

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Viabilità

NV19 - Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

Relazione di calcolo muro di sostegno

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 CL NV1900 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Da
A	EMISSIONE ESECUTIVA	M.Piscitelli	Dicembre 2019	C.M. Danisi L. Fanelli	Dicembre 2019	F. Sparacino	Dicembre 2019	D. Tiberti

File: RS3E50D78CLNV1900001A

n. Elab.: 585

ITALEFER S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
DIREZIONE REGIONALE
UO Infrastrutture Sud
Prof. Ing. Danilo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 11055



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	2 di 142

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	6
3	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
4	MATERIALI	9
4.1	CALCESTRUZZO ELEVAZIONE/FONDAZIONE	9
4.2	ACCIAIO B450C	10
4.3	VERIFICA S.L.E.	10
4.3.1	<i>Stato limite di limitazione delle tensioni</i>	10
4.3.2	<i>Stato limite di fessurazione</i>	11
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	13
5.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO/RINTERRO	13
5.2	TERRENO DI FONDAZIONE	13
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	14
6.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	14
6.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	14
7	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE	17
7.1	METODO AGLI STATI LIMITE ED APPROCCI DI PROGETTO	17
7.2	CRITERI DI ANALISI E VERIFICA DI MURI DI SOSTEGNO	20
7.3	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	21
7.4	PRESCRIZIONI GENERALI PER LE VERIFICHE IN FASE SISMICA	21
8	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	22

8.1	PESI PROPRI E CARICHI PERMANENTI	22
8.2	SPINTE DEL TERRENO IN FASE STATICA.....	22
8.3	COEFFICIENTI SISMICI.....	24
8.4	SPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA.....	25
8.5	CARICHI ACCIDENTALI.....	25
8.6	COMBINAZIONI DI CARICO	25
9	CRITERI GENERALI DI VERIFICA DELLE OPERE.....	26
9.1	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	26
9.1.1	<i>Verifica allo scorrimento</i>	26
9.1.2	<i>Verifica a ribaltamento</i>	27
9.1.3	<i>Stabilità Globale</i>	27
9.2	CRITERI DI VERIFICA DELLE PALIFICATE DI FONDAZIONE	28
9.2.1	<i>Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi Verticali</i>	28
9.2.2	<i>Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi orizzontali</i>	29
9.3	VERIFICHE STRUTTURALI	33
9.3.1	<i>VERIFICHE ALLO SLU</i>	33
9.3.2	<i>VERIFICA SLE</i>	35
10	ANALISI E VERIFICHE MURO 1	37
10.1	MODELLO DI CALCOLO.....	37
10.1	RISULTATI ANALISI.....	39
10.2	CALCOLO SOLLECITAZIONI IN TESTA AL PALO.....	40
10.3	VERIFICHE STRUTTURALI	41



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	4 di 142

10.4	VERIFICHE STRUTTURALI PALI DI FONDAZIONE	41
10.5	VERIFICHE GEOTECNICHE PALI DI FONDAZIONE.....	42
11	ANALISI E VERIFICHE MURO 2.....	44
11.1	MODELLO DI CALCOLO.....	44
11.2	RISULTATI ANALISI.....	46
11.3	CALCOLO SOLLECITAZIONI IN TESTA AL PALO.....	46
11.1	VERIFICHE STRUTTURALI	48
11.2	VERIFICHE STRUTTURALI PALI DI FONDAZIONE	48
11.3	VERIFICHE GEOTECNICHE PALI DI FONDAZIONE.....	49
11.4	VERIFICA PALO DI FONDAZIONE	51
12	CALCOLO PORTANZA PALI Ø1000.....	52
12.1	PARAMETRI GEOTECNICI	52
12.2	CAPACITA' PORTANTE NV19 – A1+M1+R3 – PALO D=1000MM	54
13	CALCOLO PORTANZA PALI Ø800.....	73
13.1	PARAMETRI GEOTECNICI	73
13.2	CAPACITÀ PORTANTE NV19– A1+M1+R3 – PALO D=800MM	75
14	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	93
15	TABULATI DI CALCOLO MURO 1	94
16	TABULATI DI CALCOLO MURO 2	118



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	5 di 142

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 posto lungo la viabilità NV19.

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

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera consiste in un muro gettato in opera, posta in corrispondenza della progressiva 13+100 circa della linea.

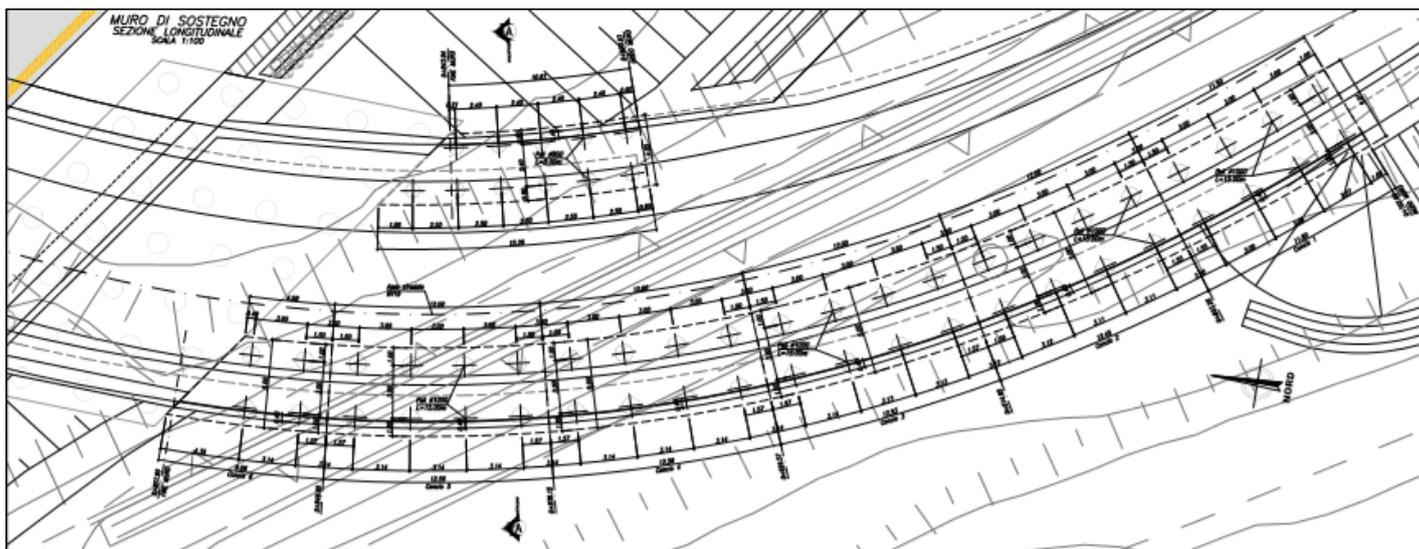


Fig. 1 – Inquadramento planimetrico

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

Tipo	Lato	H _{PARAMENTO} [m]	Fondazione		Pali		
			h [m]	Lf [m]	D [m]	i [m]	Lp [m]
1	sx	4.72 – 6.5	1.50	5.0	1.0	3.0 x 3.00m	15.0
2	dx	2.67 – 3.0	1.00	4.0	0.8	2.40 x 2.40m	8.0

Tabella ... – Caratteristiche geometriche dei muri di sostegno



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	8 di 142

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

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	10 di 142

4.2 Acciaio B450C

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

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

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

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

4.3 Verifica S.L.E.

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

4.3.1 Stato limite di limitazione delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche 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 :



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	11 di 142

CALCESTRUZZO

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

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

ACCIAIO

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

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:

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

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

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

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).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	12 di 142

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

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	13 di 142

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					
	NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)					
RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO NV 19 00 001	REV. A	FOGLIO 14 di 142

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:

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 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

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

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

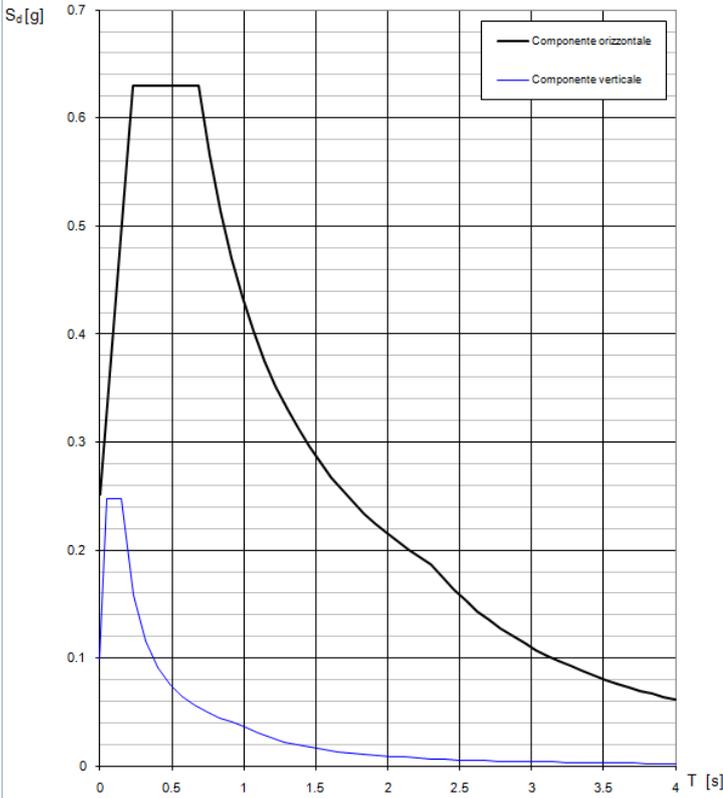
Stati limite di esercizio - SLE	Valore
SLO - $P_{VR} = 81\%$	68
SLD - $P_{VR} = 63\%$	113
Stati limite ultimi - SLU	Valore
SLV - $P_{VR} = 10\%$	1068
SLC - $P_{VR} = 5\%$	2193

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_m	0.175 g
F_a	2.502
T_C	0.526 s
S_B	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

$S = S_B \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = \sqrt{0.05 + \xi} \geq 0.55; \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6, §. 3.2.3.5)
 $T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)
 $T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)
 $T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

$0 \leq T < T_B: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$
 $T_C \leq T < T_D: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$
 $T_D \leq T: S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

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]	Se [g]
0.000	0.252
0.228	0.630
0.683	0.630
0.780	0.566
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

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	17 di 142

7 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.

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 è la resistenza di progetto

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

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

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

Il coefficiente γ_R opera direttamente sulla resistenza del sistema.

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

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

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

A1+M1+R1

A2+M2+R2

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

Gli stati limite di verifica si distinguono in genere in:

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_{Qk}	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_{Qk} 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)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_f	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 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.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	21 di 142

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

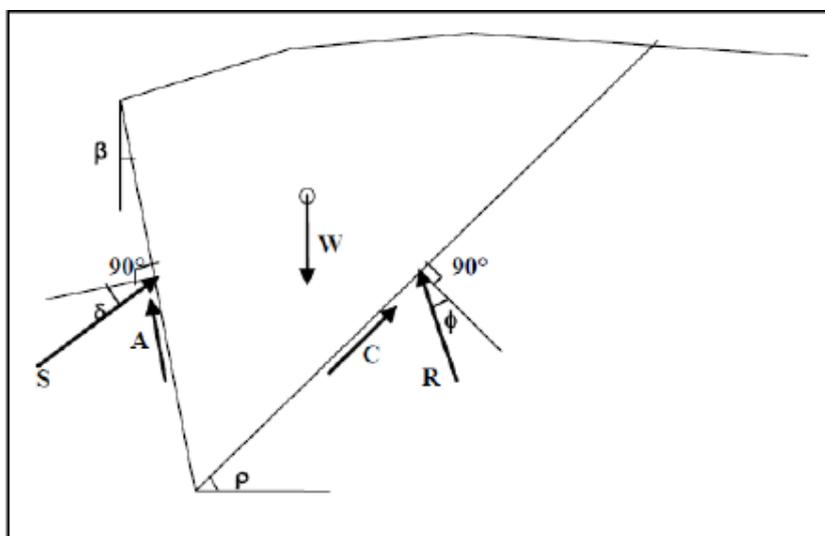
Rilevato: $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

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

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	23 di 142

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 § 0 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)

Nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, potranno essere assunti come definito al paragrafo 7.11.6.2.1 delle NTC 2008 anche per i muri



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	25 di 142

su pali, con l'avvertenza di sostituire le relazioni 7.11.6 e 7.11.7 delle stesse norme tecniche con le espressioni di seguito riportate (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B – rev 22/12/2017):

$$k_h = 2 \cdot \beta_m \cdot S_T \cdot S_s \cdot \frac{a_g}{g} \qquad k_v = \frac{1}{2} \cdot k_h$$

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 un riepilogo delle Combinazioni di Calcolo considerate nelle analisi si rimanda ai tabulati di calcolo in allegato.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3E

50

D 78 CL

NV 19 00 001

A

26 di 142

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..

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 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.

Per quanto riguarda l'attrito fondazione muro – terreno considerato ai fini delle verifiche di scorrimento sul piano di



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	27 di 142

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.

Tale verifica perde di significato nel caso di muro su pali.

9.1.2 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;

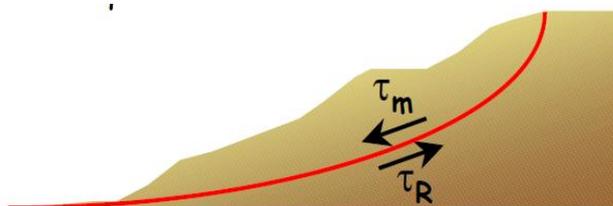
M_{sta} : momento delle azioni stabilizzanti

occorrerà verificare quanto segue: $M_{sta} / R \geq M_{rib}$

Tale verifica perde di significato nel caso di muro su pali.

9.1.3 Stabilità Globale

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



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

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

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

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

9.2 Criteri di verifica delle palificate di fondazione

9.2.1 Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi Verticali

Le opere in oggetto presentano una fondazione indiretta costituita da una platea di fondazione su pali trivellati, il cui valore di progetto R_d della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R riportati nella tabella successiva:

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

La resistenza caratteristica R_k del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire a da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ. La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della

resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,calc}$ ($R_{t,calc}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,calc})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Tab. 1 - Fattori di correlazione ξ

La campagna di indagine condotta in fase di progettazione definitiva permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione pari a $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$.

9.2.2 Capacità portante dei pali nei confronti dei carichi orizzontali

Il carico orizzontale limite H_{lim} è stato calcolato in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluyente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione
- caratteristica D della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni
- quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le
- deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

9.2.2.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza p offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato in Fig. 3 – (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a 1.5ϕ e costante con valore $9 \cdot c_u \cdot \phi$ per profondità maggiori.

$$H_{lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H_{lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

9.2.2.2 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge: $p = 3 k_p \gamma z D$

essendo:

k_p il coefficiente di spinta passiva;

z la profondità da piano campagna;

γ il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume γ' .

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D}\right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2}k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D}\right)^2 + \frac{M_y}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma D^4}\right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Con riferimento ai casi in oggetto, il meccanismo di rottura è sempre quello di palo lungo.

Nel caso di palo scalzato e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left(\frac{2M_y}{\gamma k_p D}\right) = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna;

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna.

Il valore di progetto R_d della resistenza a carichi assiali dei singoli pali si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R riportati nella tabella successiva:

Tabella 6.4.VI - Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali.

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

La resistenza caratteristica R_k del singolo palo è determinata mediante metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici e/o mediante l'impiego di relazioni empiriche che utilizzano direttamente i risultati di prove in situ. La normativa vigente definisce per tali procedure, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) come il valore minore tra quelli ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,calc}$ ($R_{t,calc}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella tabella seguente, in funzione del numero n di verticali di indagini:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,calc})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,calc})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,calc})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Tab. 2 - Fattori di correlazione ξ

La campagna di indagine condotta in fase di progettazione definitiva permette di assumere in sede di calcolo un fattore di correlazione pari a $\xi_3 = \xi_4 = 1.70$.

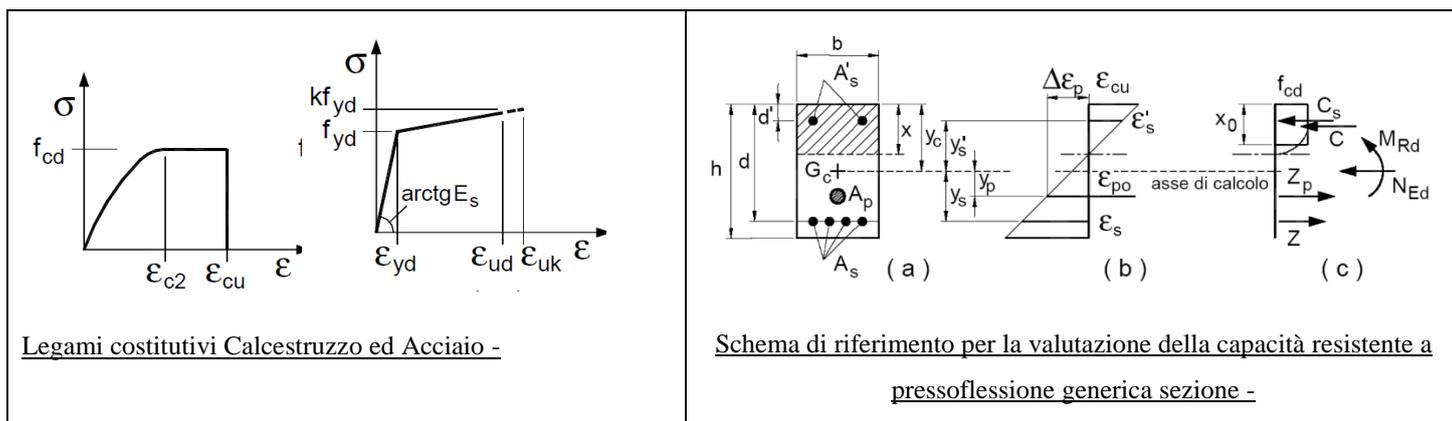
9.3 VERIFICHE STRUTTURALI

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.

9.3.1 VERIFICHE ALLO SLU

9.3.1.1 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.

9.3.1.2 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:

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

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_l = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- 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:

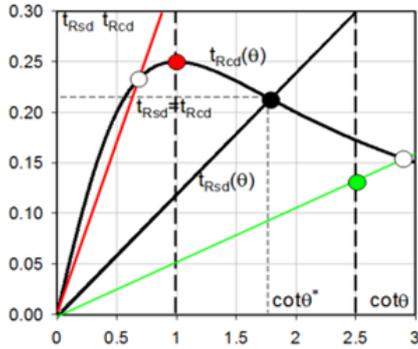
$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha ; \quad V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)}$$

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

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

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



- 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 $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ 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 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 membrane 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 $0.5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

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

9.3.2 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

9.3.2.1 Verifiche alle tensioni

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	36 di 142

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 $0,75 f_{yk}$.

9.3.2.2 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

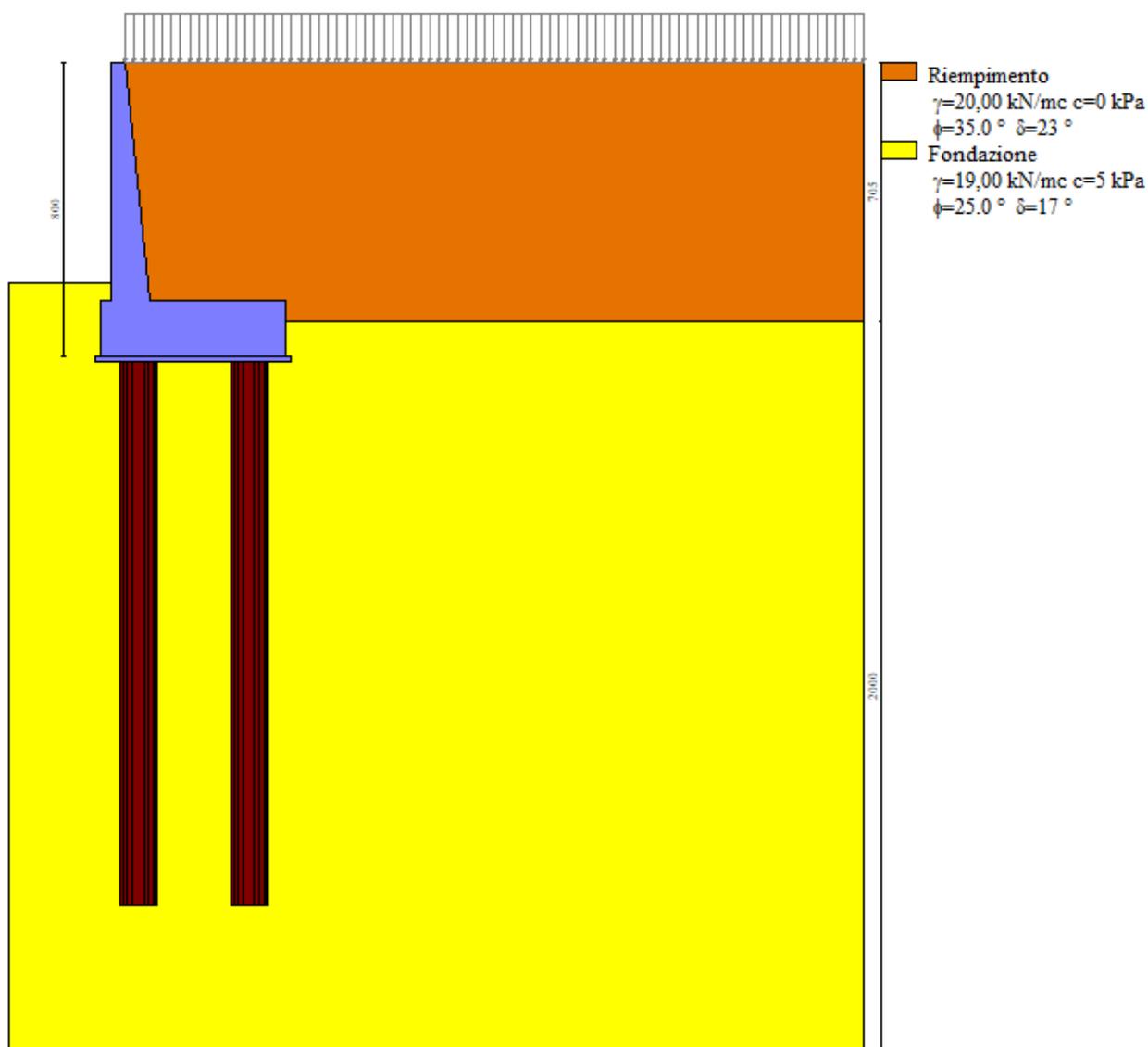
In definitiva, nel caso in esame, con riferimento alle indicazioni della tabella di cui in precedenza, si è previsto di adottare il limite :

