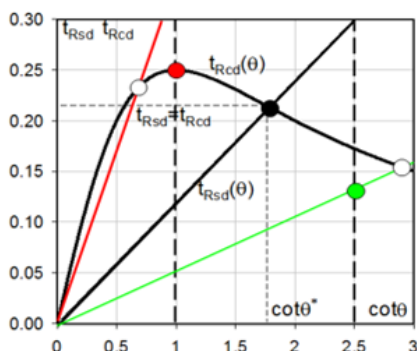
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha ; \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

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

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. $1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5$ $45^\circ \geq \theta \geq 21.8^\circ$.

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 :

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



- 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 $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

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

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:

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

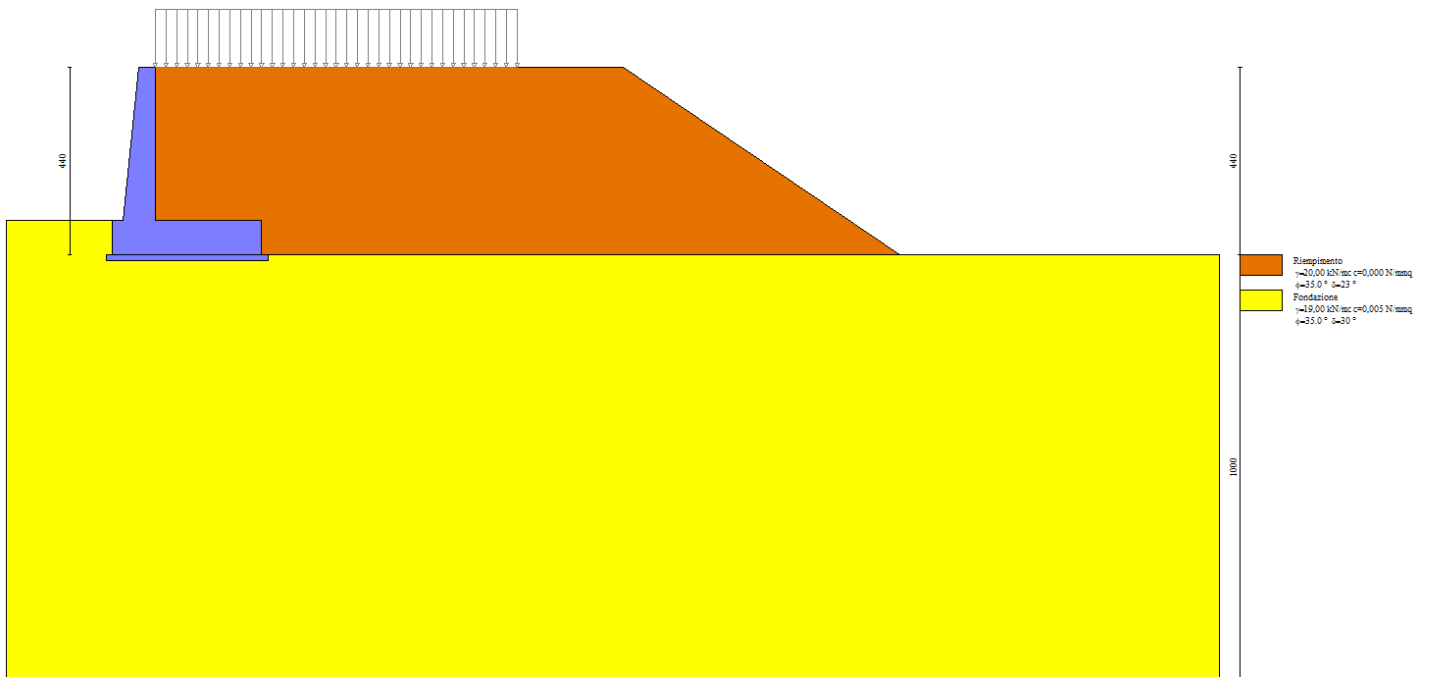
In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si è previsto di adottare il limite :

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

10 ANALISI E VERIFICHE MURO 1

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

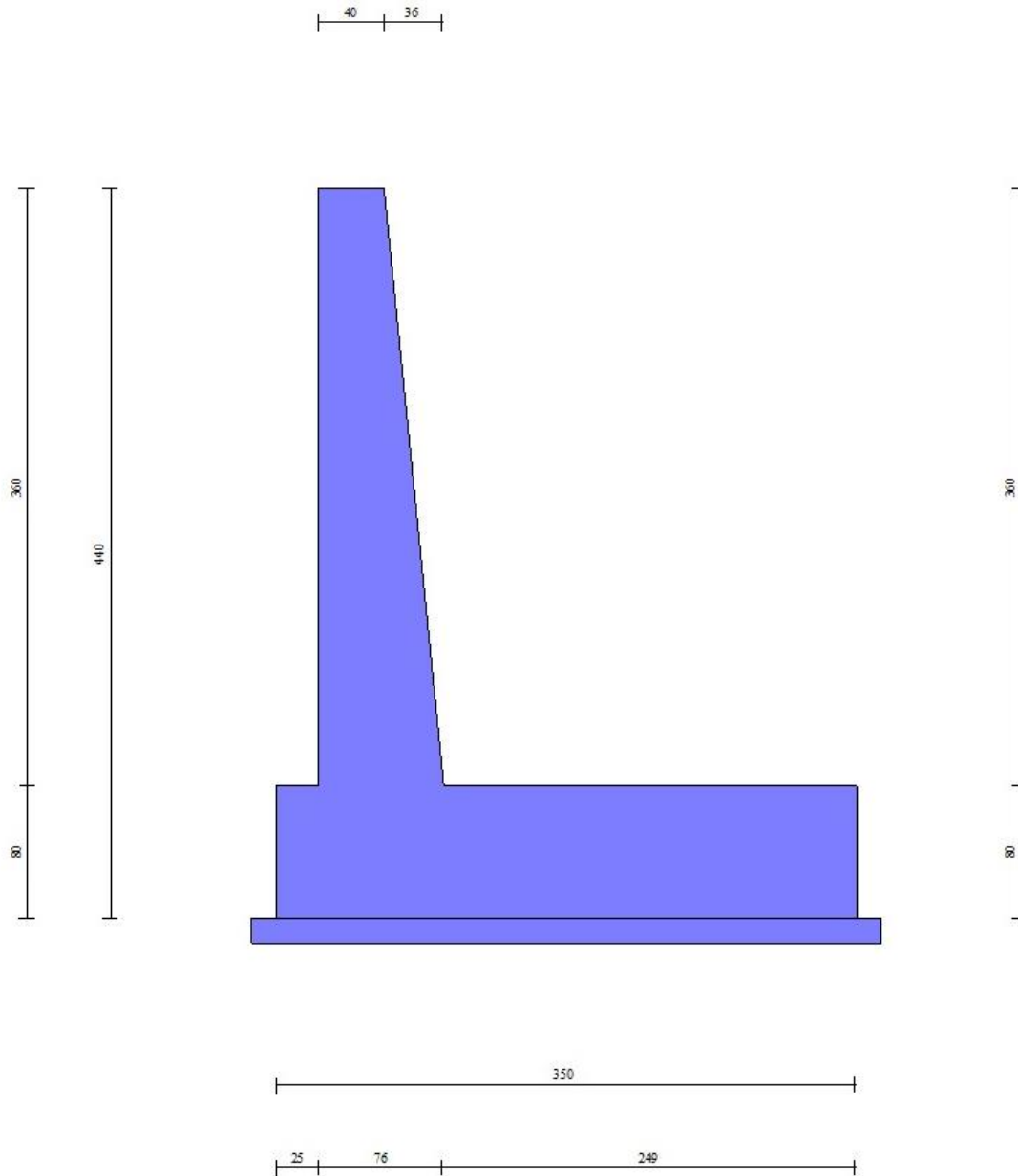
10.1 Modello di calcolo



Modello di calcolo muro

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	36 di 158

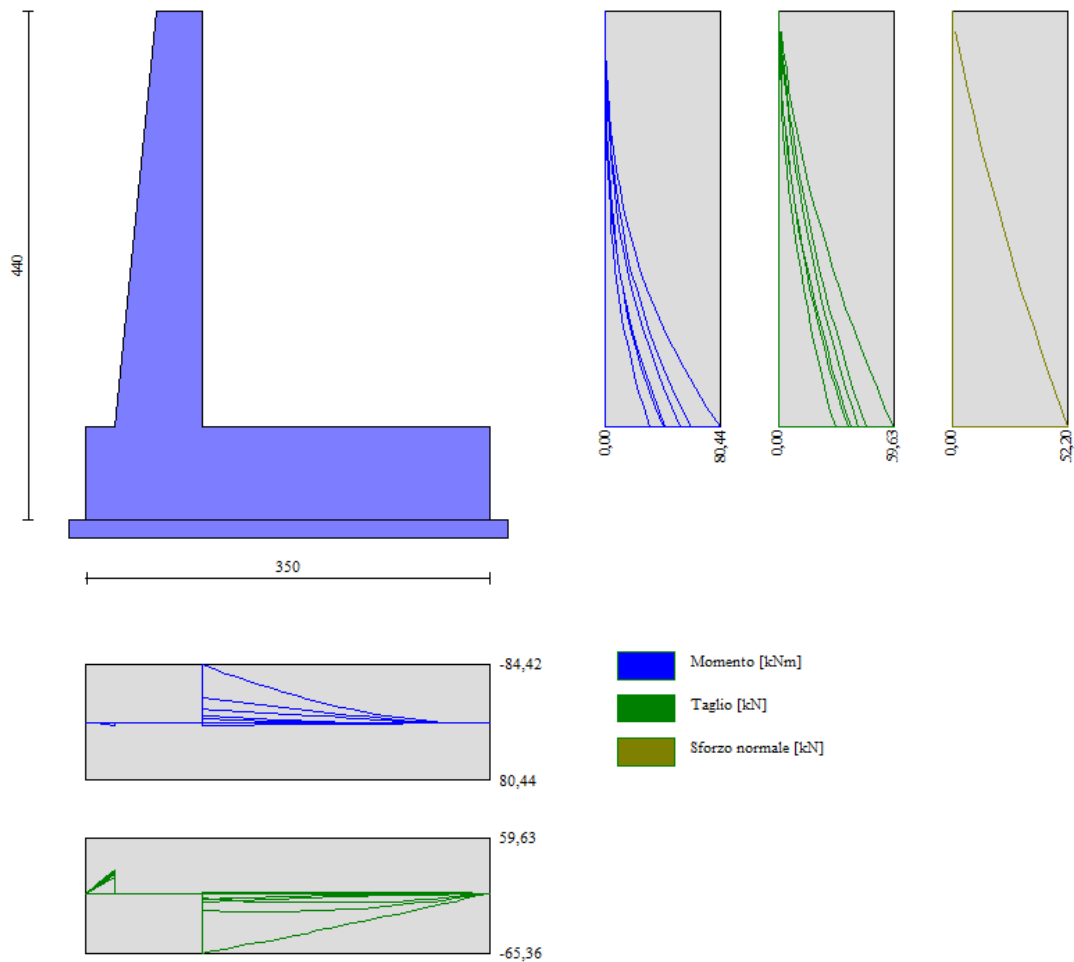


Geometria del muro

10.2 Risultati analisi

Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	F Ssco	F Sqlim	F Srib	F Sstab	F Shyd	F Supl
1	STR (A1-M1-R3)		2,781	9,618	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	2,745	10,745	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	2,686	11,178	--	--	--	--
4	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1,862	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1,927	--	--
6	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1,922	--	--
7	EQU		--	--	4,665	--	--	--
8	EQU	H + V	--	--	4,964	--	--	--
9	EQU	H - V	--	--	4,404	--	--	--



Involuppo sollecitazioni sul muro



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	38 di 158

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	Φ20/10	Φ20/10

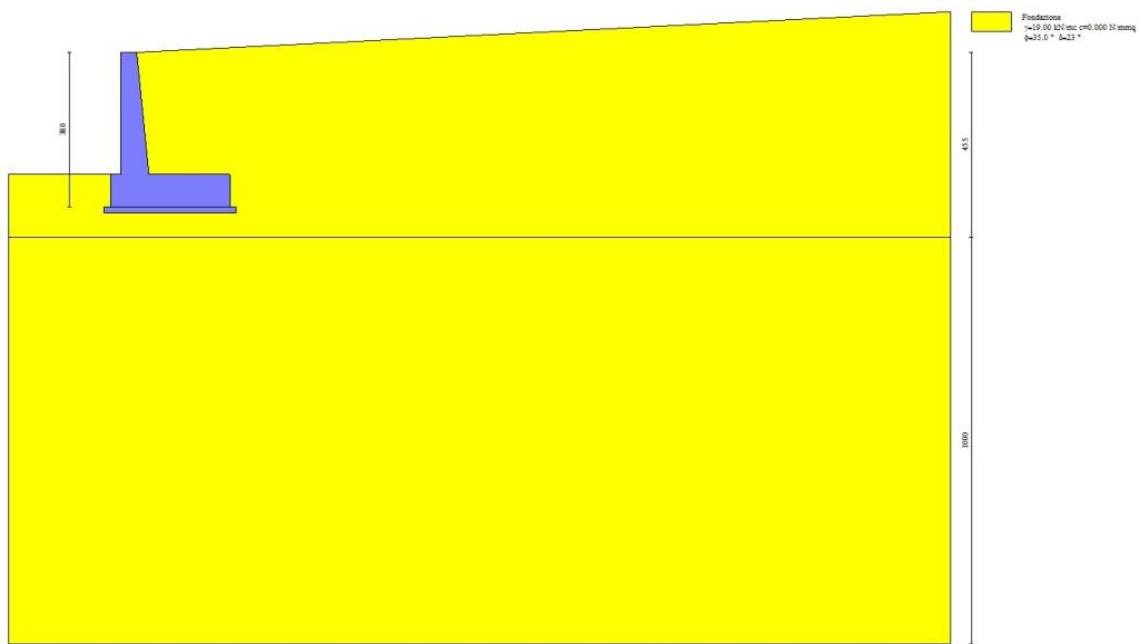
Per ulteriori dettagli circa i risultati delle verifiche si rimanda ai tabulati di calcolo specifici per l'opera in oggetto.

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

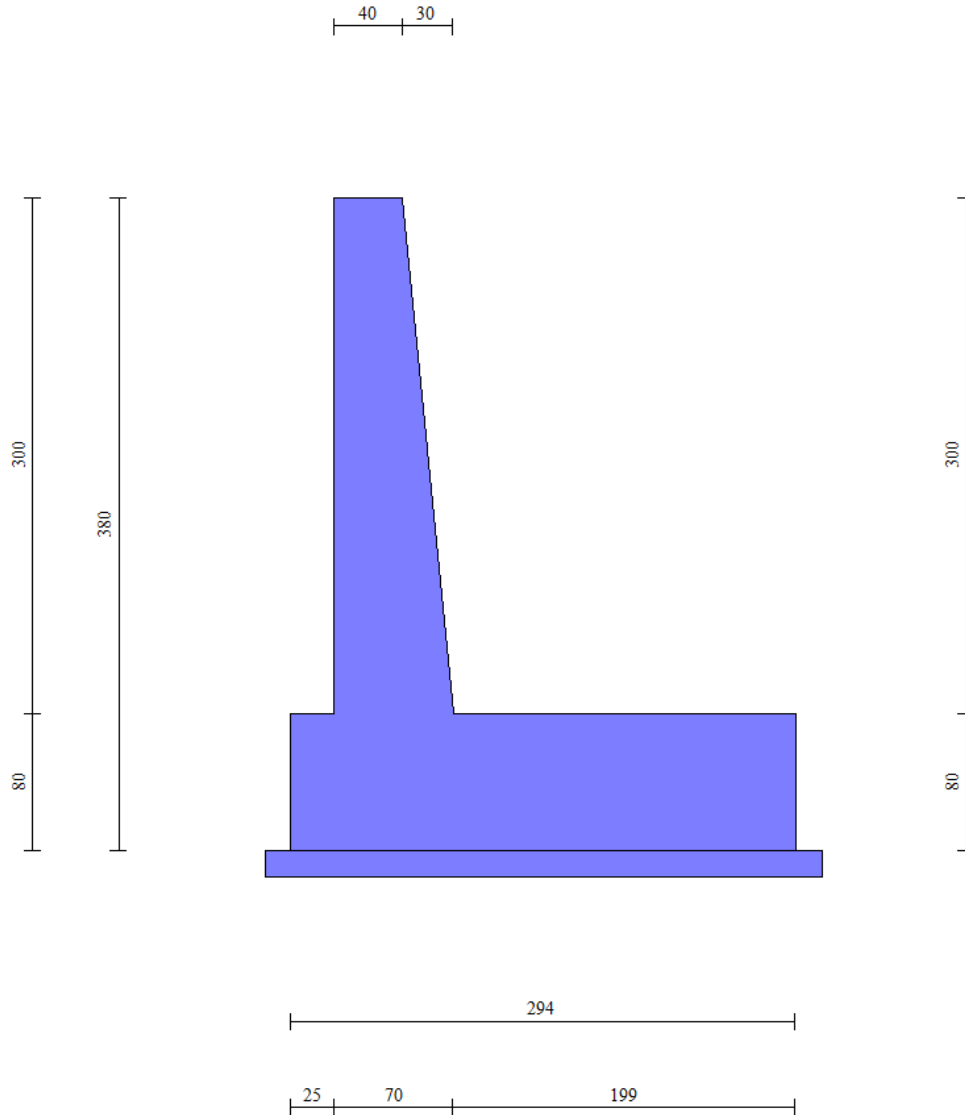
11 ANALISI E VERIFICHE MURO 2

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

11.1 Modello di calcolo



Modello di calcolo muro

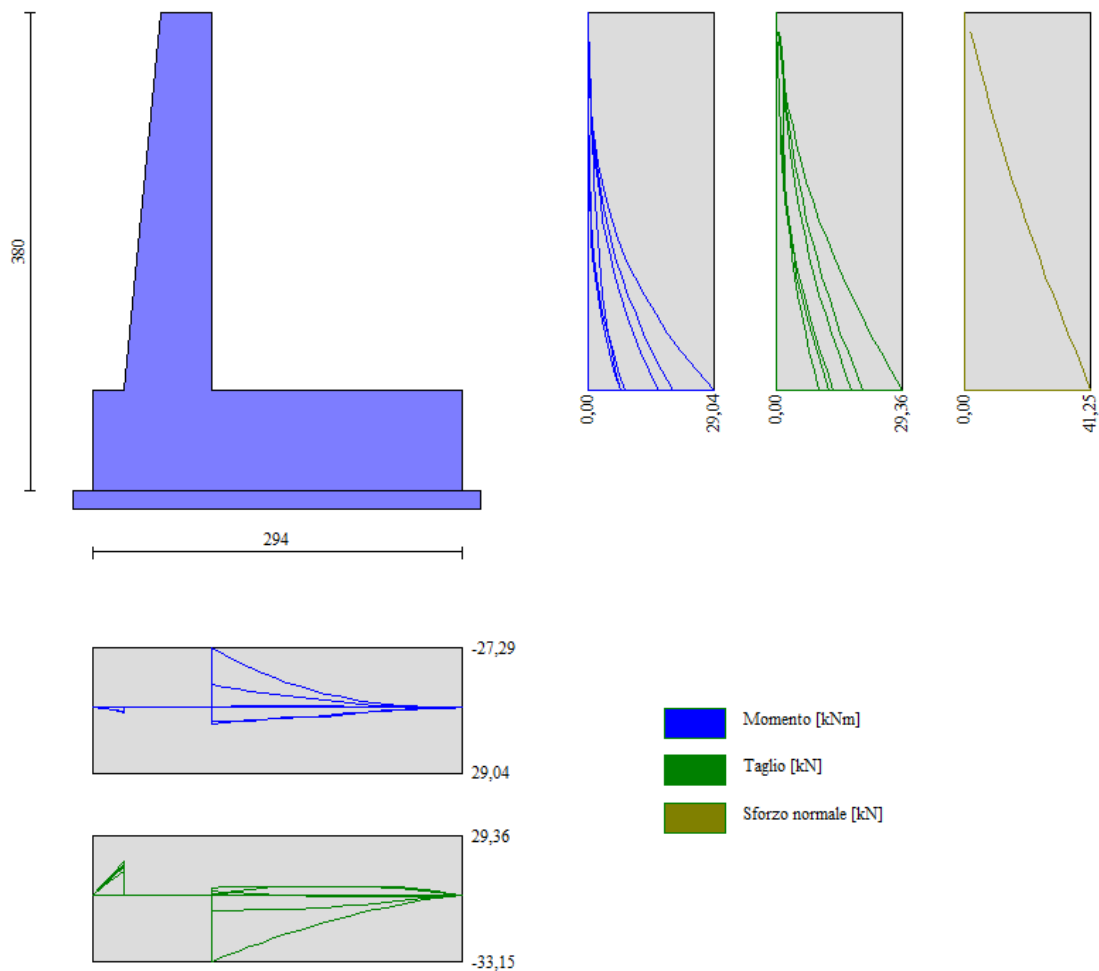


Geometria del muro

11.2 Risultati analisi

Sintesi FS verifiche globali

n°	Combinazione	Sismica	FSsco	FSqlim	FSrib	FSstab	FShyd	FSupl
1	STR (A1-M1-R3)		3,552	7,692	--	--	--	--
2	STR (A1-M1-R3)	H + V	3,813	10,748	--	--	--	--
3	STR (A1-M1-R3)	H - V	3,781	11,340	--	--	--	--
4	GEO (A2-M2-R2)		--	--	--	1,629	--	--
5	GEO (A2-M2-R2)	H + V	--	--	--	1,708	--	--
6	GEO (A2-M2-R2)	H - V	--	--	--	1,713	--	--
7	EQU		--	--	5,599	--	--	--
8	EQU	H + V	--	--	6,578	--	--	--
9	EQU	H - V	--	--	5,682	--	--	--



Involuppo sollecitazioni sul muro



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	42 di 158

11.3 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

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

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

12 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
 NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	43 di 158

13 TABULATI DI CALCOLO MURO 1

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	44 di 158

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
2	11,00	0,00	0,000
3	17,50	-4,40	-34,095
4	25,00	-4,40	0,000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C30/37	
Altezza paramento	3,60	[m]
Altezza paramento libero	3,60	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,76	[m]
Inclinazione paramento esterno	5,71	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	0,25	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,49	[m]
Lunghezza totale	3,50	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,80	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

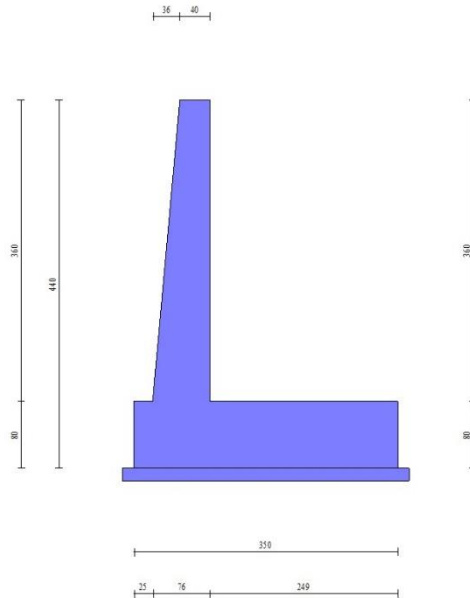


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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/mm ²]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ²]

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/mm ²]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [N/mm ²]	c _a [N/mm ²]	Cesp	τ_l [N/mm ²]
1	Riempimento	20,0000	20,0000	35.000	23.330	0,000	0,000		
2	Fondazione	19,0000	19,0000	35.000	29.750	0,005	0,000		

Stratigrafia

Simbologia adottata

- n° Indice dello strato
- H Spessore dello strato espresso in [m]
- α Inclinazione espressa in [°]
- Terreno Terreno dello strato
- Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

- Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
- Ks Coefficiente di spinta
- Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

- Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	4,40	0.000	Riempimento	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	10,00	0.000	Fondazione	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

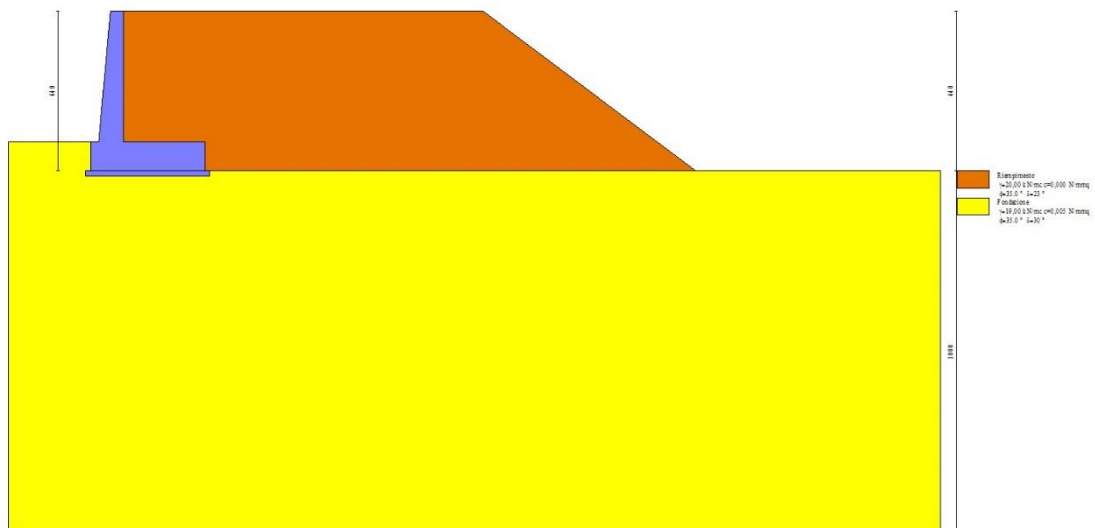


Fig. 2 - Stratigrafia

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					0,00	8,50	20,0000	20,0000

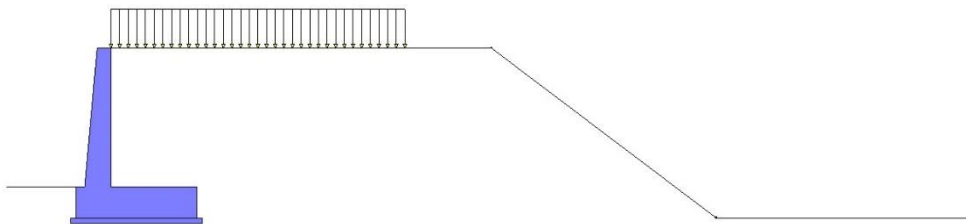


Fig. 3 - Carichi sul terreno



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 CL NV 21 00 001 A 48 di 158

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 statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	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_i} 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
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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	51 di 158

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

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.717	
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.175	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.502	
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.526	
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.437
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.240	6.035	3.018

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	52 di 158

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]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.55 f_{ck}	0.75 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.40 f_{ck}	1.00 f_{yk}

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	90,55	23,33	83,15	35,86	2,49	-2,70
	Peso/Inerzia muro			0,00	122,20/0,00	0,30	-3,14
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	246,51/0,00	1,25	-1,80
2	Spinta statica	47,32	23,33	43,45	18,74	2,49	-2,93
	Incremento di spinta sismica		8,30	7,62	3,29	2,49	-2,93
	Peso/Inerzia muro			7,37	122,20/3,69	0,30	-3,14
	Peso/Inerzia terrapieno			10,82	179,28/5,41	1,25	-1,80
3	Spinta statica	47,32	23,33	43,45	18,74	2,49	-2,93
	Incremento di spinta sismica		5,47	5,02	2,17	2,49	-2,93
	Peso/Inerzia muro			7,37	122,20/-3,69	0,30	-3,14
	Peso/Inerzia terrapieno			10,82	179,28/-5,41	1,25	-1,80
10	Spinta statica	68,83	23,33	63,20	27,26	2,49	-2,70
	Peso/Inerzia muro			0,00	122,20/0,00	0,30	-3,14
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	229,08/0,00	1,25	-1,80
11	Spinta statica	63,45	23,33	58,26	25,13	2,49	-2,75
	Peso/Inerzia muro			0,00	122,20/0,00	0,30	-3,14
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	216,63/0,00	1,25	-1,80
12	Spinta statica	47,32	23,33	43,45	18,74	2,49	-2,93
	Peso/Inerzia muro			0,00	122,20/0,00	0,30	-3,14

Ic	A	V	I	Cx	Cy	Px	Pv
		[kN]	[°]	[kN]	[kN]	[m]	[m]
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	179,28/0,00	1,25	-1,80

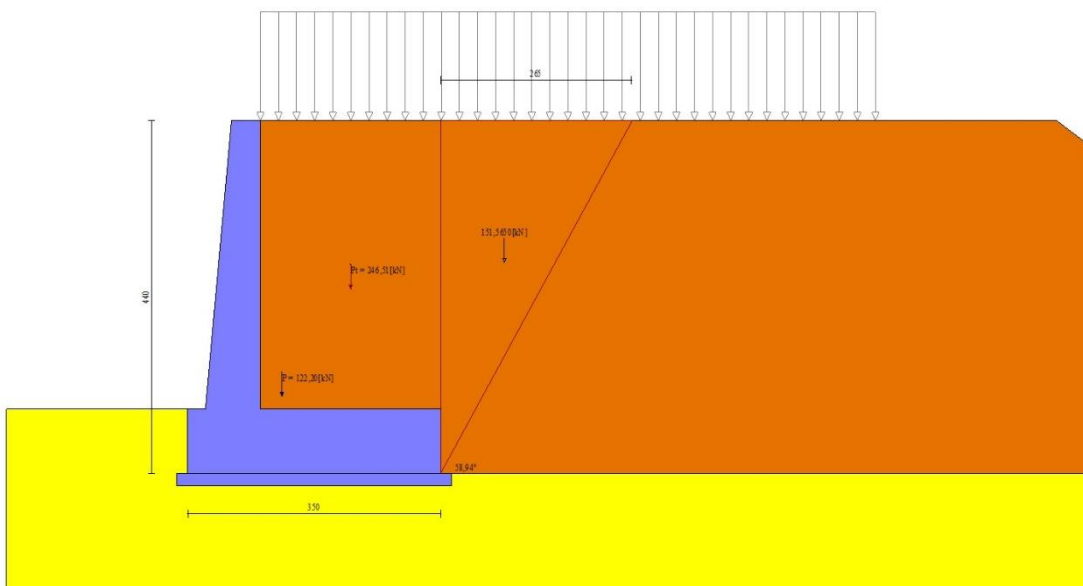


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

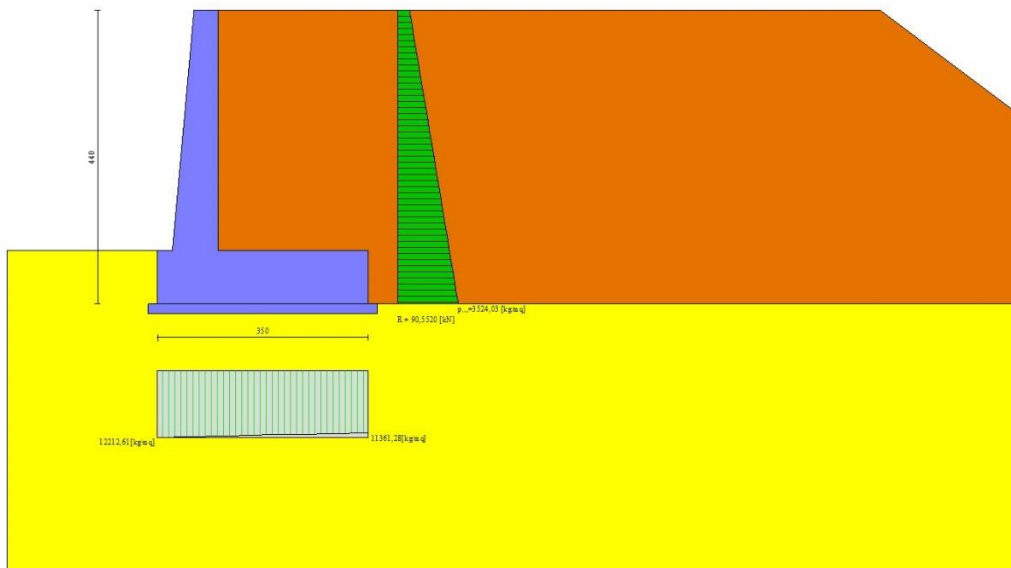


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

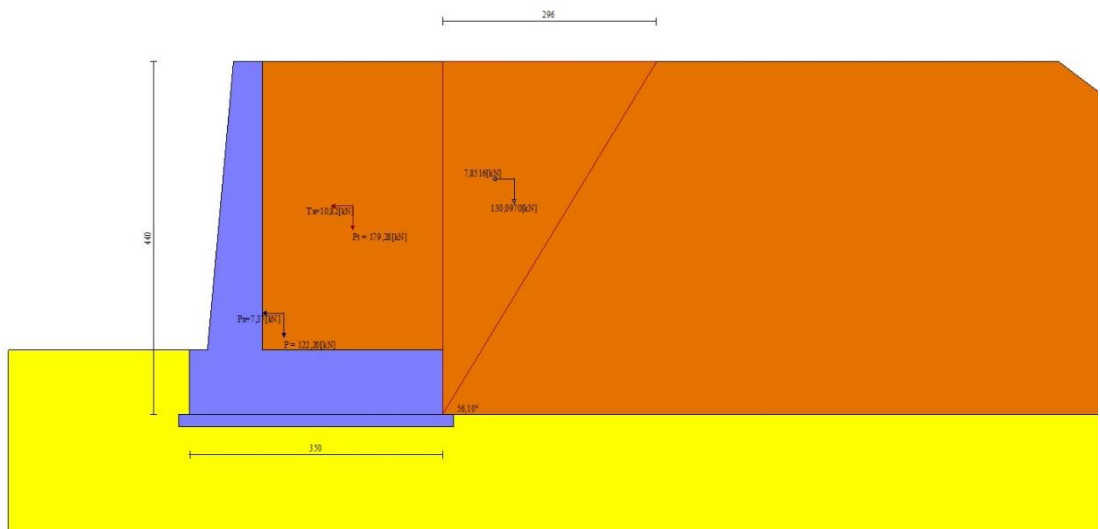


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

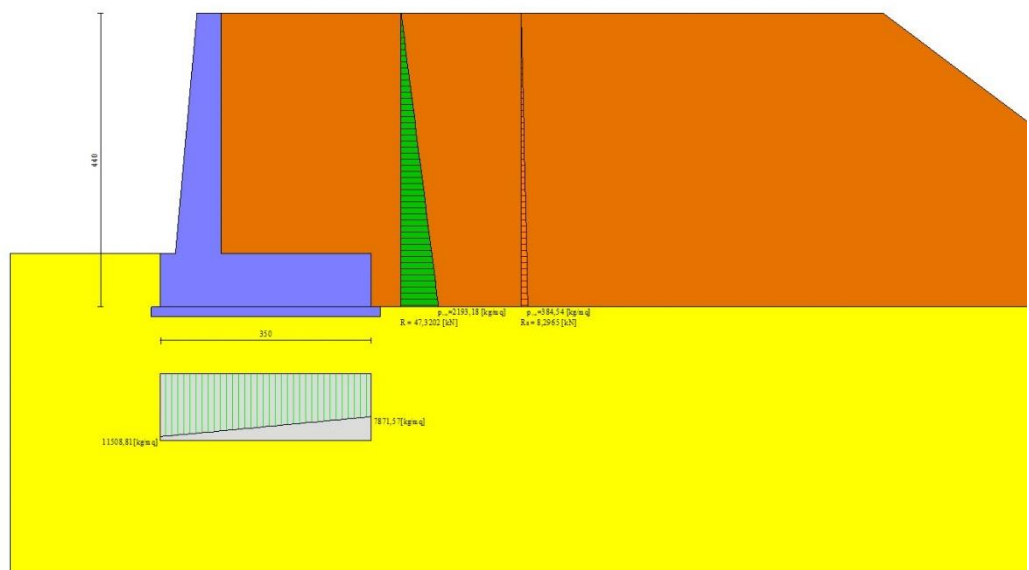


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	56 di 158

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)		2.781		9.618			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.745		10.745			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.686		11.178			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.862		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.927		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.922		
7 - EQU			4.665				
8 - EQU	H + V		4.964				
9 - EQU	H - V		4.404				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
R _{sa}	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
R _{pt}	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
R _{ps}	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
R _p	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
R _t	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di R _{sa} +R _{pt} +R _{ps} +R _p), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R _{sa}	R _{pt}	R _{ps}	R _p	R _t	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	231,23	0,00	0,00	--	--	231,23	83,15	2.781
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	190,10	0,00	0,00	--	--	190,10	69,26	2.745
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	179,06	0,00	0,00	--	--	179,06	66,67	2.686