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

10 ANALISI E VERIFICHE MURO 1

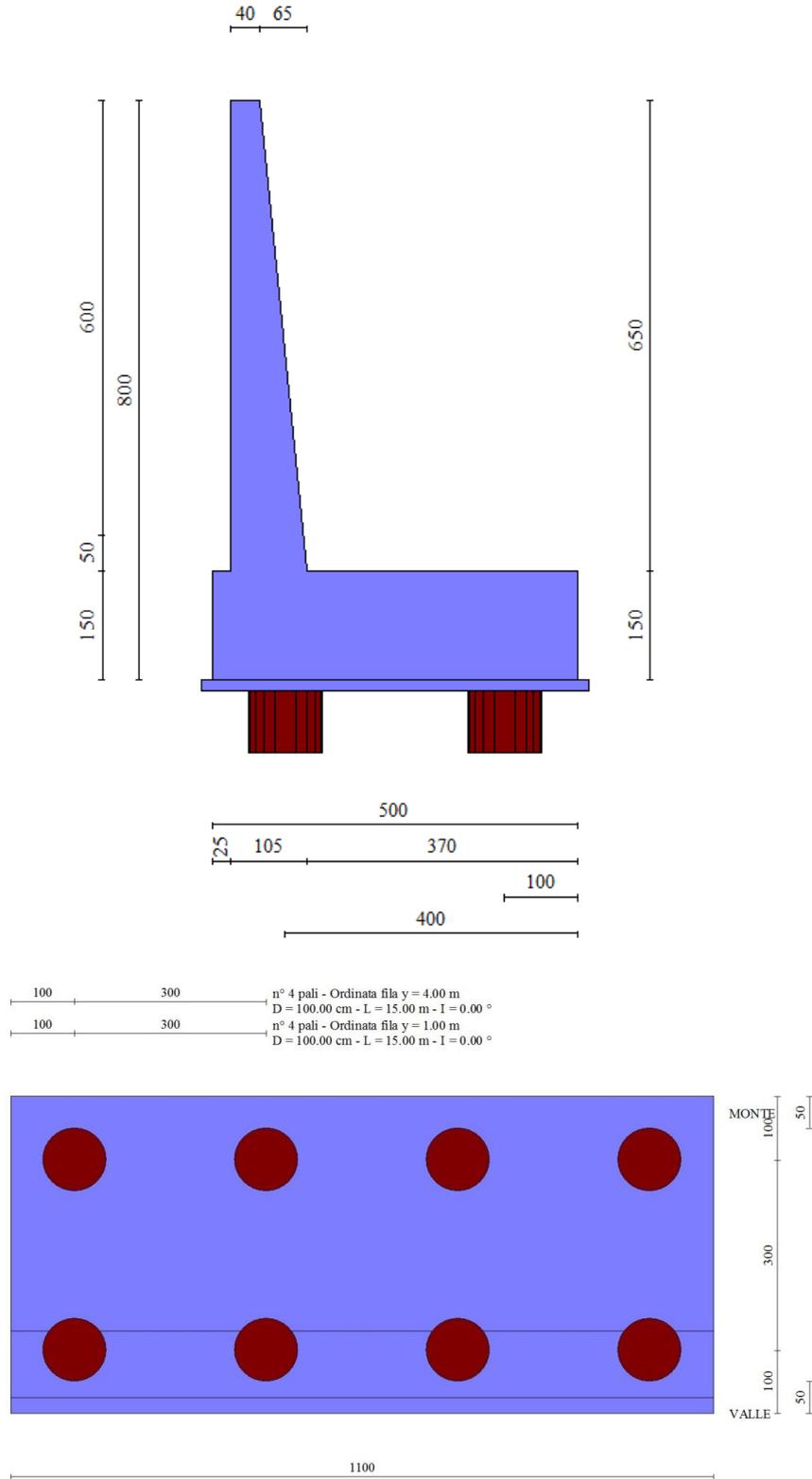
Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 2.

10.1 Modello di calcolo



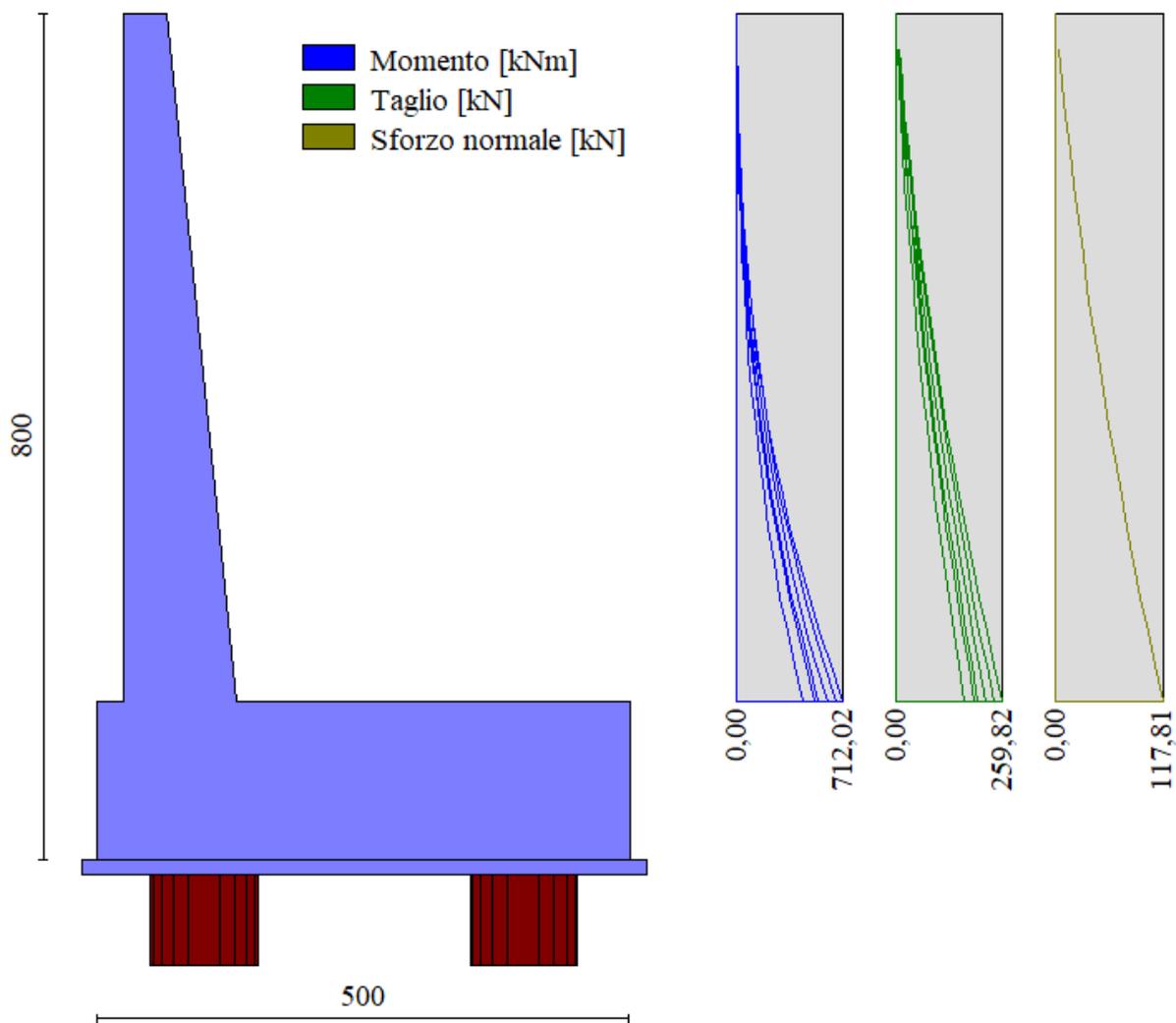
Modello di calcolo muro

*Si fa notare, come specificato al paragrafo seguente, che le sollecitazioni a testa palo non dipendono dalla lunghezza dei pali o dal terreno di fondazione. Pertanto nei modelli di calcolo si è riportato un terreno di fondazione omogeneo e fittizio, in quanto il dimensionamento dei pali di fondazione verrà effettuato a partire dagli scarichi ottenuti e confrontandoli con le curve di portanza, riportate al paragrafo 12 costruite tenendo conto dell'effettiva situazione stratigrafica in fondazione.



Geometria muro

10.1 Risultati analisi



Inviluppo sollecitazioni sul muro

10.2 Calcolo sollecitazioni in testa al palo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidzze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra. Nel caso in esame i pali sono considerati incernierati in testa.

Lo sforzo normale nei pali è quindi calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{(M_{Ed})d_i}{\sum_i d_i^2}$$

Si fa notare, quindi, che le sollecitazioni a testa palo non dipendono dalla lunghezza dei pali o dal terreno di fondazione. Le azioni derivanti da questo modello sono quindi confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali: $V_i = V_{Ed}/n$.

In definitiva gli scarichi a testa palo sono pari a:

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	882,43	0,00	-470,66
	2	2125,04	0,00	-470,66
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	418,05	0,00	-563,84
	2	2365,75	0,00	-563,84
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	330,94	0,00	-527,99
	2	2146,38	0,00	-527,99
10 - SLER	1	945,98	0,00	-360,15
	2	1882,43	0,00	-360,15
11 - SLEF	1	927,99	0,00	-347,81
	2	1829,96	0,00	-347,81
12 - SLEQ	1	874,02	0,00	-310,78
	2	1672,55	0,00	-310,78



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	41 di 142

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente α dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo, α dipende quindi dalla rigidità del terreno.

Nel caso in esame: **PALI D1000 :** $\alpha=1.626$ (vedi par.12.1)

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:

<i>Elemento</i>	Armatura a flessione		<i>Elemento</i>	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	Φ22/10 cm	Φ22/20 cm	FONDAZIONE	Φ24/20	Φ24/20

Le verifiche a taglio sono condotte con riferimento ad elementi in c.a. non armati a taglio tuttavia si prevede un minimo di armatura a taglio costituita da spilli 6Φ8/mq.

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

10.4 Verifiche strutturali Pali di Fondazione

SOLLECITAZIONI MAX PALI SLU/SLV				ARMATURA		RESISTENZE	
Nmin	V	α	M	Longitudinale	Trasversale (spirale)	Vrd	Mrd
[kN]	[kN]		[kNm]			[kNm]	[kNm]
418.05	563.85	1.626	916.8	28 φ 24	φ 12/15	963.1	1633.6



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	42 di 142

SOLLECITAZIONI MAX PALI SLE				ARMATURA STR		VERIFICA SLE		
N _{MIN}	V	α	M	Longitudinale	Trasversale (spirale)	σ _{c,min}	σ _{s,max}	w
[kN]	[kN]		[kNm]			[kPa]	[kPa]	[mm]
945.98	360.15	1.626	585.6	28 φ 24	φ 12/15	-6.98	104.68	0.00

I valori di sollecitazione risultano inferiori alle resistenze. Le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

10.5 Verifiche geotecniche pali di fondazione

Verifiche capacità portante

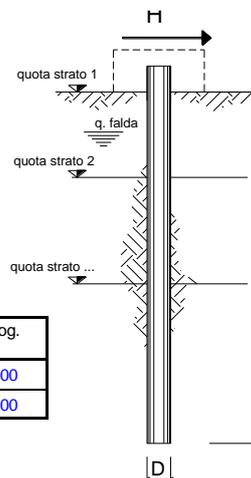
In accordo con le curve di capacità portante ottenute, nelle seguenti tabelle si riportano le lunghezze dei pali utilizzate per le diverse tipologie di pile e la sintesi delle verifiche geotecniche. Agli SLE si è verificato che il rapporto tra la resistenza laterale e il carico assiale in combinazione caratteristica risulti maggiore di 1.25, come prescritto dalla normativa ferroviaria.

L _{pali}	SFORZI NEI PALI SLU/SLV			SFORZI NEI PALI SLE		
	N _{min}	Q _{d,c}	F.S.	N _{min}	Q _{II,k}	N _{min} /Q _{II}
[m]	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[-]
15	2365.75	3075	1.30	1882.4	4040	2.15

In definitiva si è assunto **L_{pali} = 15.00m**.

Verifiche a carico limite orizzontale

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_{ψ}	γ_{cu}	γ_T
			γ_G	γ_Q			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
<input type="checkbox"/>	p.c.=strato 1	100.00	20.5	10		1.00	150		1.00	150
<input checked="" type="checkbox"/>	strato 2	93.00	20.5	10		1.00	300		1.00	300
<input checked="" type="checkbox"/>	strato 3					1.00			1.00	
<input checked="" type="checkbox"/>	strato 4					1.00			1.00	
<input type="checkbox"/>	strato 5					1.00			1.00	
<input type="checkbox"/>	strato 6					1.00			1.00	

Quota falda **97** (m)
 Diametro del palo D **1.00** (m)
 Lunghezza del palo L **15.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **1633.62** (kNm)
 Step di calcolo **0.05** (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	1586.3 (kN)		1586.3 (kN)	
Palo intermedio	8640.0 (kN)		8640.0 (kN)	
Palo corto	29025.0 (kN)		29025.0 (kN)	
H_{med}	1586.3 (kN)	Palo lungo	H_{min}	1586.3 (kN)
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			933.09 (kN)
	H_d = H_k/γ_T			717.76 (kN)
Carico Assiale Permanente (G):		G =	563.85	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):		Q =		(kN)
	F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		563.85	(kN)
	FS = Hd / F_d =		1.27	

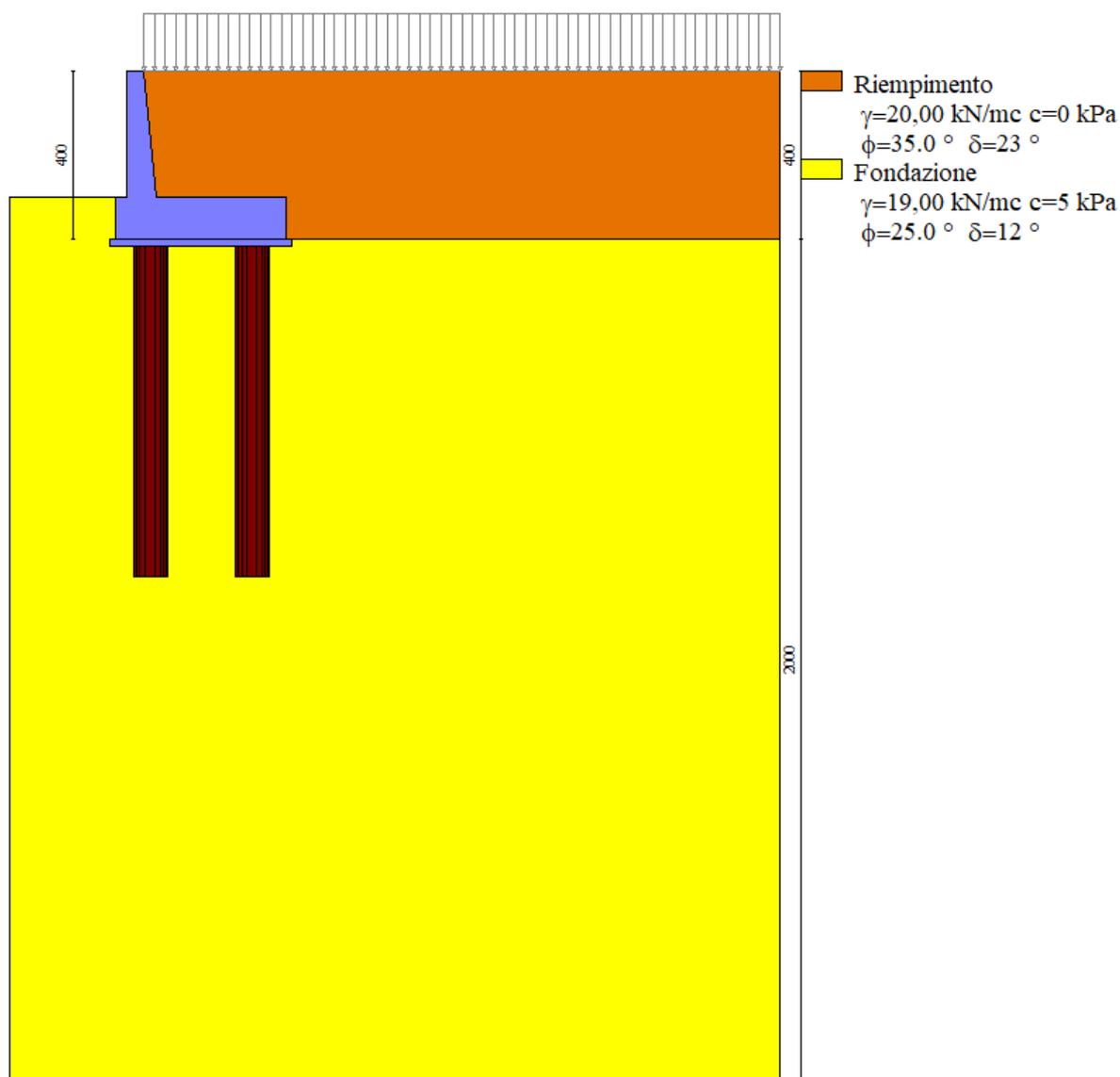
— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

FS (gruppo) = 0.8 x 1.27 = 1.016 Dove 0,80 è un coefficiente riduttivo per ter conto dell'effetto gruppo sul carico limite Orizzontale

11 ANALISI E VERIFICHE MURO 2

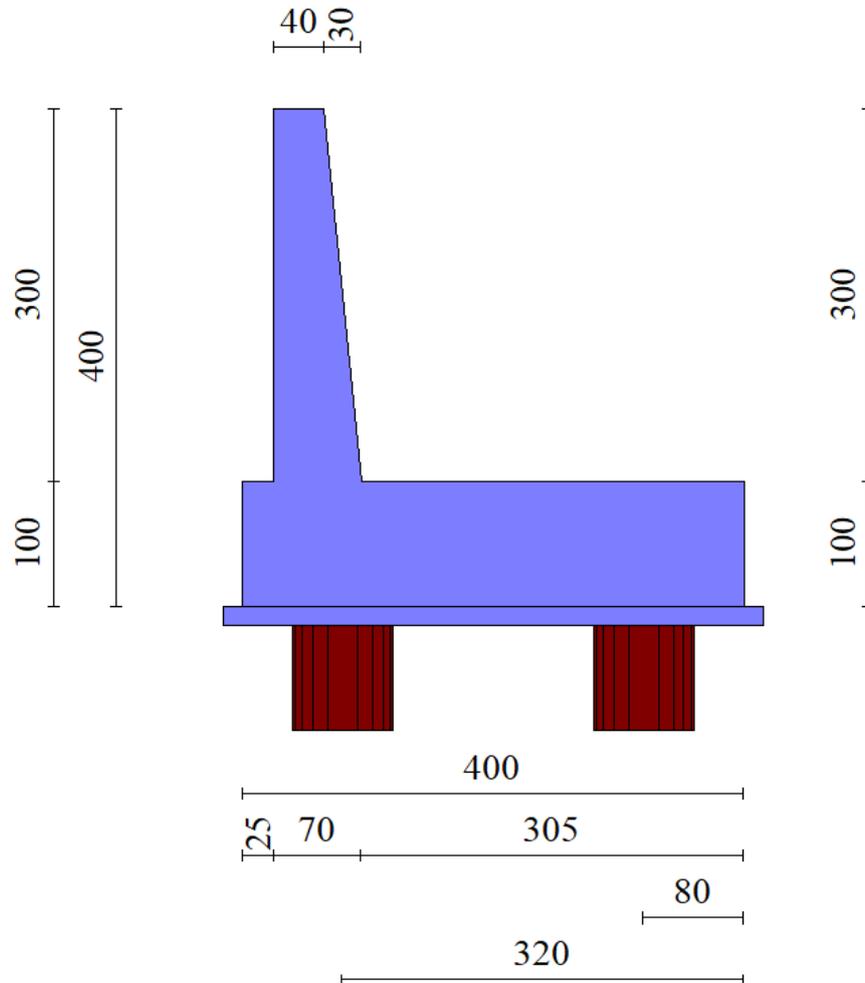
Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei muri in oggetto per le tipologie definite al paragrafo 1.

11.1 Modello di calcolo



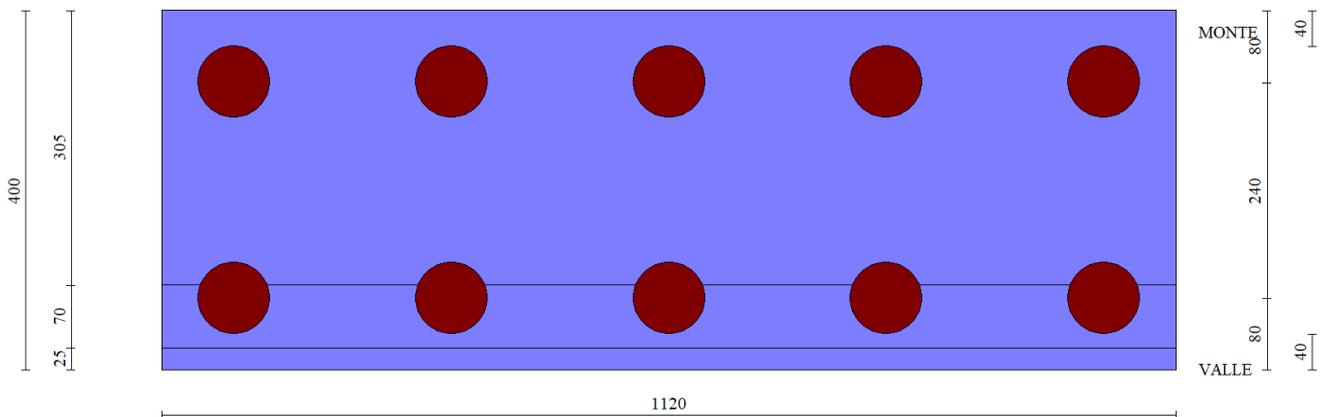
Modello di calcolo muro

*Si fa notare, come specificato al paragrafo seguente, che le sollecitazioni a testa palo non dipendono dalla lunghezza dei pali o dal terreno di fondazione. Pertanto nei modelli di calcolo si è riportato un terreno di fondazione omogeneo e fittizio, in quanto il dimensionamento dei pali di fondazione verrà effettuato a partire dagli scarichi ottenuti e confrontandoli con le curve di portanza, riportate al paragrafo 13.2 costruite tenendo conto dell'effettiva situazione stratigrafica in fondazione.



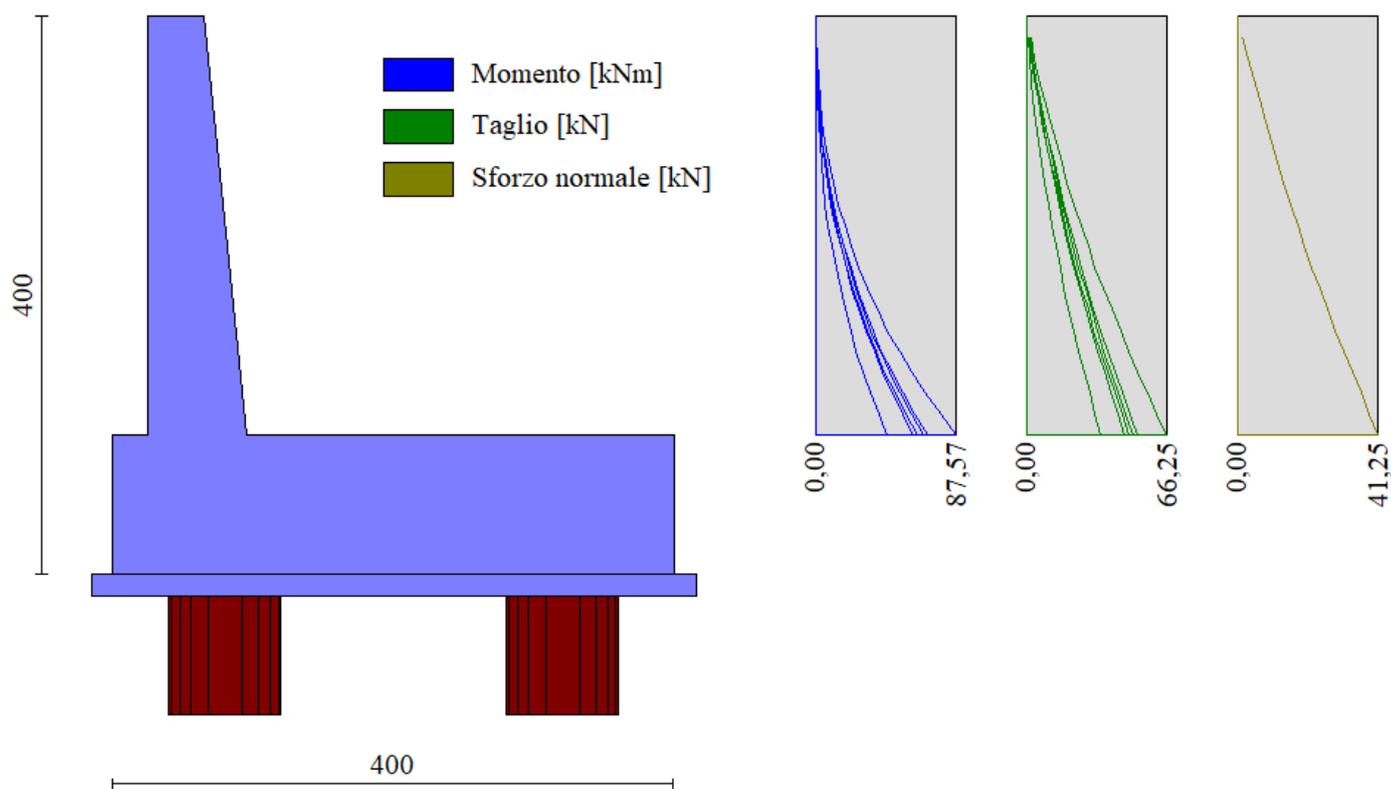
80 240 n° 5 pali - Ordinata fila y = 3,20 m
D = 80,00 cm - L = 8,00 m - I = 0,00 °

80 240 n° 5 pali - Ordinata fila y = 0,80 m
D = 80,00 cm - L = 8,00 m - I = 0,00 °



Geometria muro

11.2 Risultati analisi



Inviluppo sollecitazioni sul muro

11.3 Calcolo sollecitazioni in testa al palo

Le sollecitazioni provenienti dal muro vengono ripartite sui pali restituendo le sollecitazioni nei pali in termini di Taglio, Momento e sforzo normale. Gli scarichi sui pali vengono determinati mediante il metodo delle rigidezze. La piastra di fondazione viene considerata infinitamente rigida (3 gradi di libertà) ed i pali vengono considerati incastrati o incernierati a tale piastra. Nel caso in esame i pali sono considerati incernierati in testa.

Lo sforzo normale nei pali è quindi calcolato come segue:

$$N_i = \frac{N_{Ed}}{n} \pm \frac{(M_{Ed})d_i}{\sum_i d_i^2}$$

Si fa notare, quindi, che le sollecitazioni a testa palo non dipendono dalla lunghezza dei pali o dal terreno di fondazione. Le azioni derivanti da questo modello sono quindi confrontate con le curve di capacità portante dei pali di fondazione.

Mentre le azioni di taglio sono suddivise equamente tra i pali: $V_i = V_{Ed}/n$.

In definitiva gli scarichi a testa palo sono pari a:

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	489,82	0,00	-109,42
	2	553,64	0,00	-109,42
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	317,84	0,00	-131,90
	2	548,61	0,00	-131,90
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	274,67	0,00	-124,60
	2	495,21	0,00	-124,60
10 - SLER	1	463,09	0,00	-83,40
	2	505,40	0,00	-83,40
11 - SLEF	1	441,78	0,00	-78,37
	2	484,86	0,00	-78,37
12 - SLEQ	1	377,83	0,00	-63,29
	2	423,23	0,00	-63,29

Per la valutazione del momento flettente a testa palo si è utilizzata la teoria di Matlock e Reese per la quale il momento agente a quota testa pali è direttamente proporzionale al taglio mediante un coefficiente α (espresso in metri) "coefficiente di Matlock e Reese":

$$M_i(V_{Ed}) = \alpha \frac{V_{Ed}}{n}$$

Il coefficiente α dipende principalmente dalle caratteristiche di rigidità relative palo-terreno e, generalmente, fornisce un valore del momento sollecitante conservativo. Fissato il diametro del palo, α dipende quindi dalla rigidità del terreno.

Nel caso in esame: **PALI D800 :** $\alpha=1.2975$ (vedi par.13.1)

11.1 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:

Elemento	Armatura a flessione		Elemento	Armatura a flessione	
	Lato monte	Lato valle		Lato inferiore	Lato superiore
PARAMENTO	Φ22/10 cm	Φ20/20 cm	FONDAZIONE	Φ20/20	Φ20/20

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

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

11.2 Verifiche strutturali Pali di Fondazione

SOLLECITAZIONI MAX PALI SLU/SLV				ARMATURA		RESISTENZE	
Nmin	V	α	M	Longitudinale	Trasversale (spirale)	Vrd	Mrd
[kN]	[kN]		[kNm]			[kNm]	[kNm]
317.84	131.9	1.2975	171.14	15 ϕ 20	ϕ 12/20	440.8	462.1

SOLLECITAZIONI MAX PALI SLE				ARMATURA STR		VERIFICA SLE		
N _{MIN}	V	α	M	Longitudinale	Trasversale (spirale)	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	w
[kN]	[kN]		[kNm]			[kPa]	[kPa]	[mm]
463.86	83.4	1.2975	108.2	15 ϕ 20	ϕ 12/20	-5.45	98.65	0.00

I valori di sollecitazione risultano inferiori alle resistenze. Le verifiche risultano pertanto soddisfatte.

11.3 Verifiche geotecniche pali di fondazione

Verifiche capacità portante

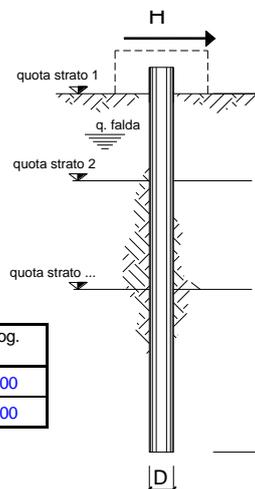
In accordo con le curve di capacità portante ottenute nelle seguenti tabelle si riportano le lunghezze dei pali utilizzate per le diverse tipologie di pile e la sintesi delle verifiche geotecniche. Agli SLE si è verificato che il rapporto tra la resistenza laterale e il carico assiale in combinazione caratteristica risulti maggiore di 1.25, come prescritto dalla normativa ferroviaria.

L _{pali}	SFORZI NEI PALI SLU/SLV			SFORZI NEI PALI SLE		
	N _{min}	Q _{d,c}	F.S.	N _{min}	Q _{II,k}	N _{min} /Q _{II}
[m]	[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	[-]
8	548.61	1105	2.01	505.4	1136	2.25

In definitiva si è assunto **L_{pali} = 8.00m.**

Verifiche a carico limite orizzontale

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_{ϕ}	γ_{cu}	γ_T
			γ_G	γ_Q			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	20.5	10		1.00	150		1.00	150
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		93.00	20.5	10		1.00	300		1.00	300
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **97** (m)
 Diametro del palo D **0.80** (m)
 Lunghezza del palo L **8.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **462.06** (kNm)
 Step di calcolo **0.05** (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	621.0	(kN)	621.0	(kN)
Palo intermedio	2754.0	(kN)	2754.0	(kN)
Palo corto	8424.0	(kN)	8424.0	(kN)
H_{med}	621.0	(kN)	H_{min}	621.0 (kN) Palo lungo
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			365.29	(kN)
$H_d = H_k \gamma_T$			281.00	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	131.9	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		(kN)	
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		131.90	(kN)	
$FS = H_d / F_d =$		2.13		

— M. Mancina, R. Nori, P. Iasiello - Progetti e Calcoli di Geotecnica con Excel vol.2 - ed. DEI—

FS (gruppo) = 0.8 x 2.13 = 1.70 Dove 0,80 è un coefficiente riduttivo per ter conto dell'effetto gruppo sul carico limite Orizzontale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	51 di 142

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

11.4 Verifica palo di fondazione

Si adotta un palo $\varnothing 800$ della lunghezza $L=8.0m$ per il quale risulta (vedi tabelle portanza capitolo successivo)

$$855 \text{ kN} < 1105 \text{ kN}$$

Le verifiche di resistenza vengono condotte con i seguenti valori massimi

$$N = 855 \text{ kN}$$

$$T = 274 \text{ kN}$$

$$M = 274 * 1.2972 = 355 \text{ kNm}$$

Dove $\alpha = 1.2975$ è il coefficiente adimensionale Matlock Reese definito al capitolo successivo.

Le verifiche della sezione forniscono i seguenti risultati

$$Aa = 15 \varnothing 20 \quad \text{st } \varnothing 10/20$$

12 CALCOLO PORTANZA PALI Ø1000

Il calcolo è stato eseguito considerando le indagini seguenti (2 verticali di indagine):

INDAGINI IN SITO

Sondaggi / pozzetti	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni litoidi	N. prove SPT	n. prove Lefranc / Lugeon	n. prove pressiometriche	Piezometro TA; CC / Prova DH
D32	30.0	152.00	3	7	-	5	1	-	TA[3÷30]
S1	40.0	148.5	2	5	-	8	1	-	TA[1÷9]

TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]

CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella]

La stratigrafia di riferimento per l'opera è la seguente:

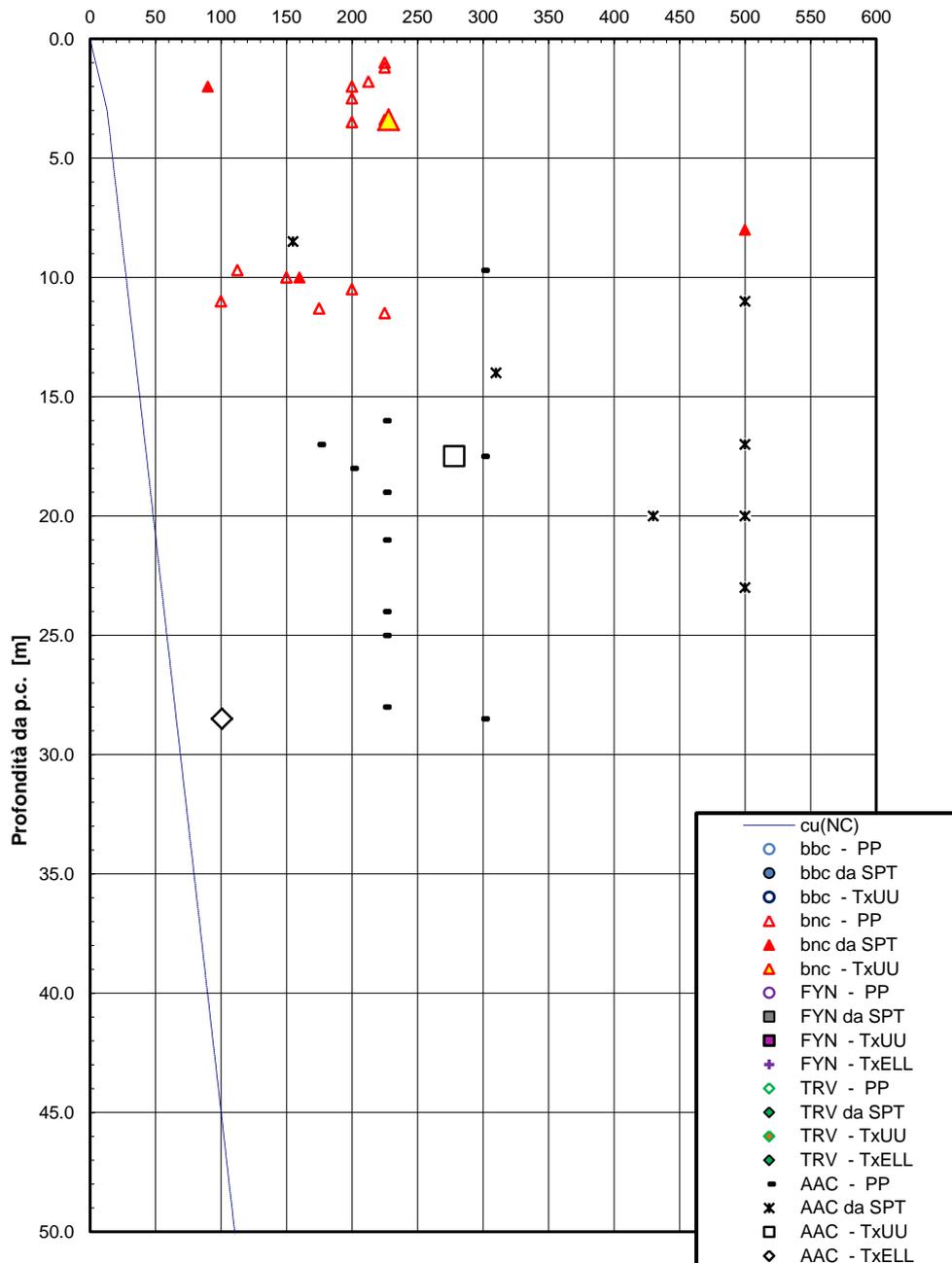
STRATIGRAFIA	
Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.
bnc	0.0-7.0
AAC	7.0-40.0
FALDA: 3 m da p.c.	

12.1 Parametri geotecnici

	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]
bnc	20.5	150	-	-
AAC	20.5	250÷350	-	-

Andamento della resistenza al taglio non drenata

cu [kPa]





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	54 di 142

12.2 CAPACITA' PORTANTE NV19 – A1+M1+R3 – palo D=1000mm

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Q11	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	1076.	0.	1076.	489.
.50	22.	1084.	2.	1105.	503.
1.00	53.	1092.	4.	1142.	521.
1.50	93.	1101.	6.	1188.	543.
2.00	142.	1109.	8.	1242.	571.
2.50	197.	1117.	10.	1304.	601.
3.00	257.	1125.	12.	1370.	635.
3.50	321.	1133.	14.	1440.	670.
4.00	390.	1141.	16.	1516.	708.
4.50	464.	1149.	18.	1595.	749.
5.00	542.	1157.	20.	1679.	792.
5.50	625.	1165.	22.	1768.	837.
6.00	722.	1173.	24.	1872.	890.
6.50	886.	1310.	26.	2170.	1036.
7.00	1062.	1446.	27.	2481.	1189.
7.50	1240.	1583.	29.	2793.	1343.
8.00	1419.	1719.	31.	3107.	1497.
8.50	1601.	1856.	33.	3423.	1653.
9.00	1784.	1992.	35.	3741.	1809.
9.50	1969.	2011.	37.	3943.	1913.
10.00	2155.	2030.	39.	4146.	2018.
10.50	2344.	2049.	41.	4351.	2124.
11.00	2532.	2067.	43.	4556.	2229.
11.50	2721.	2086.	45.	4762.	2335.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	55 di 142

12.00	2909.	2105.	47.	4967.	2441.
12.50	3098.	2124.	49.	5172.	2547.
13.00	3286.	2142.	51.	5378.	2652.
13.50	3475.	2161.	53.	5583.	2758.
14.00	3663.	2180.	55.	5788.	2864.
14.50	3852.	2199.	57.	5993.	2970.
15.00	4040.	2218.	59.	6199.	3075.
15.50	4229.	2236.	61.	6404.	3181.
16.00	4417.	2255.	63.	6609.	3287.
16.50	4606.	2274.	65.	6815.	3393.
17.00	4794.	2293.	67.	7020.	3499.
17.50	4983.	2311.	69.	7225.	3604.
18.00	5171.	2330.	71.	7431.	3710.
18.50	5360.	2349.	73.	7636.	3816.
19.00	5548.	2368.	75.	7841.	3922.
19.50	5737.	2386.	77.	8046.	4027.
20.00	5925.	2405.	79.	8252.	4133.
20.50	6114.	2424.	81.	8457.	4239.
21.00	6302.	2443.	82.	8662.	4345.
21.50	6491.	2461.	84.	8868.	4450.
22.00	6679.	2480.	86.	9073.	4556.
22.50	6868.	2499.	88.	9278.	4662.
23.00	7056.	2518.	90.	9483.	4768.
23.50	7245.	2536.	92.	9689.	4874.
24.00	7433.	2555.	94.	9894.	4979.
24.50	7622.	2574.	96.	10099.	5085.
25.00	7810.	2593.	98.	10305.	5191.
25.50	7999.	2612.	100.	10510.	5297.
26.00	8187.	2630.	102.	10715.	5402.
26.50	8376.	2649.	104.	10920.	5508.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	56 di 142

27.00	8564.	2668.	106.	11126.	5614.
27.50	8753.	2687.	108.	11331.	5720.
28.00	8941.	2705.	110.	11536.	5826.
28.50	9130.	2724.	112.	11742.	5931.
29.00	9318.	2743.	114.	11947.	6037.
29.50	9506.	2762.	116.	12152.	6143.
30.00	9695.	2780.	118.	12358.	6249.
30.50	9883.	2799.	120.	12563.	6354.
31.00	10072.	2818.	122.	12768.	6460.
31.50	10260.	2837.	124.	12973.	6566.
32.00	10449.	2855.	126.	13179.	6672.
32.50	10637.	2874.	128.	13384.	6777.
33.00	10826.	2893.	130.	13589.	6883.
33.50	11014.	2912.	132.	13795.	6989.
34.00	11203.	2930.	134.	14000.	7095.
34.50	11391.	2949.	135.	14205.	7201.
35.00	11580.	2968.	137.	14410.	7306.
35.50	11768.	2987.	139.	14616.	7412.
36.00	11957.	3005.	141.	14821.	7518.
36.50	12145.	3024.	143.	15026.	7624.
37.00	12334.	3043.	145.	15232.	7729.
37.50	12522.	3062.	147.	15437.	7835.
38.00	12711.	3081.	149.	15642.	7941.
38.50	12899.	3099.	151.	15848.	8047.
39.00	13088.	3118.	153.	16053.	8153.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	57 di 142

W_p = Peso efficace del palo

Q_u = Portata totale limite

Q_d = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - W_p$

MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO e PARAMETRO ALFA

$$M_o = - (T A_s/B_s) * F_o = - \text{alfa} * F_o \quad \text{alfa} = 1.6265 \text{ m}$$

Momento adimensionale lungo il fusto del palo

con sommita' impedita di ruotare

z	Mad
m	-
.000	1.0000
.625	.6524
1.250	.3757
1.875	.1643
2.500	.0100
3.125	-.0960
3.750	-.1628
4.375	-.1990
5.000	-.2124
6.000	-.2015
7.000	-.1673
8.000	-.1214
9.000	-.0774
10.000	-.0420
11.667	-.0059
13.333	.0075
15.000	.0085



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	58 di 142

17.500 .0030

20.000 .0000

Momento: $M(z) = M_o * Mad(z)$

TABULATI DI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE DEI PALI

*** P A L ***

Programma per l'analisi della capacita' portante

assiale di un palo di fondazione

Capacita' portante palo D=1000 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 1.00 m

Quota falda da p.c. = 3.00 m

Peso di volume del palo = 5.00 kN/m3

Fattore di sicurezza portata laterale = 1.90 (FS,l)

Fattore di sicurezza portata di base = 2.20 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1000. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"

quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli

strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.000 = 3.00$ m

entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	59 di 142

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.000 = 3.00$ m

sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "bnc " (Coesivo) da .00 a 7.00 m

$$G_n = 20.5 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

C_u variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa

Strato 2 "AAC " (Coesivo) da 7.00 a 40.00 m

$$G_n = 20.5 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.5 \text{ kN/m}^3$$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	60 di 142

$$\text{Tau} = \text{beta} * \text{S}'\text{v} < 120.0 \text{ kPa}$$

$$\text{beta} = .10 + .40 \text{ Cu/S}'\text{v}$$

$$\text{Qb} = 9.0 * \text{Cu} + \text{Sv}$$

Cu variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bnc "	1.00	1.00	1.00
2 "AAC "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni

superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

Cu alfa

kPa -

.0 .90

25.0 .90

25.1 .80

50.0 .80

51.0 .60



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	61 di 142

75.0 .60

75.1 .40

300.0 .40

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa

1.00	20.5	20.5	150.0	.55	11.3	1371.
1.50	30.8	30.8	150.0	.55	16.9	1381.
2.00	41.0	41.0	150.0	.55	22.6	1391.
2.50	51.3	51.3	150.0	.55	28.2	1401.
3.00	61.5	61.5	150.0	.55	33.8	1412.
3.50	66.8	71.8	150.0	.55	36.7	1422.
4.00	72.0	82.0	150.0	.55	39.6	1432.
4.50	77.3	92.3	150.0	.55	42.5	1442.
5.00	82.5	102.5	150.0	.55	45.4	1453.
5.50	87.8	112.8	150.0	.55	48.3	1463.
6.00	93.0	123.0	150.0	.55	51.2	1473.
6.50	98.3	133.3	150.0	.55	54.0	1483.
7.00	103.5	143.5	150.0	.81	83.6	1494.
7.50	108.8	153.8	251.5	1.03	111.5	1667.
8.00	114.0	164.0	253.0	.99	112.6	1841.
8.50	119.3	174.3	254.5	.95	113.7	2015.
9.00	124.5	184.5	256.1	.92	114.9	2189.
9.50	129.8	194.8	257.6	.89	116.0	2363.
10.00	135.0	205.0	259.1	.87	117.1	2537.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	62 di 142

10.50	140.3	215.3	260.6	.84	118.3	2561.
11.00	145.5	225.5	262.1	.82	119.4	2585.
11.50	150.8	235.8	263.6	.80	120.0	2608.
12.00	156.0	246.0	265.2	.77	120.0	2632.
12.50	161.3	256.3	266.7	.74	120.0	2656.
13.00	166.5	266.5	268.2	.72	120.0	2680.
13.50	171.8	276.8	269.7	.70	120.0	2704.
14.00	177.0	287.0	271.2	.68	120.0	2728.
14.50	182.3	297.3	272.7	.66	120.0	2752.
15.00	187.5	307.5	274.2	.64	120.0	2776.
15.50	192.8	317.8	275.8	.62	120.0	2800.