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)	404,57	3891,11	2779,37	9.618
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	332,60	3573,85	2552,75	10.745
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	313,29	3501,93	2501,38	11.178

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/mm ²]

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

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[N/mm ²]
1	46.124 33.296 37.152	0.759 0.759 0.446	1.088 1.044 1.044	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.939	0,80	3,46 3,36	19,00	35.00	0,005
2	46.124 33.296 37.152	0.756 0.756 0.441	1.088 1.044 1.044	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.939	0,80	3,28 3,36	19,00	35.00	0,005
3	46.124 33.296 37.152	0.751 0.751 0.431	1.088 1.044 1.044	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.939	0,80	3,27 3,36	19,00	35.00	0,005



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	58 di 158

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	775,10	166,15	4.665
8 - EQU H + V	659,44	132,85	4.964
9 - EQU H - V	638,38	144,95	4.404

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)	-1,00; 2,00	7,30	1.862
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1,00; 3,50	8,65	1.927
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,00; 3,50	8,65	1.922

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	5,63	10,79	6,03 - 0,47	68.660	29.256	0,000	0,0000	
2	15,11	10,79	0,47	60.281	29.256	0,000	0,0000	
3	21,93	10,79	0,47	53.472	29.256	0,000	0,0000	
4	27,32	10,79	0,47	47.646	29.256	0,000	0,0000	
5	31,74	10,79	0,47	42.419	29.256	0,000	0,0000	
6	35,44	10,79	0,47	37.601	29.256	0,000	0,0000	
7	38,57	10,79	0,47	33.080	29.256	0,000	0,0000	
8	40,17	10,79	0,47	28.783	29.256	0,000	0,0000	
9	45,20	10,79	0,47	24.657	29.256	0,004	0,0000	
10	46,94	10,79	0,47	20.664	29.256	0,004	0,0000	
11	48,36	10,79	0,47	16.774	29.256	0,004	0,0000	
12	49,47	10,79	0,47	12.962	29.256	0,004	0,0000	
13	48,41	9,25	0,47	9.208	29.256	0,004	0,0000	
14	56,96	0,00	0,47	5.494	29.256	0,004	0,0000	
15	23,60	0,00	0,47	1.803	29.256	0,004	0,0000	
16	15,47	0,00	0,47	-1.881	29.256	0,004	0,0000	
17	15,18	0,00	0,47	-5.572	29.256	0,004	0,0000	
18	14,63	0,00	0,47	-9.287	29.256	0,004	0,0000	
19	13,81	0,00	0,47	-13.042	29.256	0,004	0,0000	
20	12,69	0,00	0,47	-16.855	29.256	0,004	0,0000	
21	11,27	0,00	0,47	-20.747	29.256	0,004	0,0000	
22	9,51	0,00	0,47	-24.742	29.256	0,004	0,0000	
23	7,38	0,00	0,47	-28.872	29.256	0,004	0,0000	
24	4,74	0,00	0,47	-33.173	29.256	0,004	0,0000	
25	1,60	0,00	-5,69 - 0,47	-36.909	29.256	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	4,99	0,00	6,92 - 0,51	62.034	29.256	0,000	0,0000	
2	13,88	0,00	0,51	55.837	29.256	0,000	0,0000	
3	20,96	0,00	0,51	50.137	29.256	0,000	0,0000	
4	26,79	0,00	0,51	45.060	29.256	0,000	0,0000	
5	31,70	0,00	0,51	40.405	29.256	0,000	0,0000	
6	35,88	0,00	0,51	36.055	29.256	0,000	0,0000	
7	39,46	0,00	0,51	31.935	29.256	0,000	0,0000	
8	42,52	0,00	0,51	27.993	29.256	0,000	0,0000	
9	43,85	0,00	0,51	24.192	29.256	0,000	0,0000	
10	49,26	0,00	0,51	20.501	29.256	0,004	0,0000	
11	50,97	0,00	0,51	16.897	29.256	0,004	0,0000	
12	52,33	0,00	0,51	13.361	29.256	0,004	0,0000	
13	53,36	0,00	0,51	9.877	29.256	0,004	0,0000	
14	59,30	0,00	0,51	6.429	29.256	0,004	0,0000	
15	43,58	0,00	0,51	3.005	29.256	0,004	0,0000	
16	16,32	0,00	0,51	-0.409	29.256	0,004	0,0000	
17	15,31	0,00	0,51	-3.824	29.256	0,004	0,0000	
18	14,82	0,00	0,51	-7.253	29.256	0,004	0,0000	
19	14,03	0,00	0,51	-10.708	29.256	0,004	0,0000	
20	12,91	0,00	0,51	-14.203	29.256	0,004	0,0000	
21	11,47	0,00	0,51	-17.754	29.256	0,004	0,0000	
22	9,68	0,00	0,51	-21.377	29.256	0,004	0,0000	
23	7,48	0,00	0,51	-25.092	29.256	0,004	0,0000	
24	4,77	0,00	0,51	-28.924	29.256	0,004	0,0000	
25	1,59	0,00	-5,95 - 0,51	-31.983	29.256	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	4,99	0,00	6,92 - 0,51	62.034	29.256	0,000	0,0000	
2	13,88	0,00	0,51	55.837	29.256	0,000	0,0000	
3	20,96	0,00	0,51	50.137	29.256	0,000	0,0000	
4	26,79	0,00	0,51	45.060	29.256	0,000	0,0000	
5	31,70	0,00	0,51	40.405	29.256	0,000	0,0000	
6	35,88	0,00	0,51	36.055	29.256	0,000	0,0000	
7	39,46	0,00	0,51	31.935	29.256	0,000	0,0000	
8	42,52	0,00	0,51	27.993	29.256	0,000	0,0000	
9	43,85	0,00	0,51	24.192	29.256	0,000	0,0000	
10	49,26	0,00	0,51	20.501	29.256	0,004	0,0000	
11	50,97	0,00	0,51	16.897	29.256	0,004	0,0000	
12	52,33	0,00	0,51	13.361	29.256	0,004	0,0000	
13	53,36	0,00	0,51	9.877	29.256	0,004	0,0000	
14	59,30	0,00	0,51	6.429	29.256	0,004	0,0000	
15	43,58	0,00	0,51	3.005	29.256	0,004	0,0000	
16	16,32	0,00	0,51	-0.409	29.256	0,004	0,0000	
17	15,31	0,00	0,51	-3.824	29.256	0,004	0,0000	
18	14,82	0,00	0,51	-7.253	29.256	0,004	0,0000	
19	14,03	0,00	0,51	-10.708	29.256	0,004	0,0000	
20	12,91	0,00	0,51	-14.203	29.256	0,004	0,0000	
21	11,47	0,00	0,51	-17.754	29.256	0,004	0,0000	
22	9,68	0,00	0,51	-21.377	29.256	0,004	0,0000	
23	7,48	0,00	0,51	-25.092	29.256	0,004	0,0000	
24	4,77	0,00	0,51	-28.924	29.256	0,004	0,0000	
25	1,59	0,00	-5,95 - 0,51	-31.983	29.256	0,004	0,0000	

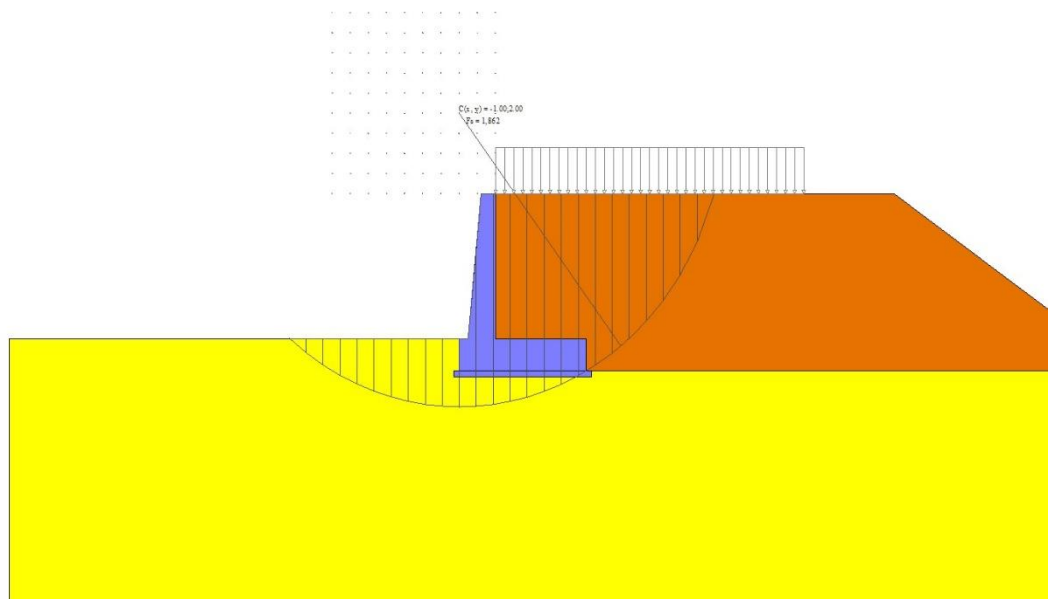


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	61 di 158

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	-0,17	1,75	1,13	0,09
3	-0,34	3,58	2,42	0,37
4	-0,51	5,47	3,89	0,87
5	-0,69	7,44	5,53	1,62
6	-0,86	9,49	7,34	2,64
7	-1,03	11,61	9,32	3,98
8	-1,20	13,80	11,48	5,65
9	-1,37	16,07	13,80	7,69
10	-1,54	18,40	16,30	10,12
11	-1,71	20,82	18,96	12,97
12	-1,89	23,30	21,80	16,27
13	-2,06	25,86	24,81	20,05
14	-2,23	28,49	28,00	24,35
15	-2,40	31,20	31,35	29,17
16	-2,57	33,98	34,88	34,57
17	-2,74	36,83	38,57	40,56
18	-2,91	39,76	42,44	47,17
19	-3,09	42,76	46,48	54,44
20	-3,26	45,83	50,69	62,38
21	-3,43	48,98	55,07	71,04
22	-3,60	52,20	59,63	80,44

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	-0,17	1,75	0,18	0,01
3	-0,34	3,58	0,53	0,04
4	-0,51	5,47	1,03	0,13
5	-0,69	7,44	1,69	0,31
6	-0,86	9,49	2,51	0,60
7	-1,03	11,61	3,49	1,02
8	-1,20	13,80	4,63	1,60
9	-1,37	16,07	5,93	2,38
10	-1,54	18,40	7,39	3,37
11	-1,71	20,82	9,01	4,61
12	-1,89	23,30	10,79	6,11
13	-2,06	25,86	12,73	7,92
14	-2,23	28,49	14,82	10,04
15	-2,40	31,20	17,08	12,52
16	-2,57	33,98	19,49	15,37
17	-2,74	36,83	22,07	18,63
18	-2,91	39,76	24,80	22,32
19	-3,09	42,76	27,70	26,46
20	-3,26	45,83	30,75	31,09
21	-3,43	48,98	33,97	36,23

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
22	-3,60	52,20	37,34	41,90

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,17	1,75	0,18	0,01
3	-0,34	3,58	0,51	0,04
4	-0,51	5,47	0,99	0,13
5	-0,69	7,44	1,63	0,30
6	-0,86	9,49	2,41	0,57
7	-1,03	11,61	3,35	0,97
8	-1,20	13,80	4,44	1,53
9	-1,37	16,07	5,68	2,26
10	-1,54	18,40	7,07	3,21
11	-1,71	20,82	8,62	4,38
12	-1,89	23,30	10,31	5,81
13	-2,06	25,86	12,16	7,53
14	-2,23	28,49	14,16	9,55
15	-2,40	31,20	16,31	11,90
16	-2,57	33,98	18,61	14,61
17	-2,74	36,83	21,06	17,71
18	-2,91	39,76	23,67	21,21
19	-3,09	42,76	26,42	25,15
20	-3,26	45,83	29,33	29,54
21	-3,43	48,98	32,39	34,43
22	-3,60	52,20	35,60	39,82

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,17	1,75	0,84	0,06
3	-0,34	3,58	1,80	0,26
4	-0,51	5,47	2,90	0,63
5	-0,69	7,44	4,14	1,17
6	-0,86	9,49	5,50	1,92
7	-1,03	11,61	6,99	2,90
8	-1,20	13,80	8,62	4,13
9	-1,37	16,07	10,38	5,63
10	-1,54	18,40	12,27	7,42
11	-1,71	20,82	14,29	9,53
12	-1,89	23,30	16,45	11,97
13	-2,06	25,86	18,73	14,77
14	-2,23	28,49	21,15	17,96
15	-2,40	31,20	23,70	21,55
16	-2,57	33,98	26,38	25,56
17	-2,74	36,83	29,20	30,02
18	-2,91	39,76	32,14	34,94
19	-3,09	42,76	35,22	40,36
20	-3,26	45,83	38,43	46,29
21	-3,43	48,98	41,77	52,76
22	-3,60	52,20	45,25	59,78



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	63 di 158

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,17	1,75	0,64	0,05
3	-0,34	3,58	1,42	0,20
4	-0,51	5,47	2,33	0,48
5	-0,69	7,44	3,37	0,91
6	-0,86	9,49	4,54	1,51
7	-1,03	11,61	5,84	2,31
8	-1,20	13,80	7,27	3,32
9	-1,37	16,07	8,84	4,57
10	-1,54	18,40	10,54	6,09
11	-1,71	20,82	12,37	7,88
12	-1,89	23,30	14,33	9,98
13	-2,06	25,86	16,42	12,40
14	-2,23	28,49	18,65	15,17
15	-2,40	31,20	21,01	18,31
16	-2,57	33,98	23,50	21,85
17	-2,74	36,83	26,12	25,80
18	-2,91	39,76	28,87	30,18
19	-3,09	42,76	31,76	35,02
20	-3,26	45,83	34,78	40,34
21	-3,43	48,98	37,93	46,17
22	-3,60	52,20	41,21	52,51

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,17	1,75	0,07	0,00
3	-0,34	3,58	0,27	0,00
4	-0,51	5,47	0,60	0,03
5	-0,69	7,44	1,06	0,12
6	-0,86	9,49	1,65	0,28
7	-1,03	11,61	2,38	0,53
8	-1,20	13,80	3,23	0,90
9	-1,37	16,07	4,22	1,41
10	-1,54	18,40	5,34	2,08
11	-1,71	20,82	6,60	2,93
12	-1,89	23,30	7,98	3,99
13	-2,06	25,86	9,50	5,28
14	-2,23	28,49	11,15	6,81
15	-2,40	31,20	12,93	8,62
16	-2,57	33,98	14,84	10,72
17	-2,74	36,83	16,89	13,13
18	-2,91	39,76	19,06	15,88
19	-3,09	42,76	21,37	18,99
20	-3,26	45,83	23,81	22,49
21	-3,43	48,98	26,38	26,38
22	-3,60	52,20	29,09	30,70

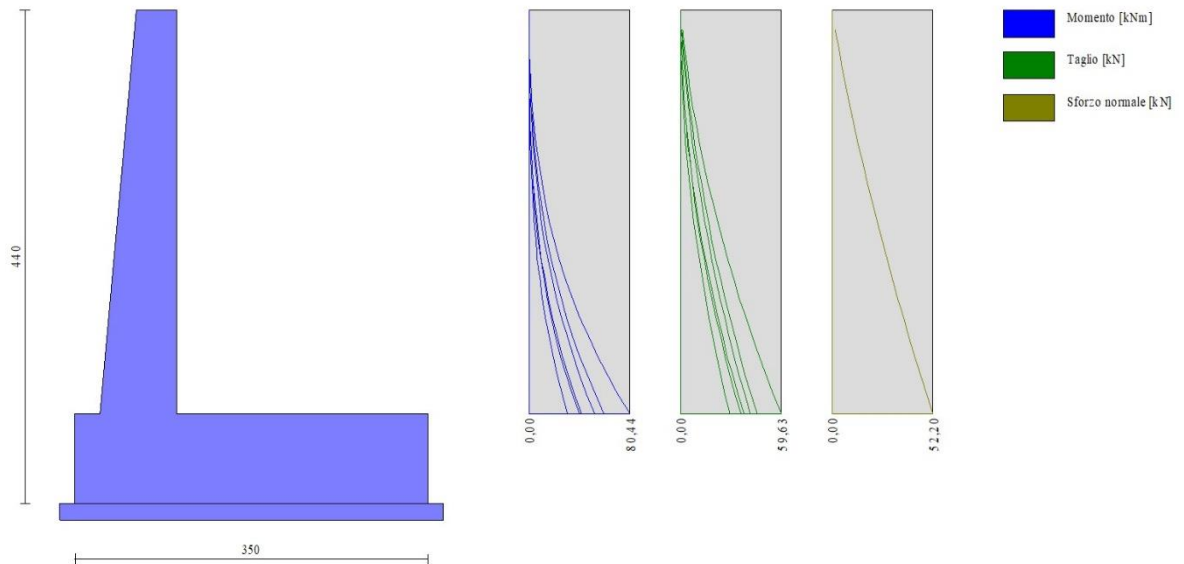


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,01	0,00	0,00	0,00
2	-0,93	0,00	8,30	0,35
3	-0,84	0,00	16,58	1,38
4	-0,76	0,00	24,85	3,11
5	0,00	0,00	-65,36	-84,42
6	0,10	0,00	-63,03	-78,03
7	0,20	0,00	-60,67	-71,87
8	0,30	0,00	-58,29	-65,94
9	0,40	0,00	-55,89	-60,26
10	0,50	0,00	-53,46	-54,81
11	0,60	0,00	-51,01	-49,61
12	0,70	0,00	-48,54	-44,65
13	0,80	0,00	-46,04	-39,94
14	0,90	0,00	-43,52	-35,48
15	1,00	0,00	-40,98	-31,27
16	1,10	0,00	-38,41	-27,32
17	1,20	0,00	-35,82	-23,62
18	1,29	0,00	-33,21	-20,18
19	1,39	0,00	-30,57	-17,01
20	1,49	0,00	-27,91	-14,09
21	1,59	0,00	-25,22	-11,45
22	1,69	0,00	-22,51	-9,07
23	1,79	0,00	-19,78	-6,96
24	1,89	0,00	-17,03	-5,13
25	1,99	0,00	-14,25	-3,57
26	2,09	0,00	-11,45	-2,29
27	2,19	0,00	-8,62	-1,29

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
28	2,29	0,00	-5,77	-0,58
29	2,39	0,00	-2,90	-0,14
30	2,49	0,00	0,00	0,00

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1,01	0,00	0,00	0,00
2	-0,93	0,00	7,69	0,32
3	-0,84	0,00	15,31	1,28
4	-0,76	0,00	22,87	2,87
5	0,00	0,00	-5,31	-19,66
6	0,10	0,00	-6,31	-19,08
7	0,20	0,00	-7,20	-18,41
8	0,30	0,00	-8,00	-17,65
9	0,40	0,00	-8,69	-16,82
10	0,50	0,00	-9,28	-15,92
11	0,60	0,00	-9,77	-14,97
12	0,70	0,00	-10,16	-13,98
13	0,80	0,00	-10,45	-12,95
14	0,90	0,00	-10,64	-11,90
15	1,00	0,00	-10,73	-10,84
16	1,10	0,00	-10,72	-9,77
17	1,20	0,00	-10,61	-8,70
18	1,29	0,00	-10,40	-7,66
19	1,39	0,00	-10,08	-6,64
20	1,49	0,00	-9,67	-5,65
21	1,59	0,00	-9,16	-4,71
22	1,69	0,00	-8,54	-3,83
23	1,79	0,00	-7,83	-3,01
24	1,89	0,00	-7,01	-2,27
25	1,99	0,00	-6,09	-1,62
26	2,09	0,00	-5,08	-1,06
27	2,19	0,00	-3,96	-0,61
28	2,29	0,00	-2,74	-0,28
29	2,39	0,00	-1,42	-0,07
30	2,49	0,00	0,00	0,00

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-1,01	0,00	0,00	0,00
2	-0,93	0,00	7,25	0,30
3	-0,84	0,00	14,42	1,21
4	-0,76	0,00	21,53	2,70
5	0,00	0,00	-19,17	-37,04
6	0,10	0,00	-19,63	-35,11
7	0,20	0,00	-19,98	-33,13
8	0,30	0,00	-20,22	-31,13
9	0,40	0,00	-20,37	-29,11
10	0,50	0,00	-20,42	-27,08
11	0,60	0,00	-20,36	-25,05
12	0,70	0,00	-20,20	-23,02
13	0,80	0,00	-19,94	-21,02
14	0,90	0,00	-19,58	-19,05
15	1,00	0,00	-19,12	-17,13



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	66 di 158

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
16	1,10	0,00	-18,56	-15,25
17	1,20	0,00	-17,89	-13,43
18	1,29	0,00	-17,12	-11,69
19	1,39	0,00	-16,25	-10,03
20	1,49	0,00	-15,28	-8,45
21	1,59	0,00	-14,21	-6,98
22	1,69	0,00	-13,04	-5,63
23	1,79	0,00	-11,77	-4,39
24	1,89	0,00	-10,39	-3,29
25	1,99	0,00	-8,91	-2,32
26	2,09	0,00	-7,33	-1,51
27	2,19	0,00	-5,65	-0,87
28	2,29	0,00	-3,87	-0,39
29	2,39	0,00	-1,99	-0,10
30	2,49	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,01	0,00	0,00	0,00
2	-0,93	0,00	7,27	0,30
3	-0,84	0,00	14,53	1,21
4	-0,76	0,00	21,81	2,73
5	0,00	0,00	-9,00	-10,50
6	0,10	0,00	-8,57	-9,63
7	0,20	0,00	-8,15	-8,79
8	0,30	0,00	-7,74	-8,00
9	0,40	0,00	-7,33	-7,25
10	0,50	0,00	-6,93	-6,54
11	0,60	0,00	-6,53	-5,87
12	0,70	0,00	-6,14	-5,24
13	0,80	0,00	-5,75	-4,65
14	0,90	0,00	-5,37	-4,10
15	1,00	0,00	-4,99	-3,58
16	1,10	0,00	-4,62	-3,10
17	1,20	0,00	-4,26	-2,66
18	1,29	0,00	-3,90	-2,25
19	1,39	0,00	-3,54	-1,88
20	1,49	0,00	-3,19	-1,55
21	1,59	0,00	-2,85	-1,24
22	1,69	0,00	-2,51	-0,98
23	1,79	0,00	-2,18	-0,74
24	1,89	0,00	-1,85	-0,54
25	1,99	0,00	-1,53	-0,38
26	2,09	0,00	-1,21	-0,24
27	2,19	0,00	-0,90	-0,13
28	2,29	0,00	-0,60	-0,06
29	2,39	0,00	-0,30	-0,01
30	2,49	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,01	0,00	0,00	0,00
2	-0,93	0,00	6,88	0,29
3	-0,84	0,00	13,77	1,15

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
4	-0,76	0,00	20,67	2,58
5	0,00	0,00	-6,62	-7,24
6	0,10	0,00	-6,27	-6,60
7	0,20	0,00	-5,92	-5,99
8	0,30	0,00	-5,57	-5,42
9	0,40	0,00	-5,24	-4,88
10	0,50	0,00	-4,91	-4,38
11	0,60	0,00	-4,59	-3,90
12	0,70	0,00	-4,28	-3,46
13	0,80	0,00	-3,98	-3,05
14	0,90	0,00	-3,68	-2,67
15	1,00	0,00	-3,39	-2,32
16	1,10	0,00	-3,11	-1,99
17	1,20	0,00	-2,84	-1,70
18	1,29	0,00	-2,58	-1,43
19	1,39	0,00	-2,32	-1,18
20	1,49	0,00	-2,07	-0,97
21	1,59	0,00	-1,83	-0,77
22	1,69	0,00	-1,59	-0,60
23	1,79	0,00	-1,37	-0,45
24	1,89	0,00	-1,15	-0,33
25	1,99	0,00	-0,94	-0,23
26	2,09	0,00	-0,73	-0,14
27	2,19	0,00	-0,54	-0,08
28	2,29	0,00	-0,35	-0,03
29	2,39	0,00	-0,17	-0,01
30	2,49	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1,01	0,00	0,00	0,00
2	-0,93	0,00	5,74	0,24
3	-0,84	0,00	11,50	0,96
4	-0,76	0,00	17,26	2,16
5	0,00	0,00	0,50	2,53
6	0,10	0,00	0,65	2,47
7	0,20	0,00	0,79	2,40
8	0,30	0,00	0,92	2,31
9	0,40	0,00	1,04	2,22
10	0,50	0,00	1,13	2,11
11	0,60	0,00	1,22	1,99
12	0,70	0,00	1,29	1,87
13	0,80	0,00	1,34	1,74
14	0,90	0,00	1,38	1,60
15	1,00	0,00	1,40	1,46
16	1,10	0,00	1,41	1,32
17	1,20	0,00	1,41	1,18
18	1,29	0,00	1,39	1,04
19	1,39	0,00	1,35	0,90
20	1,49	0,00	1,30	0,77
21	1,59	0,00	1,24	0,64
22	1,69	0,00	1,16	0,53
23	1,79	0,00	1,07	0,41
24	1,89	0,00	0,96	0,31
25	1,99	0,00	0,84	0,22
26	2,09	0,00	0,70	0,15
27	2,19	0,00	0,55	0,08
28	2,29	0,00	0,38	0,04
29	2,39	0,00	0,20	0,01
30	2,49	0,00	0,00	0,00

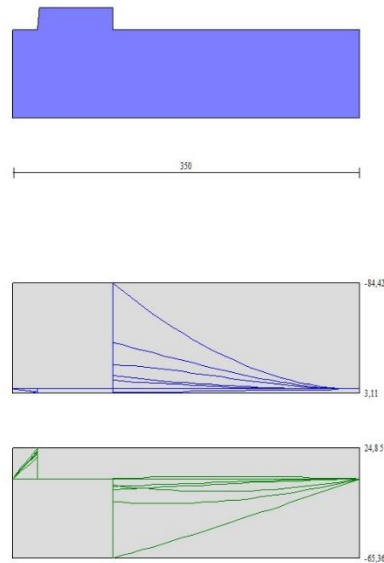


Fig. 10 - Fondazione (Inviluppo)

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3E 50 D 78 CL NV 21 00 001 A 69 di 158

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	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,17	100	42	15,71	31,42	0,09	1,75	0,00	0,00	1000.000
3	-0,34	100	43	15,71	31,42	0,37	3,58	0,00	0,00	1000.000
4	-0,51	100	45	15,71	31,42	0,87	5,47	644,39	4074,77	744.464
5	-0,69	100	47	15,71	31,42	1,62	7,44	757,43	3490,92	468.905
6	-0,86	100	49	15,71	31,42	2,64	9,49	843,90	3029,45	319.236
7	-1,03	100	50	15,71	31,42	3,98	11,61	870,85	2540,62	218.868
8	-1,20	100	52	15,71	31,42	5,65	13,80	885,32	2162,23	156.685
9	-1,37	100	54	15,71	31,42	7,69	16,07	894,25	1869,03	116.341
10	-1,54	100	55	15,71	31,42	10,12	18,40	903,89	1644,40	89.351
11	-1,71	100	57	15,71	31,42	12,97	20,82	909,43	1459,79	70.128
12	-1,89	100	59	15,71	31,42	16,27	23,30	920,49	1318,23	56.573
13	-2,06	100	61	15,71	31,42	20,05	25,86	928,62	1197,51	46.306
14	-2,23	100	62	15,71	31,42	24,35	28,49	939,02	1099,01	38.571
15	-2,40	100	64	15,71	31,42	29,17	31,20	952,57	1018,70	32.651
16	-2,57	100	66	15,71	31,42	34,57	33,98	964,88	948,40	27.912
17	-2,74	100	67	15,71	31,42	40,56	36,83	975,85	886,18	24.060
18	-2,91	100	69	15,71	31,42	47,17	39,76	988,29	832,96	20.951
19	-3,09	100	71	15,71	31,42	54,44	42,76	1002,07	787,07	18.407
20	-3,26	100	73	15,71	31,42	62,38	45,83	1017,08	747,20	16.303
21	-3,43	100	74	15,71	31,42	71,04	48,98	1033,04	712,21	14.541
22	-3,60	100	76	15,71	31,42	80,44	52,20	1049,80	681,24	13.051

Combinazione n° 2 - 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	-0,17	100	42	15,71	31,42	0,01	1,75	0,00	0,00	1000.000
3	-0,34	100	43	15,71	31,42	0,04	3,58	0,00	0,00	1000.000
4	-0,51	100	45	15,71	31,42	0,13	5,47	0,00	0,00	1000.000
5	-0,69	100	47	15,71	31,42	0,31	7,44	300,67	7213,15	968.879
6	-0,86	100	49	15,71	31,42	0,60	9,49	427,10	6801,03	716.674
7	-1,03	100	50	15,71	31,42	1,02	11,61	556,62	6346,08	546.697
8	-1,20	100	52	15,71	31,42	1,60	13,80	683,41	5880,95	426.162
9	-1,37	100	54	15,71	31,42	2,38	16,07	804,90	5435,09	338.317
10	-1,54	100	55	15,71	31,42	3,37	18,40	920,93	5027,26	273.165
11	-1,71	100	57	15,71	31,42	4,61	20,82	1031,44	4660,46	223.889
12	-1,89	100	59	15,71	31,42	6,11	23,30	1130,47	4309,34	184.938
13	-2,06	100	61	15,71	31,42	7,92	25,86	1216,24	3973,70	153.658
14	-2,23	100	62	15,71	31,42	10,04	28,49	1255,99	3563,97	125.081
15	-2,40	100	64	15,71	31,42	12,52	31,20	1281,76	3194,66	102.395
16	-2,57	100	66	15,71	31,42	15,37	33,98	1294,88	2862,42	84.241
17	-2,74	100	67	15,71	31,42	18,63	36,83	1303,49	2577,28	69.975
18	-2,91	100	69	15,71	31,42	22,32	39,76	1310,35	2334,57	58.719
19	-3,09	100	71	15,71	31,42	26,46	42,76	1312,28	2120,58	49.595
20	-3,26	100	73	15,71	31,42	31,09	45,83	1315,84	1939,86	42.326
21	-3,43	100	74	15,71	31,42	36,23	48,98	1322,83	1788,44	36.515
22	-3,60	100	76	15,71	31,42	41,90	52,20	1323,17	1648,28	31.577

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
2	-0,17	100	42	15,71	31,42	0,01	1,75	0,00	0,00	1000.000
3	-0,34	100	43	15,71	31,42	0,04	3,58	0,00	0,00	1000.000
4	-0,51	100	45	15,71	31,42	0,13	5,47	0,00	0,00	1000.000
5	-0,69	100	47	15,71	31,42	0,30	7,44	289,43	7281,73	978.092
6	-0,86	100	49	15,71	31,42	0,57	9,49	412,57	6895,37	726.616
7	-1,03	100	50	15,71	31,42	0,97	11,61	539,88	6464,06	556.861
8	-1,20	100	52	15,71	31,42	1,53	13,80	665,60	6017,54	436.060
9	-1,37	100	54	15,71	31,42	2,26	16,07	786,95	5584,48	347.616
10	-1,54	100	55	15,71	31,42	3,21	18,40	903,03	5181,86	281.565
11	-1,71	100	57	15,71	31,42	4,38	20,82	1013,66	4815,47	231.335
12	-1,89	100	59	15,71	31,42	5,81	23,30	1117,78	4480,67	192.290
13	-2,06	100	61	15,71	31,42	7,53	25,86	1208,78	4153,51	160.611
14	-2,23	100	62	15,71	31,42	9,55	28,49	1263,97	3772,46	132.399
15	-2,40	100	64	15,71	31,42	11,90	31,20	1295,08	3395,46	108.832
16	-2,57	100	66	15,71	31,42	14,61	33,98	1315,39	3059,00	90.027
17	-2,74	100	67	15,71	31,42	17,71	36,83	1331,15	2769,08	75.182
18	-2,91	100	69	15,71	31,42	21,21	39,76	1335,22	2502,96	62.955
19	-3,09	100	71	15,71	31,42	25,15	42,76	1343,46	2284,35	53.425
20	-3,26	100	73	15,71	31,42	29,54	45,83	1344,16	2085,20	45.497
21	-3,43	100	74	15,71	31,42	34,43	48,98	1350,38	1921,22	39.226
22	-3,60	100	76	15,71	31,42	39,82	52,20	1354,99	1776,31	34.030