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
16.00	198.0	328.0	277.3	.61	120.0	2823.
16.50	203.3	338.3	278.8	.59	120.0	2847.
17.00	208.5	348.5	280.3	.58	120.0	2871.
17.50	213.8	358.8	281.8	.56	120.0	2895.
18.00	219.0	369.0	283.3	.55	120.0	2919.
18.50	224.3	379.3	284.8	.54	120.0	2943.
19.00	229.5	389.5	286.4	.52	120.0	2967.
19.50	234.8	399.8	287.9	.51	120.0	2991.
20.00	240.0	410.0	289.4	.50	120.0	3015.
20.50	245.3	420.3	290.9	.49	120.0	3038.
21.00	250.5	430.5	292.4	.48	120.0	3062.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
 incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	63 di 142

21.50	255.8	440.8	293.9	.47	120.0	3086.
22.00	261.0	451.0	295.5	.46	120.0	3110.
22.50	266.3	461.3	297.0	.45	120.0	3134.
23.00	271.5	471.5	298.5	.44	120.0	3158.
23.50	276.8	481.8	300.0	.43	120.0	3182.
24.00	282.0	492.0	301.5	.43	120.0	3206.
24.50	287.3	502.3	303.0	.42	120.0	3230.
25.00	292.5	512.5	304.5	.41	120.0	3253.
25.50	297.8	522.8	306.1	.40	120.0	3277.
26.00	303.0	533.0	307.6	.40	120.0	3301.
26.50	308.3	543.3	309.1	.39	120.0	3325.
27.00	313.5	553.5	310.6	.38	120.0	3349.
27.50	318.8	563.8	312.1	.38	120.0	3373.
28.00	324.0	574.0	313.6	.37	120.0	3397.
28.50	329.3	584.3	315.2	.36	120.0	3421.
29.00	334.5	594.5	316.7	.36	120.0	3445.
29.50	339.8	604.8	318.2	.35	120.0	3468.
30.00	345.0	615.0	319.7	.35	120.0	3492.
30.50	350.3	625.3	321.2	.34	120.0	3516.
31.00	355.5	635.5	322.7	.34	120.0	3540.
31.50	360.8	645.8	324.2	.33	120.0	3564.
32.00	366.0	656.0	325.8	.33	120.0	3588.
32.50	371.3	666.3	327.3	.32	120.0	3612.
33.00	376.5	676.5	328.8	.32	120.0	3636.
33.50	381.8	686.8	330.3	.31	120.0	3659.
34.00	387.0	697.0	331.8	.31	120.0	3683.
34.50	392.3	707.3	333.3	.31	120.0	3707.
35.00	397.5	717.5	334.8	.30	120.0	3731.
35.50	402.8	727.8	336.4	.30	120.0	3755.
36.00	408.0	738.0	337.9	.29	120.0	3779.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	64 di 142

36.50	413.3	748.3	339.4	.29	120.0	3803.
37.00	418.5	758.5	340.9	.29	120.0	3827.
37.50	423.8	768.8	342.4	.28	120.0	3851.
38.00	429.0	779.0	343.9	.28	120.0	3874.
38.50	434.3	789.3	345.5	.28	120.0	3898.
39.00	439.5	799.5	347.0	.27	120.0	3922.
39.50	444.8	809.8	348.5	.27	120.0	3946.
40.00	450.0	820.0	350.0	.27	120.0	3970.

zz = Profondita' da piano campagna

S'v = Tensione verticale efficace

Sv = Tensione verticale totale

Cu = Coesione non drenata

Tau = Tensione di adesione laterale limite

qb = Portata di base limite unitaria

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Q11	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	1076.	0.	1076.	489.
.50	22.	1084.	2.	1105.	503.
1.00	53.	1092.	4.	1142.	521.
1.50	93.	1101.	6.	1188.	543.
2.00	142.	1109.	8.	1242.	571.
2.50	197.	1117.	10.	1304.	601.
3.00	257.	1125.	12.	1370.	635.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	65 di 142

3.50	321.	1133.	14.	1440.	670.
4.00	390.	1141.	16.	1516.	708.
4.50	464.	1149.	18.	1595.	749.
5.00	542.	1157.	20.	1679.	792.
5.50	625.	1165.	22.	1768.	837.
6.00	722.	1173.	24.	1872.	890.
6.50	886.	1310.	26.	2170.	1036.
7.00	1062.	1446.	27.	2481.	1189.
7.50	1240.	1583.	29.	2793.	1343.
8.00	1419.	1719.	31.	3107.	1497.
8.50	1601.	1856.	33.	3423.	1653.
9.00	1784.	1992.	35.	3741.	1809.
9.50	1969.	2011.	37.	3943.	1913.
10.00	2155.	2030.	39.	4146.	2018.
10.50	2344.	2049.	41.	4351.	2124.
11.00	2532.	2067.	43.	4556.	2229.
11.50	2721.	2086.	45.	4762.	2335.
12.00	2909.	2105.	47.	4967.	2441.
12.50	3098.	2124.	49.	5172.	2547.
13.00	3286.	2142.	51.	5378.	2652.
13.50	3475.	2161.	53.	5583.	2758.
14.00	3663.	2180.	55.	5788.	2864.
14.50	3852.	2199.	57.	5993.	2970.
15.00	4040.	2218.	59.	6199.	3075.
15.50	4229.	2236.	61.	6404.	3181.
16.00	4417.	2255.	63.	6609.	3287.
16.50	4606.	2274.	65.	6815.	3393.
17.00	4794.	2293.	67.	7020.	3499.
17.50	4983.	2311.	69.	7225.	3604.
18.00	5171.	2330.	71.	7431.	3710.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	66 di 142

18.50	5360.	2349.	73.	7636.	3816.
19.00	5548.	2368.	75.	7841.	3922.
19.50	5737.	2386.	77.	8046.	4027.
20.00	5925.	2405.	79.	8252.	4133.
20.50	6114.	2424.	81.	8457.	4239.
21.00	6302.	2443.	82.	8662.	4345.
21.50	6491.	2461.	84.	8868.	4450.
22.00	6679.	2480.	86.	9073.	4556.
22.50	6868.	2499.	88.	9278.	4662.
23.00	7056.	2518.	90.	9483.	4768.
23.50	7245.	2536.	92.	9689.	4874.
24.00	7433.	2555.	94.	9894.	4979.
24.50	7622.	2574.	96.	10099.	5085.
25.00	7810.	2593.	98.	10305.	5191.
25.50	7999.	2612.	100.	10510.	5297.
26.00	8187.	2630.	102.	10715.	5402.
26.50	8376.	2649.	104.	10920.	5508.
27.00	8564.	2668.	106.	11126.	5614.
27.50	8753.	2687.	108.	11331.	5720.
28.00	8941.	2705.	110.	11536.	5826.
28.50	9130.	2724.	112.	11742.	5931.
29.00	9318.	2743.	114.	11947.	6037.
29.50	9506.	2762.	116.	12152.	6143.

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=1000 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp Ql1 Qb1 Wp Qu Qd



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	67 di 142

m	kN	kN	kN	kN	kN
30.00	9695.	2780.	118.	12358.	6249.
30.50	9883.	2799.	120.	12563.	6354.
31.00	10072.	2818.	122.	12768.	6460.
31.50	10260.	2837.	124.	12973.	6566.
32.00	10449.	2855.	126.	13179.	6672.
32.50	10637.	2874.	128.	13384.	6777.
33.00	10826.	2893.	130.	13589.	6883.
33.50	11014.	2912.	132.	13795.	6989.
34.00	11203.	2930.	134.	14000.	7095.
34.50	11391.	2949.	135.	14205.	7201.
35.00	11580.	2968.	137.	14410.	7306.
35.50	11768.	2987.	139.	14616.	7412.
36.00	11957.	3005.	141.	14821.	7518.
36.50	12145.	3024.	143.	15026.	7624.
37.00	12334.	3043.	145.	15232.	7729.
37.50	12522.	3062.	147.	15437.	7835.
38.00	12711.	3081.	149.	15642.	7941.
38.50	12899.	3099.	151.	15848.	8047.
39.00	13088.	3118.	153.	16053.	8153.

L_p = Lunghezza utile del palo

Q_{l1} = Portata laterale limite

Q_{b1} = Portata di base limite

W_p = Peso efficace del palo

Q_u = Portata totale limite

Q_d = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - W_p$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	68 di 142



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	69 di 142

TABULATI DI CALCOLO MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO

Coeff. di Matlock e Reese-palo NV19 D=1000.

Lunghezza palo Lp = 20.00 m
Diametro palo D = 1.00 m
Modulo elastico palo Ep = 30000.00 MPa
Rigidezza flessionale EJ = 1472622.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. E
m kN/m2

.000 52500.00
6.000 52500.00
6.010 87500.00
39.000 122500.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale Eo = 52500.000 kN/m2
Gradiente del modulo Kh = .000 kN/m3
Lunghezza elastica $T = (EJ/Eo)^{0.25} = 2.301$ m
Zmax = Lp/T = 8.691

Coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo:

Ay = 1.4040
As = By = .9873



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	70 di 142

Bs = 1.3970

Spostamento: $d = A_y F_o T^3/EJ + B_y M_o T^2/EJ$

Rotazione: $r = A_s F_o T^2/EJ + B_s M_o T /EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$M_o = - (T A_s/B_s) * F_o = - \text{alfa} * F_o$ $\text{alfa} = 1.6265 \text{ m}$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = A_v F_o + B_v M_o/T$

Momento: $M = A_m F_o T + B_m M_o$

Coeff. di Matlock e Reese-palo NV19 D=1000.

Momento adimensionale lungo il fusto del palo

con sommita' impedita di ruotare

z	Mad
m	-
.000	1.0000
.625	.6524
1.250	.3757
1.875	.1643
2.500	.0100
3.125	-.0960
3.750	-.1628
4.375	-.1990
5.000	-.2124
6.000	-.2015



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	71 di 142

7.000 -.1673
8.000 -.1214
9.000 -.0774
10.000 -.0420
11.667 -.0059
13.333 .0075
15.000 .0085
17.500 .0030
20.000 .0000

Momento: $M(z) = M_o * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.272	.6553	.2223	-.2202	.9670
.543	.3806	.3607	-.3569	.8861
.815	.1699	.4334	-.4290	.7775
1.086	.0156	.4568	-.4529	.6564
1.358	-.0912	.4451	-.4430	.5338
1.629	-.1592	.4100	-.4112	.4172
1.901	-.1973	.3607	-.3670	.3113
2.173	-.2137	.3043	-.3140	.2182
2.607	-.2088	.2111	-.2410	.0973
3.042	-.1719	.1268	-.1459	.0120
3.476	-.1225	.0627	-.0671	-.0326
3.911	-.0767	.0198	-.0161	-.0493
4.345	-.0381	-.0051	.0136	-.0491



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	72 di 142

5.069 -.0045 -.0188 .0261 -.0325

5.794 .0085 -.0158 .0202 -.0148

6.518 .0090 -.0087 .0097 -.0038

7.604 .0037 -.0015 .0006 .0009

8.691 .0000 .0000 .0000 .0000

13 CALCOLO PORTANZA PALI Ø800

Il calcolo è stato eseguito considerando le indagini seguenti (2 verticali di indagine):

INDAGINI IN SITO

Sondaggi / pozzetti	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni litoidi	N. prove SPT	n. prove Lefranc / Lugeon	n. prove pressiometriche	Piezometro TA; CC / Prova DH
D32	30.0	152.00	3	7	-	5	1	-	TA[3÷30]
S1	40.0	148.5	2	5	-	8	1	-	TA[1÷9]

TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]

CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella]

La stratigrafia di riferimento per l'opera è la seguente:

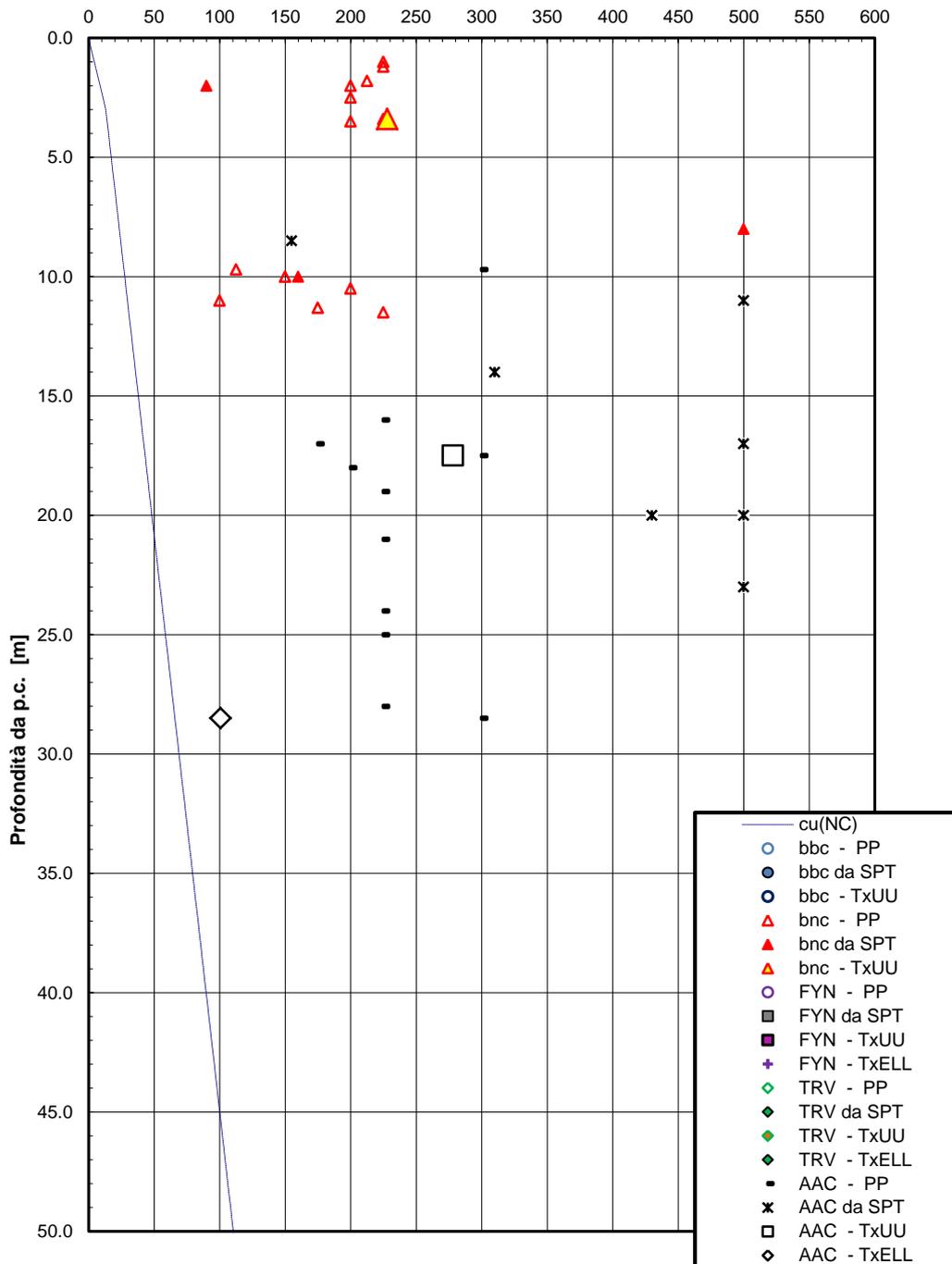
STRATIGRAFIA	
Unità geotecnica	Profondità [m] da p.c.
bnc	0.0-7.0
AAC	7.0-40.0
FALDA: 3 m da p.c.	

13.1 Parametri geotecnici

	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]
bnc	20.5	150	-	-
AAC	20.5	250÷350	-	-

Andamento della resistenza al taglio non drenata

cu [kPa]





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	75 di 142

13.2 Capacità portante NV19– A1+M1+R3 – palo D=800mm

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Ql1	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	689.	0.	689.	313.
.50	18.	694.	1.	710.	324.
1.00	43.	699.	3.	739.	338.
1.50	74.	704.	4.	775.	356.
2.00	113.	709.	5.	818.	377.
2.50	158.	715.	6.	866.	402.
3.00	206.	720.	8.	918.	428.
3.50	257.	725.	9.	973.	456.
4.00	312.	730.	10.	1032.	486.
4.50	371.	735.	11.	1095.	518.
5.00	434.	740.	13.	1162.	552.
5.50	500.	746.	14.	1232.	588.
6.00	578.	751.	15.	1314.	630.
6.50	709.	853.	16.	1546.	745.
7.00	850.	956.	18.	1788.	864.
7.50	992.	1058.	19.	2031.	984.
8.00	1136.	1161.	20.	2276.	1105.
8.50	1281.	1263.	21.	2522.	1227.
9.00	1427.	1275.	23.	2680.	1308.
9.50	1575.	1287.	24.	2838.	1390.
10.00	1724.	1299.	25.	2998.	1473.
10.50	1875.	1311.	26.	3160.	1556.
11.00	2026.	1323.	28.	3321.	1640.
11.50	2177.	1335.	29.	3483.	1724.
12.00	2327.	1347.	30.	3644.	1807.
12.50	2478.	1359.	31.	3806.	1891.
13.00	2629.	1371.	33.	3967.	1974.
13.50	2780.	1383.	34.	4129.	2058.
14.00	2931.	1395.	35.	4291.	2141.

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO****NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA****PROGETTO DEFINITIVO**

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	76 di 142

14.50	3081.	1407.	36.	4452.	2225.
15.00	3232.	1419.	38.	4614.	2309.
15.50	3383.	1431.	39.	4775.	2392.
16.00	3534.	1443.	40.	4937.	2476.
16.50	3684.	1455.	41.	5098.	2559.
17.00	3835.	1467.	43.	5260.	2643.
17.50	3986.	1479.	44.	5421.	2726.
18.00	4137.	1491.	45.	5583.	2810.
18.50	4288.	1503.	46.	5744.	2893.
19.00	4438.	1515.	48.	5906.	2977.
19.50	4589.	1527.	49.	6068.	3061.
20.00	4740.	1539.	50.	6229.	3144.
20.50	4891.	1551.	52.	6391.	3228.
21.00	5042.	1563.	53.	6552.	3311.
21.50	5192.	1575.	54.	6714.	3395.
22.00	5343.	1587.	55.	6875.	3478.
22.50	5494.	1599.	57.	7037.	3562.
23.00	5645.	1611.	58.	7198.	3646.
23.50	5796.	1623.	59.	7360.	3729.
24.00	5946.	1635.	60.	7521.	3813.
24.50	6097.	1647.	62.	7683.	3896.
25.00	6248.	1659.	63.	7845.	3980.
25.50	6399.	1671.	64.	8006.	4063.
26.00	6550.	1683.	65.	8168.	4147.
26.50	6700.	1695.	67.	8329.	4231.
27.00	6851.	1707.	68.	8491.	4314.
27.50	7002.	1719.	69.	8652.	4398.
28.00	7153.	1731.	70.	8814.	4481.
28.50	7304.	1743.	72.	8975.	4565.
29.00	7454.	1755.	73.	9137.	4648.
29.50	7605.	1767.	74.	9298.	4732.
30.00	7756.	1779.	75.	9460.	4816.
30.50	7907.	1791.	77.	9622.	4899.
31.00	8058.	1803.	78.	9783.	4983.
31.50	8208.	1815.	79.	9945.	5066.
32.00	8359.	1827.	80.	10106.	5150.
32.50	8510.	1839.	82.	10268.	5233.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	77 di 142

33.00	8661.	1851.	83.	10429.	5317.
33.50	8812.	1863.	84.	10591.	5401.
34.00	8962.	1875.	85.	10752.	5484.
34.50	9113.	1887.	87.	10914.	5568.
35.00	9264.	1899.	88.	11075.	5651.
35.50	9415.	1911.	89.	11237.	5735.
36.00	9566.	1924.	90.	11399.	5818.
36.50	9716.	1936.	92.	11560.	5902.
37.00	9867.	1948.	93.	11722.	5985.
37.50	10018.	1960.	94.	11883.	6069.
38.00	10169.	1972.	96.	12045.	6153.
38.50	10320.	1984.	97.	12206.	6236.
39.00	10470.	1996.	98.	12368.	6320.

Lp = Lunghezza utile del palo

Ql1 = Portata laterale limite

Qb1 = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto = Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp

MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO e PARAMETRO ALFA

$$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \text{alfa} * Fo \quad \text{alfa} = 1.2972 \text{ m}$$

Momento adimensionale lungo il fusto del palo

con sommita' impedita di ruotare

z	Mad
m	-
.000	1.0000
.625	.5756
1.250	.2606
1.875	.0418
2.500	-.0977
3.125	-.1755
3.750	-.2079



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	78 di 142

4.375 -.2093
5.000 -.1912
6.000 -.1418
7.000 -.0877
8.000 -.0434
9.000 -.0140
10.000 .0019
11.667 .0086
13.333 .0056
15.000 .0020
17.500 -.0001
20.000 .0000

Momento: $M(z) = M_o * Mad(z)$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	79 di 142

TABULATI DI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE DEI PALI

*** P A L ***

Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)

ottobre 2006

pag./ 2

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 1.00 m
Quota falda da p.c. = 3.00 m
Peso di volume del palo = 5.00 kN/m³
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.90 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 2.20 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 800. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .800 = 2.40$ m

entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	80 di 142

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * .800 = 2.40$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo $D=800$ mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "bnc " (Coesivo) da .00 a 7.00 m

$G_n = 20.5$ kN/m³ $G_e = 10.5$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$

$\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

C_u variabile lin. da 150.0 a 150.0 kPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	81 di 142

Strato 2 "AAC " (Coesivo) da 7.00 a 40.00 m

Gn = 20.5 kN/m3 Ge = 10.5 kN/m3

Tau = beta * S'v < 120.0 kPa

beta = .10 + .40 Cu/S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bnc "	1.00	1.00	1.00
2 "AAC "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	82 di 142

Cu	alfa
kPa	-

.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
1.00	20.5	20.5	150.0	.55	11.3	1371.
1.50	30.8	30.8	150.0	.55	16.9	1381.
2.00	41.0	41.0	150.0	.55	22.6	1391.
2.50	51.3	51.3	150.0	.55	28.2	1401.
3.00	61.5	61.5	150.0	.55	33.8	1412.
3.50	66.8	71.8	150.0	.55	36.7	1422.
4.00	72.0	82.0	150.0	.55	39.6	1432.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	83 di 142

4.50	77.3	92.3	150.0	.55	42.5	1442.
5.00	82.5	102.5	150.0	.55	45.4	1453.
5.50	87.8	112.8	150.0	.55	48.3	1463.
6.00	93.0	123.0	150.0	.55	51.2	1473.
6.50	98.3	133.3	150.0	.55	54.0	1483.
7.00	103.5	143.5	150.0	.81	83.6	1494.
7.50	108.8	153.8	251.5	1.03	111.5	1697.
8.00	114.0	164.0	253.0	.99	112.6	1901.
8.50	119.3	174.3	254.5	.95	113.7	2105.
9.00	124.5	184.5	256.1	.92	114.9	2309.
9.50	129.8	194.8	257.6	.89	116.0	2513.
10.00	135.0	205.0	259.1	.87	117.1	2537.
10.50	140.3	215.3	260.6	.84	118.3	2561.
11.00	145.5	225.5	262.1	.82	119.4	2585.
11.50	150.8	235.8	263.6	.80	120.0	2608.
12.00	156.0	246.0	265.2	.77	120.0	2632.
12.50	161.3	256.3	266.7	.74	120.0	2656.
13.00	166.5	266.5	268.2	.72	120.0	2680.
13.50	171.8	276.8	269.7	.70	120.0	2704.
14.00	177.0	287.0	271.2	.68	120.0	2728.
14.50	182.3	297.3	272.7	.66	120.0	2752.
15.00	187.5	307.5	274.2	.64	120.0	2776.
15.50	192.8	317.8	275.8	.62	120.0	2800.

pag./ 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO****NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA****PROGETTO DEFINITIVO**

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	84 di 142

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
16.00	198.0	328.0	277.3	.61	120.0	2823.
16.50	203.3	338.3	278.8	.59	120.0	2847.
17.00	208.5	348.5	280.3	.58	120.0	2871.
17.50	213.8	358.8	281.8	.56	120.0	2895.
18.00	219.0	369.0	283.3	.55	120.0	2919.
18.50	224.3	379.3	284.8	.54	120.0	2943.
19.00	229.5	389.5	286.4	.52	120.0	2967.
19.50	234.8	399.8	287.9	.51	120.0	2991.
20.00	240.0	410.0	289.4	.50	120.0	3015.
20.50	245.3	420.3	290.9	.49	120.0	3038.
21.00	250.5	430.5	292.4	.48	120.0	3062.
21.50	255.8	440.8	293.9	.47	120.0	3086.
22.00	261.0	451.0	295.5	.46	120.0	3110.
22.50	266.3	461.3	297.0	.45	120.0	3134.
23.00	271.5	471.5	298.5	.44	120.0	3158.
23.50	276.8	481.8	300.0	.43	120.0	3182.
24.00	282.0	492.0	301.5	.43	120.0	3206.
24.50	287.3	502.3	303.0	.42	120.0	3230.
25.00	292.5	512.5	304.5	.41	120.0	3253.
25.50	297.8	522.8	306.1	.40	120.0	3277.
26.00	303.0	533.0	307.6	.40	120.0	3301.
26.50	308.3	543.3	309.1	.39	120.0	3325.
27.00	313.5	553.5	310.6	.38	120.0	3349.
27.50	318.8	563.8	312.1	.38	120.0	3373.
28.00	324.0	574.0	313.6	.37	120.0	3397.
28.50	329.3	584.3	315.2	.36	120.0	3421.
29.00	334.5	594.5	316.7	.36	120.0	3445.
29.50	339.8	604.8	318.2	.35	120.0	3468.
30.00	345.0	615.0	319.7	.35	120.0	3492.
30.50	350.3	625.3	321.2	.34	120.0	3516.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	85 di 142

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
31.00	355.5	635.5	322.7	.34	120.0	3540.
31.50	360.8	645.8	324.2	.33	120.0	3564.
32.00	366.0	656.0	325.8	.33	120.0	3588.
32.50	371.3	666.3	327.3	.32	120.0	3612.
33.00	376.5	676.5	328.8	.32	120.0	3636.
33.50	381.8	686.8	330.3	.31	120.0	3659.
34.00	387.0	697.0	331.8	.31	120.0	3683.
34.50	392.3	707.3	333.3	.31	120.0	3707.
35.00	397.5	717.5	334.8	.30	120.0	3731.
35.50	402.8	727.8	336.4	.30	120.0	3755.
36.00	408.0	738.0	337.9	.29	120.0	3779.
36.50	413.3	748.3	339.4	.29	120.0	3803.
37.00	418.5	758.5	340.9	.29	120.0	3827.
37.50	423.8	768.8	342.4	.28	120.0	3851.
38.00	429.0	779.0	343.9	.28	120.0	3874.
38.50	434.3	789.3	345.5	.28	120.0	3898.
39.00	439.5	799.5	347.0	.27	120.0	3922.
39.50	444.8	809.8	348.5	.27	120.0	3946.
40.00	450.0	820.0	350.0	.27	120.0	3970.

zz = Profondita' da piano campagna

S'v = Tensione verticale efficace

Sv = Tensione verticale totale

Cu = Coesione non drenata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	86 di 142

Tau = Tensione di adesione laterale limite

qb = Portata di base limite unitaria

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Q11	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	689.	0.	689.	313.
.50	18.	694.	1.	710.	324.
1.00	43.	699.	3.	739.	338.
1.50	74.	704.	4.	775.	356.
2.00	113.	709.	5.	818.	377.
2.50	158.	715.	6.	866.	402.
3.00	206.	720.	8.	918.	428.
3.50	257.	725.	9.	973.	456.
4.00	312.	730.	10.	1032.	486.
4.50	371.	735.	11.	1095.	518.
5.00	434.	740.	13.	1162.	552.
5.50	500.	746.	14.	1232.	588.
6.00	578.	751.	15.	1314.	630.
6.50	709.	853.	16.	1546.	745.
7.00	850.	956.	18.	1788.	864.
7.50	992.	1058.	19.	2031.	984.
8.00	1136.	1161.	20.	2276.	1105.
8.50	1281.	1263.	21.	2522.	1227.
9.00	1427.	1275.	23.	2680.	1308.
9.50	1575.	1287.	24.	2838.	1390.
10.00	1724.	1299.	25.	2998.	1473.
10.50	1875.	1311.	26.	3160.	1556.
11.00	2026.	1323.	28.	3321.	1640.
11.50	2177.	1335.	29.	3483.	1724.
12.00	2327.	1347.	30.	3644.	1807.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	87 di 142

12.50	2478.	1359.	31.	3806.	1891.
13.00	2629.	1371.	33.	3967.	1974.
13.50	2780.	1383.	34.	4129.	2058.
14.00	2931.	1395.	35.	4291.	2141.
14.50	3081.	1407.	36.	4452.	2225.

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Q11	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
15.00	3232.	1419.	38.	4614.	2309.
15.50	3383.	1431.	39.	4775.	2392.
16.00	3534.	1443.	40.	4937.	2476.
16.50	3684.	1455.	41.	5098.	2559.
17.00	3835.	1467.	43.	5260.	2643.
17.50	3986.	1479.	44.	5421.	2726.
18.00	4137.	1491.	45.	5583.	2810.
18.50	4288.	1503.	46.	5744.	2893.
19.00	4438.	1515.	48.	5906.	2977.
19.50	4589.	1527.	49.	6068.	3061.
20.00	4740.	1539.	50.	6229.	3144.
20.50	4891.	1551.	52.	6391.	3228.
21.00	5042.	1563.	53.	6552.	3311.
21.50	5192.	1575.	54.	6714.	3395.
22.00	5343.	1587.	55.	6875.	3478.
22.50	5494.	1599.	57.	7037.	3562.
23.00	5645.	1611.	58.	7198.	3646.
23.50	5796.	1623.	59.	7360.	3729.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	88 di 142

24.00	5946.	1635.	60.	7521.	3813.
24.50	6097.	1647.	62.	7683.	3896.
25.00	6248.	1659.	63.	7845.	3980.
25.50	6399.	1671.	64.	8006.	4063.
26.00	6550.	1683.	65.	8168.	4147.
26.50	6700.	1695.	67.	8329.	4231.
27.00	6851.	1707.	68.	8491.	4314.
27.50	7002.	1719.	69.	8652.	4398.
28.00	7153.	1731.	70.	8814.	4481.
28.50	7304.	1743.	72.	8975.	4565.
29.00	7454.	1755.	73.	9137.	4648.
29.50	7605.	1767.	74.	9298.	4732.

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA NV19

Capacita' portante palo D=800 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Q11	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
30.00	7756.	1779.	75.	9460.	4816.
30.50	7907.	1791.	77.	9622.	4899.
31.00	8058.	1803.	78.	9783.	4983.
31.50	8208.	1815.	79.	9945.	5066.
32.00	8359.	1827.	80.	10106.	5150.
32.50	8510.	1839.	82.	10268.	5233.
33.00	8661.	1851.	83.	10429.	5317.
33.50	8812.	1863.	84.	10591.	5401.
34.00	8962.	1875.	85.	10752.	5484.
34.50	9113.	1887.	87.	10914.	5568.
35.00	9264.	1899.	88.	11075.	5651.
35.50	9415.	1911.	89.	11237.	5735.
36.00	9566.	1924.	90.	11399.	5818.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	89 di 142

36.50	9716.	1936.	92.	11560.	5902.
37.00	9867.	1948.	93.	11722.	5985.
37.50	10018.	1960.	94.	11883.	6069.
38.00	10169.	1972.	96.	12045.	6153.
38.50	10320.	1984.	97.	12206.	6236.
39.00	10470.	1996.	98.	12368.	6320.

Lp = Lunghezza utile del palo

Q1l = Portata laterale limite

Qbl = Portata di base limite

Wp = Peso efficace del palo

Qu = Portata totale limite

Qd = Portata di progetto = $Q1l/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	90 di 142

TABULATI DI CALCOLO MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO

Coeff. di Matlock e Reese-palo NV19 D=800.

Lunghezza palo	Lp	=	20.00 m
Diametro palo	D	=	.80 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	603185.90 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof.	E
m	kN/m2
.000	52500.00
6.000	52500.00
6.010	87500.00
39.000	122500.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	52500.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	.000 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Eo)^{0.25}$	=	1.841 m
Zmax = Lp/T		=	10.863

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.4023
As = By =	.9883
Bs =	1.4026



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	91 di 142

Spostamento: $d = A_y F_o T^3/EJ + B_y M_o T^2/EJ$

Rotazione: $r = A_s F_o T^2/EJ + B_s M_o T / EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$M_o = - (T A_s/B_s) * F_o = - \text{alfa} * F_o$ $\text{alfa} = 1.2972 \text{ m}$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = A_v F_o + B_v M_o/T$

Momento: $M = A_m F_o T + B_m M_o$

Coeff. di Matlock e Reese-palo NV19 D=800.

Momento adimensionale lungo il fusto del palo

con sommita' impedita di ruotare

z	Mad
m	-
.000	1.0000
.625	.5756
1.250	.2606
1.875	.0418
2.500	-.0977
3.125	-.1755
3.750	-.2079
4.375	-.2093
5.000	-.1912
6.000	-.1418
7.000	-.0877
8.000	-.0434
9.000	-.0140
10.000	.0019



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	92 di 142

11.667 .0086
13.333 .0056
15.000 .0020
17.500 -.0001
20.000 .0000

Momento: $M(z) = M_o * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.339	.5801	.2634	-.2622	.9495
.679	.2677	.4029	-.4006	.8325
1.018	.0502	.4532	-.4500	.6850
1.358	-.0892	.4436	-.4402	.5320
1.697	-.1679	.3978	-.3949	.3891
2.037	-.2023	.3334	-.3323	.2653
2.376	-.2068	.2630	-.2652	.1639
2.716	-.1915	.1945	-.1975	.0849
3.259	-.1546	.0994	-.1202	-.0007
3.802	-.0952	.0303	-.0421	-.0447
4.345	-.0438	-.0062	.0059	-.0521
4.888	-.0115	-.0200	.0246	-.0423
5.432	.0057	-.0208	.0260	-.0277
6.337	.0108	-.0117	.0155	-.0079
7.242	.0065	-.0034	.0049	.0007
8.147	.0019	.0003	-.0002	.0024
9.505	-.0005	.0006	-.0011	.0008
10.863	.0000	.0000	.0000	.0000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	93 di 142

14 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Tutte le Analisi e Verifiche espote 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

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	94 di 142

15 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 [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R_{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C30/37	C30/37	B450C	25,0000	35000	32587986	0.30	15.00	0.50
5	C25/30	C25/30	B450C	25,0000	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f_{yk} [kPa]	f_{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Tipologie pali

Simbologia adottata

n° Indice tipologia palo

Descr Descrizione tipologia palo

T Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	95 di 142

V Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)

Imat Indice materiale che lo costituisce

n°	Descr	T	V	Imat
1	Tipologia palo	Trivellato	Incastro	5

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	20,00	0,00	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	6,50	[m]
Altezza paramento libero	6,00	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,05	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	96 di 142

Fondazione

Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	0,25	[m]
Lunghezza mensola di monte	3,70	[m]
Lunghezza totale	5,00	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	1,50	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

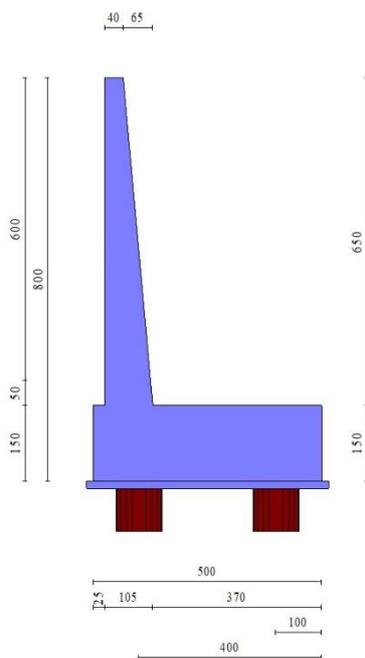


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	97 di 142

- f franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
- Np Numero di pali della fila
- D diametro dei pali della fila espresso in [cm]
- L lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
- α inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
- ALL allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	Tipologia palo	1,00	3,00	0,00	4	100,00	15,00	0,00	Sfalsati
2	Tipologia palo	4,00	3,00	0,00	4	100,00	15,00	0,00	Sfalsati

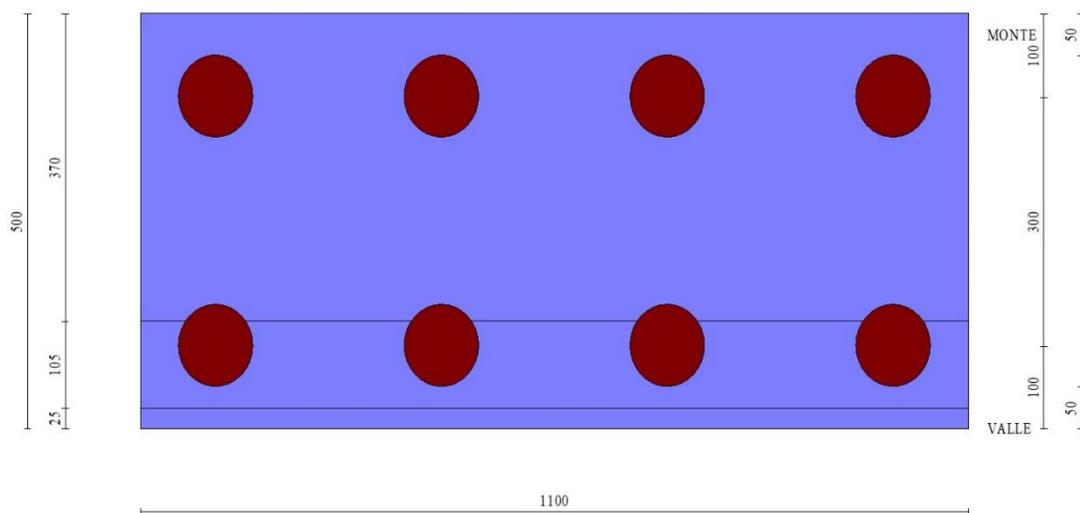
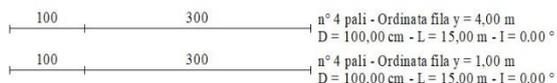


Fig. 2 - Pianta pali

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	98 di 142

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 [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

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 [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]	
1	Riempimento	20,0000	20,0000	35.000	23.330	0	0	1.800		5 (CAR)
				0.000	0.000	0	0			0 (MIN)
				35.000	23.330	0	0			5 (MED)
2	Fondazione	19,0000	19,0000	25.000	12.500	5	0	1.800		5 (CAR)
				25.000	12.500	5	0			1 (MIN)
				25.000	12.500	5	0			5 (MED)

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/cm ² /cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /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')

Kst _{sta} , Kst _{sis}	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	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	8,00	0.000	Riempimento	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	0.000	0.000
2	20,00	0.000	Fondazione	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	0.000	0.000

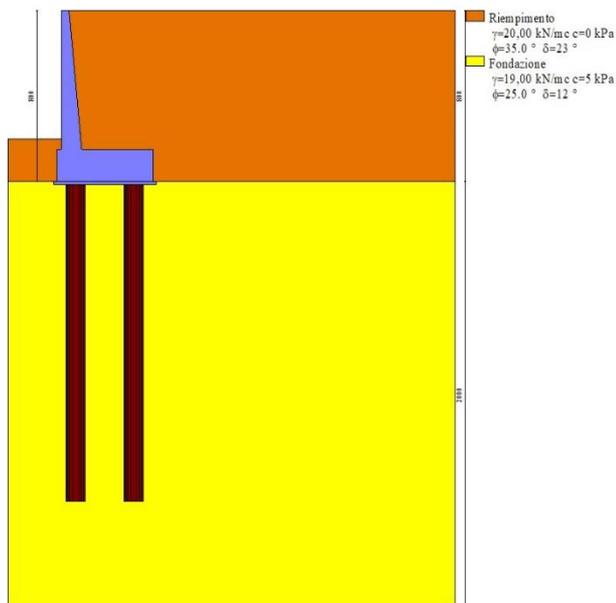


Fig. 3 - Stratigrafia

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

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

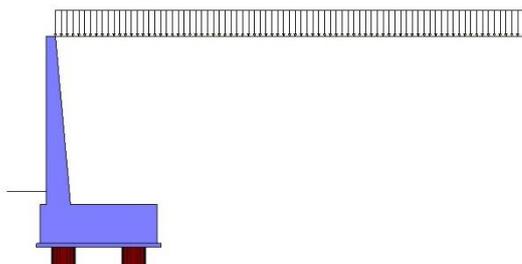


Fig. 4 - Carichi sul terreno

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
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	101 di 142

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	103 di 142

Condizione	γ	Ψ	Effetto
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

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

Dati sismici

Comune Catenanuova
Provincia Enna
Regione Sicilia
Latitudine 37.562500



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	104 di 142

Longitudine 14.687050
 Indice punti di interpolazione 47638 - 47860 - 47861 - 47639
 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]	1.720	
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	0.480	12.094	6.047

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

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

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 20,00 [cm]

Cedimenti



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	105 di 142

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1,00 [cm]
Spostamento limite laterale	0,50 [cm]

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

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 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]

Cx, Cy Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

Px, Py Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	372,78	23,33	342,30	147,63	4,35	-4,73
	Peso/Inerzia muro			0,00	305,30/0,00	1,13	-5,89
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	640,69/0,00	2,31	-3,15