Fondazione

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	-1,01	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,93	100	80	31,42	31,42	0,35	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-0,84	100	80	31,42	31,42	1,38	0,00	891,34	0,00	644.555
4	-0,76	100	80	31,42	31,42	3,11	0,00	891,34	0,00	286.659
5	0,00	100	80	31,42	31,42	-84,42	0,00	-891,34	0,00	10.558
6	0,10	100	80	31,42	31,42	-78,03	0,00	-891,34	0,00	11.423
7	0,20	100	80	31,42	31,42	-71,87	0,00	-891,34	0,00	12.403
8	0,30	100	80	31,42	31,42	-65,94	0,00	-891,34	0,00	13.517
9	0,40	100	80	31,42	31,42	-60,26	0,00	-891,34	0,00	14.792
10	0,50	100	80	31,42	31,42	-54,81	0,00	-891,34	0,00	16.262
11	0,60	100	80	31,42	31,42	-49,61	0,00	-891,34	0,00	17.968
12	0,70	100	80	31,42	31,42	-44,65	0,00	-891,34	0,00	19.963
13	0,80	100	80	31,42	31,42	-39,94	0,00	-891,34	0,00	22.317
14	0,90	100	80	31,42	31,42	-35,48	0,00	-891,34	0,00	25.123
15	1,00	100	80	31,42	31,42	-31,27	0,00	-891,34	0,00	28.504
16	1,10	100	80	31,42	31,42	-27,32	0,00	-891,34	0,00	32.630
17	1,20	100	80	31,42	31,42	-23,62	0,00	-891,34	0,00	37.737
18	1,29	100	80	31,42	31,42	-20,18	0,00	-891,34	0,00	44.166
19	1,39	100	80	31,42	31,42	-17,01	0,00	-891,34	0,00	52.415
20	1,49	100	80	31,42	31,42	-14,09	0,00	-891,34	0,00	63.246
21	1,59	100	80	31,42	31,42	-11,45	0,00	-891,34	0,00	77.866
22	1,69	100	80	31,42	31,42	-9,07	0,00	-891,34	0,00	98.278
23	1,79	100	80	31,42	31,42	-6,96	0,00	-891,34	0,00	128.010
24	1,89	100	80	31,42	31,42	-5,13	0,00	-891,34	0,00	173.758
25	1,99	100	80	31,42	31,42	-3,57	0,00	-891,34	0,00	249.528
26	2,09	100	80	31,42	31,42	-2,29	0,00	-891,34	0,00	388.825
27	2,19	100	80	31,42	31,42	-1,29	0,00	-891,34	0,00	689.366
28	2,29	100	80	31,42	31,42	-0,58	0,00	0,00	0,00	1000.000
29	2,39	100	80	31,42	31,42	-0,14	0,00	0,00	0,00	1000.000
30	2,49	100	80	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	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	-1,01	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,93	100	80	31,42	31,42	0,32	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-0,84	100	80	31,42	31,42	1,28	0,00	891,34	0,00	696.293
4	-0,76	100	80	31,42	31,42	2,87	0,00	891,34	0,00	310.412
5	0,00	100	80	31,42	31,42	-19,66	0,00	-891,34	0,00	45.335
6	0,10	100	80	31,42	31,42	-19,08	0,00	-891,34	0,00	46.712
7	0,20	100	80	31,42	31,42	-18,41	0,00	-891,34	0,00	48.422
8	0,30	100	80	31,42	31,42	-17,65	0,00	-891,34	0,00	50.500
9	0,40	100	80	31,42	31,42	-16,82	0,00	-891,34	0,00	52.997
10	0,50	100	80	31,42	31,42	-15,92	0,00	-891,34	0,00	55.979
11	0,60	100	80	31,42	31,42	-14,97	0,00	-891,34	0,00	59.529
12	0,70	100	80	31,42	31,42	-13,98	0,00	-891,34	0,00	63.760
13	0,80	100	80	31,42	31,42	-12,95	0,00	-891,34	0,00	68.819
14	0,90	100	80	31,42	31,42	-11,90	0,00	-891,34	0,00	74.899
15	1,00	100	80	31,42	31,42	-10,84	0,00	-891,34	0,00	82.264
16	1,10	100	80	31,42	31,42	-9,77	0,00	-891,34	0,00	91.270
17	1,20	100	80	31,42	31,42	-8,70	0,00	-891,34	0,00	102.420
18	1,29	100	80	31,42	31,42	-7,66	0,00	-891,34	0,00	116.425
19	1,39	100	80	31,42	31,42	-6,64	0,00	-891,34	0,00	134.337
20	1,49	100	80	31,42	31,42	-5,65	0,00	-891,34	0,00	157.744
21	1,59	100	80	31,42	31,42	-4,71	0,00	-891,34	0,00	189.156
22	1,69	100	80	31,42	31,42	-3,83	0,00	-891,34	0,00	232.720
23	1,79	100	80	31,42	31,42	-3,01	0,00	-891,34	0,00	295.710
24	1,89	100	80	31,42	31,42	-2,27	0,00	-891,34	0,00	391.857
25	1,99	100	80	31,42	31,42	-1,62	0,00	-891,34	0,00	549.745
26	2,09	100	80	31,42	31,42	-1,06	0,00	-891,34	0,00	837.416
27	2,19	100	80	31,42	31,42	-0,61	0,00	0,00	0,00	1000.000
28	2,29	100	80	31,42	31,42	-0,28	0,00	0,00	0,00	1000.000
29	2,39	100	80	31,42	31,42	-0,07	0,00	0,00	0,00	1000.000
30	2,49	100	80	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	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	-1,01	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,93	100	80	31,42	31,42	0,30	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-0,84	100	80	31,42	31,42	1,21	0,00	891,34	0,00	739.263
4	-0,76	100	80	31,42	31,42	2,70	0,00	891,34	0,00	329.641
5	0,00	100	80	31,42	31,42	-37,04	0,00	-891,34	0,00	24.064
6	0,10	100	80	31,42	31,42	-35,11	0,00	-891,34	0,00	25.389
7	0,20	100	80	31,42	31,42	-33,13	0,00	-891,34	0,00	26.901
8	0,30	100	80	31,42	31,42	-31,13	0,00	-891,34	0,00	28.632
9	0,40	100	80	31,42	31,42	-29,11	0,00	-891,34	0,00	30.621
10	0,50	100	80	31,42	31,42	-27,08	0,00	-891,34	0,00	32.919
11	0,60	100	80	31,42	31,42	-25,05	0,00	-891,34	0,00	35.589
12	0,70	100	80	31,42	31,42	-23,02	0,00	-891,34	0,00	38.713
13	0,80	100	80	31,42	31,42	-21,02	0,00	-891,34	0,00	42.396
14	0,90	100	80	31,42	31,42	-19,05	0,00	-891,34	0,00	46.777
15	1,00	100	80	31,42	31,42	-17,13	0,00	-891,34	0,00	52.044
16	1,10	100	80	31,42	31,42	-15,25	0,00	-891,34	0,00	58.450
17	1,20	100	80	31,42	31,42	-13,43	0,00	-891,34	0,00	66.350
18	1,29	100	80	31,42	31,42	-11,69	0,00	-891,34	0,00	76.253
19	1,39	100	80	31,42	31,42	-10,03	0,00	-891,34	0,00	88.901
20	1,49	100	80	31,42	31,42	-8,45	0,00	-891,34	0,00	105.426
21	1,59	100	80	31,42	31,42	-6,98	0,00	-891,34	0,00	127.611
22	1,69	100	80	31,42	31,42	-5,63	0,00	-891,34	0,00	158.411
23	1,79	100	80	31,42	31,42	-4,39	0,00	-891,34	0,00	203.013
24	1,89	100	80	31,42	31,42	-3,29	0,00	-891,34	0,00	271.221
25	1,99	100	80	31,42	31,42	-2,32	0,00	-891,34	0,00	383.478
26	2,09	100	80	31,42	31,42	-1,51	0,00	-891,34	0,00	588.515

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
27	2,19	100	80	31,42	31,42	-0,87	0,00	0,00	0,00	1000.000
28	2,29	100	80	31,42	31,42	-0,39	0,00	0,00	0,00	1000.000
29	2,39	100	80	31,42	31,42	-0,10	0,00	0,00	0,00	1000.000
30	2,49	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

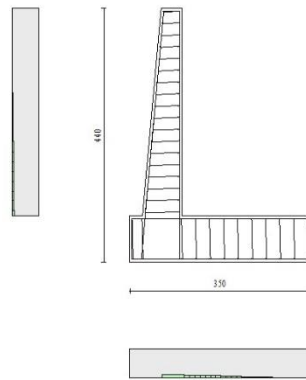


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

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

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0,00	0,00	255,38	0,00	100.000
2	-0,17	100	42	0,00	0,00	--	0,00	0,00	261,08	1,13	231.954
3	-0,34	100	43	0,00	0,00	--	0,00	0,00	266,68	2,42	110.050
4	-0,51	100	45	0,00	0,00	--	0,00	0,00	272,20	3,89	69.960
5	-0,69	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	277,65	5,53	50.210
6	-0,86	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	283,03	7,34	38.558
7	-1,03	100	50	0,00	0,00	--	0,00	0,00	288,33	9,32	30.930
8	-1,20	100	52	0,00	0,00	--	0,00	0,00	293,58	11,48	25.583
9	-1,37	100	54	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,76	13,80	21.649
10	-1,54	100	55	0,00	0,00	--	0,00	0,00	303,89	16,30	18.648
11	-1,71	100	57	0,00	0,00	--	0,00	0,00	308,97	18,96	16.292
12	-1,89	100	59	0,00	0,00	--	0,00	0,00	314,00	21,80	14.401
13	-2,06	100	61	0,00	0,00	--	0,00	0,00	318,98	24,81	12.855
14	-2,23	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	323,92	28,00	11.570
15	-2,40	100	64	0,00	0,00	--	0,00	0,00	328,82	31,35	10.488
16	-2,57	100	66	0,00	0,00	--	0,00	0,00	333,68	34,88	9.567
17	-2,74	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,50	38,57	8.776
18	-2,91	100	69	0,00	0,00	--	0,00	0,00	343,28	42,44	8.088
19	-3,09	100	71	0,00	0,00	--	0,00	0,00	348,03	46,48	7.488
20	-3,26	100	73	0,00	0,00	--	0,00	0,00	352,75	50,69	6.959
21	-3,43	100	74	0,00	0,00	--	0,00	0,00	357,44	55,07	6.490
22	-3,60	100	76	0,00	0,00	--	0,00	0,00	362,09	59,63	6.072

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	0,00	100	40	0,00	0,00	--	0,00	0,00	255,38	0,00	100.000
2	-0,17	100	42	0,00	0,00	--	0,00	0,00	261,08	0,18	1418.731
3	-0,34	100	43	0,00	0,00	--	0,00	0,00	266,68	0,53	505.064
4	-0,51	100	45	0,00	0,00	--	0,00	0,00	272,20	1,03	264.214
5	-0,69	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	277,65	1,69	164.111
6	-0,86	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	283,03	2,51	112.628
7	-1,03	100	50	0,00	0,00	--	0,00	0,00	288,33	3,49	82.535
8	-1,20	100	52	0,00	0,00	--	0,00	0,00	293,58	4,63	63.360
9	-1,37	100	54	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,76	5,93	50.357
10	-1,54	100	55	0,00	0,00	--	0,00	0,00	303,89	7,39	41.112
11	-1,71	100	57	0,00	0,00	--	0,00	0,00	308,97	9,01	34.291
12	-1,89	100	59	0,00	0,00	--	0,00	0,00	314,00	10,79	29.106
13	-2,06	100	61	0,00	0,00	--	0,00	0,00	318,98	12,73	25.066
14	-2,23	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	323,92	14,82	21.853
15	-2,40	100	64	0,00	0,00	--	0,00	0,00	328,82	17,08	19.253
16	-2,57	100	66	0,00	0,00	--	0,00	0,00	333,68	19,49	17.116
17	-2,74	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,50	22,07	15.337
18	-2,91	100	69	0,00	0,00	--	0,00	0,00	343,28	24,80	13.839
19	-3,09	100	71	0,00	0,00	--	0,00	0,00	348,03	27,70	12.565
20	-3,26	100	73	0,00	0,00	--	0,00	0,00	352,75	30,75	11.471
21	-3,43	100	74	0,00	0,00	--	0,00	0,00	357,44	33,97	10.523
22	-3,60	100	76	0,00	0,00	--	0,00	0,00	362,09	37,34	9.698

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	-0,17	100	42	0,00	0,00	--	0,00	0,00	261,08	0,18	1449.776
3	-0,34	100	43	0,00	0,00	--	0,00	0,00	266,68	0,51	520.605
4	-0,51	100	45	0,00	0,00	--	0,00	0,00	272,20	0,99	273.634
5	-0,69	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	277,65	1,63	170.464
6	-0,86	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	283,03	2,41	117.224
7	-1,03	100	50	0,00	0,00	--	0,00	0,00	288,33	3,35	86.028
8	-1,20	100	52	0,00	0,00	--	0,00	0,00	293,58	4,44	66.115
9	-1,37	100	54	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,76	5,68	52.592
10	-1,54	100	55	0,00	0,00	--	0,00	0,00	303,89	7,07	42.967
11	-1,71	100	57	0,00	0,00	--	0,00	0,00	308,97	8,62	35.859
12	-1,89	100	59	0,00	0,00	--	0,00	0,00	314,00	10,31	30.452
13	-2,06	100	61	0,00	0,00	--	0,00	0,00	318,98	12,16	26.236
14	-2,23	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	323,92	14,16	22.881
15	-2,40	100	64	0,00	0,00	--	0,00	0,00	328,82	16,31	20.165
16	-2,57	100	66	0,00	0,00	--	0,00	0,00	333,68	18,61	17.932
17	-2,74	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,50	21,06	16.072
18	-2,91	100	69	0,00	0,00	--	0,00	0,00	343,28	23,67	14.505
19	-3,09	100	71	0,00	0,00	--	0,00	0,00	348,03	26,42	13.172
20	-3,26	100	73	0,00	0,00	--	0,00	0,00	352,75	29,33	12.027
21	-3,43	100	74	0,00	0,00	--	0,00	0,00	357,44	32,39	11.036
22	-3,60	100	76	0,00	0,00	--	0,00	0,00	362,09	35,60	10.171

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	-1,01	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000
2	-0,93	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	8,30	48.311
3	-0,84	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	16,58	24.180
4	-0,76	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	24,85	16.136
5	0,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-65,36	6.135
6	0,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-63,03	6.362
7	0,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-60,67	6.609
8	0,30	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-58,29	6.879
9	0,40	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-55,89	7.175
10	0,50	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-53,46	7.500
11	0,60	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-51,01	7.860
12	0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-48,54	8.261
13	0,80	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-46,04	8.709
14	0,90	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-43,52	9.213
15	1,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-40,98	9.785
16	1,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-38,41	10.439
17	1,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-35,82	11.194
18	1,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-33,21	12.075
19	1,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-30,57	13.117
20	1,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-27,91	14.368
21	1,59	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-25,22	15.898
22	1,69	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-22,51	17.810
23	1,79	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,78	20.270
24	1,89	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-17,03	23.550
25	1,99	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-14,25	28.144
26	2,09	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-11,45	35.035
27	2,19	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-8,62	46.522
28	2,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-5,77	69.499
29	2,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-2,90	138.433
30	2,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 CL NV 21 00 001 A 75 di 158

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	-1,01	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000
2	-0,93	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	7,69	52.127
3	-0,84	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	15,31	26.183
4	-0,76	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	22,87	17.536
5	0,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-5,31	75.463
6	0,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-6,31	63.565
7	0,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-7,20	55.675
8	0,30	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-8,00	50.151
9	0,40	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-8,69	46.152
10	0,50	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-9,28	43.207
11	0,60	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-9,77	41.033
12	0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,16	39.455
13	0,80	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,45	38.358
14	0,90	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,64	37.674
15	1,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,73	37.361
16	1,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,72	37.401
17	1,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,61	37.795
18	1,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,40	38.568
19	1,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,08	39.766
20	1,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-9,67	41.467
21	1,59	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-9,16	43.797
22	1,69	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-8,54	46.950
23	1,79	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-7,83	51.243
24	1,89	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-7,01	57.209
25	1,99	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-6,09	65.817
26	2,09	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-5,08	79.010
27	2,19	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-3,96	101.330
28	2,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-2,74	146.413
29	2,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-1,42	282.451
30	2,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000

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	-1,01	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000
2	-0,93	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	7,25	55.338
3	-0,84	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	14,42	27.805
4	-0,76	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	21,53	18.629
5	0,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,17	20.913
6	0,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,63	20.432
7	0,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,98	20.074
8	0,30	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-20,22	19.827
9	0,40	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-20,37	19.684
10	0,50	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-20,42	19.640
11	0,60	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-20,36	19.695
12	0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-20,20	19.848
13	0,80	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,94	20.107
14	0,90	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,58	20.477
15	1,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,12	20.972
16	1,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-18,56	21.610
17	1,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-17,89	22.413
18	1,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-17,12	23.417
19	1,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-16,25	24.668
20	1,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-15,28	26.234
21	1,59	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-14,21	28.212
22	1,69	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-13,04	30.750
23	1,79	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-11,77	34.081

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]	
24	1,89	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-10,39	38.596
25	1,99	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-8,91	44.995
26	2,09	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-7,33	54.687
27	2,19	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-5,65	70.950
28	2,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-3,87	103.633
29	2,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-1,99	201.966
30	2,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000

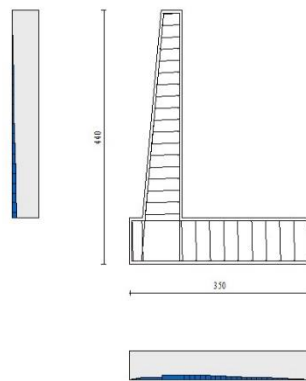


Fig. 12 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa 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]

Combinazioni SLER

Paramento

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	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	-0,17	100	42	15,71	31,42	0,06	1,75	0,006	0,031	0,079
3	-0,34	100	43	15,71	31,42	0,26	3,58	0,014	0,024	0,197
4	-0,51	100	45	15,71	31,42	0,63	5,47	0,027	0,036	0,357
5	-0,69	100	47	15,71	31,42	1,17	7,44	0,043	0,189	0,569
6	-0,86	100	49	15,71	31,42	1,92	9,49	0,064	0,457	0,830
7	-1,03	100	50	15,71	31,42	2,90	11,61	0,088	0,847	1,138
8	-1,20	100	52	15,71	31,42	4,13	13,80	0,117	1,361	1,490
9	-1,37	100	54	15,71	31,42	5,63	16,07	0,148	2,001	1,883
10	-1,54	100	55	15,71	31,42	7,42	18,40	0,183	2,766	2,318
11	-1,71	100	57	15,71	31,42	9,53	20,82	0,221	3,659	2,791
12	-1,89	100	59	15,71	31,42	11,97	23,30	0,262	4,678	3,302
13	-2,06	100	61	15,71	31,42	14,77	25,86	0,306	5,824	3,851
14	-2,23	100	62	15,71	31,42	17,96	28,49	0,352	7,099	4,436
15	-2,40	100	64	15,71	31,42	21,55	31,20	0,402	8,501	5,056
16	-2,57	100	66	15,71	31,42	25,56	33,98	0,453	10,032	5,710
17	-2,74	100	67	15,71	31,42	30,02	36,83	0,508	11,692	6,399
18	-2,91	100	69	15,71	31,42	34,94	39,76	0,564	13,481	7,120
19	-3,09	100	71	15,71	31,42	40,36	42,76	0,624	15,399	7,873
20	-3,26	100	73	15,71	31,42	46,29	45,83	0,685	17,447	8,658
21	-3,43	100	74	15,71	31,42	52,76	48,98	0,749	19,624	9,474
22	-3,60	100	76	15,71	31,42	59,78	52,20	0,814	21,931	10,319

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	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	-1,01	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,93	100	80	31,42	31,42	0,30	0,00	0,003	0,137	0,038
3	-0,84	100	80	31,42	31,42	1,21	0,00	0,013	0,549	0,152
4	-0,76	100	80	31,42	31,42	2,73	0,00	0,029	1,236	0,342
5	0,00	100	80	31,42	31,42	-10,50	0,00	0,110	1,319	4,765
6	0,10	100	80	31,42	31,42	-9,63	0,00	0,101	1,209	4,368
7	0,20	100	80	31,42	31,42	-8,79	0,00	0,092	1,104	3,990
8	0,30	100	80	31,42	31,42	-8,00	0,00	0,084	1,005	3,631
9	0,40	100	80	31,42	31,42	-7,25	0,00	0,076	0,911	3,290
10	0,50	100	80	31,42	31,42	-6,54	0,00	0,069	0,821	2,968
11	0,60	100	80	31,42	31,42	-5,87	0,00	0,062	0,737	2,664
12	0,70	100	80	31,42	31,42	-5,24	0,00	0,055	0,658	2,378
13	0,80	100	80	31,42	31,42	-4,65	0,00	0,049	0,584	2,109
14	0,90	100	80	31,42	31,42	-4,10	0,00	0,043	0,514	1,858
15	1,00	100	80	31,42	31,42	-3,58	0,00	0,038	0,449	1,624
16	1,10	100	80	31,42	31,42	-3,10	0,00	0,033	0,389	1,406

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
17	1,20	100	80	31,42	31,42	-2,66	0,00	0,028	0,334	1,206
18	1,29	100	80	31,42	31,42	-2,25	0,00	0,024	0,283	1,022
19	1,39	100	80	31,42	31,42	-1,88	0,00	0,020	0,236	0,853
20	1,49	100	80	31,42	31,42	-1,55	0,00	0,016	0,194	0,701
21	1,59	100	80	31,42	31,42	-1,24	0,00	0,013	0,156	0,565
22	1,69	100	80	31,42	31,42	-0,98	0,00	0,010	0,123	0,444
23	1,79	100	80	31,42	31,42	-0,74	0,00	0,008	0,093	0,338
24	1,89	100	80	31,42	31,42	-0,54	0,00	0,006	0,068	0,247
25	1,99	100	80	31,42	31,42	-0,38	0,00	0,004	0,047	0,170
26	2,09	100	80	31,42	31,42	-0,24	0,00	0,003	0,030	0,108
27	2,19	100	80	31,42	31,42	-0,13	0,00	0,001	0,017	0,061
28	2,29	100	80	31,42	31,42	-0,06	0,00	0,001	0,007	0,027
29	2,39	100	80	31,42	31,42	-0,01	0,00	0,000	0,002	0,007
30	2,49	100	80	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/mmq]

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

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,17	100	42	15,71	31,42	0,05	1,75	0,005	0,036	0,074
3	-0,34	100	43	15,71	31,42	0,20	3,58	0,013	0,042	0,176
4	-0,51	100	45	15,71	31,42	0,48	5,47	0,023	0,018	0,309
5	-0,69	100	47	15,71	31,42	0,91	7,44	0,036	0,059	0,479
6	-0,86	100	49	15,71	31,42	1,51	9,49	0,052	0,219	0,693
7	-1,03	100	50	15,71	31,42	2,31	11,61	0,072	0,478	0,950
8	-1,20	100	52	15,71	31,42	3,32	13,80	0,096	0,845	1,248
9	-1,37	100	54	15,71	31,42	4,57	16,07	0,123	1,324	1,586
10	-1,54	100	55	15,71	31,42	6,09	18,40	0,153	1,919	1,962
11	-1,71	100	57	15,71	31,42	7,88	20,82	0,186	2,629	2,375
12	-1,89	100	59	15,71	31,42	9,98	23,30	0,221	3,458	2,825
13	-2,06	100	61	15,71	31,42	12,40	25,86	0,260	4,406	3,311
14	-2,23	100	62	15,71	31,42	15,17	28,49	0,301	5,475	3,831
15	-2,40	100	64	15,71	31,42	18,31	31,20	0,345	6,664	4,386
16	-2,57	100	66	15,71	31,42	21,85	33,98	0,391	7,976	4,975
17	-2,74	100	67	15,71	31,42	25,80	36,83	0,440	9,411	5,596
18	-2,91	100	69	15,71	31,42	30,18	39,76	0,492	10,970	6,250
19	-3,09	100	71	15,71	31,42	35,02	42,76	0,546	12,653	6,936
20	-3,26	100	73	15,71	31,42	40,34	45,83	0,602	14,462	7,654
21	-3,43	100	74	15,71	31,42	46,17	48,98	0,660	16,395	8,401
22	-3,60	100	76	15,71	31,42	52,51	52,20	0,720	18,455	9,180

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

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

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

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	-1,01	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,93	100	80	31,42	31,42	0,29	0,00	0,003	0,130	0,036
3	-0,84	100	80	31,42	31,42	1,15	0,00	0,012	0,521	0,144
4	-0,76	100	80	31,42	31,42	2,58	0,00	0,027	1,172	0,324
5	0,00	100	80	31,42	31,42	-7,24	0,00	0,076	0,909	3,285
6	0,10	100	80	31,42	31,42	-6,60	0,00	0,069	0,829	2,994
7	0,20	100	80	31,42	31,42	-5,99	0,00	0,063	0,752	2,719
8	0,30	100	80	31,42	31,42	-5,42	0,00	0,057	0,681	2,460
9	0,40	100	80	31,42	31,42	-4,88	0,00	0,051	0,613	2,215
10	0,50	100	80	31,42	31,42	-4,38	0,00	0,046	0,550	1,986
11	0,60	100	80	31,42	31,42	-3,90	0,00	0,041	0,490	1,771
12	0,70	100	80	31,42	31,42	-3,46	0,00	0,036	0,435	1,571
13	0,80	100	80	31,42	31,42	-3,05	0,00	0,032	0,383	1,384
14	0,90	100	80	31,42	31,42	-2,67	0,00	0,028	0,335	1,211
15	1,00	100	80	31,42	31,42	-2,32	0,00	0,024	0,291	1,051
16	1,10	100	80	31,42	31,42	-1,99	0,00	0,021	0,250	0,905
17	1,20	100	80	31,42	31,42	-1,70	0,00	0,018	0,213	0,770
18	1,29	100	80	31,42	31,42	-1,43	0,00	0,015	0,179	0,648
19	1,39	100	80	31,42	31,42	-1,18	0,00	0,012	0,149	0,537
20	1,49	100	80	31,42	31,42	-0,97	0,00	0,010	0,121	0,438
21	1,59	100	80	31,42	31,42	-0,77	0,00	0,008	0,097	0,350
22	1,69	100	80	31,42	31,42	-0,60	0,00	0,006	0,076	0,273
23	1,79	100	80	31,42	31,42	-0,45	0,00	0,005	0,057	0,206
24	1,89	100	80	31,42	31,42	-0,33	0,00	0,003	0,041	0,149
25	1,99	100	80	31,42	31,42	-0,23	0,00	0,002	0,028	0,102
26	2,09	100	80	31,42	31,42	-0,14	0,00	0,001	0,018	0,065
27	2,19	100	80	31,42	31,42	-0,08	0,00	0,001	0,010	0,036
28	2,29	100	80	31,42	31,42	-0,03	0,00	0,000	0,004	0,016
29	2,39	100	80	31,42	31,42	-0,01	0,00	0,000	0,001	0,004
30	2,49	100	80	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/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	-0,17	100	42	15,71	31,42	0,00	1,75	0,004	0,051	0,057
3	-0,34	100	43	15,71	31,42	0,00	3,58	0,008	0,098	0,115
4	-0,51	100	45	15,71	31,42	0,03	5,47	0,012	0,136	0,180
5	-0,69	100	47	15,71	31,42	0,12	7,44	0,018	0,162	0,256
6	-0,86	100	49	15,71	31,42	0,28	9,49	0,024	0,172	0,347
7	-1,03	100	50	15,71	31,42	0,53	11,61	0,032	0,164	0,455
8	-1,20	100	52	15,71	31,42	0,90	13,80	0,042	0,136	0,582
9	-1,37	100	54	15,71	31,42	1,41	16,07	0,052	0,088	0,730
10	-1,54	100	55	15,71	31,42	2,08	18,40	0,065	0,013	0,901
11	-1,71	100	57	15,71	31,42	2,93	20,82	0,080	0,117	1,105
12	-1,89	100	59	15,71	31,42	3,99	23,30	0,099	0,321	1,346
13	-2,06	100	61	15,71	31,42	5,28	25,86	0,120	0,615	1,626
14	-2,23	100	62	15,71	31,42	6,81	28,49	0,144	1,010	1,944
15	-2,40	100	64	15,71	31,42	8,62	31,20	0,171	1,513	2,297
16	-2,57	100	66	15,71	31,42	10,72	33,98	0,201	2,126	2,685
17	-2,74	100	67	15,71	31,42	13,13	36,83	0,234	2,851	3,107
18	-2,91	100	69	15,71	31,42	15,88	39,76	0,269	3,691	3,561

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σ	σ_{fi}	σ_{fs}
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
19	-3,09	100	71	15,71	31,42	18,99	42,76	0,307	4,644	4,046
20	-3,26	100	73	15,71	31,42	22,49	45,83	0,347	5,713	4,562
21	-3,43	100	74	15,71	31,42	26,38	48,98	0,389	6,899	5,109
22	-3,60	100	76	15,71	31,42	30,70	52,20	0,434	8,201	5,687

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11,620 [N/mm²]

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

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σ	σ_{fi}	σ_{fs}
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
1	-1,01	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,93	100	80	31,42	31,42	0,24	0,00	0,003	0,109	0,030
3	-0,84	100	80	31,42	31,42	0,96	0,00	0,010	0,434	0,120
4	-0,76	100	80	31,42	31,42	2,16	0,00	0,023	0,978	0,271
5	0,00	100	80	31,42	31,42	2,53	0,00	0,027	1,147	0,317
6	0,10	100	80	31,42	31,42	2,47	0,00	0,026	1,121	0,310
7	0,20	100	80	31,42	31,42	2,40	0,00	0,025	1,088	0,301
8	0,30	100	80	31,42	31,42	2,31	0,00	0,024	1,050	0,290
9	0,40	100	80	31,42	31,42	2,22	0,00	0,023	1,005	0,278
10	0,50	100	80	31,42	31,42	2,11	0,00	0,022	0,956	0,265
11	0,60	100	80	31,42	31,42	1,99	0,00	0,021	0,903	0,250
12	0,70	100	80	31,42	31,42	1,87	0,00	0,020	0,846	0,234
13	0,80	100	80	31,42	31,42	1,74	0,00	0,018	0,787	0,218
14	0,90	100	80	31,42	31,42	1,60	0,00	0,017	0,726	0,201
15	1,00	100	80	31,42	31,42	1,46	0,00	0,015	0,663	0,183
16	1,10	100	80	31,42	31,42	1,32	0,00	0,014	0,599	0,166
17	1,20	100	80	31,42	31,42	1,18	0,00	0,012	0,535	0,148
18	1,29	100	80	31,42	31,42	1,04	0,00	0,011	0,472	0,131
19	1,39	100	80	31,42	31,42	0,90	0,00	0,010	0,410	0,114
20	1,49	100	80	31,42	31,42	0,77	0,00	0,008	0,350	0,097
21	1,59	100	80	31,42	31,42	0,64	0,00	0,007	0,293	0,081
22	1,69	100	80	31,42	31,42	0,53	0,00	0,006	0,238	0,066
23	1,79	100	80	31,42	31,42	0,41	0,00	0,004	0,188	0,052
24	1,89	100	80	31,42	31,42	0,31	0,00	0,003	0,142	0,039
25	1,99	100	80	31,42	31,42	0,22	0,00	0,002	0,101	0,028
26	2,09	100	80	31,42	31,42	0,15	0,00	0,002	0,067	0,018
27	2,19	100	80	31,42	31,42	0,08	0,00	0,001	0,038	0,011
28	2,29	100	80	31,42	31,42	0,04	0,00	0,000	0,018	0,005
29	2,39	100	80	31,42	31,42	0,01	0,00	0,000	0,004	0,001
30	2,49	100	80	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 espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	81 di 158

- 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 [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0,00	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,17	100	42	0,00	0,00	0,05	62,79	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,34	100	43	0,00	0,00	0,20	314,54	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,51	100	45	0,00	0,00	0,48	1629,14	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,69	100	47	31,42	413,93	0,91	448,79	0,0000000	0,00	0,000
6	-0,86	100	49	31,42	687,05	1,51	332,49	0,0000000	0,00	0,000
7	-1,03	100	50	31,42	907,75	2,31	294,68	0,0000000	0,00	0,000
8	-1,20	100	52	31,42	1088,18	3,32	279,99	0,0000000	0,00	0,000
9	-1,37	100	54	31,42	1240,16	4,57	275,35	0,0000000	0,00	0,000
10	-1,54	100	55	31,42	1372,42	6,09	276,07	0,0000000	0,00	0,000
11	-1,71	100	57	31,42	1490,86	7,88	280,04	0,0000000	0,00	0,000
12	-1,89	100	59	31,42	1599,43	9,98	286,18	0,0000000	0,00	0,000
13	-2,06	100	61	31,42	1700,77	12,40	293,89	0,0000000	0,00	0,000
14	-2,23	100	62	31,42	1796,71	15,17	302,78	0,0000000	0,00	0,000
15	-2,40	100	64	31,42	1888,54	18,31	312,63	0,0000000	0,00	0,000
16	-2,57	100	66	31,42	1977,17	21,85	323,25	0,0000000	0,00	0,000
17	-2,74	100	67	31,42	2063,30	25,80	334,56	0,0000000	0,00	0,000
18	-2,91	100	69	31,42	2147,42	30,18	346,45	0,0000000	0,00	0,000
19	-3,09	100	71	31,42	2229,93	35,02	358,88	0,0000000	0,00	0,000
20	-3,26	100	73	31,42	2311,12	40,34	371,79	0,0000000	0,00	0,000
21	-3,43	100	74	31,42	2391,24	46,17	385,16	0,0000000	0,00	0,000
22	-3,60	100	76	31,42	2470,45	52,51	398,95	0,0000000	0,00	0,000