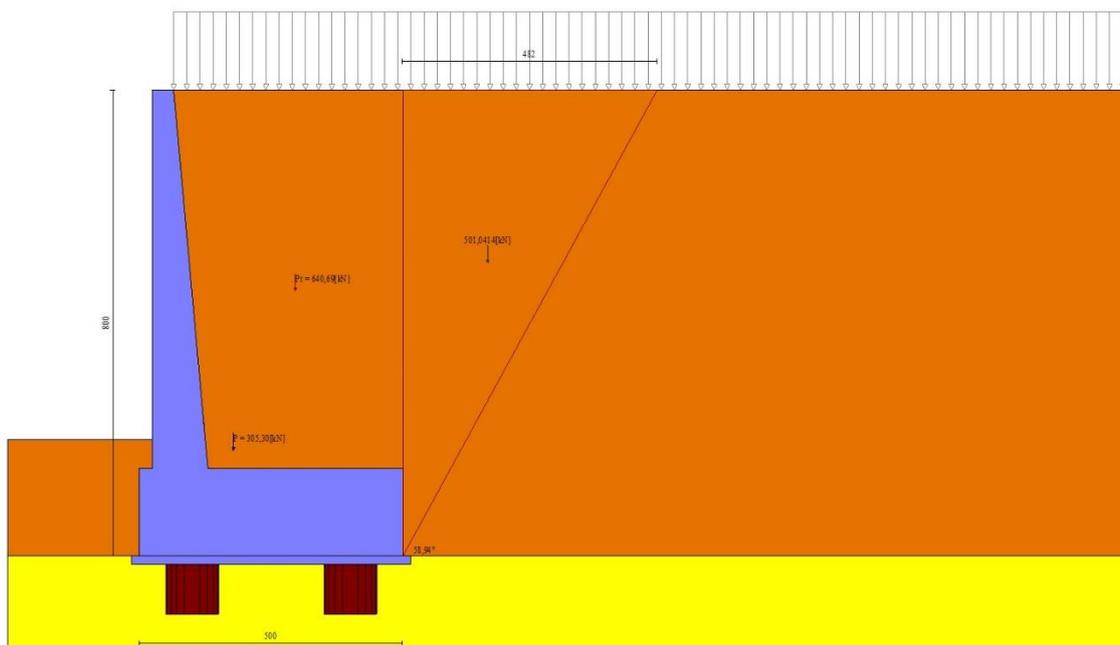


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

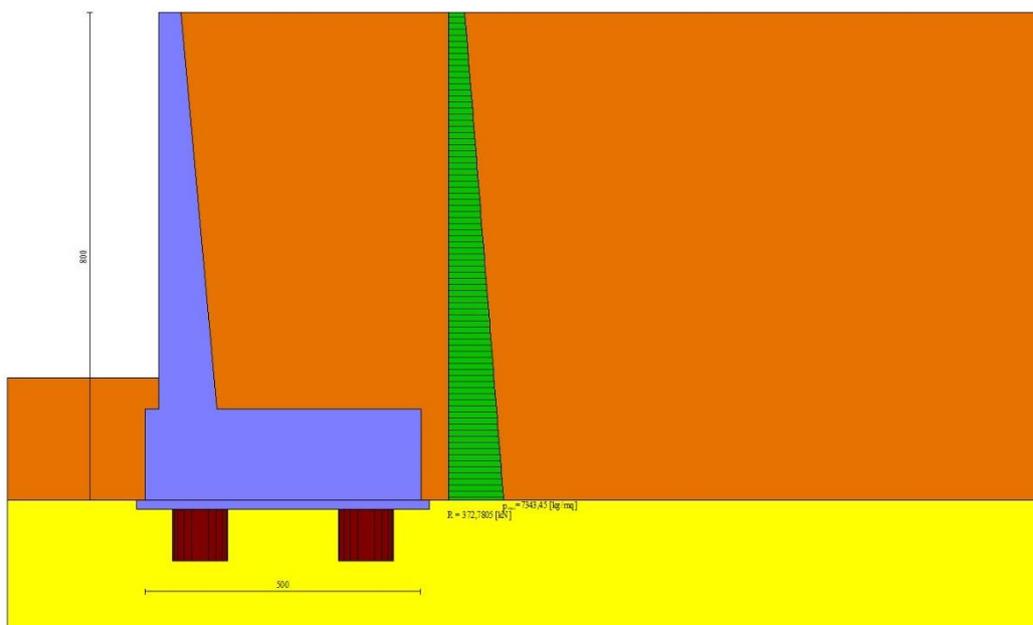


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	882,43	0,00	-470,66
	2	2125,04	0,00	-470,66
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	418,05	0,00	-563,84
	2	2365,75	0,00	-563,84
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	330,94	0,00	-527,99
	2	2146,38	0,00	-527,99
10 - SLER	1	945,98	0,00	-360,15
	2	1882,43	0,00	-360,15
11 - SLEF	1	927,99	0,00	-347,81
	2	1829,96	0,00	-347,81
12 - SLEQ	1	874,02	0,00	-310,78

Cmb	Ip	N	M	T
		[kN]	[kNm]	[kN]
	2	1672,55	0,00	-310,78

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)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

Mx, My Momenti flettenti, espresso in [kNm]

Mxy Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle

Tx, Ty Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

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	-0,32	3,38	3,38	3,29	6,57	0,55	1,08
3	-0,65	7,03	7,03	7,11	13,70	2,31	4,44
4	-0,97	10,94	10,94	11,46	21,48	5,46	10,28
5	-1,30	15,11	15,11	16,34	30,01	10,17	18,78
6	-1,62	19,55	19,55	21,74	39,22	16,63	30,30
7	-1,95	24,25	24,25	27,67	49,13	25,00	44,99
8	-2,27	29,22	29,22	34,13	59,72	35,46	63,09
9	-2,60	34,45	34,45	41,12	70,99	48,19	84,83
10	-2,92	39,94	39,94	48,63	82,95	63,36	110,43
11	-3,25	45,70	45,70	56,67	95,60	81,15	140,12
12	-3,57	51,72	51,72	65,24	108,93	101,74	174,13
13	-3,90	58,01	58,01	74,34	122,95	125,30	212,69
14	-4,22	64,56	64,56	83,97	137,66	152,01	256,02
15	-4,55	71,38	71,38	94,12	153,05	182,04	304,34
16	-4,88	78,45	78,45	104,80	169,13	215,56	357,89
17	-5,20	85,80	85,80	116,01	185,90	252,77	416,90
18	-5,53	93,40	93,40	127,75	203,35	293,82	481,59
19	-5,85	101,27	101,27	140,01	221,49	338,90	552,19
20	-6,17	109,41	109,41	152,81	240,31	388,18	628,92
21	-6,50	117,81	117,81	166,13	259,82	441,83	712,02

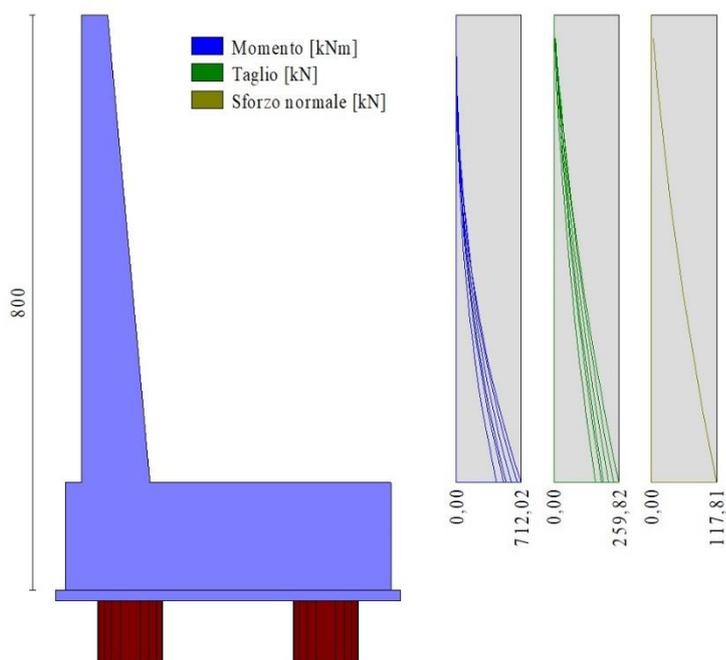


Fig. 8 - Paramento

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
164	78,84 (10)	-4,27 (10)	16,19 (10)	-13,60 (10)	-5,79 (10)	MAX
136	-346,71 (10)	-356,46 (10)	21,57 (10)	-5,88 (10)	-19,02 (10)	MIN
76	-6,09 (10)	24,41 (10)	25,45 (10)	-10,01 (10)	36,72 (10)	MAX
230	-256,77 (3)	-855,91 (3)	0,00 (3)	0,00 (3)	-486,67 (3)	MIN
22	-238,70 (3)	-795,68 (3)	135,57 (3)	0,00 (3)	-232,50 (3)	MAX
455	-238,70 (3)	-795,68 (3)	-135,57 (3)	0,00 (3)	-232,50 (3)	MIN
402	10,13 (10)	-78,14 (10)	-23,69 (10)	589,09 (10)	19,35 (10)	MAX
137	10,13 (10)	-78,14 (10)	23,69 (10)	-589,09 (10)	19,35 (10)	MIN
416	-66,60 (10)	-3,30 (10)	-24,10 (10)	35,06 (10)	552,37 (10)	MAX
418	-90,11 (10)	-26,42 (10)	-17,75 (10)	44,64 (10)	-580,39 (10)	MIN

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n° indice sezione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	110 di 142

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)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
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	38,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	43	15,71	38,01	1,08	3,38	742,04	2323,77	687.096
3	100	46	15,71	38,01	4,44	7,03	749,67	1185,62	168.698
4	100	50	15,71	38,01	10,28	10,94	769,09	818,53	74.833
5	100	53	15,71	38,01	18,78	15,11	800,18	643,73	42.597
6	100	56	15,71	38,01	30,30	19,55	838,75	541,23	27.684
7	100	59	15,71	38,01	44,99	24,25	879,96	474,34	19.558
8	100	63	15,71	38,01	63,09	29,22	922,61	427,26	14.623
9	100	66	15,71	38,01	84,83	34,45	967,19	392,76	11.401
10	100	69	15,71	38,01	110,43	39,94	1012,93	366,37	9.172
11	100	72	15,71	38,01	140,12	45,70	1059,49	345,55	7.561
12	100	76	15,71	38,01	174,13	51,72	1106,68	328,72	6.355
13	100	79	15,71	38,01	212,69	58,01	1154,34	314,85	5.427
14	100	82	15,71	38,01	256,02	64,56	1202,37	303,21	4.696
15	100	85	15,71	38,01	304,34	71,38	1250,67	293,31	4.109
16	100	89	15,71	38,01	357,89	78,45	1299,45	284,85	3.631
17	100	92	15,71	38,01	416,90	85,80	1349,22	277,66	3.236
18	100	95	15,71	76,03	481,59	93,40	2671,93	518,21	5.548
19	100	98	15,71	38,01	552,19	101,27	1449,73	265,89	2.625
20	100	102	15,71	38,01	628,92	109,41	1500,42	261,01	2.386
21	100	105	15,71	38,01	712,02	117,81	1551,38	256,68	2.179

Fondazione

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-1-P	9,05	9,05	0,00	-0,04	496,34	100.000 (1)
4-26-P	22,62	22,62	0,00	-176,36	-1245,54	7.063 (3)
5-29-P	22,62	22,62	0,00	-84,37	-1245,54	14.763 (3)
6-17-P	22,62	22,62	0,00	-119,55	-1245,54	18.423 (1)
7-41-P	22,62	22,62	0,02	-75,97	-1245,54	60.802 (1)
8-3-S	22,62	22,62	0,00	-766,17	-1246,52	1.627 (3)
9-3-S	22,62	22,62	0,00	-809,30	-1246,52	1.540 (3)
10-3-S	22,62	22,62	0,00	-837,05	-1246,52	1.489 (3)
11-3-S	22,62	22,62	0,00	-847,71	-1246,52	1.470 (3)
12-3-S	22,62	22,62	0,00	-852,86	-1246,52	1.462 (3)
13-3-S	27,14	27,14	0,00	-855,54	-1493,10	1.745 (3)
14-3-S	22,62	22,62	0,00	-852,86	-1246,52	1.462 (3)
15-3-S	22,62	22,62	0,00	-847,71	-1246,52	1.470 (3)
16-3-S	22,62	22,62	0,00	-837,05	-1246,52	1.489 (3)
17-3-S	22,62	22,62	0,00	-809,30	-1246,52	1.540 (3)
18-3-S	22,62	22,62	0,00	-766,17	-1246,52	1.627 (3)

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]
cotθ	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V _{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V _{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V _{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio (A _{sw} >0.0) V _{Rd} =min(V _{Rcd} , V _{Rsd}).
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	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	266,78	0,00	100.000

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
2	100	43	0,00	--	0,00	0,00	277,96	6,57	42.290
3	100	46	0,00	--	0,00	0,00	288,82	13,70	21.077
4	100	50	0,00	--	0,00	0,00	299,41	21,48	13.941
5	100	53	0,00	--	0,00	0,00	309,76	30,01	10.323
6	100	56	0,00	--	0,00	0,00	319,89	39,22	8.155
7	100	59	0,00	--	0,00	0,00	329,83	49,13	6.714
8	100	63	0,00	--	0,00	0,00	339,59	59,72	5.687
9	100	66	0,00	--	0,00	0,00	349,20	70,99	4.919
10	100	69	0,00	--	0,00	0,00	358,66	82,95	4.324
11	100	72	0,00	--	0,00	0,00	368,00	95,60	3.849
12	100	76	0,00	--	0,00	0,00	377,22	108,93	3.463
13	100	79	0,00	--	0,00	0,00	386,34	122,95	3.142
14	100	82	0,00	--	0,00	0,00	395,35	137,66	2.872
15	100	85	0,00	--	0,00	0,00	404,28	153,05	2.641
16	100	89	0,00	--	0,00	0,00	413,13	169,13	2.443
17	100	92	0,00	--	0,00	0,00	421,90	185,90	2.270
18	100	95	0,00	--	0,00	0,00	512,06	203,35	2.518
19	100	98	0,00	--	0,00	0,00	439,24	221,49	1.983
20	100	102	0,00	--	0,00	0,00	447,82	240,31	1.864
21	100	105	0,00	--	0,00	0,00	456,34	259,82	1.756

Fondazione

Is	B	H	A _{sw}	cotg (θ)	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	25	150	0,00	2.000	0,00	0,00	116,30	0,00	100.000 (1)
4-1-P	92	150	0,00	2.000	0,00	0,00	410,61	32,13	12.781 (1)
5-1-P	92	150	0,00	2.000	0,00	0,00	410,61	27,22	15.083 (1)
6-1-P	93	150	0,00	2.000	0,00	0,00	410,61	170,91	2.403 (1)
7-10-P	92	150	0,00	2.000	0,00	0,00	410,61	145,99	2.813 (1)
8-3-S	100	150	0,00	2.000	0,00	0,00	443,90	388,20	1.143 (1)
9-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	476,15	1.144 (1)
10-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	487,34	1.117 (1)
11-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	486,39	1.119 (1)
12-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	485,56	1.121 (1)
13-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	486,48	1.119 (1)
14-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	485,56	1.121 (1)
15-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	486,39	1.119 (1)
16-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	487,34	1.117 (1)
17-3-S	100	150	6,03	2.500	3704,18	544,50	544,50	476,15	1.144 (1)
18-3-S	100	150	0,00	2.000	0,00	0,00	443,90	388,20	1.143 (1)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	113 di 142

Verifica a punzonamento

Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c_1, c_2	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u_0	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u_1	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ_y, ρ_z	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
$V_{Ed,i}$	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
$V_{Ed,f}$	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u_1 , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cf}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u_1 , espresso in [kPa]
$V_{Rd,cs}$	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti $V_{Rd,max}/V_{Ed,i}$, $V_{Rd,cf}/V_{Ed,f}$ e $V_{Rd,cs}/V_{Ed,f}$)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

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

Combinazioni SLER



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	114 di 142

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15978 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	15,71	38,01	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	43	15,71	38,01	0,81	3,38	31 (10)	281 (10)	392 (10)
3	100	46	15,71	38,01	3,36	7,03	105 (10)	1605 (10)	1281 (10)
4	100	50	15,71	38,01	7,83	10,94	211 (10)	3887 (10)	2552 (10)
5	100	53	15,71	38,01	14,40	15,11	342 (10)	7025 (10)	4134 (10)
6	100	56	15,71	38,01	23,23	19,55	492 (10)	10942 (10)	5976 (10)
7	100	59	15,71	38,01	34,50	24,25	658 (10)	15582 (10)	8040 (10)
8	100	63	15,71	38,01	48,39	29,22	838 (10)	20901 (10)	10295 (10)
9	100	66	15,71	38,01	65,08	34,45	1030 (10)	26863 (10)	12720 (10)
10	100	69	15,71	38,01	84,74	39,94	1232 (10)	33442 (10)	15296 (10)
11	100	72	15,71	38,01	107,55	45,70	1443 (10)	40614 (10)	18008 (10)
12	100	76	15,71	38,01	133,68	51,72	1662 (10)	48362 (10)	20845 (10)
13	100	79	15,71	38,01	163,31	58,01	1889 (10)	56670 (10)	23797 (10)
14	100	82	15,71	38,01	196,61	64,56	2122 (10)	65526 (10)	26856 (10)
15	100	85	15,71	38,01	233,77	71,38	2362 (10)	74920 (10)	30014 (10)
16	100	89	15,71	38,01	274,95	78,45	2608 (10)	84841 (10)	33267 (10)
17	100	92	15,71	38,01	320,33	85,80	2859 (10)	95284 (10)	36609 (10)
18	100	95	15,71	38,01	370,09	93,40	3100 (10)	106626 (10)	40061 (10)
19	100	98	15,71	38,01	424,41	101,27	3378 (10)	117705 (10)	43544 (10)
20	100	102	15,71	38,01	483,45	109,41	3645 (10)	129673 (10)	47130 (10)
21	100	105	15,71	38,01	547,41	117,81	3916 (10)	142140 (10)	50790 (10)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15978 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-45-P	25	150	6,28	6,28	0,00	-0,04	1 (10)	16 (10)	43 (10)
4-27-P	92	150	21,99	21,99	0,00	-54,58	268 (12)	3261 (12)	18130 (12)
5-17-P	92	150	21,99	21,99	0,00	-16,94	83 (12)	1012 (12)	5627 (12)
6-41-P	93	150	21,99	21,99	1,27	-126,73	572 (10)	6957 (10)	38675 (10)
7-41-P	92	150	21,99	21,99	0,02	-86,23	386 (10)	4693 (10)	26089 (10)
8-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-219,35	1037 (12)	12514 (12)	72760 (12)
9-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-258,62	1223 (12)	14754 (12)	85785 (12)
10-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-297,48	1407 (12)	16971 (12)	98675 (12)
11-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-317,61	1502 (12)	18120 (12)	105353 (12)
12-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-330,62	1563 (12)	18861 (12)	109666 (12)
13-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-338,04	1599 (12)	19285 (12)	112128 (12)
14-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-330,62	1563 (12)	18861 (12)	109666 (12)
15-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-317,61	1502 (12)	18120 (12)	105353 (12)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e *viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	115 di 142

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
16-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-297,48	1407 (12)	16971 (12)	98675 (12)
17-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-258,62	1223 (12)	14754 (12)	85785 (12)
18-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-219,35	1037 (12)	12514 (12)	72760 (12)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11620 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	15,71	38,01	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	43	15,71	38,01	0,55	3,38	23 (12)	110 (12)	293 (12)
3	100	46	15,71	38,01	2,31	7,03	75 (12)	893 (12)	940 (12)
4	100	50	15,71	38,01	5,46	10,94	152 (12)	2373 (12)	1872 (12)
5	100	53	15,71	38,01	10,17	15,11	248 (12)	4502 (12)	3045 (12)
6	100	56	15,71	38,01	16,63	19,55	360 (12)	7246 (12)	4430 (12)
7	100	59	15,71	38,01	25,00	24,25	486 (12)	10577 (12)	6003 (12)
8	100	63	15,71	38,01	35,46	29,22	625 (12)	14474 (12)	7744 (12)
9	100	66	15,71	38,01	48,19	34,45	774 (12)	18923 (12)	9641 (12)
10	100	69	15,71	38,01	63,36	39,94	934 (12)	23910 (12)	11679 (12)
11	100	72	15,71	38,01	81,15	45,70	1102 (12)	29424 (12)	13849 (12)
12	100	76	15,71	38,01	101,74	51,72	1279 (12)	35456 (12)	16143 (12)
13	100	79	15,71	38,01	125,30	58,01	1464 (12)	42000 (12)	18552 (12)
14	100	82	15,71	38,01	152,01	64,56	1657 (12)	49050 (12)	21071 (12)
15	100	85	15,71	38,01	182,04	71,38	1856 (12)	56600 (12)	23693 (12)
16	100	89	15,71	38,01	215,56	78,45	2062 (12)	64646 (12)	26416 (12)
17	100	92	15,71	38,01	252,77	85,80	2274 (12)	73184 (12)	29233 (12)
18	100	95	15,71	38,01	293,82	93,40	2011 (12)	43020 (12)	26956 (12)
19	100	98	15,71	38,01	338,90	101,27	2716 (12)	91724 (12)	35138 (12)
20	100	102	15,71	38,01	388,18	109,41	2946 (12)	101720 (12)	38219 (12)
21	100	105	15,71	38,01	441,83	117,81	3181 (12)	112197 (12)	41382 (12)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15978 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-45-P	25	150	6,28	6,28	0,00	-0,04	1 (10)	16 (10)	43 (10)
4-27-P	92	150	21,99	21,99	0,00	-54,58	268 (12)	3261 (12)	18130 (12)
5-17-P	92	150	21,99	21,99	0,00	-16,94	83 (12)	1012 (12)	5627 (12)
6-41-P	93	150	21,99	21,99	1,27	-126,73	572 (10)	6957 (10)	38675 (10)
7-41-P	92	150	21,99	21,99	0,02	-86,23	386 (10)	4693 (10)	26089 (10)
8-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-219,35	1037 (12)	12514 (12)	72760 (12)
9-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-258,62	1223 (12)	14754 (12)	85785 (12)
10-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-297,48	1407 (12)	16971 (12)	98675 (12)
11-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-317,61	1502 (12)	18120 (12)	105353 (12)
12-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-330,62	1563 (12)	18861 (12)	109666 (12)
13-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-338,04	1599 (12)	19285 (12)	112128 (12)
14-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-330,62	1563 (12)	18861 (12)	109666 (12)
15-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-317,61	1502 (12)	18120 (12)	105353 (12)
16-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-297,48	1407 (12)	16971 (12)	98675 (12)
17-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-258,62	1223 (12)	14754 (12)	85785 (12)
18-3-S	100	150	21,99	21,99	0,00	-219,35	1037 (12)	12514 (12)	72760 (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 [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni 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	0,0000	0,00	0,000 (11)
2	100	43	38,01	889,01	0,75	195,51	0,0000	0,00	0,000 (11)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
3	100	46	38,01	1246,25	3,10	179,77	0,0000	0,00	0,000 (11)
4	100	50	38,01	1442,86	7,24	190,88	0,0000	0,00	0,000 (11)
5	100	53	38,01	1602,42	13,34	207,78	0,0000	0,00	0,000 (11)
6	100	56	38,01	1748,23	21,58	227,40	0,0000	0,00	0,000 (11)
7	100	59	38,01	1887,77	32,12	248,87	0,0000	0,00	0,000 (11)
8	100	63	38,01	2024,12	45,16	271,81	0,0000	0,00	0,000 (11)
9	100	66	38,01	2158,79	60,86	296,05	0,0000	0,00	0,000 (11)
10	100	69	38,01	2292,56	79,40	321,51	0,0000	0,00	0,000 (11)
11	100	72	38,01	2425,91	100,95	348,12	0,0000	0,00	0,000 (11)
12	100	76	38,01	2559,11	125,69	375,86	0,0000	0,00	0,000 (11)
13	100	79	38,01	2692,33	153,81	404,69	0,0000	0,00	0,000 (11)
14	100	82	38,01	2825,69	185,46	434,61	0,0000	0,00	0,000 (11)
15	100	85	38,01	2959,28	220,83	465,59	0,0000	0,00	0,000 (11)
16	100	89	38,01	3093,09	260,10	497,65	0,0000	0,00	0,000 (11)
17	100	92	38,01	3227,19	303,44	530,76	0,0000	0,00	0,000 (11)
18	100	95	76,03	2910,73	351,02	658,29	0,0000	0,00	0,000 (11)
19	100	98	38,01	3496,28	403,03	600,13	0,0000	0,00	0,000 (11)
20	100	102	38,01	3631,29	459,63	636,40	0,0000	0,00	0,000 (11)
21	100	105	38,01	3766,61	521,01	673,70	0,0000	0,00	0,000 (11)

Piastra fondazione

 Apertura limite fessure $w_{im}=0.20$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	25	150	0,00	0,00	-0,04	0,00	0,0000	0,00	0,000
4-1-P	92	150	21,99	4133,48	-10,25	1116,06	0,0000	0,00	0,000
5-1-P	92	150	21,99	4133,48	-1,95	1116,06	0,0000	0,00	0,000
6-1-P	93	150	21,99	4133,48	2,39	1116,06	0,0000	0,00	0,000
7-1-P	92	150	21,99	4133,48	-2,69	1116,06	0,0000	0,00	0,000
8-1-S	100	150	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0000	0,00	0,000
9-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
10-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
11-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
12-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
13-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
14-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
15-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
16-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
17-1-S	100	150	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
18-1-S	100	150	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0000	0,00	0,000

16 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 [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
1	C30/37	C30/37	B450C	25,0000	35000	32587986	0.30	15.00	0.50
5	C25/30	C25/30	B450C	25,0000	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk} [kPa]	f _{uk} [kPa]
B450C	450000	540000

Tipologie pali

Simbologia adottata

n° Indice tipologia palo

Descr Descrizione tipologia palo

T Tecnologia costruttiva (trivellato, infisso o elica continua)

V Vincolo palo-fondazione: Cerniera o Incastro (libero o impedito di ruotare in testa)

Imat Indice materiale che lo costituisce

n°	Descr	T	V	Imat
1	Tipologia palo	Trivellato	Incastro	5



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	119 di 142

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 [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	15,00	0,00	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	3,00	[m]
Altezza paramento libero	3,00	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,70	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	5,71	[°]

Fondazione

Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	0,25	[m]
Lunghezza mensola di monte	3,05	[m]
Lunghezza totale	4,00	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	1,00	[m]
Spessore magrone	0,15	[m]

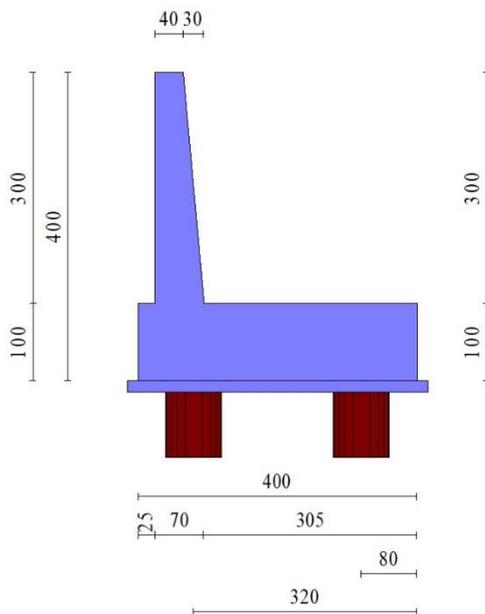


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione pali di fondazione

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della fila
X	ascissa della fila misurata dallo spigolo di monte della fondazione espressa in [m]
I	interasse tra i pali, espressa in [m]
f	franco laterale (distanza minima dal bordo laterale), espressa in [m]
Np	Numero di pali della fila
D	diametro dei pali della fila espresso in [cm]
L	lunghezza dei pali della fila espressa in [m]
α	inclinazione dei pali della fila rispetto alla verticale espressa in [°]
ALL	allineamento dei pali della fila rispetto al baricentro della fondazione (CENTRATI o SFALSATI)

n°	Tipologia	X [m]	I [m]	f [m]	Np	D [cm]	L [m]	α [°]	ALL
1	Tipologia palo	0,80	2,40	0,00	5	80,00	8,00	0,00	Centrati
2	Tipologia palo	3,20	2,40	0,00	5	80,00	8,00	0,00	Centrati

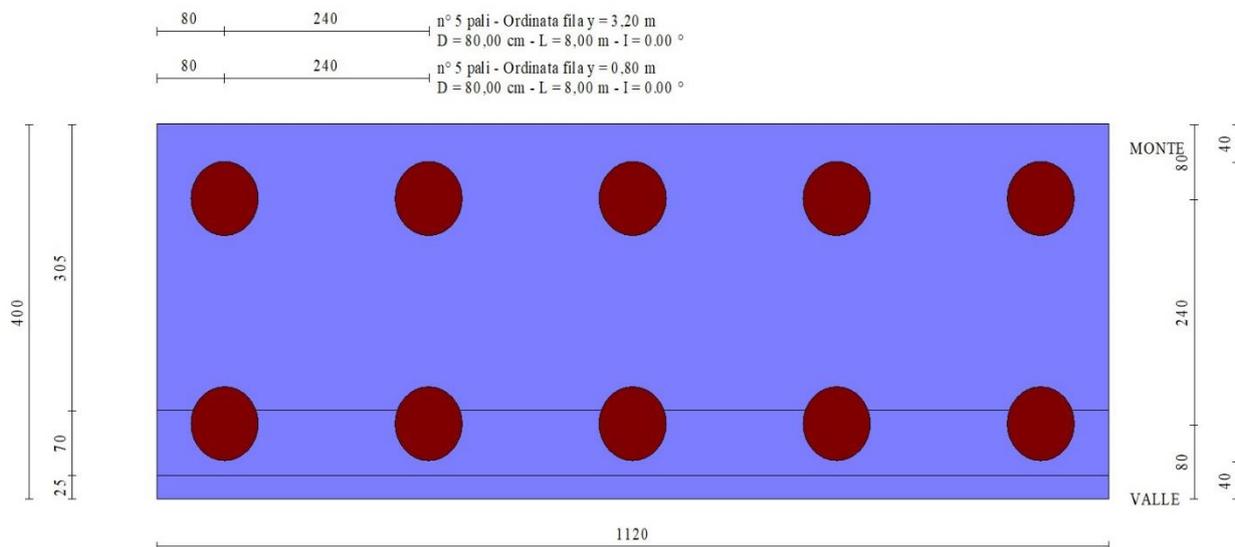


Fig. 2 - Pianta pali



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
 PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e *viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	122 di 142

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_{sat}	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 [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

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 [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]		
1	Riempimento	20,0000	20,0000	35.000	23.330	0	0	1.800	5	(CAR)	
				0.000	0.000	0	0			0	(MIN)
				35.000	23.330	0	0			5	(MED)
2	Fondazione	19,0000	19,0000	25.000	12.500	5	0	1.800	5	(CAR)	
				25.000	12.500	5	0			1	(MIN)
				25.000	12.500	5	0			5	(MED)

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/cm ² /cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /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')

Kst _{sta} , Kst _{sis}	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	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	4,00	0.000	Riempimento	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	20,00	0.000	Fondazione	0.000	0.000	1.000	0.500	1.000	0.000	0.000

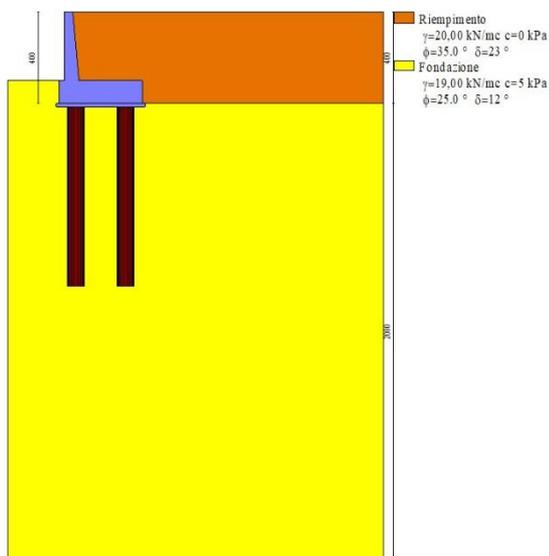


Fig. 3 - Stratigrafia

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

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	15,00	20,0000	20,0000

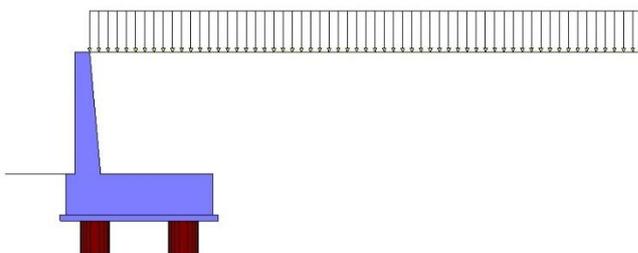


Fig. 4 - Carichi sul terreno

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
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT, fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT, sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

Carichi verticali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e *viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	125 di 142

Resistenza		Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Punta	γ_b	--	--	1.15	--	--	1.35	--	--	1.30
Laterale compressione	γ_s	--	--	1.15	--	--	1.15	--	--	1.15
Totale compressione	γ_t	--	--	1.15	--	--	1.30	--	--	1.25
Laterale trazione	γ_{st}	--	--	1.25	--	--	1.25	--	--	1.25

Carichi trasversali. Coeff. parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche

		R1	R2	R3
Trasversale	γ_t	--	--	1.30

Coefficienti di riduzione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1

$\zeta_3=1.70$ $\zeta_4=1.70$

Descrizione combinazioni di carico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	126 di 142

Condizione	γ	Ψ	Effetto
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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed
incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	127 di 142

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

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

Dati sismici

Comune	Catenanuova
Provincia	Enna
Regione	Sicilia
Latitudine	37.562500
Longitudine	14.687050
Indice punti di interpolazione	47638 - 47860 - 47861 - 47639



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO**

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamneto tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	128 di 142

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]		1.720	
Accelerazione al suolo	a_0/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	0.480	12.094	6.047

Forma diagramma incremento sismico **Rettangolare**

Opzioni di calcolo

Spinta

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

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	20,00 [cm]

Cedimenti

Metodo di calcolo	Metodo agli elementi finiti
Spostamento limite alla punta	1,00 [cm]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	129 di 142

Spostamento limite laterale 0,50 [cm]

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 inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	130 di 142

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	106,40	23,33	97,70	42,14	3,35	-2,32
	Peso/Inerzia muro			0,00	141,25/0,00	0,92	-2,96
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	282,45/0,00	1,73	-1,47
2	Spinta statica	61,54	23,33	56,51	24,37	3,35	-2,42
	Incremento di spinta sismica		22,83	20,96	9,04	3,35	-2,00
	Peso/Inerzia muro			17,08	141,25/8,54	0,92	-2,96
	Peso/Inerzia terrapieno			23,22	192,00/11,61	1,75	-1,48

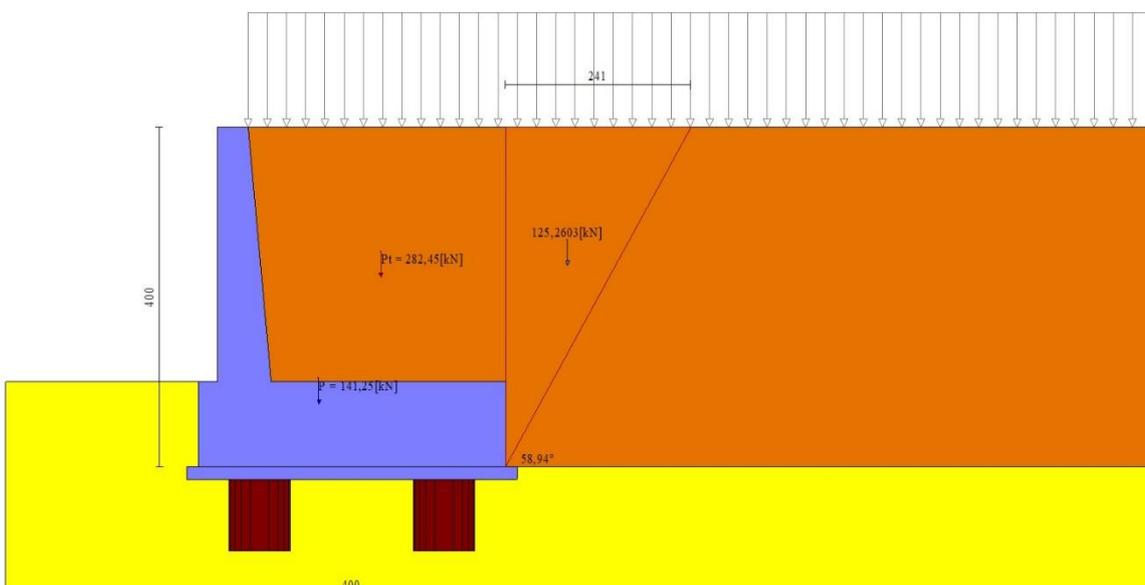


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

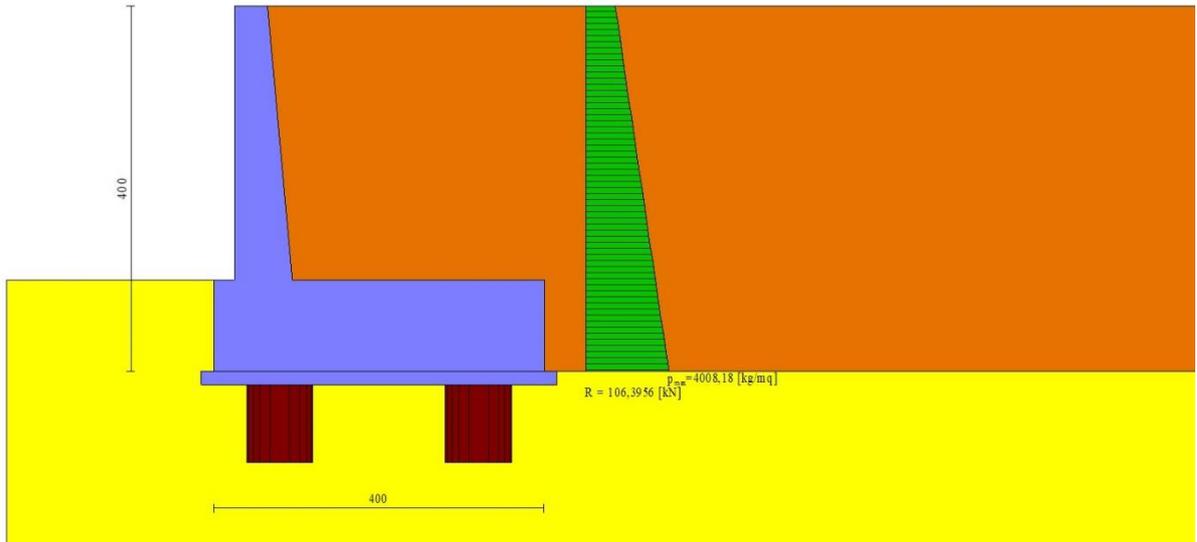


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

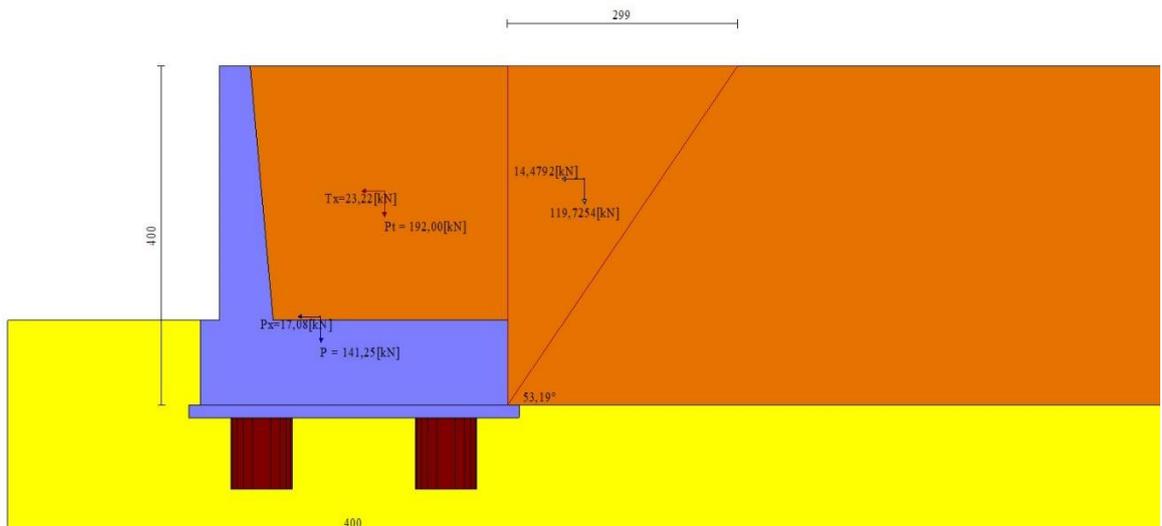


Fig. 7 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

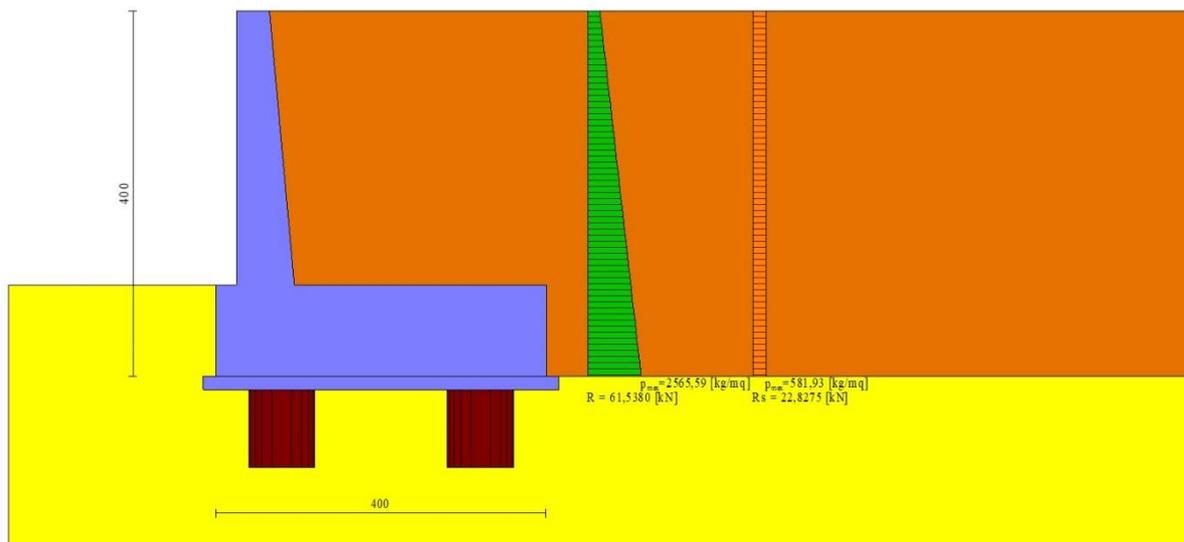


Fig. 8 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Scarichi in testa ai pali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
Ip	Indice palo
N	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento, espresso in [kNm]
T	Taglio, espresso in [kN]

Cmb	Ip	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
1 - STR (A1-M1-R3)	1	489,82	0,00	-109,42
	2	553,64	0,00	-109,42
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	1	317,84	0,00	-131,90
	2	548,61	0,00	-131,90
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	1	274,67	0,00	-124,60
	2	495,21	0,00	-124,60
10 - SLER	1	463,09	0,00	-83,40
	2	505,40	0,00	-83,40
11 - SLEF	1	441,78	0,00	-78,37
	2	484,86	0,00	-78,37
12 - SLEQ	1	377,83	0,00	-63,29
	2	423,23	0,00	-63,29

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.344					
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.115					
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.180					
4 - GEO (A2-M2-R2)					3.874		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.835		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.707		
7 - EQU			15.341				
8 - EQU	H + V		11.481				
9 - EQU	H - V		10.140				

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)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

M _x , M _y	Momenti flettenti, espresso in [kNm]
M _{xy}	Momento torcente, espresso in [kNm]. Positivo se diretto da monte verso valle
T _x , T _y	Tagli, espresso in [kN]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

I momenti flettenti sono positivi se tendono le fibre inferiori (intradosso fondazione, paramento esterno)

Paramento

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]

n°	X [m]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]	T _{min} [kN]	T _{max} [kN]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,15	1,53	1,53	0,70	1,92	0,06	0,15
3	-0,30	3,11	3,11	1,52	4,00	0,24	0,61
4	-0,45	4,75	4,75	2,44	6,21	0,56	1,40
5	-0,60	6,45	6,45	3,48	8,57	1,05	2,55
6	-0,75	8,20	8,20	4,63	11,08	1,71	4,08
7	-0,90	10,01	10,01	5,90	13,74	2,57	6,01
8	-1,05	11,88	11,88	7,27	16,54	3,64	8,36
9	-1,20	13,80	13,80	8,76	19,48	4,93	11,15
10	-1,35	15,78	15,78	10,36	22,58	6,48	14,42
11	-1,50	17,81	17,81	12,07	25,82	8,28	18,17
12	-1,65	19,90	19,90	13,90	29,20	10,37	22,44
13	-1,80	22,05	22,05	15,84	32,73	12,76	27,24
14	-1,95	24,25	24,25	17,89	36,41	15,46	32,59
15	-2,10	26,51	26,51	20,05	40,23	18,49	38,53
16	-2,25	28,83	28,83	22,33	44,20	21,88	45,07
17	-2,40	31,20	31,20	24,71	48,32	25,63	52,23
18	-2,55	33,63	33,63	27,21	52,58	29,77	60,04
19	-2,70	36,11	36,11	29,83	56,99	34,30	68,52
20	-2,85	38,65	38,65	32,55	61,55	39,26	77,69
21	-3,00	41,25	41,25	35,39	66,25	44,66	87,57