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ϵ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-1,01	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,93	100	80	31,42	3019,68	0,29	392,66	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,84	100	80	31,42	3019,68	1,15	392,66	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,76	100	80	31,42	3019,68	2,58	392,66	0,0000000	0,00	0,000
5	0,00	100	80	31,42	5143,42	-7,24	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
6	0,10	100	80	31,42	5143,42	-6,60	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
7	0,20	100	80	31,42	5143,42	-5,99	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
8	0,30	100	80	31,42	5143,42	-5,42	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
9	0,40	100	80	31,42	5143,42	-4,88	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
10	0,50	100	80	31,42	5143,42	-4,38	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
11	0,60	100	80	31,42	5143,42	-3,90	-392,66	0,0000000	0,00	0,000

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
12	0,70	100	80	31,42	5143,42	-3,46	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
13	0,80	100	80	31,42	5143,42	-3,05	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
14	0,90	100	80	31,42	5143,42	-2,67	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
15	1,00	100	80	31,42	5143,42	-2,32	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
16	1,10	100	80	31,42	5143,42	-1,99	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
17	1,20	100	80	31,42	5143,42	-1,70	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
18	1,29	100	80	31,42	5143,42	-1,43	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
19	1,39	100	80	31,42	5143,42	-1,18	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
20	1,49	100	80	31,42	5143,42	-0,97	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
21	1,59	100	80	31,42	5143,42	-0,77	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
22	1,69	100	80	31,42	5143,42	-0,60	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
23	1,79	100	80	31,42	5143,42	-0,45	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
24	1,89	100	80	31,42	5143,42	-0,33	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
25	1,99	100	80	31,42	5143,42	-0,23	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
26	2,09	100	80	31,42	5143,42	-0,14	-392,66	0,0000000	0,00	0,000
27	2,19	100	80	0,00	0,00	-0,08	0,00	0,0000000	0,00	0,000
28	2,29	100	80	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,0000000	0,00	0,000
29	2,39	100	80	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,0000000	0,00	0,000
30	2,49	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000

Combinazioni SLEQ

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

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	-0,17	100	42	0,00	0,00	0,00	-3,13	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,34	100	43	0,00	0,00	0,00	0,11	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,51	100	45	0,00	0,00	0,03	10,94	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,69	100	47	0,00	0,00	0,12	33,27	0,0000000	0,00	0,000
6	-0,86	100	49	0,00	0,00	0,28	76,53	0,0000000	0,00	0,000
7	-1,03	100	50	0,00	0,00	0,53	166,42	0,0000000	0,00	0,000
8	-1,20	100	52	0,00	0,00	0,90	403,09	0,0000000	0,00	0,000
9	-1,37	100	54	0,00	0,00	1,41	1910,30	0,0000000	0,00	0,000
10	-1,54	100	55	0,00	0,00	2,08	1579,50	0,0000000	0,00	0,000
11	-1,71	100	57	31,42	434,96	2,93	744,88	0,0000000	0,00	0,000
12	-1,89	100	59	31,42	689,47	3,99	560,09	0,0000000	0,00	0,000
13	-2,06	100	61	31,42	921,38	5,28	485,01	0,0000000	0,00	0,000
14	-2,23	100	62	31,42	1128,25	6,81	448,36	0,0000000	0,00	0,000
15	-2,40	100	64	31,42	1311,64	8,62	429,71	0,0000000	0,00	0,000
16	-2,57	100	66	31,42	1474,96	10,72	421,00	0,0000000	0,00	0,000
17	-2,74	100	67	31,42	1621,93	13,13	418,42	0,0000000	0,00	0,000
18	-2,91	100	69	31,42	1755,88	15,88	419,92	0,0000000	0,00	0,000
19	-3,09	100	71	31,42	1879,52	18,99	424,31	0,0000000	0,00	0,000
20	-3,26	100	73	31,42	1994,99	22,49	430,85	0,0000000	0,00	0,000
21	-3,43	100	74	31,42	2103,95	26,38	439,05	0,0000000	0,00	0,000
22	-3,60	100	76	31,42	2207,66	30,70	448,59	0,0000000	0,00	0,000

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	83 di 158

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-1,01	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,93	100	80	31,42	3019,68	0,24	392,66	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,84	100	80	31,42	3019,68	0,96	392,66	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,76	100	80	31,42	3019,68	2,16	392,66	0,0000000	0,00	0,000
5	0,00	100	80	31,42	3019,68	2,53	392,66	0,0000000	0,00	0,000
6	0,10	100	80	31,42	3019,68	2,47	392,66	0,0000000	0,00	0,000
7	0,20	100	80	31,42	3019,68	2,40	392,66	0,0000000	0,00	0,000
8	0,30	100	80	31,42	3019,68	2,31	392,66	0,0000000	0,00	0,000
9	0,40	100	80	31,42	3019,68	2,22	392,66	0,0000000	0,00	0,000
10	0,50	100	80	31,42	3019,68	2,11	392,66	0,0000000	0,00	0,000
11	0,60	100	80	31,42	3019,68	1,99	392,66	0,0000000	0,00	0,000
12	0,70	100	80	31,42	3019,68	1,87	392,66	0,0000000	0,00	0,000
13	0,80	100	80	31,42	3019,68	1,74	392,66	0,0000000	0,00	0,000
14	0,90	100	80	31,42	3019,68	1,60	392,66	0,0000000	0,00	0,000
15	1,00	100	80	31,42	3019,68	1,46	392,66	0,0000000	0,00	0,000
16	1,10	100	80	31,42	3019,68	1,32	392,66	0,0000000	0,00	0,000
17	1,20	100	80	31,42	3019,68	1,18	392,66	0,0000000	0,00	0,000
18	1,29	100	80	31,42	3019,68	1,04	392,66	0,0000000	0,00	0,000
19	1,39	100	80	31,42	3019,68	0,90	392,66	0,0000000	0,00	0,000
20	1,49	100	80	31,42	3019,68	0,77	392,66	0,0000000	0,00	0,000
21	1,59	100	80	31,42	3019,68	0,64	392,66	0,0000000	0,00	0,000
22	1,69	100	80	31,42	3019,68	0,53	392,66	0,0000000	0,00	0,000
23	1,79	100	80	31,42	3019,68	0,41	392,66	0,0000000	0,00	0,000
24	1,89	100	80	31,42	3019,68	0,31	392,66	0,0000000	0,00	0,000
25	1,99	100	80	31,42	3019,68	0,22	392,66	0,0000000	0,00	0,000
26	2,09	100	80	31,42	3019,68	0,15	392,66	0,0000000	0,00	0,000
27	2,19	100	80	0,00	0,00	0,08	0,00	0,0000000	0,00	0,000
28	2,29	100	80	0,00	0,00	0,04	0,00	0,0000000	0,00	0,000
29	2,39	100	80	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0000000	0,00	0,000
30	2,49	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000

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	90,55	23,33	83,15	35,86	2,49	-2,70
	Peso/Inerzia muro			0,00	122,20/0,00	0,30	-3,14
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	246,51/0,00	1,25	-1,80
2	Spinta statica	47,32	23,33	43,45	18,74	2,49	-2,93
	Incremento di spinta sismica		8,30	7,62	3,29	2,49	-2,93
	Peso/Inerzia muro			7,37	122,20/3,69	0,30	-3,14
	Peso/Inerzia terrapieno			10,82	179,28/5,41	1,25	-1,80

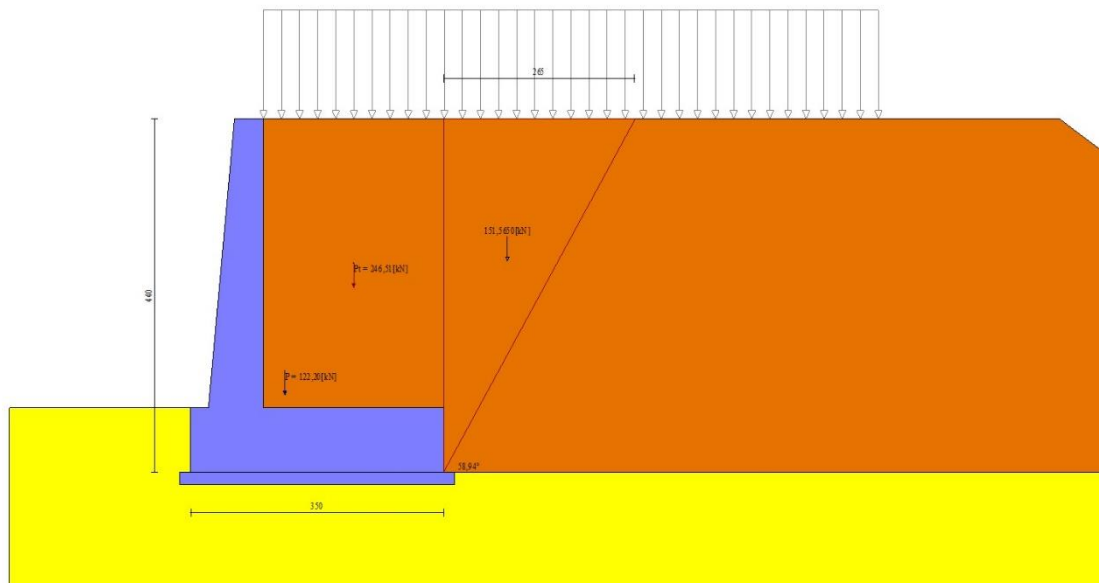


Fig. 13 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

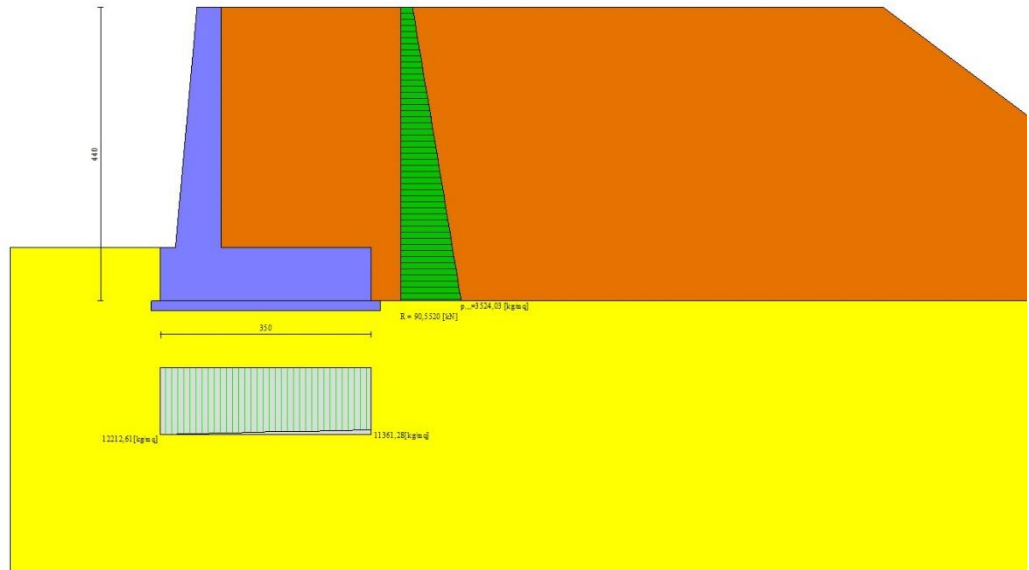


Fig. 14 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

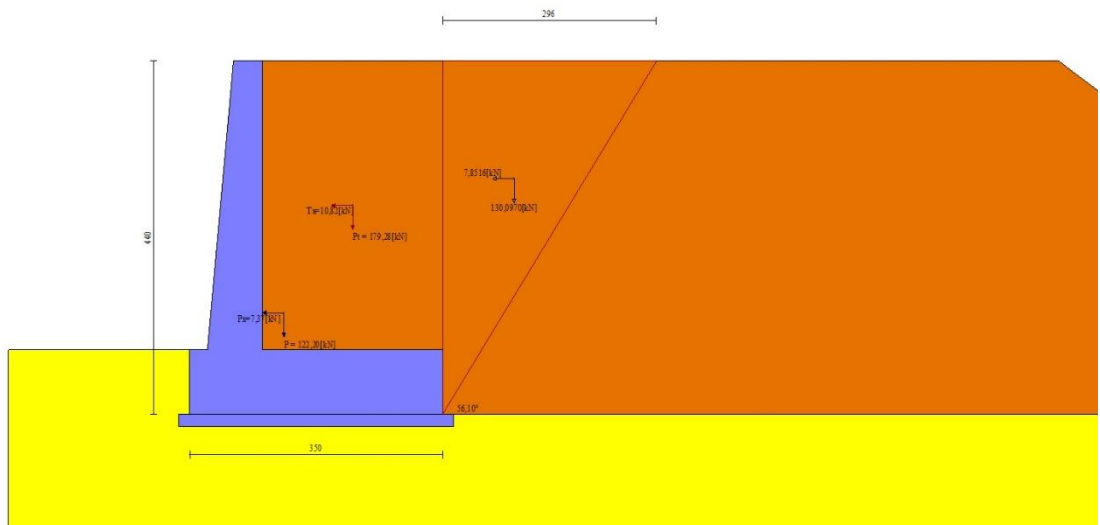


Fig. 15 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

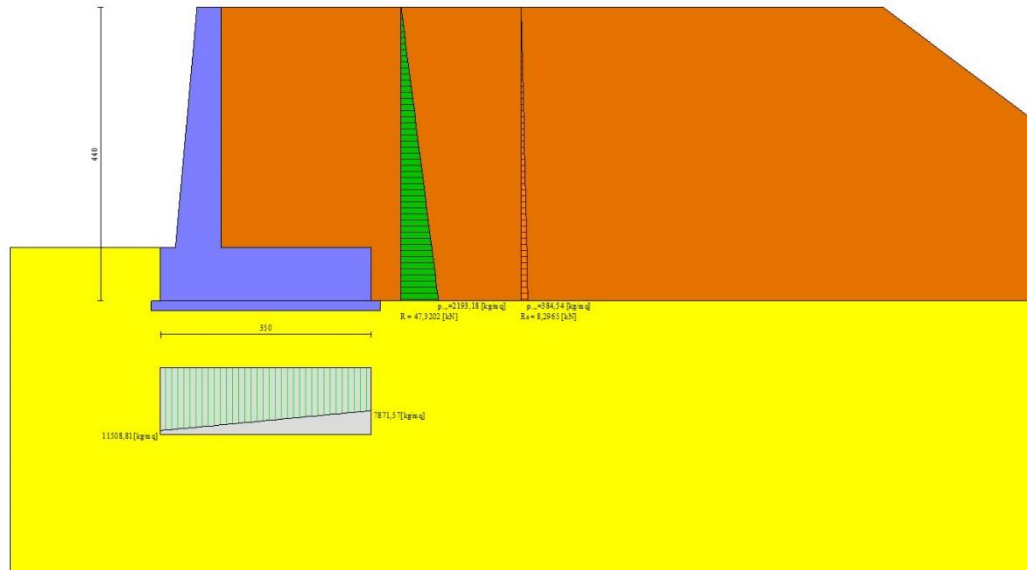


Fig. 16 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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)		2.781		9.618			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.745		10.745			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.686		11.178			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.862		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.927		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.922		
7 - EQU			4.665				
8 - EQU	H + V		4.964				
9 - EQU	H - V		4.404				



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	87 di 158

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 [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	231,23	0,00	0,00	--	--	231,23	83,15	2.781
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	179,06	0,00	0,00	--	--	179,06	66,67	2.686

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 [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	404,57	3891,11	2779,37	9.618
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	332,60	3573,85	2552,75	10.745

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

- γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_\gamma$ 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/mmq]

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

n°	$\frac{N_c}{N_q}$ $\frac{N_\gamma}{N_\gamma}$	$\frac{i_c}{i_q}$ $\frac{i_\gamma}{i_\gamma}$	$\frac{d_c}{d_q}$ $\frac{d_\gamma}{d_\gamma}$	$\frac{g_c}{g_q}$ $\frac{g_\gamma}{g_\gamma}$	$\frac{b_c}{b_q}$ $\frac{b_\gamma}{b_\gamma}$	$\frac{s_c}{s_q}$ $\frac{s_\gamma}{s_\gamma}$	$\frac{p_c}{p_q}$ $\frac{p_\gamma}{p_\gamma}$	γ	D	B'	H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[N/mmq]
1	46.124 33.296 37.152	0.759 0.759 0.446	1.088 1.044 1.044	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.939	0,80	3,46 3,36		19,00	35.00	0,005
2	46.124 33.296 37.152	0.756 0.756 0.441	1.088 1.044 1.044	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.939	0,80	3,28 3,36		19,00	35.00	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	775,10	166,15	4.665
9 - EQU H - V	638,38	144,95	4.404

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)	-1,00; 2,00	7,30	1.862
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,00; 3,50	8,65	1.922

Dettagli strisce verifiche stabilità



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	89 di 158

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]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	5,63	10,79	6,03 - 0,47	68.660	29.256	0,000	0,0000	
2	15,11	10,79	0,47	60.281	29.256	0,000	0,0000	
3	21,93	10,79	0,47	53.472	29.256	0,000	0,0000	
4	27,32	10,79	0,47	47.646	29.256	0,000	0,0000	
5	31,74	10,79	0,47	42.419	29.256	0,000	0,0000	
6	35,44	10,79	0,47	37.601	29.256	0,000	0,0000	
7	38,57	10,79	0,47	33.080	29.256	0,000	0,0000	
8	40,17	10,79	0,47	28.783	29.256	0,000	0,0000	
9	45,20	10,79	0,47	24.657	29.256	0,004	0,0000	
10	46,94	10,79	0,47	20.664	29.256	0,004	0,0000	
11	48,36	10,79	0,47	16.774	29.256	0,004	0,0000	
12	49,47	10,79	0,47	12.962	29.256	0,004	0,0000	
13	48,41	9,25	0,47	9.208	29.256	0,004	0,0000	
14	56,96	0,00	0,47	5.494	29.256	0,004	0,0000	
15	23,60	0,00	0,47	1.803	29.256	0,004	0,0000	
16	15,47	0,00	0,47	-1.881	29.256	0,004	0,0000	
17	15,18	0,00	0,47	-5.572	29.256	0,004	0,0000	
18	14,63	0,00	0,47	-9.287	29.256	0,004	0,0000	
19	13,81	0,00	0,47	-13.042	29.256	0,004	0,0000	
20	12,69	0,00	0,47	-16.855	29.256	0,004	0,0000	
21	11,27	0,00	0,47	-20.747	29.256	0,004	0,0000	
22	9,51	0,00	0,47	-24.742	29.256	0,004	0,0000	
23	7,38	0,00	0,47	-28.872	29.256	0,004	0,0000	
24	4,74	0,00	0,47	-33.173	29.256	0,004	0,0000	
25	1,60	0,00	-5,69 - 0,47	-36.909	29.256	0,004	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	4,99	0,00	6,92 - 0,51	62.034	29.256	0,000	0,0000	
2	13,88	0,00	0,51	55.837	29.256	0,000	0,0000	
3	20,96	0,00	0,51	50.137	29.256	0,000	0,0000	
4	26,79	0,00	0,51	45.060	29.256	0,000	0,0000	
5	31,70	0,00	0,51	40.405	29.256	0,000	0,0000	
6	35,88	0,00	0,51	36.055	29.256	0,000	0,0000	
7	39,46	0,00	0,51	31.935	29.256	0,000	0,0000	
8	42,52	0,00	0,51	27.993	29.256	0,000	0,0000	
9	43,85	0,00	0,51	24.192	29.256	0,000	0,0000	
10	49,26	0,00	0,51	20.501	29.256	0,004	0,0000	
11	50,97	0,00	0,51	16.897	29.256	0,004	0,0000	
12	52,33	0,00	0,51	13.361	29.256	0,004	0,0000	
13	53,36	0,00	0,51	9.877	29.256	0,004	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mm ²]	u [N/mm ²]	Tx; Ty [kN]
14	59,30	0,00	0,51	6.429	29.256	0,004	0,0000	
15	43,58	0,00	0,51	3.005	29.256	0,004	0,0000	
16	16,32	0,00	0,51	-0.409	29.256	0,004	0,0000	
17	15,31	0,00	0,51	-3.824	29.256	0,004	0,0000	
18	14,82	0,00	0,51	-7.253	29.256	0,004	0,0000	
19	14,03	0,00	0,51	-10.708	29.256	0,004	0,0000	
20	12,91	0,00	0,51	-14.203	29.256	0,004	0,0000	
21	11,47	0,00	0,51	-17.754	29.256	0,004	0,0000	
22	9,68	0,00	0,51	-21.377	29.256	0,004	0,0000	
23	7,48	0,00	0,51	-25.092	29.256	0,004	0,0000	
24	4,77	0,00	0,51	-28.924	29.256	0,004	0,0000	
25	1,59	0,00	-5,95 - 0,51	-31.983	29.256	0,004	0,0000	

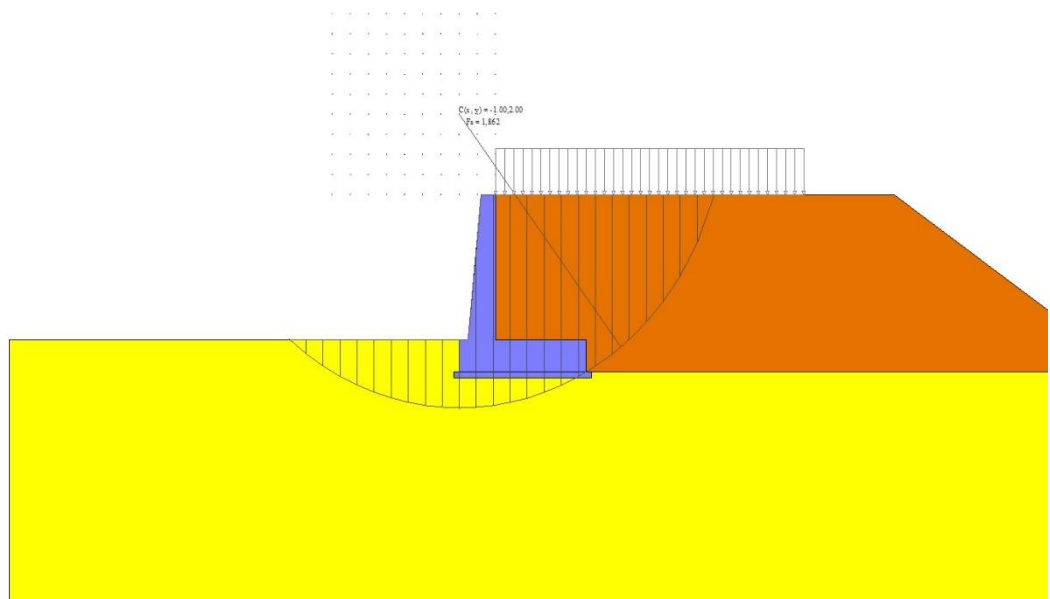


Fig. 17 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

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]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,17	1,75	1,75	0,07	1,13	0,00	0,09
3	-0,34	3,58	3,58	0,27	2,42	0,00	0,37
4	-0,51	5,47	5,47	0,60	3,89	0,03	0,87
5	-0,69	7,44	7,44	1,06	5,53	0,12	1,62
6	-0,86	9,49	9,49	1,65	7,34	0,28	2,64
7	-1,03	11,61	11,61	2,38	9,32	0,53	3,98
8	-1,20	13,80	13,80	3,23	11,48	0,90	5,65
9	-1,37	16,07	16,07	4,22	13,80	1,41	7,69
10	-1,54	18,40	18,40	5,34	16,30	2,08	10,12
11	-1,71	20,82	20,82	6,60	18,96	2,93	12,97
12	-1,89	23,30	23,30	7,98	21,80	3,99	16,27
13	-2,06	25,86	25,86	9,50	24,81	5,28	20,05
14	-2,23	28,49	28,49	11,15	28,00	6,81	24,35
15	-2,40	31,20	31,20	12,93	31,35	8,62	29,17
16	-2,57	33,98	33,98	14,84	34,88	10,72	34,57
17	-2,74	36,83	36,83	16,89	38,57	13,13	40,56
18	-2,91	39,76	39,76	19,06	42,44	15,88	47,17
19	-3,09	42,76	42,76	21,37	46,48	18,99	54,44
20	-3,26	45,83	45,83	23,81	50,69	22,49	62,38
21	-3,43	48,98	48,98	26,38	55,07	26,38	71,04
22	-3,60	52,20	52,20	29,09	59,63	30,70	80,44

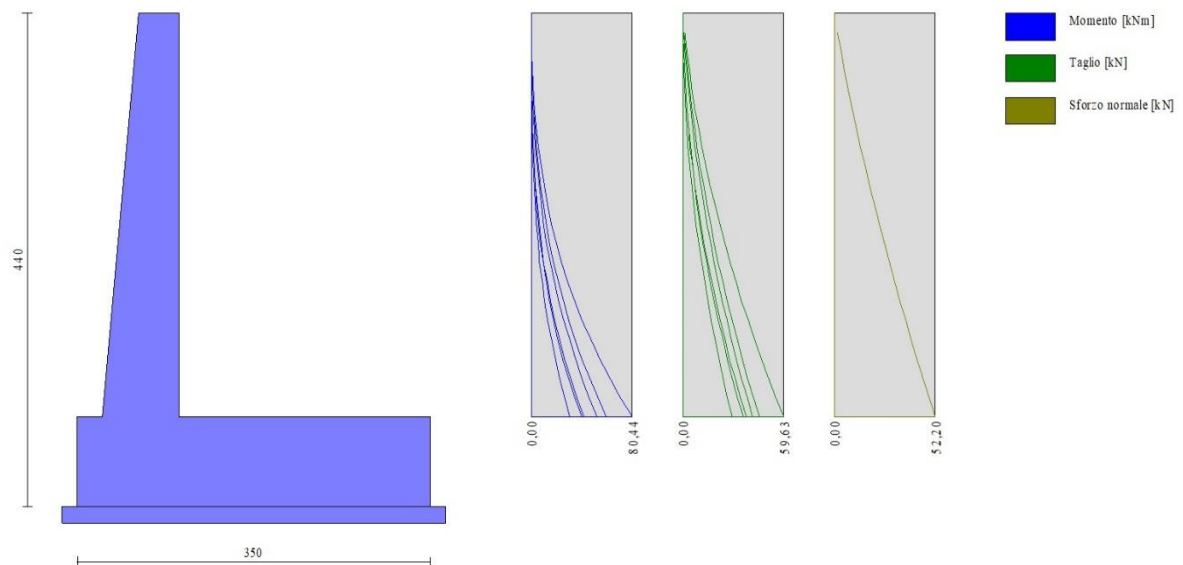


Fig. 18 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,93	0,00	0,00	5,74	8,30	0,24	0,35

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
3	-0,84	0,00	0,00	11,50	16,58	0,96	1,38
4	-0,76	0,00	0,00	17,26	24,85	2,16	3,11
5	0,00	0,00	0,00	-65,36	0,50	-84,42	2,53
6	0,10	0,00	0,00	-63,03	0,65	-78,03	2,47
7	0,20	0,00	0,00	-60,67	0,79	-71,87	2,40
8	0,30	0,00	0,00	-58,29	0,92	-65,94	2,31
9	0,40	0,00	0,00	-55,89	1,04	-60,26	2,22
10	0,50	0,00	0,00	-53,46	1,13	-54,81	2,11
11	0,60	0,00	0,00	-51,01	1,22	-49,61	1,99
12	0,70	0,00	0,00	-48,54	1,29	-44,65	1,87
13	0,80	0,00	0,00	-46,04	1,34	-39,94	1,74
14	0,90	0,00	0,00	-43,52	1,38	-35,48	1,60
15	1,00	0,00	0,00	-40,98	1,40	-31,27	1,46
16	1,10	0,00	0,00	-38,41	1,41	-27,32	1,32
17	1,20	0,00	0,00	-35,82	1,41	-23,62	1,18
18	1,29	0,00	0,00	-33,21	1,39	-20,18	1,04
19	1,39	0,00	0,00	-30,57	1,35	-17,01	0,90
20	1,49	0,00	0,00	-27,91	1,30	-14,09	0,77
21	1,59	0,00	0,00	-25,22	1,24	-11,45	0,64
22	1,69	0,00	0,00	-22,51	1,16	-9,07	0,53
23	1,79	0,00	0,00	-19,78	1,07	-6,96	0,41
24	1,89	0,00	0,00	-17,03	0,96	-5,13	0,31
25	1,99	0,00	0,00	-14,25	0,84	-3,57	0,22
26	2,09	0,00	0,00	-11,45	0,70	-2,29	0,15
27	2,19	0,00	0,00	-8,62	0,55	-1,29	0,08
28	2,29	0,00	0,00	-5,77	0,38	-0,58	0,04
29	2,39	0,00	0,00	-2,90	0,20	-0,14	0,01
30	2,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

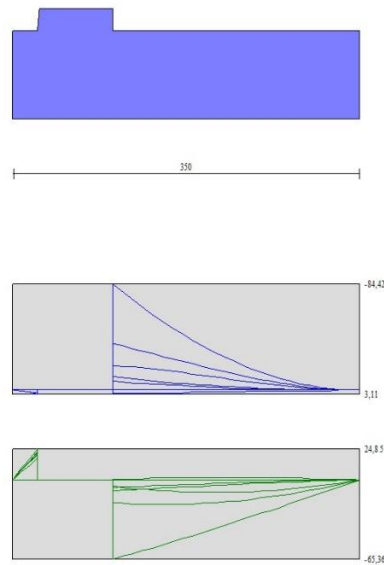


Fig. 19 - Fondazione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	93 di 158

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	43	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
4	100	45	15,71	31,42	0,87	5,47	644,39	4074,77	744.464
5	100	47	15,71	31,42	1,62	7,44	757,43	3490,92	468.905
6	100	49	15,71	31,42	2,64	9,49	843,90	3029,45	319.236
7	100	50	15,71	31,42	3,98	11,61	870,85	2540,62	218.868
8	100	52	15,71	31,42	5,65	13,80	885,32	2162,23	156.685
9	100	54	15,71	31,42	7,69	16,07	894,25	1869,03	116.341
10	100	55	15,71	31,42	10,12	18,40	903,89	1644,40	89.351
11	100	57	15,71	31,42	12,97	20,82	909,43	1459,79	70.128
12	100	59	15,71	31,42	16,27	23,30	920,49	1318,23	56.573
13	100	61	15,71	31,42	20,05	25,86	928,62	1197,51	46.306
14	100	62	15,71	31,42	24,35	28,49	939,02	1099,01	38.571
15	100	64	15,71	31,42	29,17	31,20	952,57	1018,70	32.651
16	100	66	15,71	31,42	34,57	33,98	964,88	948,40	27.912
17	100	67	15,71	31,42	40,56	36,83	975,85	886,18	24.060
18	100	69	15,71	31,42	47,17	39,76	988,29	832,96	20.951
19	100	71	15,71	31,42	54,44	42,76	1002,07	787,07	18.407
20	100	73	15,71	31,42	62,38	45,83	1017,08	747,20	16.303
21	100	74	15,71	31,42	71,04	48,98	1033,04	712,21	14.541
22	100	76	15,71	31,42	80,44	52,20	1049,80	681,24	13.051

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	80	31,42	31,42	1,38	0,00	891,34	0,00	644.555
4	100	80	31,42	31,42	3,11	0,00	891,34	0,00	286.659

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
5	100	80	31,42	31,42	-84,42	0,00	-891,34	0,00	10.558
6	100	80	31,42	31,42	-78,03	0,00	-891,34	0,00	11.423
7	100	80	31,42	31,42	-71,87	0,00	-891,34	0,00	12.403
8	100	80	31,42	31,42	-65,94	0,00	-891,34	0,00	13.517
9	100	80	31,42	31,42	-60,26	0,00	-891,34	0,00	14.792
10	100	80	31,42	31,42	-54,81	0,00	-891,34	0,00	16.262
11	100	80	31,42	31,42	-49,61	0,00	-891,34	0,00	17.968
12	100	80	31,42	31,42	-44,65	0,00	-891,34	0,00	19.963
13	100	80	31,42	31,42	-39,94	0,00	-891,34	0,00	22.317
14	100	80	31,42	31,42	-35,48	0,00	-891,34	0,00	25.123
15	100	80	31,42	31,42	-31,27	0,00	-891,34	0,00	28.504
16	100	80	31,42	31,42	-27,32	0,00	-891,34	0,00	32.630
17	100	80	31,42	31,42	-23,62	0,00	-891,34	0,00	37.737
18	100	80	31,42	31,42	-20,18	0,00	-891,34	0,00	44.166
19	100	80	31,42	31,42	-17,01	0,00	-891,34	0,00	52.415
20	100	80	31,42	31,42	-14,09	0,00	-891,34	0,00	63.246
21	100	80	31,42	31,42	-11,45	0,00	-891,34	0,00	77.866
22	100	80	31,42	31,42	-9,07	0,00	-891,34	0,00	98.278
23	100	80	31,42	31,42	-6,96	0,00	-891,34	0,00	128.010
24	100	80	31,42	31,42	-5,13	0,00	-891,34	0,00	173.758
25	100	80	31,42	31,42	-3,57	0,00	-891,34	0,00	249.528
26	100	80	31,42	31,42	-2,29	0,00	-891,34	0,00	388.825
27	100	80	31,42	31,42	-1,29	0,00	-891,34	0,00	689.366
28	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
29	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
30	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

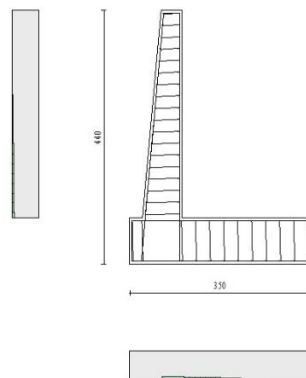


Fig. 20 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	95 di 158

- 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

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	255,38	0,00	100.000
2	100	42	0,00	--	0,00	0,00	261,08	1,13	231.954
3	100	43	0,00	--	0,00	0,00	266,68	2,42	110.050
4	100	45	0,00	--	0,00	0,00	272,20	3,89	69.960
5	100	47	0,00	--	0,00	0,00	277,65	5,53	50.210
6	100	49	0,00	--	0,00	0,00	283,03	7,34	38.558
7	100	50	0,00	--	0,00	0,00	288,33	9,32	30.930
8	100	52	0,00	--	0,00	0,00	293,58	11,48	25.583
9	100	54	0,00	--	0,00	0,00	298,76	13,80	21.649
10	100	55	0,00	--	0,00	0,00	303,89	16,30	18.648
11	100	57	0,00	--	0,00	0,00	308,97	18,96	16.292
12	100	59	0,00	--	0,00	0,00	314,00	21,80	14.401
13	100	61	0,00	--	0,00	0,00	318,98	24,81	12.855
14	100	62	0,00	--	0,00	0,00	323,92	28,00	11.570
15	100	64	0,00	--	0,00	0,00	328,82	31,35	10.488
16	100	66	0,00	--	0,00	0,00	333,68	34,88	9.567
17	100	67	0,00	--	0,00	0,00	338,50	38,57	8.776
18	100	69	0,00	--	0,00	0,00	343,28	42,44	8.088
19	100	71	0,00	--	0,00	0,00	348,03	46,48	7.488
20	100	73	0,00	--	0,00	0,00	352,75	50,69	6.959
21	100	74	0,00	--	0,00	0,00	357,44	55,07	6.490
22	100	76	0,00	--	0,00	0,00	362,09	59,63	6.072

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000
2	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	8,30	48.311
3	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	16,58	24.180
4	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	24,85	16.136
5	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-65,36	6.135
6	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-63,03	6.362
7	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-60,67	6.609
8	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-58,29	6.879
9	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-55,89	7.175
10	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-53,46	7.500
11	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-51,01	7.860

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
12	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-48,54	8.261
13	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-46,04	8.709
14	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-43,52	9.213
15	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-40,98	9.785
16	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-38,41	10.439
17	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-35,82	11.194
18	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-33,21	12.075
19	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-30,57	13.117
20	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-27,91	14.368
21	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-25,22	15.898
22	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-22,51	17.810
23	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-19,78	20.270
24	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-17,03	23.550
25	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-14,25	28.144
26	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-11,45	35.035
27	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-8,62	46.522
28	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-5,77	69.499
29	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	-2,90	138.433
30	100	80	0,00	--	0,00	0,00	400,98	0,00	100.000

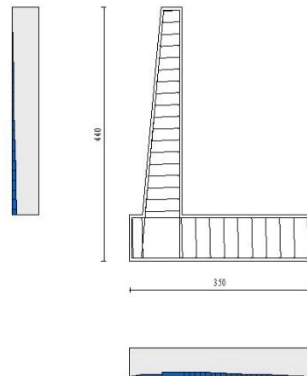


Fig. 21 - Paramento (Inviluppo)

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]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	97 di 158

- 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]
 σ 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]

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	σ	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 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	42	15,71	31,42	0,06	1,75	0,006 (10)	0,031 (10)	0,079 (10)
3	100	43	15,71	31,42	0,26	3,58	0,014 (10)	0,024 (10)	0,197 (10)
4	100	45	15,71	31,42	0,63	5,47	0,027 (10)	0,036 (10)	0,357 (10)
5	100	47	15,71	31,42	1,17	7,44	0,043 (10)	0,189 (10)	0,569 (10)
6	100	49	15,71	31,42	1,92	9,49	0,064 (10)	0,457 (10)	0,830 (10)
7	100	50	15,71	31,42	2,90	11,61	0,088 (10)	0,847 (10)	1,138 (10)
8	100	52	15,71	31,42	4,13	13,80	0,117 (10)	1,361 (10)	1,490 (10)
9	100	54	15,71	31,42	5,63	16,07	0,148 (10)	2,001 (10)	1,883 (10)
10	100	55	15,71	31,42	7,42	18,40	0,183 (10)	2,766 (10)	2,318 (10)
11	100	57	15,71	31,42	9,53	20,82	0,221 (10)	3,659 (10)	2,791 (10)
12	100	59	15,71	31,42	11,97	23,30	0,262 (10)	4,678 (10)	3,302 (10)
13	100	61	15,71	31,42	14,77	25,86	0,306 (10)	5,824 (10)	3,851 (10)
14	100	62	15,71	31,42	17,96	28,49	0,352 (10)	7,099 (10)	4,436 (10)
15	100	64	15,71	31,42	21,55	31,20	0,402 (10)	8,501 (10)	5,056 (10)
16	100	66	15,71	31,42	25,56	33,98	0,453 (10)	10,032 (10)	5,710 (10)
17	100	67	15,71	31,42	30,02	36,83	0,508 (10)	11,692 (10)	6,399 (10)
18	100	69	15,71	31,42	34,94	39,76	0,564 (10)	13,481 (10)	7,120 (10)
19	100	71	15,71	31,42	40,36	42,76	0,624 (10)	15,399 (10)	7,873 (10)
20	100	73	15,71	31,42	46,29	45,83	0,685 (10)	17,447 (10)	8,658 (10)
21	100	74	15,71	31,42	52,76	48,98	0,749 (10)	19,624 (10)	9,474 (10)
22	100	76	15,71	31,42	59,78	52,20	0,814 (10)	21,931 (10)	10,319 (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	σ	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	80	31,42	31,42	0,30	0,00	0,003 (10)	0,137 (10)	0,038 (10)
3	100	80	31,42	31,42	1,21	0,00	0,013 (10)	0,549 (10)	0,152 (10)
4	100	80	31,42	31,42	2,73	0,00	0,029 (10)	1,236 (10)	0,342 (10)
5	100	80	31,42	31,42	-10,50	0,00	0,110 (10)	1,319 (10)	4,765 (10)
6	100	80	31,42	31,42	-9,63	0,00	0,101 (10)	1,209 (10)	4,368 (10)
7	100	80	31,42	31,42	-8,79	0,00	0,092 (10)	1,104 (10)	3,990 (10)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
8	100	80	31,42	31,42	-8,00	0,00	0,084 (10)	1,005 (10)	3,631 (10)
9	100	80	31,42	31,42	-7,25	0,00	0,076 (10)	0,911 (10)	3,290 (10)
10	100	80	31,42	31,42	-6,54	0,00	0,069 (10)	0,821 (10)	2,968 (10)
11	100	80	31,42	31,42	-5,87	0,00	0,062 (10)	0,737 (10)	2,664 (10)
12	100	80	31,42	31,42	-5,24	0,00	0,055 (10)	0,658 (10)	2,378 (10)
13	100	80	31,42	31,42	-4,65	0,00	0,049 (10)	0,584 (10)	2,109 (10)
14	100	80	31,42	31,42	-4,10	0,00	0,043 (10)	0,514 (10)	1,858 (10)
15	100	80	31,42	31,42	-3,58	0,00	0,038 (10)	0,449 (10)	1,624 (10)
16	100	80	31,42	31,42	-3,10	0,00	0,033 (10)	0,389 (10)	1,406 (10)
17	100	80	31,42	31,42	-2,66	0,00	0,028 (10)	0,334 (10)	1,206 (10)
18	100	80	31,42	31,42	-2,25	0,00	0,024 (10)	0,283 (10)	1,022 (10)
19	100	80	31,42	31,42	-1,88	0,00	0,020 (10)	0,236 (10)	0,853 (10)
20	100	80	31,42	31,42	-1,55	0,00	0,016 (10)	0,194 (10)	0,701 (10)
21	100	80	31,42	31,42	-1,24	0,00	0,013 (10)	0,156 (10)	0,565 (10)
22	100	80	31,42	31,42	-0,98	0,00	0,010 (10)	0,123 (10)	0,444 (10)
23	100	80	31,42	31,42	-0,74	0,00	0,008 (10)	0,093 (10)	0,338 (10)
24	100	80	31,42	31,42	-0,54	0,00	0,006 (10)	0,068 (10)	0,247 (10)
25	100	80	31,42	31,42	-0,38	0,00	0,004 (10)	0,047 (10)	0,170 (10)
26	100	80	31,42	31,42	-0,24	0,00	0,003 (10)	0,030 (10)	0,108 (10)
27	100	80	31,42	31,42	-0,13	0,00	0,001 (10)	0,017 (10)	0,061 (10)
28	100	80	31,42	31,42	-0,06	0,00	0,001 (10)	0,007 (10)	0,027 (10)
29	100	80	31,42	31,42	-0,01	0,00	0,000 (1)	0,000 (1)	0,007 (10)
30	100	80	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	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 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	42	15,71	31,42	0,00	1,75	0,004 (12)	0,051 (12)	0,057 (12)
3	100	43	15,71	31,42	0,00	3,58	0,008 (12)	0,098 (12)	0,115 (12)
4	100	45	15,71	31,42	0,03	5,47	0,012 (12)	0,136 (12)	0,180 (12)
5	100	47	15,71	31,42	0,12	7,44	0,018 (12)	0,162 (12)	0,256 (12)
6	100	49	15,71	31,42	0,28	9,49	0,024 (12)	0,172 (12)	0,347 (12)
7	100	50	15,71	31,42	0,53	11,61	0,032 (12)	0,164 (12)	0,455 (12)
8	100	52	15,71	31,42	0,90	13,80	0,042 (12)	0,136 (12)	0,582 (12)
9	100	54	15,71	31,42	1,41	16,07	0,052 (12)	0,088 (12)	0,730 (12)
10	100	55	15,71	31,42	2,08	18,40	0,065 (12)	0,013 (12)	0,901 (12)
11	100	57	15,71	31,42	2,93	20,82	0,080 (12)	0,117 (12)	1,105 (12)
12	100	59	15,71	31,42	3,99	23,30	0,099 (12)	0,321 (12)	1,346 (12)
13	100	61	15,71	31,42	5,28	25,86	0,120 (12)	0,615 (12)	1,626 (12)
14	100	62	15,71	31,42	6,81	28,49	0,144 (12)	1,010 (12)	1,944 (12)
15	100	64	15,71	31,42	8,62	31,20	0,171 (12)	1,513 (12)	2,297 (12)
16	100	66	15,71	31,42	10,72	33,98	0,201 (12)	2,126 (12)	2,685 (12)
17	100	67	15,71	31,42	13,13	36,83	0,234 (12)	2,851 (12)	3,107 (12)
18	100	69	15,71	31,42	15,88	39,76	0,269 (12)	3,691 (12)	3,561 (12)
19	100	71	15,71	31,42	18,99	42,76	0,307 (12)	4,644 (12)	4,046 (12)
20	100	73	15,71	31,42	22,49	45,83	0,347 (12)	5,713 (12)	4,562 (12)
21	100	74	15,71	31,42	26,38	48,98	0,389 (12)	6,899 (12)	5,109 (12)
22	100	76	15,71	31,42	30,70	52,20	0,434 (12)	8,201 (12)	5,687 (12)

Fondazione

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	99 di 158

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	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	80	31,42	31,42	0,24	0,00	0,003 (12)	0,109 (12)	0,030 (12)
3	100	80	31,42	31,42	0,96	0,00	0,010 (12)	0,434 (12)	0,120 (12)
4	100	80	31,42	31,42	2,16	0,00	0,023 (12)	0,978 (12)	0,271 (12)
5	100	80	31,42	31,42	2,53	0,00	0,027 (12)	1,147 (12)	0,317 (12)
6	100	80	31,42	31,42	2,47	0,00	0,026 (12)	1,121 (12)	0,310 (12)
7	100	80	31,42	31,42	2,40	0,00	0,025 (12)	1,088 (12)	0,301 (12)
8	100	80	31,42	31,42	2,31	0,00	0,024 (12)	1,050 (12)	0,290 (12)
9	100	80	31,42	31,42	2,22	0,00	0,023 (12)	1,005 (12)	0,278 (12)
10	100	80	31,42	31,42	2,11	0,00	0,022 (12)	0,956 (12)	0,265 (12)
11	100	80	31,42	31,42	1,99	0,00	0,021 (12)	0,903 (12)	0,250 (12)
12	100	80	31,42	31,42	1,87	0,00	0,020 (12)	0,846 (12)	0,234 (12)
13	100	80	31,42	31,42	1,74	0,00	0,018 (12)	0,787 (12)	0,218 (12)
14	100	80	31,42	31,42	1,60	0,00	0,017 (12)	0,726 (12)	0,201 (12)
15	100	80	31,42	31,42	1,46	0,00	0,015 (12)	0,663 (12)	0,183 (12)
16	100	80	31,42	31,42	1,32	0,00	0,014 (12)	0,599 (12)	0,166 (12)
17	100	80	31,42	31,42	1,18	0,00	0,012 (12)	0,535 (12)	0,148 (12)
18	100	80	31,42	31,42	1,04	0,00	0,011 (12)	0,472 (12)	0,131 (12)
19	100	80	31,42	31,42	0,90	0,00	0,010 (12)	0,410 (12)	0,114 (12)
20	100	80	31,42	31,42	0,77	0,00	0,008 (12)	0,350 (12)	0,097 (12)
21	100	80	31,42	31,42	0,64	0,00	0,007 (12)	0,293 (12)	0,081 (12)
22	100	80	31,42	31,42	0,53	0,00	0,006 (12)	0,238 (12)	0,066 (12)
23	100	80	31,42	31,42	0,41	0,00	0,004 (12)	0,188 (12)	0,052 (12)
24	100	80	31,42	31,42	0,31	0,00	0,003 (12)	0,142 (12)	0,039 (12)
25	100	80	31,42	31,42	0,22	0,00	0,002 (12)	0,101 (12)	0,028 (12)
26	100	80	31,42	31,42	0,15	0,00	0,002 (12)	0,067 (12)	0,018 (12)
27	100	80	31,42	31,42	0,08	0,00	0,001 (12)	0,038 (12)	0,011 (12)
28	100	80	31,42	31,42	0,04	0,00	0,000 (12)	0,018 (12)	0,005 (12)
29	100	80	31,42	31,42	0,00	0,00	0,000 (1)	0,000 (1)	0,000 (1)
30	100	80	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 [cm²]
- Aeff area efficace espressa in [cm²]
- 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 $w_{im}=0.20$

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	0,000000	0,00	0,000 (11)
2	100	42	0,00	0,00	0,05	62,79	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	43	0,00	0,00	0,20	314,54	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	45	0,00	0,00	0,48	1629,14	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	47	31,42	413,93	0,91	448,79	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	49	31,42	687,05	1,51	332,49	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	50	31,42	907,75	2,31	294,68	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	52	31,42	1088,18	3,32	279,99	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	54	31,42	1240,16	4,57	275,35	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	55	31,42	1372,42	6,09	276,07	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	57	31,42	1490,86	7,88	280,04	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	59	31,42	1599,43	9,98	286,18	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	61	31,42	1700,77	12,40	293,89	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	62	31,42	1796,71	15,17	302,78	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	64	31,42	1888,54	18,31	312,63	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	66	31,42	1977,17	21,85	323,25	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	67	31,42	2063,30	25,80	334,56	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	69	31,42	2147,42	30,18	346,45	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	71	31,42	2229,93	35,02	358,88	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	73	31,42	2311,12	40,34	371,79	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	74	31,42	2391,24	46,17	385,16	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	76	31,42	2470,45	52,51	398,95	0,000000	0,00	0,000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,00	0,000 (11)
2	100	80	31,42	3019,68	0,29	392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
3	100	80	31,42	3019,68	1,15	392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
4	100	80	31,42	3019,68	2,58	392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
5	100	80	31,42	5143,42	-7,24	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
6	100	80	31,42	5143,42	-6,60	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
7	100	80	31,42	5143,42	-5,99	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
8	100	80	31,42	5143,42	-5,42	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
9	100	80	31,42	5143,42	-4,88	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
10	100	80	31,42	5143,42	-4,38	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
11	100	80	31,42	5143,42	-3,90	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
12	100	80	31,42	5143,42	-3,46	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
13	100	80	31,42	5143,42	-3,05	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
14	100	80	31,42	5143,42	-2,67	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
15	100	80	31,42	5143,42	-2,32	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
16	100	80	31,42	5143,42	-1,99	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
17	100	80	31,42	5143,42	-1,70	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
18	100	80	31,42	5143,42	-1,43	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
19	100	80	31,42	5143,42	-1,18	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
20	100	80	31,42	5143,42	-0,97	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
21	100	80	31,42	5143,42	-0,77	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
22	100	80	31,42	5143,42	-0,60	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
23	100	80	31,42	5143,42	-0,45	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
24	100	80	31,42	5143,42	-0,33	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
25	100	80	31,42	5143,42	-0,23	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
26	100	80	31,42	5143,42	-0,14	-392,66	0,000000	0,00	0,000 (11)
27	100	80	0,00	0,00	-0,08	0,00	0,000000	0,00	0,000 (11)
28	100	80	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,000000	0,00	0,000 (11)
29	100	80	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,000000	0,00	0,000 (11)
30	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000000	0,00	0,000 (11)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO
 NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	101 di 158

14 TABULATI DI CALCOLO MURO 2

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interfernte con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	102 di 158

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	20,00	1,00	2.862

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C30/37	
Altezza paramento	3,00	[m]
Altezza paramento libero	3,60	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,70	[m]
Inclinazione paramento esterno	5,71	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	0,25	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,99	[m]
Lunghezza totale	2,94	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,80	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

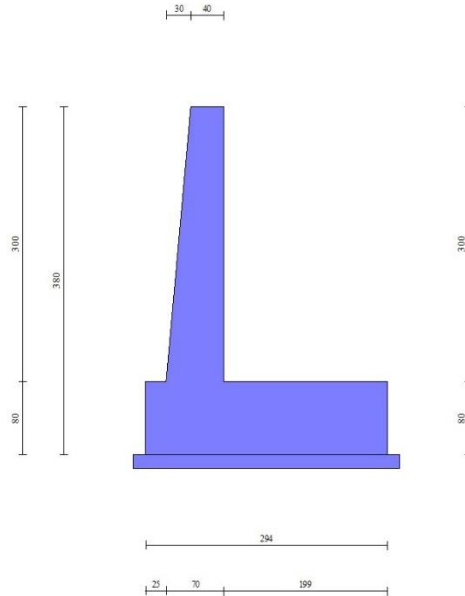


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

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/mm ²]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ²]

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/mm ²]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [N/mm ²]	c _a [N/mm ²]	Cesp	τ_l [N/mm ²]
1	Riempimento	20,0000	20,0000	35,000	23,330	0,000	0,000		
2	Fondazione	19,0000	19,0000	35,000	29,750	0,005	0,000		

Stratigrafia

Simbologia adottata

- n° Indice dello strato
- H Spessore dello strato espresso in [m]
- α Inclinazione espressa in [°]
- Terreno Terreno dello strato
- Kwn, Kwt Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

- Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
- Ks Coefficiente di spinta
- Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

- Kststa, Kstsis Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	3,80	0.000	Fondazione	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	10,00	0.000	Fondazione	1.000	0.330	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

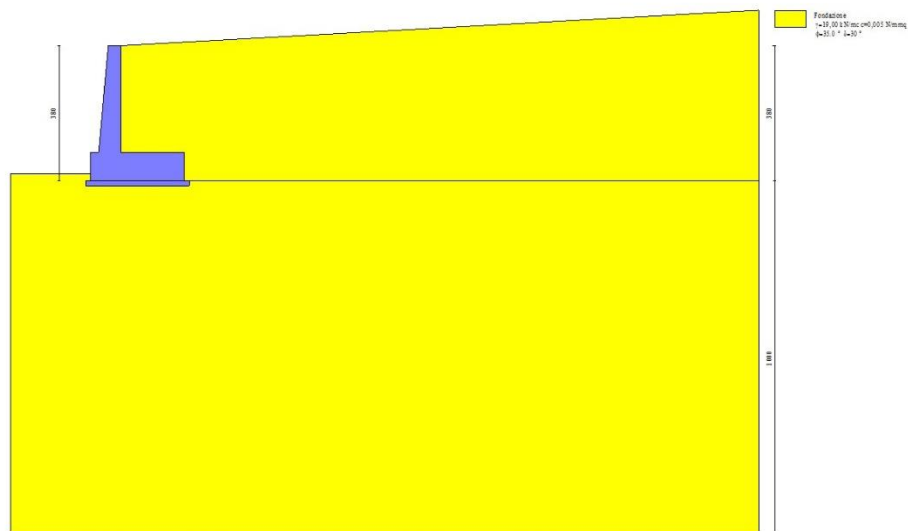


Fig. 2 - Stratigrafia

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	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 $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=0.75$ - $\Psi_2=0.00$

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					0,00	20,00	20,0000	20,0000

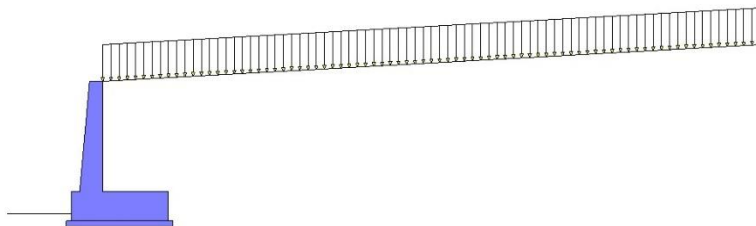


Fig. 3 - Carichi sul terreno

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

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
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 statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	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

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
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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	109 di 158

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

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.717	
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.175	
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.502	
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.526	
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.437
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	0.240	6.035	3.018

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_yN_y) 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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	110 di 158

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]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

	SLU	Eccezionale
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50	1.00
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15	1.00
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00	1.00

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD **non eseguite**. Struttura in classe d'uso III o IV

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/96) - NTC 2008 I Formulazione

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

Verifica delle tensioni



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	111 di 158

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.55 f_{ck}	0.75 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.40 f_{ck}	1.00 f_{yk}

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	54,92	29,75	47,68	27,25	1,99	-2,41
	Peso/Inerzia muro			0,00	100,05/0,00	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	169,04/0,00	1,00	-1,47
2	Spinta statica	19,73	29,75	17,13	9,79	1,99	-2,84
	Incremento di spinta sismica		5,78	5,02	2,87	1,99	-2,50
	Peso/Inerzia muro			6,04	100,05/3,02	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			6,96	115,31/3,48	1,00	-1,47
3	Spinta statica	19,73	29,75	17,13	9,79	1,99	-2,84
	Incremento di spinta sismica		3,68	3,20	1,83	1,99	-2,50
	Peso/Inerzia muro			6,04	100,05/-3,02	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			6,96	115,31/-3,48	1,00	-1,47
10	Spinta statica	37,05	29,75	32,16	18,38	1,99	-2,49
	Peso/Inerzia muro			0,00	100,05/0,00	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	155,11/0,00	1,00	-1,47
	Diagramma correttivo			1,18		0,00	-0,16
11	Spinta statica	32,24	29,75	27,99	16,00	1,99	-2,58
	Peso/Inerzia muro			0,00	100,05/0,00	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	145,16/0,00	1,00	-1,47
	Diagramma correttivo			1,60		0,00	-0,20
12	Spinta statica	19,73	29,75	17,13	9,79	1,99	-2,84
	Peso/Inerzia muro			0,00	100,05/0,00	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	115,31/0,00	1,00	-1,47
	Diagramma correttivo			1,86		0,00	-0,25



Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

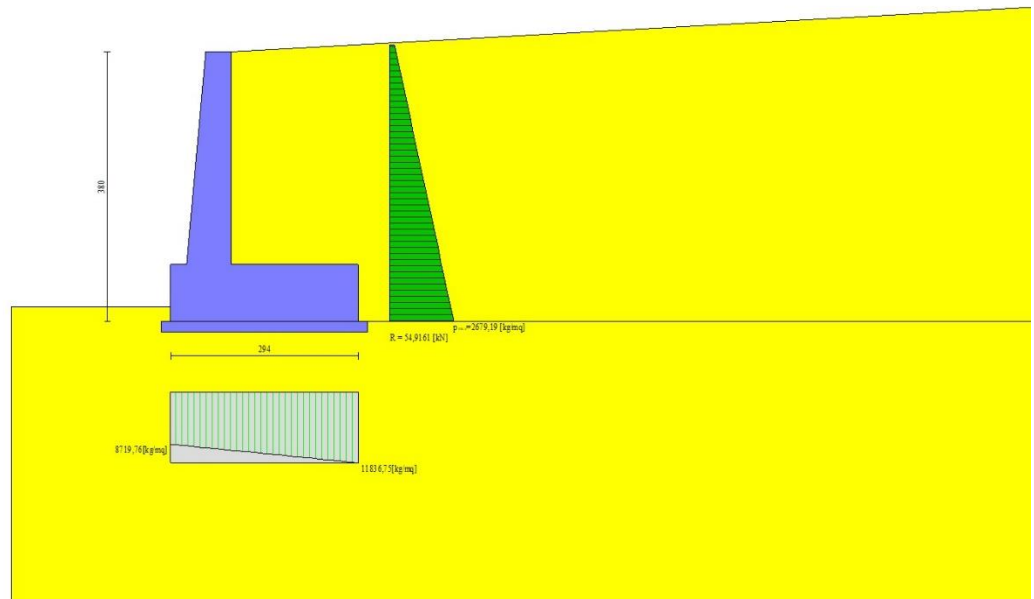


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

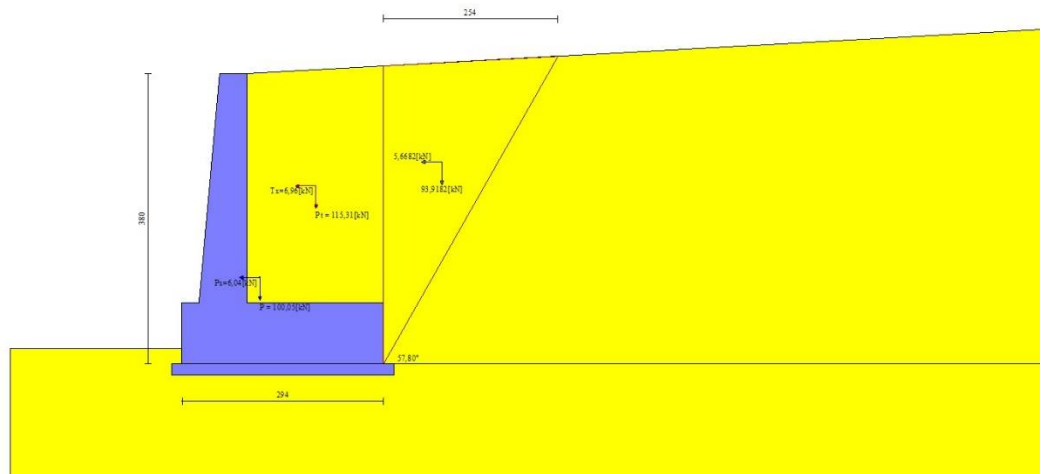


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

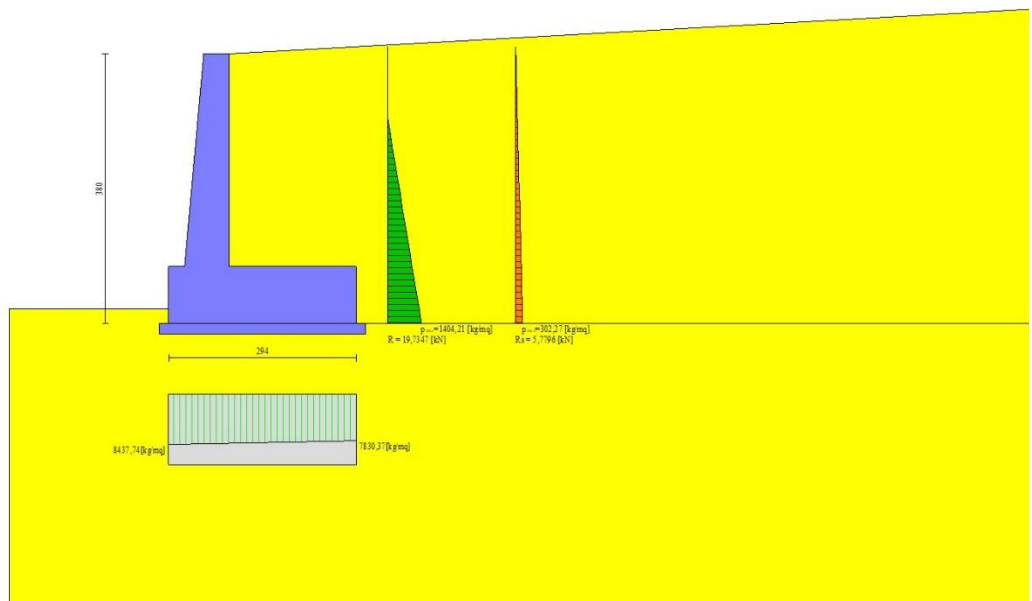


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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)		3.552		7.692			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.813		10.748			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.781		11.340			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.629		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.708		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.713		
7 - EQU			5.599				
8 - EQU	H + V		6.578				
9 - EQU	H - V		5.682				

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)	169,37	0,00	0,00	--	--	169,37	47,68	3.552
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	134,04	0,00	0,00	--	--	134,04	35,15	3.813
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	126,02	0,00	0,00	--	--	126,02	33,33	3.781

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	116 di 158

- 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 [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	296,34	2279,32	1628,09	7.692
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	234,52	2520,71	1800,51	10.748
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	220,48	2500,24	1785,89	11.340

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

- n° Indece combinazione
 Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante
 ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico
 dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa
 gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico
 bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa
 sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione
 pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
 ry Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B_y/N_y 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	ry	D [m]	B' H [m]	γ [kN/mc]	φ [°]	c [N/mm ²]
1	46.124	0.807	1.026	--	--	--	--	0.958	0,20	2,79 2,82	19,00	35.00	0,005
	33.296	0.807	1.013	--	--	--	--						
	37.152	0.546	1.013	--	--	--	--						
2	46.124	0.820	1.026	--	--	--	--	0.958	0,20	2,90 2,82	19,00	35.00	0,005
	33.296	0.820	1.013	--	--	--	--						
	37.152	0.572	1.013	--	--	--	--						
3	46.124	0.818	1.026	--	--	--	--	0.958	0,20	2,90 2,82	19,00	35.00	0,005
	33.296	0.818	1.013	--	--	--	--						
	37.152	0.569	1.013	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	117 di 158

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 [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU	490,58	87,62	5,599
8 - EQU H + V	394,14	59,92	6,578
9 - EQU H - V	380,66	66,99	5,682

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 [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-1,50; 2,00	6,78	1.629
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1,00; 2,00	6,54	1.708
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-1,00; 2,00	6,54	1.713

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/mm ²]	u [N/mm ²]	Tx; Ty [kN]
1	4,34	9,56	5,06 - 0,42	69.622	29.256	0,004	0,0000	
2	11,60	9,56	0,42	61.325	29.256	0,004	0,0000	
3	16,75	9,56	0,42	54.625	29.256	0,004	0,0000	
4	20,78	9,56	0,42	48.915	29.256	0,004	0,0000	
5	24,07	9,56	0,42	43.805	29.256	0,004	0,0000	
6	26,82	9,56	0,42	39.106	29.256	0,004	0,0000	
7	29,12	9,56	0,42	34.704	29.256	0,004	0,0000	
8	32,30	9,56	0,42	30.526	29.256	0,004	0,0000	
9	34,68	9,56	0,42	26.522	29.256	0,004	0,0000	
10	36,02	9,56	0,42	22.655	29.256	0,004	0,0000	
11	37,11	9,56	0,42	18.893	29.256	0,004	0,0000	
12	37,95	9,56	0,42	15.215	29.256	0,004	0,0000	
13	44,84	1,62	0,42	11.600	29.256	0,004	0,0000	
14	30,84	0,00	0,42	8.032	29.256	0,004	0,0000	
15	12,18	0,00	0,42	4.495	29.256	0,004	0,0000	
16	9,28	0,00	0,42	0.975	29.256	0,004	0,0000	
17	9,24	0,00	0,42	-2.541	29.256	0,004	0,0000	
18	8,99	0,00	0,42	-6.067	29.256	0,004	0,0000	
19	8,54	0,00	0,42	-9.616	29.256	0,004	0,0000	
20	7,87	0,00	0,42	-13.203	29.256	0,004	0,0000	
21	6,99	0,00	0,42	-16.844	29.256	0,004	0,0000	
22	5,88	0,00	0,42	-20.556	29.256	0,004	0,0000	
23	4,52	0,00	0,42	-24.362	29.256	0,004	0,0000	
24	2,89	0,00	0,42	-28.286	29.256	0,004	0,0000	
25	0,97	0,00	-5,33 - 0,42	-31.435	29.256	0,004	0,0000	

Combinazione n° 5 - 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	3,72	0,00	5,31 - 0,39	69.341	29.256	0,004	0,0000	
2	9,99	0,00	0,39	61.432	29.256	0,004	0,0000	
3	14,50	0,00	0,39	54.915	29.256	0,004	0,0000	
4	18,06	0,00	0,39	49.346	29.256	0,004	0,0000	
5	20,98	0,00	0,39	44.357	29.256	0,004	0,0000	
6	23,42	0,00	0,39	39.767	29.256	0,004	0,0000	
7	25,49	0,00	0,39	35.467	29.256	0,004	0,0000	
8	27,23	0,00	0,39	31.387	29.256	0,004	0,0000	
9	29,52	0,00	0,39	27.478	29.256	0,004	0,0000	
10	31,79	0,00	0,39	23.705	29.256	0,004	0,0000	
11	32,80	0,00	0,39	20.038	29.256	0,004	0,0000	
12	33,60	0,00	0,39	16.455	29.256	0,004	0,0000	
13	34,21	0,00	0,39	12.937	29.256	0,004	0,0000	
14	32,78	0,00	0,39	9.469	29.256	0,004	0,0000	
15	40,54	0,00	0,39	6.035	29.256	0,004	0,0000	
16	17,76	0,00	0,39	2.624	29.256	0,004	0,0000	
17	7,76	0,00	0,39	-0.779	29.256	0,004	0,0000	
18	6,74	0,00	0,39	-4.184	29.256	0,004	0,0000	
19	6,45	0,00	0,39	-7.605	29.256	0,004	0,0000	
20	5,98	0,00	0,39	-11.052	29.256	0,004	0,0000	
21	5,33	0,00	0,39	-14.541	29.256	0,004	0,0000	
22	4,49	0,00	0,39	-18.087	29.256	0,004	0,0000	
23	3,45	0,00	0,39	-21.706	29.256	0,004	0,0000	
24	2,21	0,00	0,39	-25.418	29.256	0,004	0,0000	
25	0,73	0,00	-4,39 - 0,39	-28.134	29.256	0,004	0,0000	