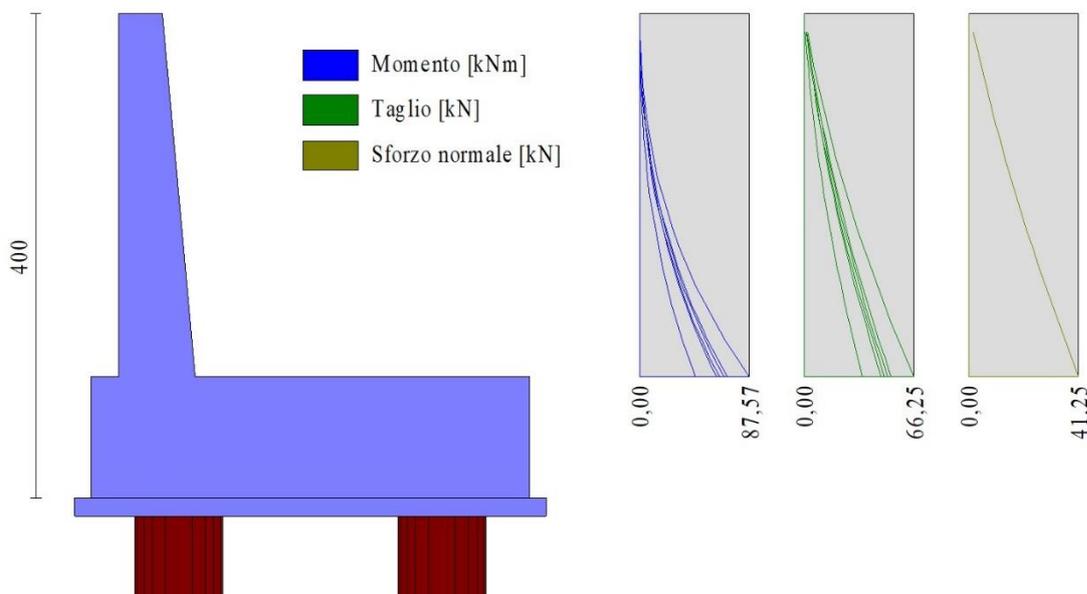


Fig. 9 - Paramento



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e *viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	135 di 142

Piastra fondazione

In	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	
365	39,09 (1)	7,28 (1)	-9,89 (1)	-21,36 (1)	23,70 (1)	MAX
95	-175,41 (1)	-169,39 (1)	13,02 (1)	13,84 (1)	-15,16 (1)	MIN
451	32,27 (10)	107,56 (10)	15,80 (10)	0,00 (10)	-37,50 (10)	MAX
418	-175,40 (1)	-169,39 (1)	-13,01 (1)	-13,82 (1)	-15,16 (1)	MIN
78	-20,12 (1)	-5,69 (1)	24,17 (1)	-63,86 (1)	91,53 (1)	MAX
403	-20,10 (1)	-5,68 (1)	-24,17 (1)	63,88 (1)	91,55 (1)	MIN
94	-15,78 (1)	-45,34 (1)	11,60 (1)	353,63 (1)	45,07 (1)	MAX
431	-15,77 (1)	-45,34 (1)	-11,59 (1)	-353,62 (1)	45,07 (1)	MIN
417	-23,69 (1)	30,25 (1)	-14,27 (1)	28,12 (1)	328,65 (1)	MAX
116	-50,59 (1)	-11,28 (1)	10,86 (1)	-30,55 (1)	-345,69 (1)	MIN

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 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)

Elementi calcolati a piastra

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi, Afs	area ferri inferiori e superiori, espresso in [cmq]
Mp, Mn	momento positivo e negativo agente espressa in [kNm]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]

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	19,01	38,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
2	100	41	19,01	38,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
3	100	43	19,01	38,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000
4	100	44	19,01	38,01	1,40	4,75	796,87	2703,49	568.785
5	100	46	19,01	38,01	2,55	6,45	823,42	2082,63	322.891
6	100	47	19,01	38,01	4,08	8,20	831,53	1672,87	203.933
7	100	49	19,01	38,01	6,01	10,01	837,38	1396,11	139.438
8	100	50	19,01	38,01	8,36	11,88	846,19	1202,83	101.265
9	100	52	19,01	38,01	11,15	13,80	856,86	1060,29	76.833
10	100	53	19,01	38,01	14,42	15,78	871,42	953,76	60.449
11	100	55	19,01	38,01	18,17	17,81	883,36	865,99	48.618
12	100	56	19,01	38,01	22,44	19,90	898,38	796,97	40.043
13	100	58	19,01	38,01	27,24	22,05	915,66	741,30	33.620
14	100	59	19,01	38,01	32,59	24,25	934,37	695,26	28.668
15	100	61	19,01	38,01	38,53	26,51	951,01	654,37	24.682
16	100	62	19,01	38,01	45,07	28,83	968,61	619,56	21.492
17	100	64	19,01	38,01	52,23	31,20	986,98	589,55	18.896
18	100	65	19,01	38,01	60,04	33,63	1005,97	563,42	16.755
19	100	67	19,01	38,01	68,52	36,11	1025,45	540,45	14.966
20	100	68	19,01	38,01	77,69	38,65	1045,28	520,07	13.455
21	100	70	19,01	38,01	87,57	41,25	1065,44	501,87	12.167

Fondazione

Is	Afi	Afs	Mp	Mn	Mu	FS
	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
1-1-P	6,28	6,28	0,00	-0,02	224,20	100.000 (1)
3-24-P	12,57	12,57	0,00	-20,25	-451,26	22.286 (3)
4-38-P	12,57	12,57	20,41	0,00	451,26	87.571 (1)
5-4-P	12,57	12,57	0,74	-43,43	-451,26	18.680 (1)
6-4-P	12,57	12,57	0,01	-38,16	-451,26	22.518 (1)
7-3-S	15,71	15,71	0,00	-85,08	-563,89	6.628 (3)
8-3-S	15,71	15,71	0,00	-101,64	-563,89	5.548 (3)
9-3-S	12,57	12,57	0,00	-113,68	-452,65	3.982 (3)
10-3-S	15,71	15,71	0,00	-120,26	-563,89	4.689 (3)
11-3-S	15,71	15,71	0,00	-124,69	-563,89	4.522 (3)
12-3-S	15,71	15,71	0,00	-125,89	-563,89	4.479 (3)
13-3-S	12,57	12,57	0,00	-125,51	-452,65	3.606 (3)
14-3-S	15,71	15,71	0,00	-124,65	-563,89	4.524 (3)
15-3-S	15,71	15,71	0,00	-120,10	-563,89	4.695 (3)
16-3-S	12,57	12,57	0,00	-113,73	-452,65	3.980 (3)
17-3-S	15,71	15,71	0,00	-102,16	-563,89	5.520 (3)
18-3-S	15,71	15,71	0,00	-85,55	-563,89	6.591 (3)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	137 di 142

- 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
- 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	H	A _{sw}	cotgθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	40	0,00	--	0,00	0,00	272,13	0,00	100.000
2	100	41	0,00	--	0,00	0,00	277,44	1,92	144.169
3	100	43	0,00	--	0,00	0,00	282,66	4,00	70.737
4	100	44	0,00	--	0,00	0,00	287,82	6,21	46.331
5	100	46	0,00	--	0,00	0,00	292,92	8,57	34.162
6	100	47	0,00	--	0,00	0,00	297,95	11,08	26.885
7	100	49	0,00	--	0,00	0,00	302,92	13,74	22.052
8	100	50	0,00	--	0,00	0,00	307,84	16,54	18.615
9	100	52	0,00	--	0,00	0,00	312,71	19,48	16.050
10	100	53	0,00	--	0,00	0,00	317,53	22,58	14.064
11	100	55	0,00	--	0,00	0,00	322,31	25,82	12.485
12	100	56	0,00	--	0,00	0,00	327,04	29,20	11.199
13	100	58	0,00	--	0,00	0,00	331,73	32,73	10.134
14	100	59	0,00	--	0,00	0,00	336,37	36,41	9.238
15	100	61	0,00	--	0,00	0,00	340,99	40,23	8.475
16	100	62	0,00	--	0,00	0,00	345,56	44,20	7.817
17	100	64	0,00	--	0,00	0,00	350,10	48,32	7.245
18	100	65	0,00	--	0,00	0,00	354,61	52,58	6.744
19	100	67	0,00	--	0,00	0,00	359,09	56,99	6.301
20	100	68	0,00	--	0,00	0,00	363,53	61,55	5.907
21	100	70	0,00	--	0,00	0,00	367,95	66,25	5.554

Fondazione

Is	B	H	A _{sw}	cotg (θ)	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1-1-P	25	100	0,00	2.000	0,00	0,00	82,64	0,01	100.000 (1)
3-31-P	76	100	0,00	2.000	0,00	0,00	243,30	4,95	49.144 (1)
4-1-P	76	100	0,00	2.000	0,00	0,00	243,30	11,21	21.713 (1)
5-1-P	76	100	0,00	2.000	0,00	0,00	243,30	90,16	2.699 (1)
6-1-P	76	100	0,00	2.000	0,00	0,00	243,29	82,52	2.948 (1)
7-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	109,63	2.717 (1)
8-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	109,48	2.720 (1)
9-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	117,43	2.536 (1)
10-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	119,27	2.497 (1)
11-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	122,09	2.439 (1)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA
PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	138 di 142

Is	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotg (θ)	V _{Rcd} [kN]	V _{Rsd} [kN]	V _{Rd} [kN]	T [kN]	FS
12-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	121,65	2.448 (1)
13-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	121,61	2.449 (1)
14-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	122,01	2.441 (1)
15-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	119,37	2.495 (1)
16-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	117,44	2.536 (1)
17-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	109,47	2.721 (1)
18-3-S	93	100	0,00	2.000	0,00	0,00	297,82	109,63	2.717 (1)

Verifica a punzonamento

Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c ₁ , c ₂	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u ₀	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u ₁	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ _y , ρ _z	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
d _{pc} , d _{uc}	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V _{Ed,i}	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [kPa]
V _{Rd,max}	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [kPa]
V _{Ed,f}	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u ₁ , espresso in [kPa]
V _{Rd,cf}	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u ₁ , espresso in [kPa]
V _{Rd,cs}	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [kPa]
n _{sc}	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti V _{Rd,max} /V _{Ed,i} , V _{Rd,cf} /V _{Ed,f} e V _{Rd,cs} /V _{Ed,f})

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
A _{fi}	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
A _{fs}	area ferri superiori, espressa in [cmq]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	139 di 142

- M momento agente, espressa in [kNm]
- N sforzo normale agente, espressa in [kN]
- σ_c tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
- σ_{fi} tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
- σ_{fs} tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15978 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	19,01	38,01	0,00	0,00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	41	19,01	38,01	0,11	1,53	6 (10)	9 (10)	87 (10)
3	100	43	19,01	38,01	0,46	3,11	19 (10)	77 (10)	249 (10)
4	100	44	19,01	38,01	1,07	4,75	38 (10)	317 (10)	489 (10)
5	100	46	19,01	38,01	1,95	6,45	64 (10)	713 (10)	796 (10)
6	100	47	19,01	38,01	3,12	8,20	94 (10)	1259 (10)	1163 (10)
7	100	49	19,01	38,01	4,59	10,01	129 (10)	1950 (10)	1586 (10)
8	100	50	19,01	38,01	6,39	11,88	168 (10)	2779 (10)	2060 (10)
9	100	52	19,01	38,01	8,53	13,80	211 (10)	3745 (10)	2584 (10)
10	100	53	19,01	38,01	11,03	15,78	257 (10)	4843 (10)	3152 (10)
11	100	55	19,01	38,01	13,91	17,81	307 (10)	6070 (10)	3764 (10)
12	100	56	19,01	38,01	17,17	19,90	360 (10)	7423 (10)	4417 (10)
13	100	58	19,01	38,01	20,85	22,05	415 (10)	8901 (10)	5109 (10)
14	100	59	19,01	38,01	24,96	24,25	474 (10)	10501 (10)	5838 (10)
15	100	61	19,01	38,01	29,51	26,51	535 (10)	12221 (10)	6603 (10)
16	100	62	19,01	38,01	34,53	28,83	598 (10)	14060 (10)	7402 (10)
17	100	64	19,01	38,01	40,02	31,20	664 (10)	16016 (10)	8233 (10)
18	100	65	19,01	38,01	46,01	33,63	732 (10)	18088 (10)	9095 (10)
19	100	67	19,01	38,01	52,52	36,11	803 (10)	20275 (10)	9988 (10)
20	100	68	19,01	38,01	59,56	38,65	875 (10)	22575 (10)	10910 (10)
21	100	70	19,01	38,01	67,14	41,25	949 (10)	24988 (10)	11861 (10)

Piastra fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15978 [kPa]
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-24-P	25	100	6,28	6,28	0,00	-0,03	1 (10)	11 (10)	53 (10)

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
3-23-P	76	100	12,57	12,57	0,95	-2,04	53 (12)	1781 (12)	3471 (12)
4-38-P	76	100	12,57	12,57	23,85	0,00	188 (10)	12229 (10)	2034 (10)
5-38-P	76	100	12,57	12,57	26,93	0,00	282 (10)	18327 (10)	3048 (10)
6-18-P	76	100	12,57	12,57	25,40	0,00	279 (10)	18138 (10)	3017 (10)
7-13-S	93	100	15,71	15,71	0,05	-42,63	427 (10)	4629 (10)	27466 (10)
8-13-S	93	100	15,71	15,71	2,38	-15,21	171 (10)	1849 (10)	10970 (10)
9-3-S	93	100	12,57	12,57	0,00	-15,25	189 (12)	1977 (12)	13548 (12)
10-13-S	93	100	15,71	15,71	0,10	-45,55	454 (10)	4920 (10)	29189 (10)
11-3-S	93	100	15,71	15,71	0,00	-30,91	343 (12)	3719 (12)	22067 (12)
12-3-S	93	100	15,71	15,71	0,00	-32,72	364 (12)	3938 (12)	23362 (12)
13-3-S	93	100	12,57	12,57	0,00	-32,45	403 (12)	4206 (12)	28822 (12)
14-3-S	93	100	15,71	15,71	0,00	-30,88	343 (12)	3715 (12)	22044 (12)
15-13-S	93	100	15,71	15,71	0,10	-45,55	454 (10)	4920 (10)	29189 (10)
16-3-S	93	100	12,57	12,57	0,00	-15,29	190 (12)	1981 (12)	13579 (12)
17-13-S	93	100	15,71	15,71	2,38	-15,21	171 (10)	1849 (10)	10969 (10)
18-13-S	93	100	15,71	15,71	0,05	-42,63	427 (10)	4629 (10)	27466 (10)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11620 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	40	19,01	38,01	0,00	0,00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	41	19,01	38,01	0,06	1,53	5 (12)	25 (12)	69 (12)
3	100	43	19,01	38,01	0,24	3,11	13 (12)	18 (12)	172 (12)
4	100	44	19,01	38,01	0,56	4,75	23 (12)	36 (12)	313 (12)
5	100	46	19,01	38,01	1,05	6,45	38 (12)	168 (12)	498 (12)
6	100	47	19,01	38,01	1,71	8,20	56 (12)	388 (12)	725 (12)
7	100	49	19,01	38,01	2,57	10,01	77 (12)	700 (12)	991 (12)
8	100	50	19,01	38,01	3,64	11,88	101 (12)	1107 (12)	1294 (12)
9	100	52	19,01	38,01	4,93	13,80	129 (12)	1609 (12)	1633 (12)
10	100	53	19,01	38,01	6,48	15,78	159 (12)	2206 (12)	2007 (12)
11	100	55	19,01	38,01	8,28	17,81	191 (12)	2898 (12)	2415 (12)
12	100	56	19,01	38,01	10,37	19,90	226 (12)	3687 (12)	2856 (12)
13	100	58	19,01	38,01	12,76	22,05	264 (12)	4571 (12)	3329 (12)
14	100	59	19,01	38,01	15,46	24,25	304 (12)	5552 (12)	3834 (12)
15	100	61	19,01	38,01	18,49	26,51	347 (12)	6630 (12)	4369 (12)
16	100	62	19,01	38,01	21,88	28,83	391 (12)	7805 (12)	4934 (12)
17	100	64	19,01	38,01	25,63	31,20	438 (12)	9078 (12)	5529 (12)
18	100	65	19,01	38,01	29,77	33,63	487 (12)	10447 (12)	6152 (12)
19	100	67	19,01	38,01	34,30	36,11	538 (12)	11915 (12)	6804 (12)
20	100	68	19,01	38,01	39,26	38,65	591 (12)	13480 (12)	7483 (12)
21	100	70	19,01	38,01	44,66	41,25	646 (12)	15143 (12)	8190 (12)

Piastra fondazione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

PROGETTO DEFINITIVO

NV19 -Viabilità nuova stazione di Catenanuova - Viabilità di collegamento tra via PALERMO - ed incrocio con via Dei Caduti in Guerra e "viabilità al km 13+000 (tra via dei Caduti in Guerra e SP23)

RELAZIONE DI CALCOLO MURO DI SOSTEGNO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 CL	NV 19 00 001	A	141 di 142

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 15978 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 337500 [kPa]

Is	B	H	Afi	Afs	Mp	Mn	oc	ofi	ofs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1-24-P	25	100	6,28	6,28	0,00	-0,03	1 (10)	11 (10)	53 (10)
3-23-P	76	100	12,57	12,57	0,95	-2,04	53 (12)	1781 (12)	3471 (12)
4-38-P	76	100	12,57	12,57	23,85	0,00	188 (10)	12229 (10)	2034 (10)
5-38-P	76	100	12,57	12,57	26,93	0,00	282 (10)	18327 (10)	3048 (10)
6-18-P	76	100	12,57	12,57	25,40	0,00	279 (10)	18138 (10)	3017 (10)
7-13-S	93	100	15,71	15,71	0,05	-42,63	427 (10)	4629 (10)	27466 (10)
8-13-S	93	100	15,71	15,71	2,38	-15,21	171 (10)	1849 (10)	10970 (10)
9-3-S	93	100	12,57	12,57	0,00	-15,25	189 (12)	1977 (12)	13548 (12)
10-13-S	93	100	15,71	15,71	0,10	-45,55	454 (10)	4920 (10)	29189 (10)
11-3-S	93	100	15,71	15,71	0,00	-30,91	343 (12)	3719 (12)	22067 (12)
12-3-S	93	100	15,71	15,71	0,00	-32,72	364 (12)	3938 (12)	23362 (12)
13-3-S	93	100	12,57	12,57	0,00	-32,45	403 (12)	4206 (12)	28822 (12)
14-3-S	93	100	15,71	15,71	0,00	-30,88	343 (12)	3715 (12)	22044 (12)
15-13-S	93	100	15,71	15,71	0,10	-45,55	454 (10)	4920 (10)	29189 (10)
16-3-S	93	100	12,57	12,57	0,00	-15,29	190 (12)	1981 (12)	13579 (12)
17-13-S	93	100	15,71	15,71	2,38	-15,21	171 (10)	1849 (10)	10969 (10)
18-13-S	93	100	15,71	15,71	0,05	-42,63	427 (10)	4629 (10)	27466 (10)

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

Combinazioni SLER

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ϵ	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000 (11)
2	100	41	0,00	0,00	0,10	820,42	0,0000	0,00	0,000 (11)
3	100	43	38,01	501,06	0,41	311,92	0,0000	0,00	0,000 (11)
4	100	44	38,01	835,55	0,94	228,63	0,0000	0,00	0,000 (11)
5	100	46	38,01	1035,51	1,72	210,10	0,0000	0,00	0,000 (11)
6	100	47	38,01	1176,43	2,77	206,02	0,0000	0,00	0,000 (11)
7	100	49	38,01	1288,13	4,09	207,58	0,0000	0,00	0,000 (11)
8	100	50	38,01	1383,59	5,70	212,01	0,0000	0,00	0,000 (11)
9	100	52	38,01	1469,20	7,63	218,15	0,0000	0,00	0,000 (11)
10	100	53	38,01	1548,45	9,89	225,43	0,0000	0,00	0,000 (11)
11	100	55	38,01	1623,37	12,50	233,53	0,0000	0,00	0,000 (11)
12	100	56	38,01	1695,23	15,47	242,28	0,0000	0,00	0,000 (11)
13	100	58	38,01	1764,88	18,83	251,55	0,0000	0,00	0,000 (11)
14	100	59	38,01	1832,89	22,59	261,27	0,0000	0,00	0,000 (11)
15	100	61	38,01	1899,64	26,76	271,39	0,0000	0,00	0,000 (11)
16	100	62	38,01	1965,44	31,37	281,86	0,0000	0,00	0,000 (11)
17	100	64	38,01	2030,49	36,42	292,67	0,0000	0,00	0,000 (11)
18	100	65	38,01	2094,96	41,95	303,78	0,0000	0,00	0,000 (11)
19	100	67	38,01	2158,97	47,97	315,19	0,0000	0,00	0,000 (11)
20	100	68	38,01	2222,62	54,48	326,88	0,0000	0,00	0,000 (11)
21	100	70	38,01	2285,98	61,52	338,83	0,0000	0,00	0,000 (11)

Piastra fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.20$

Is	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ϵ	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1-1-P	25	100	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,0000	0,00	0,000
3-1-P	76	100	12,57	2668,75	4,81	407,39	0,0000	0,00	0,000
4-1-P	76	100	12,57	2668,75	-0,57	407,39	0,0000	0,00	0,000
5-1-P	76	100	12,57	2668,75	1,24	407,39	0,0000	0,00	0,000
6-1-P	76	100	12,57	2668,64	-1,51	407,38	0,0000	0,00	0,000
7-1-S	93	100	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0000	0,00	0,000
8-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
9-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
10-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
11-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
12-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
13-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
14-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
15-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
16-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
17-1-S	93	100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,000
18-1-S	93	100	0,00	0,00	0,01	0,00	0,0000	0,00	0,000