Combinazione n° 6 - 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	3,72	0,00	5,31 - 0,39	69.341	29.256	0,004	0,0000	
2	9,99	0,00	0,39	61.432	29.256	0,004	0,0000	
3	14,50	0,00	0,39	54.915	29.256	0,004	0,0000	
4	18,06	0,00	0,39	49.346	29.256	0,004	0,0000	
5	20,98	0,00	0,39	44.357	29.256	0,004	0,0000	
6	23,42	0,00	0,39	39.767	29.256	0,004	0,0000	
7	25,49	0,00	0,39	35.467	29.256	0,004	0,0000	
8	27,23	0,00	0,39	31.387	29.256	0,004	0,0000	
9	29,52	0,00	0,39	27.478	29.256	0,004	0,0000	
10	31,79	0,00	0,39	23.705	29.256	0,004	0,0000	
11	32,80	0,00	0,39	20.038	29.256	0,004	0,0000	
12	33,60	0,00	0,39	16.455	29.256	0,004	0,0000	
13	34,21	0,00	0,39	12.937	29.256	0,004	0,0000	
14	32,78	0,00	0,39	9.469	29.256	0,004	0,0000	
15	40,54	0,00	0,39	6.035	29.256	0,004	0,0000	
16	17,76	0,00	0,39	2.624	29.256	0,004	0,0000	
17	7,76	0,00	0,39	-0.779	29.256	0,004	0,0000	
18	6,74	0,00	0,39	-4.184	29.256	0,004	0,0000	
19	6,45	0,00	0,39	-7.605	29.256	0,004	0,0000	
20	5,98	0,00	0,39	-11.052	29.256	0,004	0,0000	
21	5,33	0,00	0,39	-14.541	29.256	0,004	0,0000	
22	4,49	0,00	0,39	-18.087	29.256	0,004	0,0000	
23	3,45	0,00	0,39	-21.706	29.256	0,004	0,0000	
24	2,21	0,00	0,39	-25.418	29.256	0,004	0,0000	
25	0,73	0,00	-4,39 - 0,39	-28.134	29.256	0,004	0,0000	

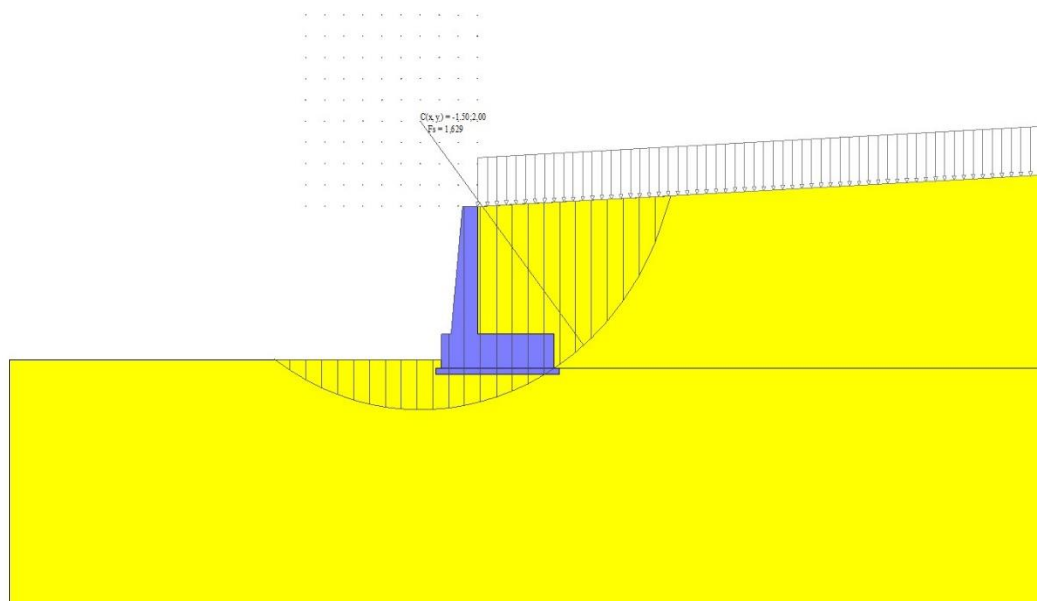


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

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	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	0,31	0,02
3	-0,30	3,11	0,75	0,08
4	-0,45	4,75	1,30	0,20
5	-0,60	6,45	1,98	0,40
6	-0,75	8,20	2,78	0,70
7	-0,90	10,01	3,69	1,12
8	-1,05	11,88	4,73	1,67
9	-1,20	13,80	5,90	2,37
10	-1,35	15,78	7,18	3,23
11	-1,50	17,81	8,59	4,29
12	-1,65	19,90	10,11	5,55
13	-1,80	22,05	11,76	7,03
14	-1,95	24,25	13,54	8,75
15	-2,10	26,51	15,43	10,73
16	-2,25	28,83	17,45	12,99
17	-2,40	31,20	19,58	15,54
18	-2,55	33,63	21,84	18,40
19	-2,70	36,11	24,23	21,60
20	-2,85	38,65	26,73	25,14
21	-3,00	41,25	29,36	29,04

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	0,10	0,00
3	-0,30	3,11	0,22	0,01
4	-0,45	4,75	0,35	0,02
5	-0,60	6,45	0,50	0,04
6	-0,75	8,20	0,67	0,07
7	-0,90	10,01	0,85	0,12
8	-1,05	11,88	1,06	0,18
9	-1,20	13,80	1,35	0,26
10	-1,35	15,78	1,74	0,38
11	-1,50	17,81	2,24	0,55
12	-1,65	19,90	2,85	0,79
13	-1,80	22,05	3,57	1,12
14	-1,95	24,25	4,41	1,54
15	-2,10	26,51	5,35	2,08
16	-2,25	28,83	6,40	2,75
17	-2,40	31,20	7,57	3,58
18	-2,55	33,63	8,85	4,56
19	-2,70	36,11	10,23	5,73
20	-2,85	38,65	11,73	7,10



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	121 di 158

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
21	-3,00	41,25	13,34	8,68

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

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	0,10	0,00
3	-0,30	3,11	0,21	0,01
4	-0,45	4,75	0,33	0,02
5	-0,60	6,45	0,46	0,03
6	-0,75	8,20	0,60	0,06
7	-0,90	10,01	0,76	0,09
8	-1,05	11,88	0,93	0,14
9	-1,20	13,80	1,18	0,20
10	-1,35	15,78	1,53	0,29
11	-1,50	17,81	1,98	0,42
12	-1,65	19,90	2,54	0,62
13	-1,80	22,05	3,20	0,89
14	-1,95	24,25	3,97	1,26
15	-2,10	26,51	4,84	1,72
16	-2,25	28,83	5,82	2,32
17	-2,40	31,20	6,90	3,04
18	-2,55	33,63	8,09	3,92
19	-2,70	36,11	9,39	4,97
20	-2,85	38,65	10,79	6,20
21	-3,00	41,25	12,30	7,64

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	0,69	0,05
3	-0,30	3,11	1,24	0,18
4	-0,45	4,75	1,66	0,37
5	-0,60	6,45	2,02	0,60
6	-0,75	8,20	2,47	0,88
7	-0,90	10,01	3,00	1,22
8	-1,05	11,88	3,63	1,64
9	-1,20	13,80	4,35	2,14
10	-1,35	15,78	5,16	2,74
11	-1,50	17,81	6,07	3,45
12	-1,65	19,90	7,07	4,30
13	-1,80	22,05	8,17	5,28
14	-1,95	24,25	9,36	6,42
15	-2,10	26,51	10,64	7,73
16	-2,25	28,83	12,02	9,22
17	-2,40	31,20	13,49	10,91
18	-2,55	33,63	15,05	12,80
19	-2,70	36,11	16,71	14,92
20	-2,85	38,65	18,46	17,28
21	-3,00	41,25	20,31	19,89

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	0,72	0,05
3	-0,30	3,11	1,24	0,18
4	-0,45	4,75	1,62	0,37
5	-0,60	6,45	1,90	0,59
6	-0,75	8,20	2,18	0,84
7	-0,90	10,01	2,55	1,13
8	-1,05	11,88	3,01	1,46
9	-1,20	13,80	3,57	1,86
10	-1,35	15,78	4,22	2,33
11	-1,50	17,81	4,96	2,89
12	-1,65	19,90	5,80	3,55
13	-1,80	22,05	6,73	4,34
14	-1,95	24,25	7,75	5,25
15	-2,10	26,51	8,87	6,30
16	-2,25	28,83	10,08	7,52
17	-2,40	31,20	11,39	8,90
18	-2,55	33,63	12,79	10,47
19	-2,70	36,11	14,28	12,24
20	-2,85	38,65	15,87	14,22
21	-3,00	41,25	17,55	16,42

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	0,66	0,05
3	-0,30	3,11	1,18	0,17
4	-0,45	4,75	1,55	0,35
5	-0,60	6,45	1,78	0,55
6	-0,75	8,20	1,86	0,77
7	-0,90	10,01	1,86	0,99
8	-1,05	11,88	1,87	1,18
9	-1,20	13,80	1,94	1,37
10	-1,35	15,78	2,09	1,56
11	-1,50	17,81	2,34	1,77
12	-1,65	19,90	2,68	2,00
13	-1,80	22,05	3,11	2,28
14	-1,95	24,25	3,64	2,61
15	-2,10	26,51	4,26	3,01
16	-2,25	28,83	4,97	3,49
17	-2,40	31,20	5,78	4,07
18	-2,55	33,63	6,68	4,76
19	-2,70	36,11	7,67	5,57
20	-2,85	38,65	8,76	6,52
21	-3,00	41,25	9,94	7,63

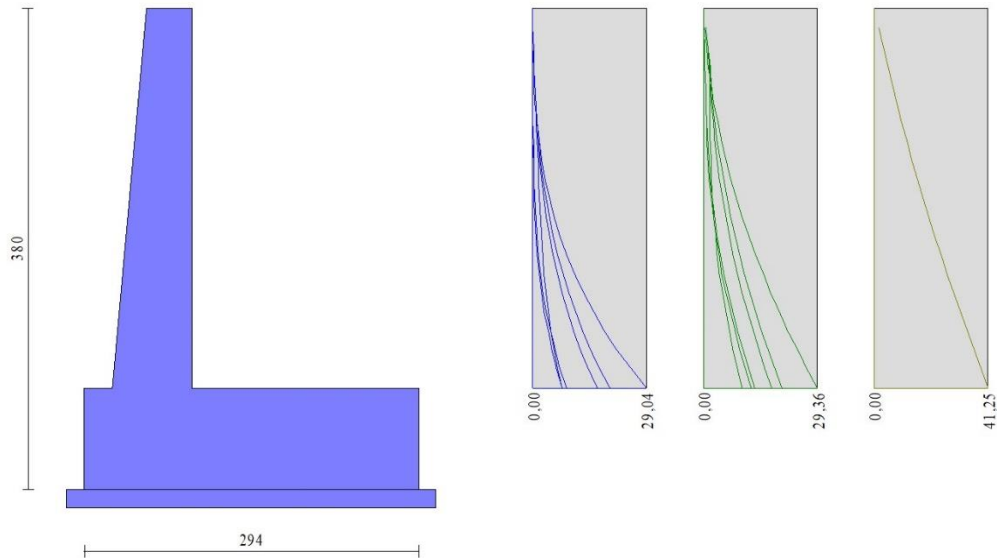


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0,95	0,00	0,00	0,00
2	-0,87	0,00	5,50	0,23
3	-0,78	0,00	11,07	0,92
4	-0,70	0,00	16,71	2,08
5	0,00	0,00	-33,15	-27,29
6	0,10	0,00	-30,63	-24,08
7	0,20	0,00	-28,21	-21,11
8	0,30	0,00	-25,88	-18,39
9	0,40	0,00	-23,63	-15,90
10	0,50	0,00	-21,48	-13,63
11	0,60	0,00	-19,42	-11,57
12	0,70	0,00	-17,44	-9,72
13	0,80	0,00	-15,56	-8,06
14	0,90	0,00	-13,77	-6,59
15	1,00	0,00	-12,07	-5,29
16	1,09	0,00	-10,45	-4,16
17	1,19	0,00	-8,93	-3,19
18	1,29	0,00	-7,50	-2,37
19	1,39	0,00	-6,16	-1,68
20	1,49	0,00	-4,91	-1,13
21	1,59	0,00	-3,74	-0,70
22	1,69	0,00	-2,67	-0,38
23	1,79	0,00	-1,69	-0,16
24	1,89	0,00	-0,80	-0,04
25	1,99	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	-0,95	0,00	0,00	0,00
2	-0,87	0,00	5,22	0,22
3	-0,78	0,00	10,42	0,87
4	-0,70	0,00	15,61	1,95
5	0,00	0,00	1,65	-0,31
6	0,10	0,00	1,29	-0,45
7	0,20	0,00	0,96	-0,56
8	0,30	0,00	0,65	-0,64
9	0,40	0,00	0,38	-0,69
10	0,50	0,00	0,14	-0,72
11	0,60	0,00	-0,08	-0,72
12	0,70	0,00	-0,26	-0,70
13	0,80	0,00	-0,42	-0,67
14	0,90	0,00	-0,55	-0,62
15	1,00	0,00	-0,64	-0,56
16	1,09	0,00	-0,71	-0,50
17	1,19	0,00	-0,75	-0,42
18	1,29	0,00	-0,76	-0,35
19	1,39	0,00	-0,74	-0,27
20	1,49	0,00	-0,69	-0,20
21	1,59	0,00	-0,61	-0,14
22	1,69	0,00	-0,50	-0,08
23	1,79	0,00	-0,36	-0,04
24	1,89	0,00	-0,20	-0,01
25	1,99	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	-0,95	0,00	0,00	0,00
2	-0,87	0,00	4,85	0,20
3	-0,78	0,00	9,68	0,81
4	-0,70	0,00	14,50	1,82
5	0,00	0,00	-8,08	-10,14
6	0,10	0,00	-7,98	-9,34
7	0,20	0,00	-7,84	-8,56
8	0,30	0,00	-7,68	-7,78
9	0,40	0,00	-7,48	-7,03
10	0,50	0,00	-7,25	-6,30
11	0,60	0,00	-6,99	-5,59
12	0,70	0,00	-6,69	-4,91
13	0,80	0,00	-6,37	-4,26
14	0,90	0,00	-6,01	-3,64
15	1,00	0,00	-5,63	-3,06
16	1,09	0,00	-5,21	-2,52
17	1,19	0,00	-4,75	-2,03
18	1,29	0,00	-4,27	-1,58
19	1,39	0,00	-3,76	-1,18
20	1,49	0,00	-3,21	-0,83
21	1,59	0,00	-2,63	-0,54
22	1,69	0,00	-2,02	-0,31
23	1,79	0,00	-1,38	-0,14
24	1,89	0,00	-0,71	-0,04
25	1,99	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 10 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-0,95	0,00	0,00	0,00
2	-0,87	0,00	4,85	0,20
3	-0,78	0,00	9,78	0,81
4	-0,70	0,00	14,78	1,83
5	0,00	0,00	-0,06	5,88
6	0,10	0,00	0,82	5,88
7	0,20	0,00	1,61	5,78
8	0,30	0,00	2,31	5,61
9	0,40	0,00	2,92	5,37
10	0,50	0,00	3,44	5,07
11	0,60	0,00	3,86	4,73
12	0,70	0,00	4,19	4,34
13	0,80	0,00	4,42	3,92
14	0,90	0,00	4,56	3,49
15	1,00	0,00	4,61	3,04
16	1,09	0,00	4,57	2,59
17	1,19	0,00	4,43	2,15
18	1,29	0,00	4,21	1,72
19	1,39	0,00	3,88	1,32
20	1,49	0,00	3,47	0,96
21	1,59	0,00	2,96	0,64
22	1,69	0,00	2,36	0,37
23	1,79	0,00	1,67	0,17
24	1,89	0,00	0,88	0,04
25	1,99	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X	N	T	M
	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-0,95	0,00	0,00	0,00
2	-0,87	0,00	4,61	0,19
3	-0,78	0,00	9,28	0,77
4	-0,70	0,00	14,02	1,74
5	0,00	0,00	0,72	6,15
6	0,10	0,00	1,48	6,06
7	0,20	0,00	2,16	5,90
8	0,30	0,00	2,76	5,67
9	0,40	0,00	3,27	5,39
10	0,50	0,00	3,70	5,05
11	0,60	0,00	4,04	4,68
12	0,70	0,00	4,30	4,27
13	0,80	0,00	4,48	3,85
14	0,90	0,00	4,57	3,40
15	1,00	0,00	4,57	2,96
16	1,09	0,00	4,50	2,51
17	1,19	0,00	4,33	2,07
18	1,29	0,00	4,09	1,66
19	1,39	0,00	3,76	1,27
20	1,49	0,00	3,34	0,92
21	1,59	0,00	2,84	0,61
22	1,69	0,00	2,26	0,36
23	1,79	0,00	1,59	0,16
24	1,89	0,00	0,84	0,04
25	1,99	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0,95	0,00	0,00	0,00
2	-0,87	0,00	3,95	0,16
3	-0,78	0,00	7,94	0,66
4	-0,70	0,00	11,97	1,49
5	0,00	0,00	3,30	6,89
6	0,10	0,00	3,65	6,54
7	0,20	0,00	3,95	6,16
8	0,30	0,00	4,19	5,76
9	0,40	0,00	4,38	5,33
10	0,50	0,00	4,51	4,89
11	0,60	0,00	4,59	4,43
12	0,70	0,00	4,62	3,98
13	0,80	0,00	4,59	3,52
14	0,90	0,00	4,50	3,06
15	1,00	0,00	4,37	2,62
16	1,09	0,00	4,17	2,20
17	1,19	0,00	3,93	1,79
18	1,29	0,00	3,63	1,42
19	1,39	0,00	3,27	1,07
20	1,49	0,00	2,86	0,77
21	1,59	0,00	2,40	0,51
22	1,69	0,00	1,88	0,29
23	1,79	0,00	1,31	0,13
24	1,89	0,00	0,68	0,03
25	1,99	0,00	0,00	0,00



294

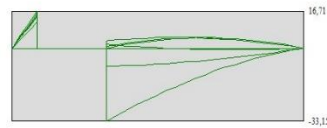
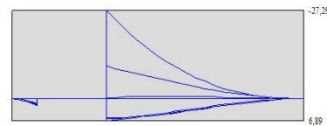


Fig. 10 - Fondazione (Inviluppo)

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
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	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	-0,15	100	41	15,71	31,42	0,02	1,53	0,00	0,00	1000.000
3	-0,30	100	43	15,71	31,42	0,08	3,11	0,00	0,00	1000.000
4	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,20	4,75	0,00	0,00	1000.000
5	-0,60	100	46	15,71	31,42	0,40	6,45	399,01	6394,68	991.430
6	-0,75	100	47	15,71	31,42	0,70	8,20	510,57	5960,99	726.680
7	-0,90	100	49	15,71	31,42	1,12	10,01	617,92	5533,42	552.657
8	-1,05	100	50	15,71	31,42	1,67	11,88	720,12	5132,09	432.068
9	-1,20	100	52	15,71	31,42	2,37	13,80	817,72	4768,82	345.571
10	-1,35	100	53	15,71	31,42	3,23	15,78	910,37	4440,51	281.439
11	-1,50	100	55	15,71	31,42	4,29	17,81	997,17	4140,51	232.453
12	-1,65	100	56	15,71	31,42	5,55	19,90	1074,36	3853,15	193.599
13	-1,80	100	58	15,71	31,42	7,03	22,05	1124,56	3526,45	159.933
14	-1,95	100	59	15,71	31,42	8,75	24,25	1152,94	3194,25	131.707
15	-2,10	100	61	15,71	31,42	10,73	26,51	1173,71	2898,86	109.342
16	-2,25	100	62	15,71	31,42	12,99	28,83	1186,48	2632,85	91.331
17	-2,40	100	64	15,71	31,42	15,54	31,20	1194,78	2398,48	76.876
18	-2,55	100	65	15,71	31,42	18,40	33,63	1202,63	2197,39	65.346
19	-2,70	100	67	15,71	31,42	21,60	36,11	1207,82	2019,60	55.927
20	-2,85	100	68	15,71	31,42	25,14	38,65	1212,07	1863,78	48.219
21	-3,00	100	70	15,71	31,42	29,04	41,25	1220,00	1732,78	42.008

Combinazione n° 2 - 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	-0,15	100	41	15,71	31,42	0,00	1,53	0,00	0,00	1000.000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	128 di 158

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
3	-0,30	100	43	15,71	31,42	0,01	3,11	0,00	0,00	1000.000
4	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,02	4,75	0,00	0,00	1000.000
5	-0,60	100	46	15,71	31,42	0,04	6,45	0,00	0,00	1000.000
6	-0,75	100	47	15,71	31,42	0,07	8,20	0,00	0,00	1000.000
7	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,12	10,01	97,30	8120,65	811.059
8	-1,05	100	50	15,71	31,42	0,18	11,88	125,88	8257,51	695.195
9	-1,20	100	52	15,71	31,42	0,26	13,80	162,42	8480,03	614.504
10	-1,35	100	53	15,71	31,42	0,38	15,78	211,74	8707,31	551.868
11	-1,50	100	55	15,71	31,42	0,55	17,81	278,56	8941,04	501.962
12	-1,65	100	56	15,71	31,42	0,79	19,90	353,82	8866,97	445.514
13	-1,80	100	58	15,71	31,42	1,12	22,05	442,66	8733,96	396.105
14	-1,95	100	59	15,71	31,42	1,54	24,25	543,72	8556,35	352.801
15	-2,10	100	61	15,71	31,42	2,08	26,51	653,76	8328,08	314.126
16	-2,25	100	62	15,71	31,42	2,75	28,83	770,92	8069,80	279.934
17	-2,40	100	64	15,71	31,42	3,58	31,20	890,64	7771,45	249.091
18	-2,55	100	65	15,71	31,42	4,56	33,63	1011,82	7457,85	221.780
19	-2,70	100	67	15,71	31,42	5,73	36,11	1132,94	7139,61	197.710
20	-2,85	100	68	15,71	31,42	7,10	38,65	1250,82	6813,29	176.272
21	-3,00	100	70	15,71	31,42	8,68	41,25	1368,07	6504,77	157.696

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	-0,15	100	41	15,71	31,42	0,00	1,53	0,00	0,00	1000.000
3	-0,30	100	43	15,71	31,42	0,01	3,11	0,00	0,00	1000.000
4	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,02	4,75	0,00	0,00	1000.000
5	-0,60	100	46	15,71	31,42	0,03	6,45	0,00	0,00	1000.000
6	-0,75	100	47	15,71	31,42	0,06	8,20	0,00	0,00	1000.000
7	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,09	10,01	0,00	0,00	1000.000
8	-1,05	100	50	15,71	31,42	0,14	11,88	94,77	8247,56	694.357
9	-1,20	100	52	15,71	31,42	0,20	13,80	121,33	8466,60	613.530
10	-1,35	100	53	15,71	31,42	0,29	15,78	159,12	8689,78	550.757
11	-1,50	100	55	15,71	31,42	0,42	17,81	212,78	8918,77	500.711
12	-1,65	100	56	15,71	31,42	0,62	19,90	285,72	9154,90	459.981
13	-1,80	100	58	15,71	31,42	0,89	22,05	368,21	9092,63	412.372
14	-1,95	100	59	15,71	31,42	1,26	24,25	462,95	8942,41	368.719
15	-2,10	100	61	15,71	31,42	1,72	26,51	569,28	8751,78	330.107
16	-2,25	100	62	15,71	31,42	2,32	28,83	683,80	8514,21	295.351
17	-2,40	100	64	15,71	31,42	3,04	31,20	804,74	8250,53	264.446
18	-2,55	100	65	15,71	31,42	3,92	33,63	927,54	7949,51	236.401
19	-2,70	100	67	15,71	31,42	4,97	36,11	1051,40	7635,97	211.455
20	-2,85	100	68	15,71	31,42	6,20	38,65	1174,73	7318,40	189.340
21	-3,00	100	70	15,71	31,42	7,64	41,25	1294,77	6994,66	169.572

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	-0,95	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,87	100	80	18,85	18,85	0,23	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-0,78	100	80	18,85	18,85	0,92	0,00	538,60	0,00	586.397
4	-0,70	100	80	18,85	18,85	2,08	0,00	538,60	0,00	259.494
5	0,00	100	80	18,85	18,85	-27,29	0,00	-538,60	0,00	19.735
6	0,10	100	80	18,85	18,85	-24,08	0,00	-538,60	0,00	22.370
7	0,20	100	80	18,85	18,85	-21,11	0,00	-538,60	0,00	25.511

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
8	0,30	100	80	18,85	18,85	-18,39	0,00	-538,60	0,00	29.289
9	0,40	100	80	18,85	18,85	-15,90	0,00	-538,60	0,00	33.880
10	0,50	100	80	18,85	18,85	-13,63	0,00	-538,60	0,00	39.523
11	0,60	100	80	18,85	18,85	-11,57	0,00	-538,60	0,00	46.548
12	0,70	100	80	18,85	18,85	-9,72	0,00	-538,60	0,00	55.422
13	0,80	100	80	18,85	18,85	-8,06	0,00	-538,60	0,00	66.824
14	0,90	100	80	18,85	18,85	-6,59	0,00	-538,60	0,00	81.764
15	1,00	100	80	18,85	18,85	-5,29	0,00	-538,60	0,00	101.799
16	1,09	100	80	18,85	18,85	-4,16	0,00	-538,60	0,00	129.424
17	1,19	100	80	18,85	18,85	-3,19	0,00	-538,60	0,00	168.835
18	1,29	100	80	18,85	18,85	-2,37	0,00	-538,60	0,00	227.509
19	1,39	100	80	18,85	18,85	-1,68	0,00	-538,60	0,00	319.802
20	1,49	100	80	18,85	18,85	-1,13	0,00	-538,60	0,00	476.099
21	1,59	100	80	18,85	18,85	-0,70	0,00	-538,60	0,00	769.961
22	1,69	100	80	18,85	18,85	-0,38	0,00	0,00	0,00	1000.000
23	1,79	100	80	18,85	18,85	-0,16	0,00	0,00	0,00	1000.000
24	1,89	100	80	18,85	18,85	-0,04	0,00	0,00	0,00	1000.000
25	1,99	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

Combinazione n° 2 - 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	-0,95	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,87	100	80	18,85	18,85	0,22	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-0,78	100	80	18,85	18,85	0,87	0,00	538,60	0,00	619.646
4	-0,70	100	80	18,85	18,85	1,95	0,00	538,60	0,00	275.645
5	0,00	100	80	18,85	18,85	-0,31	0,00	0,00	0,00	1000.000
6	0,10	100	80	18,85	18,85	-0,45	0,00	0,00	0,00	1000.000
7	0,20	100	80	18,85	18,85	-0,56	0,00	-538,60	0,00	956.942
8	0,30	100	80	18,85	18,85	-0,64	0,00	-538,60	0,00	837.981
9	0,40	100	80	18,85	18,85	-0,69	0,00	-538,60	0,00	776.105
10	0,50	100	80	18,85	18,85	-0,72	0,00	-538,60	0,00	748.592
11	0,60	100	80	18,85	18,85	-0,72	0,00	-538,60	0,00	745.804
12	0,70	100	80	18,85	18,85	-0,70	0,00	-538,60	0,00	764.005
13	0,80	100	80	18,85	18,85	-0,67	0,00	-538,60	0,00	802.933
14	0,90	100	80	18,85	18,85	-0,62	0,00	-538,60	0,00	865.137
15	1,00	100	80	18,85	18,85	-0,56	0,00	-538,60	0,00	956.325
16	1,09	100	80	18,85	18,85	-0,50	0,00	0,00	0,00	1000.000
17	1,19	100	80	18,85	18,85	-0,42	0,00	0,00	0,00	1000.000
18	1,29	100	80	18,85	18,85	-0,35	0,00	0,00	0,00	1000.000
19	1,39	100	80	18,85	18,85	-0,27	0,00	0,00	0,00	1000.000
20	1,49	100	80	18,85	18,85	-0,20	0,00	0,00	0,00	1000.000
21	1,59	100	80	18,85	18,85	-0,14	0,00	0,00	0,00	1000.000
22	1,69	100	80	18,85	18,85	-0,08	0,00	0,00	0,00	1000.000
23	1,79	100	80	18,85	18,85	-0,04	0,00	0,00	0,00	1000.000
24	1,89	100	80	18,85	18,85	-0,01	0,00	0,00	0,00	1000.000
25	1,99	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

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	-0,95	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	-0,87	100	80	18,85	18,85	0,20	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	-0,78	100	80	18,85	18,85	0,81	0,00	538,60	0,00	666.914
4	-0,70	100	80	18,85	18,85	1,82	0,00	538,60	0,00	296.726
5	0,00	100	80	18,85	18,85	-10,14	0,00	-538,60	0,00	53.102

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
6	0,10	100	80	18,85	18,85	-9,34	0,00	-538,60	0,00	57.642
7	0,20	100	80	18,85	18,85	-8,56	0,00	-538,60	0,00	62.945
8	0,30	100	80	18,85	18,85	-7,78	0,00	-538,60	0,00	69.190
9	0,40	100	80	18,85	18,85	-7,03	0,00	-538,60	0,00	76.612
10	0,50	100	80	18,85	18,85	-6,30	0,00	-538,60	0,00	85.528
11	0,60	100	80	18,85	18,85	-5,59	0,00	-538,60	0,00	96.371
12	0,70	100	80	18,85	18,85	-4,91	0,00	-538,60	0,00	109.743
13	0,80	100	80	18,85	18,85	-4,26	0,00	-538,60	0,00	126.503
14	0,90	100	80	18,85	18,85	-3,64	0,00	-538,60	0,00	147.916
15	1,00	100	80	18,85	18,85	-3,06	0,00	-538,60	0,00	175.903
16	1,09	100	80	18,85	18,85	-2,52	0,00	-538,60	0,00	213.495
17	1,19	100	80	18,85	18,85	-2,03	0,00	-538,60	0,00	265.715
18	1,29	100	80	18,85	18,85	-1,58	0,00	-538,60	0,00	341.384
19	1,39	100	80	18,85	18,85	-1,18	0,00	-538,60	0,00	457.189
20	1,49	100	80	18,85	18,85	-0,83	0,00	-538,60	0,00	647.934
21	1,59	100	80	18,85	18,85	-0,54	0,00	-538,60	0,00	996.623
22	1,69	100	80	18,85	18,85	-0,31	0,00	0,00	0,00	1000.000
23	1,79	100	80	18,85	18,85	-0,14	0,00	0,00	0,00	1000.000
24	1,89	100	80	18,85	18,85	-0,04	0,00	0,00	0,00	1000.000
25	1,99	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

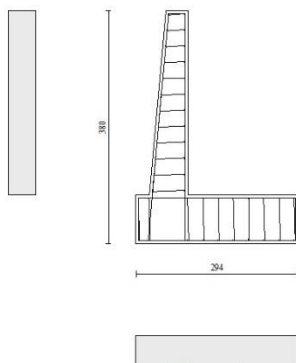


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	131 di 158

- H altezza sezione espressa in [cm]
 A_{sw} area ferri a taglio espresso 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 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

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	-0,15	100	41	0,00	0,00	--	0,00	0,00	260,37	0,31	831.629
3	-0,30	100	43	0,00	0,00	--	0,00	0,00	265,29	0,75	354.622
4	-0,45	100	44	0,00	0,00	--	0,00	0,00	270,14	1,30	207.341
5	-0,60	100	46	0,00	0,00	--	0,00	0,00	274,94	1,98	138.955
6	-0,75	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	279,67	2,78	100.757
7	-0,90	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	284,36	3,69	76.971
8	-1,05	100	50	0,00	0,00	--	0,00	0,00	288,99	4,73	61.038
9	-1,20	100	52	0,00	0,00	--	0,00	0,00	293,58	5,90	49.787
10	-1,35	100	53	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,12	7,18	41.517
11	-1,50	100	55	0,00	0,00	--	0,00	0,00	302,62	8,59	35.244
12	-1,65	100	56	0,00	0,00	--	0,00	0,00	307,07	10,11	30.361
13	-1,80	100	58	0,00	0,00	--	0,00	0,00	311,49	11,76	26.479
14	-1,95	100	59	0,00	0,00	--	0,00	0,00	315,88	13,54	23.337
15	-2,10	100	61	0,00	0,00	--	0,00	0,00	320,22	15,43	20.754
16	-2,25	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	324,54	17,45	18.603
17	-2,40	100	64	0,00	0,00	--	0,00	0,00	328,82	19,58	16.790
18	-2,55	100	65	0,00	0,00	--	0,00	0,00	333,07	21,84	15.248
19	-2,70	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	337,29	24,23	13.922
20	-2,85	100	68	0,00	0,00	--	0,00	0,00	341,49	26,73	12.775
21	-3,00	100	70	0,00	0,00	--	0,00	0,00	345,66	29,36	11.774

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	-0,15	100	41	0,00	0,00	--	0,00	0,00	260,37	0,10	2625.774
3	-0,30	100	43	0,00	0,00	--	0,00	0,00	265,29	0,22	1230.585
4	-0,45	100	44	0,00	0,00	--	0,00	0,00	270,14	0,35	773.473
5	-0,60	100	46	0,00	0,00	--	0,00	0,00	274,94	0,50	549.653
6	-0,75	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	279,67	0,67	418.422
7	-0,90	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	284,36	0,85	333.025
8	-1,05	100	50	0,00	0,00	--	0,00	0,00	288,99	1,06	272.356
9	-1,20	100	52	0,00	0,00	--	0,00	0,00	293,58	1,35	217.719
10	-1,35	100	53	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,12	1,74	171.360
11	-1,50	100	55	0,00	0,00	--	0,00	0,00	302,62	2,24	135.040
12	-1,65	100	56	0,00	0,00	--	0,00	0,00	307,07	2,85	107.656
13	-1,80	100	58	0,00	0,00	--	0,00	0,00	311,49	3,57	87.149
14	-1,95	100	59	0,00	0,00	--	0,00	0,00	315,88	4,41	71.679
15	-2,10	100	61	0,00	0,00	--	0,00	0,00	320,22	5,35	59.853



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 CL NV 21 00 001 A 132 di 158

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]	
16	-2,25	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	324,54	6,40	50.675
17	-2,40	100	64	0,00	0,00	--	0,00	0,00	328,82	7,57	43.440
18	-2,55	100	65	0,00	0,00	--	0,00	0,00	333,07	8,85	37.654
19	-2,70	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	337,29	10,23	32.962
20	-2,85	100	68	0,00	0,00	--	0,00	0,00	341,49	11,73	29.109
21	-3,00	100	70	0,00	0,00	--	0,00	0,00	345,66	13,34	25.910

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	-0,15	100	41	0,00	0,00	--	0,00	0,00	260,37	0,10	2696.472
3	-0,30	100	43	0,00	0,00	--	0,00	0,00	265,29	0,21	1292.956
4	-0,45	100	44	0,00	0,00	--	0,00	0,00	270,14	0,33	829.012
5	-0,60	100	46	0,00	0,00	--	0,00	0,00	274,94	0,46	599.509
6	-0,75	100	47	0,00	0,00	--	0,00	0,00	279,67	0,60	463.492
7	-0,90	100	49	0,00	0,00	--	0,00	0,00	284,36	0,76	374.021
8	-1,05	100	50	0,00	0,00	--	0,00	0,00	288,99	0,93	309.516
9	-1,20	100	52	0,00	0,00	--	0,00	0,00	293,58	1,18	248.366
10	-1,35	100	53	0,00	0,00	--	0,00	0,00	298,12	1,53	194.958
11	-1,50	100	55	0,00	0,00	--	0,00	0,00	302,62	1,98	152.763
12	-1,65	100	56	0,00	0,00	--	0,00	0,00	307,07	2,54	121.000
13	-1,80	100	58	0,00	0,00	--	0,00	0,00	311,49	3,20	97.345
14	-1,95	100	59	0,00	0,00	--	0,00	0,00	315,88	3,97	79.617
15	-2,10	100	61	0,00	0,00	--	0,00	0,00	320,22	4,84	66.154
16	-2,25	100	62	0,00	0,00	--	0,00	0,00	324,54	5,82	55.769
17	-2,40	100	64	0,00	0,00	--	0,00	0,00	328,82	6,90	47.628
18	-2,55	100	65	0,00	0,00	--	0,00	0,00	333,07	8,09	41.149
19	-2,70	100	67	0,00	0,00	--	0,00	0,00	337,29	9,39	35.918
20	-2,85	100	68	0,00	0,00	--	0,00	0,00	341,49	10,79	31.640
21	-3,00	100	70	0,00	0,00	--	0,00	0,00	345,66	12,30	28.100

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	-0,95	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000
2	-0,87	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	5,50	61.503
3	-0,78	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	11,07	30.552
4	-0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	16,71	20.237
5	0,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-33,15	10.203
6	0,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-30,63	11.040
7	0,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-28,21	11.989
8	0,30	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-25,88	13.070
9	0,40	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-23,63	14.311
10	0,50	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-21,48	15.746
11	0,60	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-19,42	17.419
12	0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-17,44	19.389
13	0,80	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-15,56	21.735
14	0,90	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-13,77	24.565
15	1,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-12,07	28.032
16	1,09	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-10,45	32.355
17	1,19	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-8,93	37.870
18	1,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-7,50	45.101
19	1,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-6,16	54.929
20	1,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-4,91	68.944



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3E 50 D 78 CL NV 21 00 001 A 133 di 158

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
21	1,59	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-3,74	90.331
22	1,69	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-2,67	126.536
23	1,79	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-1,69	199.921
24	1,89	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,80	422.353
25	1,99	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-0,95	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000
2	-0,87	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	5,22	64.821
3	-0,78	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	10,42	32.454
4	-0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	15,61	21.665
5	0,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	1,65	204.936
6	0,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	1,29	262.403
7	0,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,96	353.468
8	0,30	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,65	517.038
9	0,40	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,38	888.194
10	0,50	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,14	2472.357
11	0,60	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,08	4345.368
12	0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,26	1285.467
13	0,80	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,42	807.155
14	0,90	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,55	619.922
15	1,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,64	526.181
16	1,09	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,71	475.950
17	1,19	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,75	451.502
18	1,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,76	446.071
19	1,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,74	458.304
20	1,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,69	491.326
21	1,59	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,61	554.982
22	1,69	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,50	674.945
23	1,79	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,36	930.631
24	1,89	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,20	1722.140
25	1,99	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000

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

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	cotθ	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	-0,95	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000
2	-0,87	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	4,85	69.759
3	-0,78	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	9,68	34.936
4	-0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	14,50	23.328
5	0,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-8,08	41.866
6	0,10	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-7,98	42.404
7	0,20	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-7,84	43.129
8	0,30	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-7,68	44.062
9	0,40	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-7,48	45.226
10	0,50	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-7,25	46.658
11	0,60	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-6,99	48.401
12	0,70	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-6,69	50.518
13	0,80	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-6,37	53.093
14	0,90	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-6,01	56.238
15	1,00	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-5,63	60.117
16	1,09	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-5,21	64.965
17	1,19	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-4,75	71.134
18	1,29	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-4,27	79.183

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]	
19	1,39	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-3,76	90.039
20	1,49	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-3,21	105.376
21	1,59	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-2,63	128.542
22	1,69	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-2,02	167.353
23	1,79	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-1,38	245.253
24	1,89	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,71	479.473
25	1,99	100	80	0,00	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000

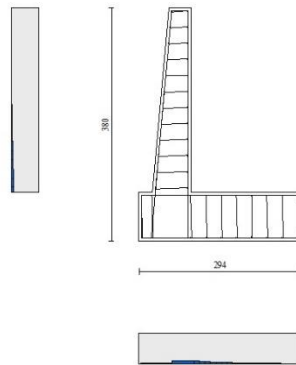


Fig. 12 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa 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/mm ²]
σ _{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [N/mm ²]

ofs tensione nei ferri superiori, espressa in [N/mm²]

Combinazioni SLER

Paramento

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	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	-0,15	100	41	15,71	31,42	0,05	1,53	0,005	0,029	0,067
3	-0,30	100	43	15,71	31,42	0,18	3,11	0,011	0,035	0,157
4	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,37	4,75	0,019	0,028	0,259
5	-0,60	100	46	15,71	31,42	0,60	6,45	0,027	0,013	0,367
6	-0,75	100	47	15,71	31,42	0,88	8,20	0,035	0,015	0,481
7	-0,90	100	49	15,71	31,42	1,22	10,01	0,045	0,058	0,605
8	-1,05	100	50	15,71	31,42	1,64	11,88	0,055	0,123	0,742
9	-1,20	100	52	15,71	31,42	2,14	13,80	0,066	0,215	0,893
10	-1,35	100	53	15,71	31,42	2,74	15,78	0,079	0,341	1,061
11	-1,50	100	55	15,71	31,42	3,45	17,81	0,093	0,506	1,248
12	-1,65	100	56	15,71	31,42	4,30	19,90	0,109	0,717	1,455
13	-1,80	100	58	15,71	31,42	5,28	22,05	0,126	0,979	1,682
14	-1,95	100	59	15,71	31,42	6,42	24,25	0,145	1,297	1,930
15	-2,10	100	61	15,71	31,42	7,73	26,51	0,166	1,675	2,200
16	-2,25	100	62	15,71	31,42	9,22	28,83	0,189	2,116	2,491
17	-2,40	100	64	15,71	31,42	10,91	31,20	0,213	2,624	2,804
18	-2,55	100	65	15,71	31,42	12,80	33,63	0,239	3,200	3,139
19	-2,70	100	67	15,71	31,42	14,92	36,11	0,266	3,846	3,495
20	-2,85	100	68	15,71	31,42	17,28	38,65	0,295	4,566	3,873
21	-3,00	100	70	15,71	31,42	19,89	41,25	0,326	5,359	4,272

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	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	-0,95	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,87	100	80	18,85	18,85	0,20	0,00	0,003	0,151	0,031
3	-0,78	100	80	18,85	18,85	0,81	0,00	0,011	0,607	0,126
4	-0,70	100	80	18,85	18,85	1,83	0,00	0,025	1,373	0,284
5	0,00	100	80	18,85	18,85	5,88	0,00	0,081	4,406	0,912
6	0,10	100	80	18,85	18,85	5,88	0,00	0,080	4,400	0,911
7	0,20	100	80	18,85	18,85	5,78	0,00	0,079	4,330	0,897
8	0,30	100	80	18,85	18,85	5,61	0,00	0,077	4,201	0,870
9	0,40	100	80	18,85	18,85	5,37	0,00	0,074	4,022	0,833
10	0,50	100	80	18,85	18,85	5,07	0,00	0,069	3,799	0,787
11	0,60	100	80	18,85	18,85	4,73	0,00	0,065	3,540	0,733
12	0,70	100	80	18,85	18,85	4,34	0,00	0,059	3,250	0,673
13	0,80	100	80	18,85	18,85	3,92	0,00	0,054	2,939	0,609
14	0,90	100	80	18,85	18,85	3,49	0,00	0,048	2,611	0,541
15	1,00	100	80	18,85	18,85	3,04	0,00	0,042	2,276	0,471

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
16	1,09	100	80	18,85	18,85	2,59	0,00	0,035	1,938	0,401
17	1,19	100	80	18,85	18,85	2,15	0,00	0,029	1,607	0,333
18	1,29	100	80	18,85	18,85	1,72	0,00	0,024	1,288	0,267
19	1,39	100	80	18,85	18,85	1,32	0,00	0,018	0,988	0,205
20	1,49	100	80	18,85	18,85	0,96	0,00	0,013	0,716	0,148
21	1,59	100	80	18,85	18,85	0,64	0,00	0,009	0,477	0,099
22	1,69	100	80	18,85	18,85	0,37	0,00	0,005	0,279	0,058
23	1,79	100	80	18,85	18,85	0,17	0,00	0,002	0,129	0,027
24	1,89	100	80	18,85	18,85	0,04	0,00	0,001	0,033	0,007
25	1,99	100	80	18,85	18,85	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/mmq]

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

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	0,00	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,15	100	41	15,71	31,42	0,05	1,53	0,005	0,028	0,068
3	-0,30	100	43	15,71	31,42	0,18	3,11	0,012	0,034	0,158
4	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,37	4,75	0,019	0,028	0,259
5	-0,60	100	46	15,71	31,42	0,59	6,45	0,027	0,015	0,364
6	-0,75	100	47	15,71	31,42	0,84	8,20	0,034	0,002	0,469
7	-0,90	100	49	15,71	31,42	1,13	10,01	0,042	0,025	0,577
8	-1,05	100	50	15,71	31,42	1,46	11,88	0,051	0,058	0,692
9	-1,20	100	52	15,71	31,42	1,86	13,80	0,060	0,106	0,814
10	-1,35	100	53	15,71	31,42	2,33	15,78	0,070	0,173	0,948
11	-1,50	100	55	15,71	31,42	2,89	17,81	0,081	0,264	1,096
12	-1,65	100	56	15,71	31,42	3,55	19,90	0,093	0,385	1,260
13	-1,80	100	58	15,71	31,42	4,34	22,05	0,107	0,543	1,441
14	-1,95	100	59	15,71	31,42	5,25	24,25	0,122	0,742	1,640
15	-2,10	100	61	15,71	31,42	6,30	26,51	0,138	0,988	1,860
16	-2,25	100	62	15,71	31,42	7,52	28,83	0,157	1,287	2,099
17	-2,40	100	64	15,71	31,42	8,90	31,20	0,176	1,642	2,360
18	-2,55	100	65	15,71	31,42	10,47	33,63	0,198	2,057	2,641
19	-2,70	100	67	15,71	31,42	12,24	36,11	0,221	2,536	2,944
20	-2,85	100	68	15,71	31,42	14,22	38,65	0,246	3,081	3,268
21	-3,00	100	70	15,71	31,42	16,42	41,25	0,272	3,695	3,613

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

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

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

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	-0,95	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,87	100	80	18,85	18,85	0,19	0,00	0,003	0,143	0,030
3	-0,78	100	80	18,85	18,85	0,77	0,00	0,011	0,576	0,119

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
4	-0,70	100	80	18,85	18,85	1,74	0,00	0,024	1,303	0,270
5	0,00	100	80	18,85	18,85	6,15	0,00	0,084	4,601	0,953
6	0,10	100	80	18,85	18,85	6,06	0,00	0,083	4,536	0,940
7	0,20	100	80	18,85	18,85	5,90	0,00	0,081	4,416	0,915
8	0,30	100	80	18,85	18,85	5,67	0,00	0,078	4,246	0,879
9	0,40	100	80	18,85	18,85	5,39	0,00	0,074	4,033	0,835
10	0,50	100	80	18,85	18,85	5,05	0,00	0,069	3,784	0,784
11	0,60	100	80	18,85	18,85	4,68	0,00	0,064	3,504	0,726
12	0,70	100	80	18,85	18,85	4,27	0,00	0,059	3,201	0,663
13	0,80	100	80	18,85	18,85	3,85	0,00	0,053	2,880	0,597
14	0,90	100	80	18,85	18,85	3,40	0,00	0,047	2,549	0,528
15	1,00	100	80	18,85	18,85	2,96	0,00	0,040	2,213	0,458
16	1,09	100	80	18,85	18,85	2,51	0,00	0,034	1,878	0,389
17	1,19	100	80	18,85	18,85	2,07	0,00	0,028	1,552	0,321
18	1,29	100	80	18,85	18,85	1,66	0,00	0,023	1,240	0,257
19	1,39	100	80	18,85	18,85	1,27	0,00	0,017	0,950	0,197
20	1,49	100	80	18,85	18,85	0,92	0,00	0,013	0,686	0,142
21	1,59	100	80	18,85	18,85	0,61	0,00	0,008	0,456	0,094
22	1,69	100	80	18,85	18,85	0,36	0,00	0,005	0,266	0,055
23	1,79	100	80	18,85	18,85	0,16	0,00	0,002	0,122	0,025
24	1,89	100	80	18,85	18,85	0,04	0,00	0,001	0,032	0,007
25	1,99	100	80	18,85	18,85	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/mm²]

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

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[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	-0,15	100	41	15,71	31,42	0,05	1,53	0,005	0,030	0,067
3	-0,30	100	43	15,71	31,42	0,17	3,11	0,011	0,038	0,154
4	-0,45	100	44	15,71	31,42	0,35	4,75	0,018	0,034	0,252
5	-0,60	100	46	15,71	31,42	0,55	6,45	0,026	0,026	0,353
6	-0,75	100	47	15,71	31,42	0,77	8,20	0,033	0,018	0,450
7	-0,90	100	49	15,71	31,42	0,99	10,01	0,039	0,018	0,539
8	-1,05	100	50	15,71	31,42	1,18	11,88	0,045	0,024	0,618
9	-1,20	100	52	15,71	31,42	1,37	13,80	0,050	0,036	0,690
10	-1,35	100	53	15,71	31,42	1,56	15,78	0,055	0,050	0,759
11	-1,50	100	55	15,71	31,42	1,77	17,81	0,060	0,062	0,828
12	-1,65	100	56	15,71	31,42	2,00	19,90	0,065	0,071	0,899
13	-1,80	100	58	15,71	31,42	2,28	22,05	0,070	0,075	0,975
14	-1,95	100	59	15,71	31,42	2,61	24,25	0,076	0,072	1,056
15	-2,10	100	61	15,71	31,42	3,01	26,51	0,082	0,060	1,146
16	-2,25	100	62	15,71	31,42	3,49	28,83	0,089	0,038	1,244
17	-2,40	100	64	15,71	31,42	4,07	31,20	0,097	0,003	1,354
18	-2,55	100	65	15,71	31,42	4,76	33,63	0,106	0,049	1,476
19	-2,70	100	67	15,71	31,42	5,57	36,11	0,115	0,122	1,613
20	-2,85	100	68	15,71	31,42	6,52	38,65	0,127	0,219	1,766
21	-3,00	100	70	15,71	31,42	7,63	41,25	0,139	0,348	1,937

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11,620 [N/mm²]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450,000 [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	-0,95	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
2	-0,87	100	80	18,85	18,85	0,16	0,00	0,002	0,123	0,025
3	-0,78	100	80	18,85	18,85	0,66	0,00	0,009	0,493	0,102
4	-0,70	100	80	18,85	18,85	1,49	0,00	0,020	1,114	0,231
5	0,00	100	80	18,85	18,85	6,89	0,00	0,094	5,157	1,068
6	0,10	100	80	18,85	18,85	6,54	0,00	0,090	4,898	1,014
7	0,20	100	80	18,85	18,85	6,16	0,00	0,084	4,614	0,956
8	0,30	100	80	18,85	18,85	5,76	0,00	0,079	4,311	0,893
9	0,40	100	80	18,85	18,85	5,33	0,00	0,073	3,991	0,827
10	0,50	100	80	18,85	18,85	4,89	0,00	0,067	3,660	0,758
11	0,60	100	80	18,85	18,85	4,43	0,00	0,061	3,321	0,688
12	0,70	100	80	18,85	18,85	3,98	0,00	0,054	2,977	0,617
13	0,80	100	80	18,85	18,85	3,52	0,00	0,048	2,634	0,546
14	0,90	100	80	18,85	18,85	3,06	0,00	0,042	2,295	0,475
15	1,00	100	80	18,85	18,85	2,62	0,00	0,036	1,964	0,407
16	1,09	100	80	18,85	18,85	2,20	0,00	0,030	1,646	0,341
17	1,19	100	80	18,85	18,85	1,79	0,00	0,025	1,343	0,278
18	1,29	100	80	18,85	18,85	1,42	0,00	0,019	1,062	0,220
19	1,39	100	80	18,85	18,85	1,07	0,00	0,015	0,804	0,167
20	1,49	100	80	18,85	18,85	0,77	0,00	0,011	0,575	0,119
21	1,59	100	80	18,85	18,85	0,51	0,00	0,007	0,379	0,079
22	1,69	100	80	18,85	18,85	0,29	0,00	0,004	0,219	0,045
23	1,79	100	80	18,85	18,85	0,13	0,00	0,002	0,100	0,021
24	1,89	100	80	18,85	18,85	0,03	0,00	0,000	0,026	0,005
25	1,99	100	80	18,85	18,85	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 espressa 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 espressa in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLEF

Paramento

Combinazione n° 11 - SLEF



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	139 di 158

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0,00	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,15	100	41	0,00	0,00	0,05	93,15	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,30	100	43	0,00	0,00	0,18	392,98	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,45	100	44	0,00	0,00	0,37	5942,46	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,60	100	46	0,00	0,00	0,59	1287,08	0,0000000	0,00	0,000
6	-0,75	100	47	0,00	0,00	0,84	836,05	0,0000000	0,00	0,000
7	-0,90	100	49	0,00	0,00	1,13	692,44	0,0000000	0,00	0,000
8	-1,05	100	50	0,00	0,00	1,46	611,76	0,0000000	0,00	0,000
9	-1,20	100	52	31,42	452,95	1,86	555,96	0,0000000	0,00	0,000
10	-1,35	100	53	31,42	550,29	2,33	514,72	0,0000000	0,00	0,000
11	-1,50	100	55	31,42	655,98	2,89	483,91	0,0000000	0,00	0,000
12	-1,65	100	56	31,42	768,04	3,55	461,14	0,0000000	0,00	0,000
13	-1,80	100	58	31,42	884,13	4,34	444,71	0,0000000	0,00	0,000
14	-1,95	100	59	31,42	1001,95	5,25	433,32	0,0000000	0,00	0,000
15	-2,10	100	61	31,42	1119,56	6,30	425,94	0,0000000	0,00	0,000
16	-2,25	100	62	31,42	1235,48	7,52	421,81	0,0000000	0,00	0,000
17	-2,40	100	64	31,42	1348,69	8,90	420,31	0,0000000	0,00	0,000
18	-2,55	100	65	31,42	1458,63	10,47	420,97	0,0000000	0,00	0,000
19	-2,70	100	67	31,42	1565,02	12,24	423,42	0,0000000	0,00	0,000
20	-2,85	100	68	31,42	1667,85	14,22	427,37	0,0000000	0,00	0,000
21	-3,00	100	70	31,42	1767,24	16,42	432,61	0,0000000	0,00	0,000

Fondazione

Combinazione n° 11 - SLEF

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-0,95	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,87	100	80	18,85	3182,33	0,19	357,70	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,78	100	80	18,85	3182,33	0,77	357,70	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,70	100	80	18,85	3182,33	1,74	357,70	0,0000000	0,00	0,000
5	0,00	100	80	18,85	3182,33	6,15	357,70	0,0000000	0,00	0,000
6	0,10	100	80	18,85	3182,33	6,06	357,70	0,0000000	0,00	0,000
7	0,20	100	80	18,85	3182,33	5,90	357,70	0,0000000	0,00	0,000
8	0,30	100	80	18,85	3182,33	5,67	357,70	0,0000000	0,00	0,000
9	0,40	100	80	18,85	3182,33	5,39	357,70	0,0000000	0,00	0,000
10	0,50	100	80	18,85	3182,33	5,05	357,70	0,0000000	0,00	0,000
11	0,60	100	80	18,85	3182,33	4,68	357,70	0,0000000	0,00	0,000
12	0,70	100	80	18,85	3182,33	4,27	357,70	0,0000000	0,00	0,000
13	0,80	100	80	18,85	3182,33	3,85	357,70	0,0000000	0,00	0,000
14	0,90	100	80	18,85	3182,33	3,40	357,70	0,0000000	0,00	0,000
15	1,00	100	80	18,85	3182,33	2,96	357,70	0,0000000	0,00	0,000
16	1,09	100	80	18,85	3182,33	2,51	357,70	0,0000000	0,00	0,000
17	1,19	100	80	18,85	3182,33	2,07	357,70	0,0000000	0,00	0,000
18	1,29	100	80	18,85	3182,33	1,66	357,70	0,0000000	0,00	0,000
19	1,39	100	80	18,85	3182,33	1,27	357,70	0,0000000	0,00	0,000
20	1,49	100	80	18,85	3182,33	0,92	357,70	0,0000000	0,00	0,000
21	1,59	100	80	18,85	3182,33	0,61	357,70	0,0000000	0,00	0,000
22	1,69	100	80	18,85	3182,33	0,36	357,70	0,0000000	0,00	0,000
23	1,79	100	80	18,85	3182,33	0,16	357,70	0,0000000	0,00	0,000
24	1,89	100	80	0,00	0,00	0,04	0,00	0,0000000	0,00	0,000
25	1,99	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000

Combinazioni SLEQ



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	140 di 158

Paramento

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	0,00	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,15	100	41	0,00	0,00	0,05	77,95	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,30	100	43	0,00	0,00	0,17	293,80	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,45	100	44	0,00	0,00	0,35	1442,43	0,0000000	0,00	0,000
5	-0,60	100	46	0,00	0,00	0,55	2894,16	0,0000000	0,00	0,000
6	-0,75	100	47	0,00	0,00	0,77	1415,12	0,0000000	0,00	0,000
7	-0,90	100	49	0,00	0,00	0,99	1380,96	0,0000000	0,00	0,000
8	-1,05	100	50	0,00	0,00	1,18	1721,38	0,0000000	0,00	0,000
9	-1,20	100	52	0,00	0,00	1,37	2645,83	0,0000000	0,00	0,000
10	-1,35	100	53	0,00	0,00	1,56	5402,13	0,0000000	0,00	0,000
11	-1,50	100	55	0,00	0,00	1,77	23245,76	0,0000000	0,00	0,000
12	-1,65	100	56	0,00	0,00	2,00	35064,58	0,0000000	0,00	0,000
13	-1,80	100	58	0,00	0,00	2,28	39132,55	0,0000000	0,00	0,000
14	-1,95	100	59	0,00	0,00	2,61	22724,94	0,0000000	0,00	0,000
15	-2,10	100	61	0,00	0,00	3,01	6069,63	0,0000000	0,00	0,000
16	-2,25	100	62	0,00	0,00	3,49	3141,15	0,0000000	0,00	0,000
17	-2,40	100	64	0,00	0,00	4,07	2052,05	0,0000000	0,00	0,000
18	-2,55	100	65	0,00	0,00	4,76	1521,23	0,0000000	0,00	0,000
19	-2,70	100	67	31,42	406,90	5,57	1222,05	0,0000000	0,00	0,000
20	-2,85	100	68	31,42	534,19	6,52	1037,55	0,0000000	0,00	0,000
21	-3,00	100	70	31,42	671,79	7,63	916,80	0,0000000	0,00	0,000

Fondazione

Combinazione n° 12 - SLEQ

Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	-0,95	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000
2	-0,87	100	80	18,85	3182,33	0,16	357,70	0,0000000	0,00	0,000
3	-0,78	100	80	18,85	3182,33	0,66	357,70	0,0000000	0,00	0,000
4	-0,70	100	80	18,85	3182,33	1,49	357,70	0,0000000	0,00	0,000
5	0,00	100	80	18,85	3182,33	6,89	357,70	0,0000000	0,00	0,000
6	0,10	100	80	18,85	3182,33	6,54	357,70	0,0000000	0,00	0,000
7	0,20	100	80	18,85	3182,33	6,16	357,70	0,0000000	0,00	0,000
8	0,30	100	80	18,85	3182,33	5,76	357,70	0,0000000	0,00	0,000
9	0,40	100	80	18,85	3182,33	5,33	357,70	0,0000000	0,00	0,000
10	0,50	100	80	18,85	3182,33	4,89	357,70	0,0000000	0,00	0,000
11	0,60	100	80	18,85	3182,33	4,43	357,70	0,0000000	0,00	0,000
12	0,70	100	80	18,85	3182,33	3,98	357,70	0,0000000	0,00	0,000
13	0,80	100	80	18,85	3182,33	3,52	357,70	0,0000000	0,00	0,000
14	0,90	100	80	18,85	3182,33	3,06	357,70	0,0000000	0,00	0,000
15	1,00	100	80	18,85	3182,33	2,62	357,70	0,0000000	0,00	0,000
16	1,09	100	80	18,85	3182,33	2,20	357,70	0,0000000	0,00	0,000
17	1,19	100	80	18,85	3182,33	1,79	357,70	0,0000000	0,00	0,000
18	1,29	100	80	18,85	3182,33	1,42	357,70	0,0000000	0,00	0,000
19	1,39	100	80	18,85	3182,33	1,07	357,70	0,0000000	0,00	0,000
20	1,49	100	80	18,85	3182,33	0,77	357,70	0,0000000	0,00	0,000
21	1,59	100	80	18,85	3182,33	0,51	357,70	0,0000000	0,00	0,000
22	1,69	100	80	18,85	3182,33	0,29	357,70	0,0000000	0,00	0,000
23	1,79	100	80	18,85	3182,33	0,13	357,70	0,0000000	0,00	0,000
24	1,89	100	80	0,00	0,00	0,03	0,00	0,0000000	0,00	0,000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interfernte con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	141 di 158

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
25	1,99	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000

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	54,92	29,75	47,68	27,25	1,99	-2,41
	Peso/Inerzia muro			0,00	100,05/0,00	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	169,04/0,00	1,00	-1,47
2	Spinta statica	19,73	29,75	17,13	9,79	1,99	-2,84
	Incremento di spinta sismica		5,78	5,02	2,87	1,99	-2,50
	Peso/Inerzia muro			6,04	100,05/3,02	0,19	-2,67
	Peso/Inerzia terrapieno			6,96	115,31/3,48	1,00	-1,47

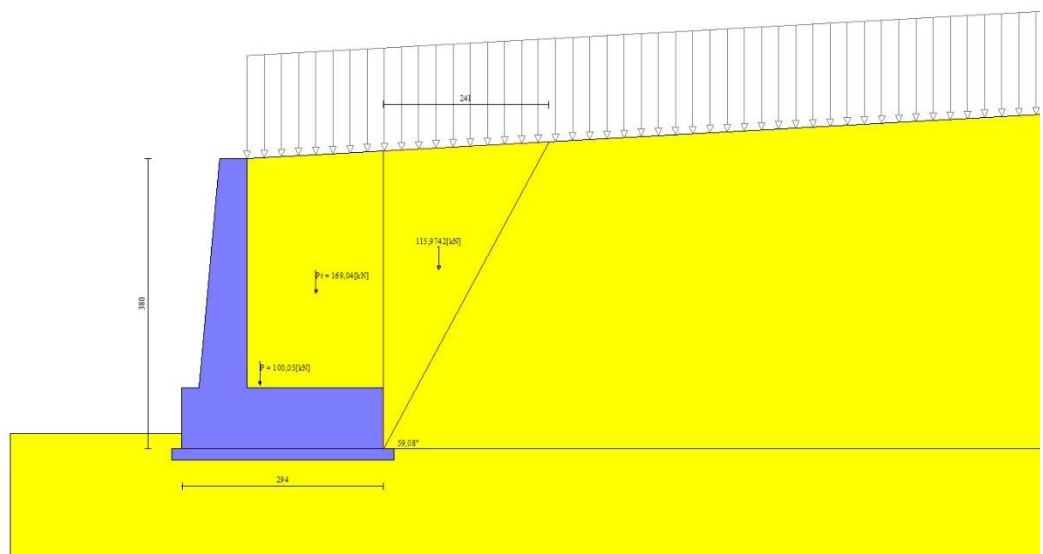


Fig. 13 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

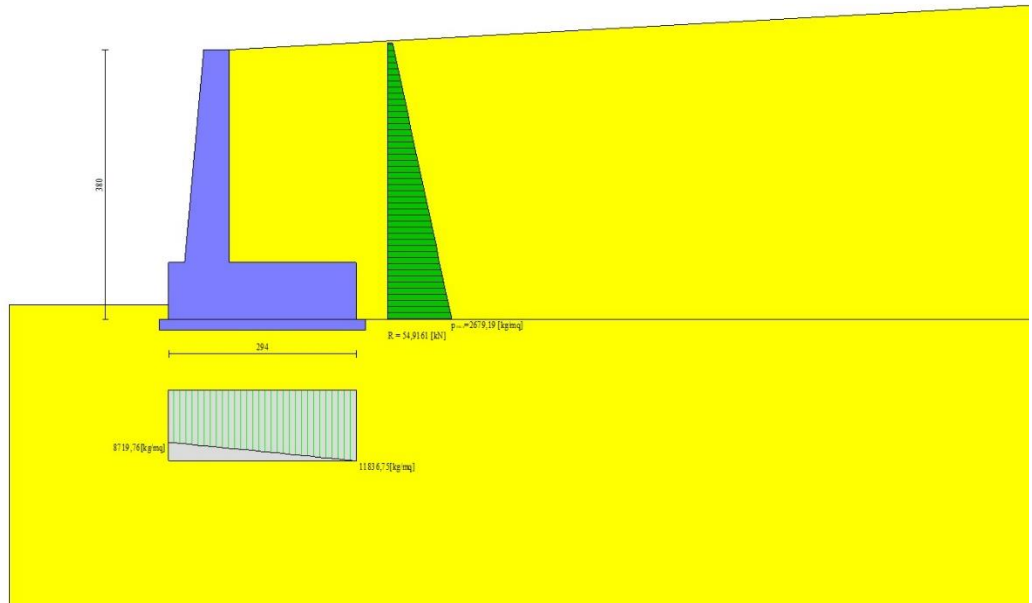


Fig. 14 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

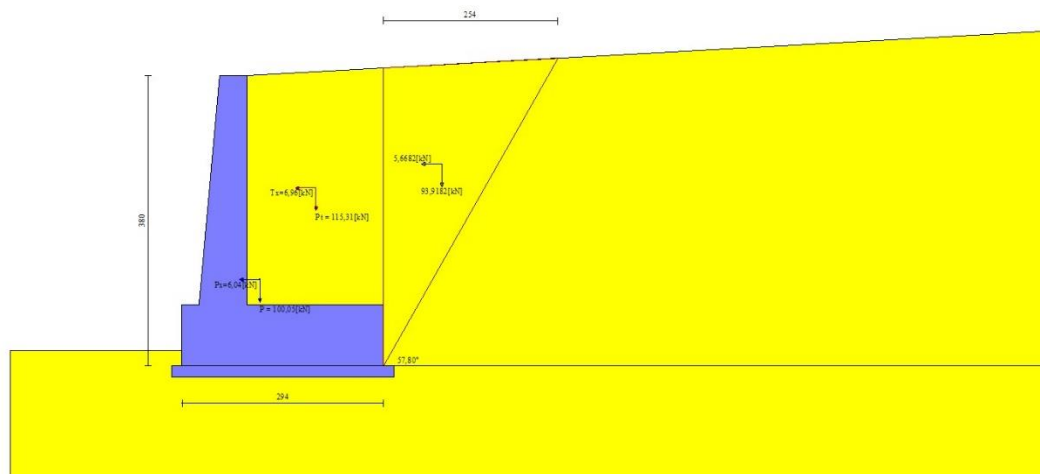


Fig. 15 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

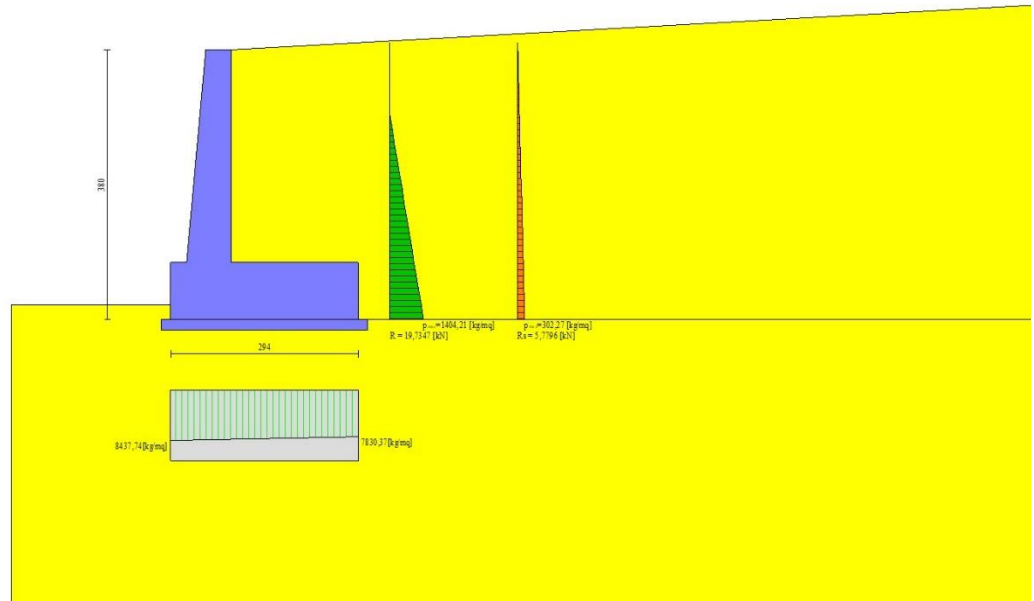


Fig. 16 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

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)		3.552		7.692			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	3.813		10.748			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	3.781		11.340			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.629		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.708		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.713		
7 - EQU			5.599				
8 - EQU	H + V		6.578				
9 - EQU	H - V		5.682				

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 [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	169,37	0,00	0,00	--	--	169,37	47,68	3.552
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	126,02	0,00	0,00	--	--	126,02	33,33	3.781

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 [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	296,34	2279,32	1628,09	7.692
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	234,52	2520,71	1800,51	10.748

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

- γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma/N$, 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/mmq]

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/mmq]
1	46.124 33.296 37.152	0.807 0.807 0.546	1.026 1.013 1.013	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.958	0,20	2,79 2,82	19,00	35.00	0,005
2	46.124 33.296 37.152	0.820 0.820 0.572	1.026 1.013 1.013	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.958	0,20	2,90 2,82	19,00	35.00	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	490,58	87,62	5.599
9 - EQU H - V	380,66	66,99	5.682

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; 2,00	6,78	1.629
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1,00; 2,00	6,54	1.708

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]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	4,34	9,56	5,06 - 0,42	69.622	29.256	0,004	0,0000	
2	11,60	9,56	0,42	61.325	29.256	0,004	0,0000	
3	16,75	9,56	0,42	54.625	29.256	0,004	0,0000	
4	20,78	9,56	0,42	48.915	29.256	0,004	0,0000	
5	24,07	9,56	0,42	43.805	29.256	0,004	0,0000	
6	26,82	9,56	0,42	39.106	29.256	0,004	0,0000	
7	29,12	9,56	0,42	34.704	29.256	0,004	0,0000	
8	32,30	9,56	0,42	30.526	29.256	0,004	0,0000	
9	34,68	9,56	0,42	26.522	29.256	0,004	0,0000	
10	36,02	9,56	0,42	22.655	29.256	0,004	0,0000	
11	37,11	9,56	0,42	18.893	29.256	0,004	0,0000	
12	37,95	9,56	0,42	15.215	29.256	0,004	0,0000	
13	44,84	1,62	0,42	11.600	29.256	0,004	0,0000	
14	30,84	0,00	0,42	8.032	29.256	0,004	0,0000	
15	12,18	0,00	0,42	4.495	29.256	0,004	0,0000	
16	9,28	0,00	0,42	0.975	29.256	0,004	0,0000	
17	9,24	0,00	0,42	-2.541	29.256	0,004	0,0000	
18	8,99	0,00	0,42	-6.067	29.256	0,004	0,0000	
19	8,54	0,00	0,42	-9.616	29.256	0,004	0,0000	
20	7,87	0,00	0,42	-13.203	29.256	0,004	0,0000	
21	6,99	0,00	0,42	-16.844	29.256	0,004	0,0000	
22	5,88	0,00	0,42	-20.556	29.256	0,004	0,0000	
23	4,52	0,00	0,42	-24.362	29.256	0,004	0,0000	
24	2,89	0,00	0,42	-28.286	29.256	0,004	0,0000	
25	0,97	0,00	-5,33 - 0,42	-31.435	29.256	0,004	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mmq]	u [N/mmq]	Tx; Ty [kN]
1	3,72	0,00	5,31 - 0,39	69.341	29.256	0,004	0,0000	
2	9,99	0,00	0,39	61.432	29.256	0,004	0,0000	
3	14,50	0,00	0,39	54.915	29.256	0,004	0,0000	
4	18,06	0,00	0,39	49.346	29.256	0,004	0,0000	
5	20,98	0,00	0,39	44.357	29.256	0,004	0,0000	
6	23,42	0,00	0,39	39.767	29.256	0,004	0,0000	
7	25,49	0,00	0,39	35.467	29.256	0,004	0,0000	
8	27,23	0,00	0,39	31.387	29.256	0,004	0,0000	
9	29,52	0,00	0,39	27.478	29.256	0,004	0,0000	
10	31,79	0,00	0,39	23.705	29.256	0,004	0,0000	
11	32,80	0,00	0,39	20.038	29.256	0,004	0,0000	
12	33,60	0,00	0,39	16.455	29.256	0,004	0,0000	
13	34,21	0,00	0,39	12.937	29.256	0,004	0,0000	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [N/mm ²]	u [N/mm ²]	Tx; Ty [kN]
14	32,78	0,00	0,39	9.469	29.256	0,004	0,0000	
15	40,54	0,00	0,39	6.035	29.256	0,004	0,0000	
16	17,76	0,00	0,39	2.624	29.256	0,004	0,0000	
17	7,76	0,00	0,39	-0.779	29.256	0,004	0,0000	
18	6,74	0,00	0,39	-4.184	29.256	0,004	0,0000	
19	6,45	0,00	0,39	-7.605	29.256	0,004	0,0000	
20	5,98	0,00	0,39	-11.052	29.256	0,004	0,0000	
21	5,33	0,00	0,39	-14.541	29.256	0,004	0,0000	
22	4,49	0,00	0,39	-18.087	29.256	0,004	0,0000	
23	3,45	0,00	0,39	-21.706	29.256	0,004	0,0000	
24	2,21	0,00	0,39	-25.418	29.256	0,004	0,0000	
25	0,73	0,00	-4,39 - 0,39	-28.134	29.256	0,004	0,0000	

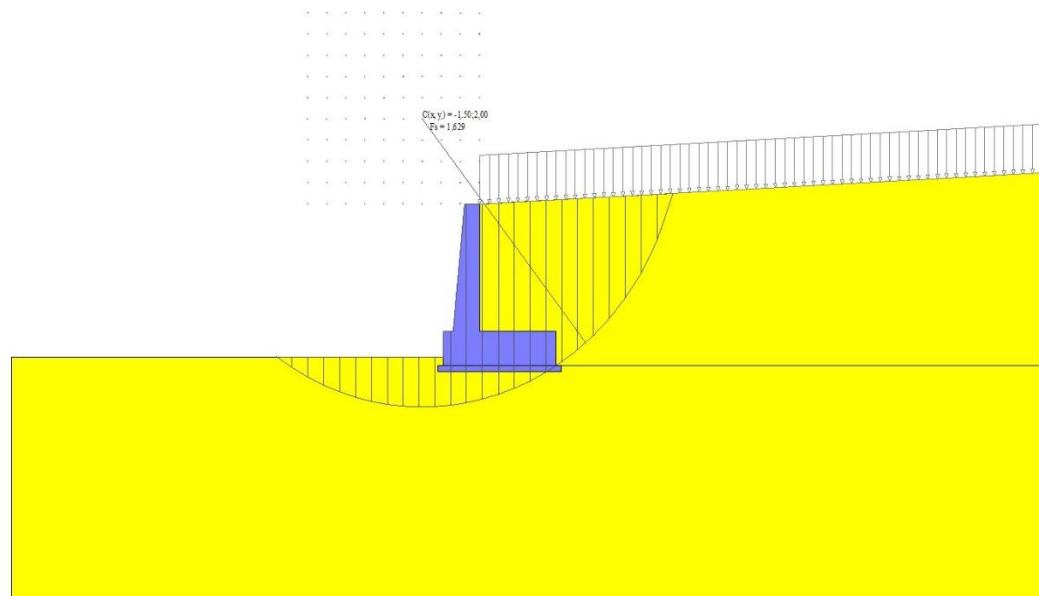


Fig. 17 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

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	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	1,53	0,10	0,72	0,00	0,05
3	-0,30	3,11	3,11	0,21	1,24	0,01	0,18
4	-0,45	4,75	4,75	0,33	1,66	0,02	0,37
5	-0,60	6,45	6,45	0,46	2,02	0,03	0,60
6	-0,75	8,20	8,20	0,60	2,78	0,06	0,88
7	-0,90	10,01	10,01	0,76	3,69	0,09	1,22
8	-1,05	11,88	11,88	0,93	4,73	0,14	1,67
9	-1,20	13,80	13,80	1,18	5,90	0,20	2,37
10	-1,35	15,78	15,78	1,53	7,18	0,29	3,23
11	-1,50	17,81	17,81	1,98	8,59	0,42	4,29
12	-1,65	19,90	19,90	2,54	10,11	0,62	5,55
13	-1,80	22,05	22,05	3,11	11,76	0,89	7,03
14	-1,95	24,25	24,25	3,64	13,54	1,26	8,75
15	-2,10	26,51	26,51	4,26	15,43	1,72	10,73
16	-2,25	28,83	28,83	4,97	17,45	2,32	12,99
17	-2,40	31,20	31,20	5,78	19,58	3,04	15,54
18	-2,55	33,63	33,63	6,68	21,84	3,92	18,40
19	-2,70	36,11	36,11	7,67	24,23	4,97	21,60
20	-2,85	38,65	38,65	8,76	26,73	6,20	25,14
21	-3,00	41,25	41,25	9,94	29,36	7,63	29,04

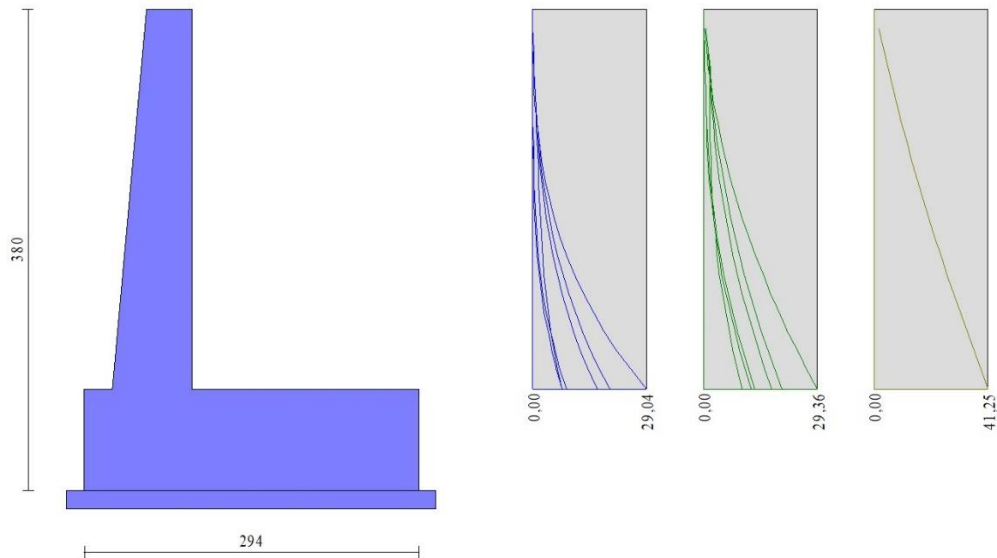


Fig. 18 - Paramento

Fondazione

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,87	0,00	0,00	3,95	5,50	0,16	0,23
3	-0,78	0,00	0,00	7,94	11,07	0,66	0,92

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
4	-0,70	0,00	0,00	11,97	16,71	1,49	2,08
5	0,00	0,00	0,00	-33,15	3,30	-27,29	6,89
6	0,10	0,00	0,00	-30,63	3,65	-24,08	6,54
7	0,20	0,00	0,00	-28,21	3,95	-21,11	6,16
8	0,30	0,00	0,00	-25,88	4,19	-18,39	5,76
9	0,40	0,00	0,00	-23,63	4,38	-15,90	5,39
10	0,50	0,00	0,00	-21,48	4,51	-13,63	5,07
11	0,60	0,00	0,00	-19,42	4,59	-11,57	4,73
12	0,70	0,00	0,00	-17,44	4,62	-9,72	4,34
13	0,80	0,00	0,00	-15,56	4,59	-8,06	3,92
14	0,90	0,00	0,00	-13,77	4,57	-6,59	3,49
15	1,00	0,00	0,00	-12,07	4,61	-5,29	3,04
16	1,09	0,00	0,00	-10,45	4,57	-4,16	2,59
17	1,19	0,00	0,00	-8,93	4,43	-3,19	2,15
18	1,29	0,00	0,00	-7,50	4,21	-2,37	1,72
19	1,39	0,00	0,00	-6,16	3,88	-1,68	1,32
20	1,49	0,00	0,00	-4,91	3,47	-1,13	0,96
21	1,59	0,00	0,00	-3,74	2,96	-0,70	0,64
22	1,69	0,00	0,00	-2,67	2,36	-0,38	0,37
23	1,79	0,00	0,00	-1,69	1,67	-0,16	0,17
24	1,89	0,00	0,00	-0,80	0,88	-0,04	0,04
25	1,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

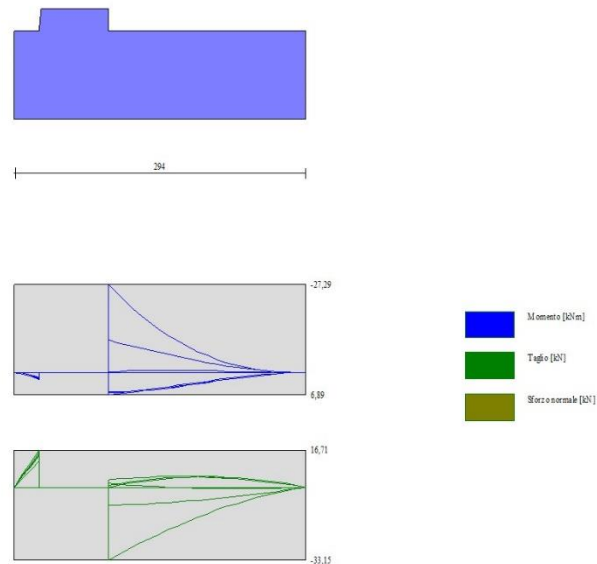


Fig. 19 - Fondazione

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	41	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	43	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
4	100	44	15,71	31,42	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
5	100	46	15,71	31,42	0,40	6,45	399,01	6394,68	991.430
6	100	47	15,71	31,42	0,70	8,20	510,57	5960,99	726.680
7	100	49	15,71	31,42	1,12	10,01	617,92	5533,42	552.657
8	100	50	15,71	31,42	1,67	11,88	720,12	5132,09	432.068
9	100	52	15,71	31,42	2,37	13,80	817,72	4768,82	345.571
10	100	53	15,71	31,42	3,23	15,78	910,37	4440,51	281.439
11	100	55	15,71	31,42	4,29	17,81	997,17	4140,51	232.453
12	100	56	15,71	31,42	5,55	19,90	1074,36	3853,15	193.599
13	100	58	15,71	31,42	7,03	22,05	1124,56	3526,45	159.933
14	100	59	15,71	31,42	8,75	24,25	1152,94	3194,25	131.707
15	100	61	15,71	31,42	10,73	26,51	1173,71	2898,86	109.342
16	100	62	15,71	31,42	12,99	28,83	1186,48	2632,85	91.331
17	100	64	15,71	31,42	15,54	31,20	1194,78	2398,48	76.876
18	100	65	15,71	31,42	18,40	33,63	1202,63	2197,39	65.346
19	100	67	15,71	31,42	21,60	36,11	1207,82	2019,60	55.927
20	100	68	15,71	31,42	25,14	38,65	1212,07	1863,78	48.219
21	100	70	15,71	31,42	29,04	41,25	1220,00	1732,78	42.008

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	80	18,85	18,85	0,92	0,00	538,60	0,00	586.397
4	100	80	18,85	18,85	2,08	0,00	538,60	0,00	259.494
5	100	80	18,85	18,85	-27,29	0,00	-538,60	0,00	19.735
6	100	80	18,85	18,85	-24,08	0,00	-538,60	0,00	22.370
7	100	80	18,85	18,85	-21,11	0,00	-538,60	0,00	25.511
8	100	80	18,85	18,85	-18,39	0,00	-538,60	0,00	29.289
9	100	80	18,85	18,85	-15,90	0,00	-538,60	0,00	33.880
10	100	80	18,85	18,85	-13,63	0,00	-538,60	0,00	39.523

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
11	100	80	18,85	18,85	-11,57	0,00	-538,60	0,00	46.548
12	100	80	18,85	18,85	-9,72	0,00	-538,60	0,00	55.422
13	100	80	18,85	18,85	-8,06	0,00	-538,60	0,00	66.824
14	100	80	18,85	18,85	-6,59	0,00	-538,60	0,00	81.764
15	100	80	18,85	18,85	-5,29	0,00	-538,60	0,00	101.799
16	100	80	18,85	18,85	-4,16	0,00	-538,60	0,00	129.424
17	100	80	18,85	18,85	-3,19	0,00	-538,60	0,00	168.835
18	100	80	18,85	18,85	-2,37	0,00	-538,60	0,00	227.509
19	100	80	18,85	18,85	-1,68	0,00	-538,60	0,00	319.802
20	100	80	18,85	18,85	-1,13	0,00	-538,60	0,00	476.099
21	100	80	18,85	18,85	-0,70	0,00	-538,60	0,00	769.961
22	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
23	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
24	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
25	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

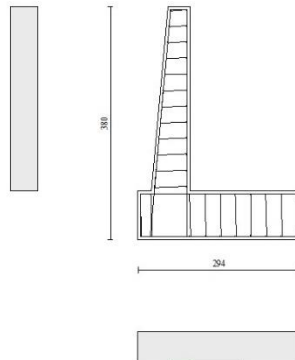


Fig. 20 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

Is	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]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	153 di 158

- 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]	cotθ	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	41	0,00	--	0,00	0,00	260,37	0,31	831.629
3	100	43	0,00	--	0,00	0,00	265,29	0,75	354.622
4	100	44	0,00	--	0,00	0,00	270,14	1,30	207.341
5	100	46	0,00	--	0,00	0,00	274,94	1,98	138.955
6	100	47	0,00	--	0,00	0,00	279,67	2,78	100.757
7	100	49	0,00	--	0,00	0,00	284,36	3,69	76.971
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	288,99	4,73	61.038
9	100	52	0,00	--	0,00	0,00	293,58	5,90	49.787
10	100	53	0,00	--	0,00	0,00	298,12	7,18	41.517
11	100	55	0,00	--	0,00	0,00	302,62	8,59	35.244
12	100	56	0,00	--	0,00	0,00	307,07	10,11	30.361
13	100	58	0,00	--	0,00	0,00	311,49	11,76	26.479
14	100	59	0,00	--	0,00	0,00	315,88	13,54	23.337
15	100	61	0,00	--	0,00	0,00	320,22	15,43	20.754
16	100	62	0,00	--	0,00	0,00	324,54	17,45	18.603
17	100	64	0,00	--	0,00	0,00	328,82	19,58	16.790
18	100	65	0,00	--	0,00	0,00	333,07	21,84	15.248
19	100	67	0,00	--	0,00	0,00	337,29	24,23	13.922
20	100	68	0,00	--	0,00	0,00	341,49	26,73	12.775
21	100	70	0,00	--	0,00	0,00	345,66	29,36	11.774

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	cotθ	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000
2	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	5,50	61.503
3	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	11,07	30.552
4	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	16,71	20.237
5	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-33,15	10.203
6	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-30,63	11.040
7	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-28,21	11.989
8	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-25,88	13.070
9	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-23,63	14.311
10	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-21,48	15.746
11	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-19,42	17.419
12	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-17,44	19.389
13	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-15,56	21.735
14	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-13,77	24.565
15	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-12,07	28.032
16	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-10,45	32.355
17	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-8,93	37.870
18	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-7,50	45.101
19	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-6,16	54.929
20	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-4,91	68.944
21	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-3,74	90.331
22	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-2,67	126.536
23	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-1,69	199.921

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
24	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	-0,80	422.353
25	100	80	0,00	--	0,00	0,00	338,20	0,00	100.000

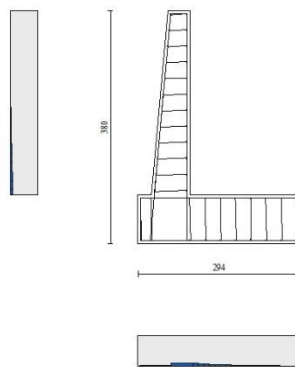


Fig. 21 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espressa 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/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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	155 di 158

Paramento

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

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

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [N/mmq]	σfi [N/mmq]	σfs [N/mmq]
1	100	40	15,71	31,42	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	41	15,71	31,42	0,05	1,53	0,005 (10)	0,029 (10)	0,067 (10)
3	100	43	15,71	31,42	0,18	3,11	0,011 (10)	0,035 (10)	0,157 (10)
4	100	44	15,71	31,42	0,37	4,75	0,019 (10)	0,028 (10)	0,259 (10)
5	100	46	15,71	31,42	0,60	6,45	0,027 (10)	0,013 (10)	0,367 (10)
6	100	47	15,71	31,42	0,88	8,20	0,035 (10)	0,015 (10)	0,481 (10)
7	100	49	15,71	31,42	1,22	10,01	0,045 (10)	0,058 (10)	0,605 (10)
8	100	50	15,71	31,42	1,64	11,88	0,055 (10)	0,123 (10)	0,742 (10)
9	100	52	15,71	31,42	2,14	13,80	0,066 (10)	0,215 (10)	0,893 (10)
10	100	53	15,71	31,42	2,74	15,78	0,079 (10)	0,341 (10)	1,061 (10)
11	100	55	15,71	31,42	3,45	17,81	0,093 (10)	0,506 (10)	1,248 (10)
12	100	56	15,71	31,42	4,30	19,90	0,109 (10)	0,717 (10)	1,455 (10)
13	100	58	15,71	31,42	5,28	22,05	0,126 (10)	0,979 (10)	1,682 (10)
14	100	59	15,71	31,42	6,42	24,25	0,145 (10)	1,297 (10)	1,930 (10)
15	100	61	15,71	31,42	7,73	26,51	0,166 (10)	1,675 (10)	2,200 (10)
16	100	62	15,71	31,42	9,22	28,83	0,189 (10)	2,116 (10)	2,491 (10)
17	100	64	15,71	31,42	10,91	31,20	0,213 (10)	2,624 (10)	2,804 (10)
18	100	65	15,71	31,42	12,80	33,63	0,239 (10)	3,200 (10)	3,139 (10)
19	100	67	15,71	31,42	14,92	36,11	0,266 (10)	3,846 (10)	3,495 (10)
20	100	68	15,71	31,42	17,28	38,65	0,295 (10)	4,566 (10)	3,873 (10)
21	100	70	15,71	31,42	19,89	41,25	0,326 (10)	5,359 (10)	4,272 (10)

Fondazione

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

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

n°	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kNm]	N [kN]	σc [N/mmq]	σfi [N/mmq]	σfs [N/mmq]
1	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,000 (10)	0,000 (10)	0,000 (10)
2	100	80	18,85	18,85	0,20	0,00	0,003 (10)	0,151 (10)	0,031 (10)
3	100	80	18,85	18,85	0,81	0,00	0,011 (10)	0,607 (10)	0,126 (10)
4	100	80	18,85	18,85	1,83	0,00	0,025 (10)	1,373 (10)	0,284 (10)
5	100	80	18,85	18,85	5,88	0,00	0,081 (10)	4,406 (10)	0,912 (10)
6	100	80	18,85	18,85	5,88	0,00	0,080 (10)	4,400 (10)	0,911 (10)
7	100	80	18,85	18,85	5,78	0,00	0,079 (10)	4,330 (10)	0,897 (10)
8	100	80	18,85	18,85	5,61	0,00	0,077 (10)	4,201 (10)	0,870 (10)
9	100	80	18,85	18,85	5,37	0,00	0,074 (10)	4,022 (10)	0,833 (10)
10	100	80	18,85	18,85	5,07	0,00	0,069 (10)	3,799 (10)	0,787 (10)
11	100	80	18,85	18,85	4,73	0,00	0,065 (10)	3,540 (10)	0,733 (10)
12	100	80	18,85	18,85	4,34	0,00	0,059 (10)	3,250 (10)	0,673 (10)
13	100	80	18,85	18,85	3,92	0,00	0,054 (10)	2,939 (10)	0,609 (10)
14	100	80	18,85	18,85	3,49	0,00	0,048 (10)	2,611 (10)	0,541 (10)
15	100	80	18,85	18,85	3,04	0,00	0,042 (10)	2,276 (10)	0,471 (10)
16	100	80	18,85	18,85	2,59	0,00	0,035 (10)	1,938 (10)	0,401 (10)
17	100	80	18,85	18,85	2,15	0,00	0,029 (10)	1,607 (10)	0,333 (10)
18	100	80	18,85	18,85	1,72	0,00	0,024 (10)	1,288 (10)	0,267 (10)
19	100	80	18,85	18,85	1,32	0,00	0,018 (10)	0,988 (10)	0,205 (10)
20	100	80	18,85	18,85	0,96	0,00	0,013 (10)	0,716 (10)	0,148 (10)
21	100	80	18,85	18,85	0,64	0,00	0,009 (10)	0,477 (10)	0,099 (10)
22	100	80	18,85	18,85	0,37	0,00	0,005 (10)	0,279 (10)	0,058 (10)
23	100	80	18,85	18,85	0,17	0,00	0,002 (10)	0,129 (10)	0,027 (10)
24	100	80	18,85	18,85	0,04	0,00	0,001 (10)	0,033 (10)	0,007 (10)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	156 di 158

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
25	100	80	18,85	18,85	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	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 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	41	15,71	31,42	0,05	1,53	0,005 (12)	0,030 (12)	0,067 (12)
3	100	43	15,71	31,42	0,17	3,11	0,011 (12)	0,038 (12)	0,154 (12)
4	100	44	15,71	31,42	0,35	4,75	0,018 (12)	0,034 (12)	0,252 (12)
5	100	46	15,71	31,42	0,55	6,45	0,026 (12)	0,026 (12)	0,353 (12)
6	100	47	15,71	31,42	0,77	8,20	0,033 (12)	0,018 (12)	0,450 (12)
7	100	49	15,71	31,42	0,99	10,01	0,039 (12)	0,018 (12)	0,539 (12)
8	100	50	15,71	31,42	1,18	11,88	0,045 (12)	0,024 (12)	0,618 (12)
9	100	52	15,71	31,42	1,37	13,80	0,050 (12)	0,036 (12)	0,690 (12)
10	100	53	15,71	31,42	1,56	15,78	0,055 (12)	0,050 (12)	0,759 (12)
11	100	55	15,71	31,42	1,77	17,81	0,060 (12)	0,062 (12)	0,828 (12)
12	100	56	15,71	31,42	2,00	19,90	0,065 (12)	0,071 (12)	0,899 (12)
13	100	58	15,71	31,42	2,28	22,05	0,070 (12)	0,075 (12)	0,975 (12)
14	100	59	15,71	31,42	2,61	24,25	0,076 (12)	0,072 (12)	1,056 (12)
15	100	61	15,71	31,42	3,01	26,51	0,082 (12)	0,060 (12)	1,146 (12)
16	100	62	15,71	31,42	3,49	28,83	0,089 (12)	0,038 (12)	1,244 (12)
17	100	64	15,71	31,42	4,07	31,20	0,097 (12)	0,000 (1)	1,354 (12)
18	100	65	15,71	31,42	4,76	33,63	0,106 (12)	0,049 (12)	1,476 (12)
19	100	67	15,71	31,42	5,57	36,11	0,115 (12)	0,122 (12)	1,613 (12)
20	100	68	15,71	31,42	6,52	38,65	0,127 (12)	0,219 (12)	1,766 (12)
21	100	70	15,71	31,42	7,63	41,25	0,139 (12)	0,348 (12)	1,937 (12)

Fondazione

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	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1	100	80	18,85	18,85	0,00	0,00	0,000 (12)	0,000 (12)	0,000 (12)
2	100	80	18,85	18,85	0,16	0,00	0,002 (12)	0,123 (12)	0,025 (12)
3	100	80	18,85	18,85	0,66	0,00	0,009 (12)	0,493 (12)	0,102 (12)
4	100	80	18,85	18,85	1,49	0,00	0,020 (12)	1,114 (12)	0,231 (12)
5	100	80	18,85	18,85	6,89	0,00	0,094 (12)	5,157 (12)	1,068 (12)
6	100	80	18,85	18,85	6,54	0,00	0,090 (12)	4,898 (12)	1,014 (12)
7	100	80	18,85	18,85	6,16	0,00	0,084 (12)	4,614 (12)	0,956 (12)
8	100	80	18,85	18,85	5,76	0,00	0,079 (12)	4,311 (12)	0,893 (12)
9	100	80	18,85	18,85	5,33	0,00	0,073 (12)	3,991 (12)	0,827 (12)
10	100	80	18,85	18,85	4,89	0,00	0,067 (12)	3,660 (12)	0,758 (12)
11	100	80	18,85	18,85	4,43	0,00	0,061 (12)	3,321 (12)	0,688 (12)
12	100	80	18,85	18,85	3,98	0,00	0,054 (12)	2,977 (12)	0,617 (12)
13	100	80	18,85	18,85	3,52	0,00	0,048 (12)	2,634 (12)	0,546 (12)
14	100	80	18,85	18,85	3,06	0,00	0,042 (12)	2,295 (12)	0,475 (12)
15	100	80	18,85	18,85	2,62	0,00	0,036 (12)	1,964 (12)	0,407 (12)
16	100	80	18,85	18,85	2,20	0,00	0,030 (12)	1,646 (12)	0,341 (12)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
17	100	80	18,85	18,85	1,79	0,00	0,025 (12)	1,343 (12)	0,278 (12)
18	100	80	18,85	18,85	1,42	0,00	0,019 (12)	1,062 (12)	0,220 (12)
19	100	80	18,85	18,85	1,07	0,00	0,015 (12)	0,804 (12)	0,167 (12)
20	100	80	18,85	18,85	0,77	0,00	0,011 (12)	0,575 (12)	0,119 (12)
21	100	80	18,85	18,85	0,51	0,00	0,007 (12)	0,379 (12)	0,079 (12)
22	100	80	18,85	18,85	0,29	0,00	0,004 (12)	0,219 (12)	0,045 (12)
23	100	80	18,85	18,85	0,13	0,00	0,002 (12)	0,100 (12)	0,021 (12)
24	100	80	18,85	18,85	0,03	0,00	0,000 (12)	0,026 (12)	0,005 (12)
25	100	80	18,85	18,85	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 espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espressa in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ϵ	deformazione espressa 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	41	0,00	0,00	0,05	93,15	0,0000000	0,00	0,000 (11)
3	100	43	0,00	0,00	0,18	392,98	0,0000000	0,00	0,000 (11)
4	100	44	0,00	0,00	0,37	5942,46	0,0000000	0,00	0,000 (11)
5	100	46	0,00	0,00	0,59	1287,08	0,0000000	0,00	0,000 (11)
6	100	47	0,00	0,00	0,84	836,05	0,0000000	0,00	0,000 (11)
7	100	49	0,00	0,00	1,13	692,44	0,0000000	0,00	0,000 (11)
8	100	50	0,00	0,00	1,46	611,76	0,0000000	0,00	0,000 (11)
9	100	52	31,42	452,95	1,86	555,96	0,0000000	0,00	0,000 (11)
10	100	53	31,42	550,29	2,33	514,72	0,0000000	0,00	0,000 (11)
11	100	55	31,42	655,98	2,89	483,91	0,0000000	0,00	0,000 (11)
12	100	56	31,42	768,04	3,55	461,14	0,0000000	0,00	0,000 (11)
13	100	58	31,42	884,13	4,34	444,71	0,0000000	0,00	0,000 (11)
14	100	59	31,42	1001,95	5,25	433,32	0,0000000	0,00	0,000 (11)
15	100	61	31,42	1119,56	6,30	425,94	0,0000000	0,00	0,000 (11)
16	100	62	31,42	1235,48	7,52	421,81	0,0000000	0,00	0,000 (11)
17	100	64	31,42	1348,69	8,90	420,31	0,0000000	0,00	0,000 (11)
18	100	65	31,42	1458,63	10,47	420,97	0,0000000	0,00	0,000 (11)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO
NV21 - Adeguamento tratto SP74 interferente con il progetto

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 21 00 001	A	158 di 158

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
19	100	67	31,42	1565,02	12,24	423,42	0,0000000	0,00	0,000 (11)
20	100	68	31,42	1667,85	14,22	427,37	0,0000000	0,00	0,000 (11)
21	100	70	31,42	1767,24	16,42	432,61	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	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000 (11)
2	100	80	18,85	3182,33	0,19	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
3	100	80	18,85	3182,33	0,77	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
4	100	80	18,85	3182,33	1,74	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
5	100	80	18,85	3182,33	6,15	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
6	100	80	18,85	3182,33	6,06	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
7	100	80	18,85	3182,33	5,90	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
8	100	80	18,85	3182,33	5,67	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
9	100	80	18,85	3182,33	5,39	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
10	100	80	18,85	3182,33	5,05	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
11	100	80	18,85	3182,33	4,68	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
12	100	80	18,85	3182,33	4,27	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
13	100	80	18,85	3182,33	3,85	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
14	100	80	18,85	3182,33	3,40	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
15	100	80	18,85	3182,33	2,96	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
16	100	80	18,85	3182,33	2,51	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
17	100	80	18,85	3182,33	2,07	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
18	100	80	18,85	3182,33	1,66	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
19	100	80	18,85	3182,33	1,27	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
20	100	80	18,85	3182,33	0,92	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
21	100	80	18,85	3182,33	0,61	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
22	100	80	18,85	3182,33	0,36	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
23	100	80	18,85	3182,33	0,16	357,70	0,0000000	0,00	0,000 (11)
24	100	80	0,00	0,00	0,04	0,00	0,0000000	0,00	0,000 (11)
25	100	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000000	0,00	0,000 (11)