



Comune di Messina

IMPRESA APPALTATRICE



30015 Chioggia (VE)  
Banchina F - Val da Rio  
www.coedmar.it

Tel. +39 041 4967 925  
Fax +39 041 4967 914  
contratti@coedmar.it

COOPTATA



40132 Bologna  
Via M. E. Lepido, 182/2  
www.consorziointegra.it

Tel. +39 051 3161 300  
integra@consorziointegra.it

PROGETTAZIONE



30035 Mirano (VE)  
Viale Belvedere, 8/10  
www.fm-ingegneria-com

Tel. +39 041 5785 711  
Fax +39 041 4355 933  
tremestieri@fm-ingegneria.com



20148 Milano  
Via Caccialepori, 27

Tel. +39 02 8942 2685  
Fax +39 02 8942 5133  
mail@idrotec-ingegneria.it

Ing. Vincenzo Iacopino

Viale Regina Elena, 125 - Messina

Studio Tecnico Falzea

Via 1° Settembre, 37 - Messina

Arch. Claudio Lucchesi

Via Roma, 117 - Pace del Mela (ME)

Ing. Manlio Marino

Via Placida, 6 - Messina

Dott. Geol. Sergio Dolfin

Via Marina, 4 - Torre Faro (ME)

PROGETTO

**COMUNE DI MESSINA  
LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA  
LOGISTICA INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO  
SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE**

EMISSIONE

**PROGETTO ESECUTIVO**

TITOLO

**D – OPERE D'ARTE SUI TORRENTI FAROTA E CANNETO**

Relazione di calcolo

Opere d'arte Torrenti Guidari e Palumara – Parte B

REV.	DATA	FILE	OGGETTO	DIS.	APPR.
1					
2					
3					
4					
5					

ELABORATO N.

**D002**

DATA: Ottobre 2017	SCALA: -	FILE: 1044_D002_0.doc	J.N. 1044
PROGETTO G. Carretta	DISEGNO A. Miotto	VERIFICA L. Masiero	APPROVAZIONE T. Tassi



## INDICE

<b>1</b>	<b>SINTESI DELLA RELAZIONE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
2.1	LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI.....	5
2.2	NORME NAZIONALI.....	5
2.3	NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE.....	5
<b>3</b>	<b>CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>TORRENTE GUIDARI</b> .....	<b>7</b>
4.1	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO E DELLE OPERE DI PROGETTO.....	7
4.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	11
4.2.1	CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE.....	11
4.2.2	ACCIAIO PER ARMATURA .....	12
4.2.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA.....	12
4.2.4	GIUNZIONI BULLONATE.....	12
4.2.5	SALDATURE .....	13
4.2.6	MATERIALI PER PALI.....	14
4.2.7	MATERIALI PER MICROPALI.....	15
4.3	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE.....	17
4.3.1	PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE .....	17
4.3.2	CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI .....	17
4.3.3	VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI .....	17
4.3.4	FALDA.....	17
4.4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	18
4.4.1	SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI.....	18
4.4.2	COEFFICIENTE DI STRUTTURA .....	19
4.4.3	PARAMETRI SISMICI .....	20
4.4.4	RAPPORTO SPETTRO SLO / SPETTRO SLV .....	22
4.4.5	COEFFICIENTI SISMICI KH E KV .....	22
4.5	BERLINESE MICROPALI TIPO 1 .....	23
4.5.1	GEOMETRIA PARATIA .....	24
4.5.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE TERRENI.....	25
4.5.3	CONDIZIONI DI CARICO .....	26
4.5.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	26
4.5.5	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO, DI ANALISI E VERIFICA .....	28
4.5.6	INVILUPPO SOLLECITAZIONI AGENTI .....	30
4.5.7	VERIFICA SPOSTAMENTI.....	31
4.5.8	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE .....	32
4.5.9	VERIFICHE ARMATURA PARATIA.....	34
4.5.10	VERIFICHE ARMATURA CORDOLI.....	37
4.6	BERLINESE MICROPALI TIPO 2 .....	38
4.6.1	GEOMETRIA PARATIA.....	39
4.6.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE TERRENI.....	40
4.6.3	CONDIZIONI DI CARICO .....	41

4.6.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	41
4.6.5	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO, DI ANALISI E VERIFICA .....	43
4.6.6	INVILUPPO SOLLECITAZIONI AGENTI .....	45
4.6.7	VERIFICA SPOSTAMENTI.....	46
4.6.8	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE .....	47
4.6.9	VERIFICHE ARMATURA PARATIA.....	49
4.6.10	VERIFICHE ARMATURA CORDOLI.....	52
4.7	BERLINESE MICROPALI TIPO 3 .....	53
4.7.1	GEOMETRIA PARATIA.....	54
4.7.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE TERRENI.....	55
4.7.3	CONDIZIONI DI CARICO .....	56
4.7.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	56
4.7.5	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO, DI ANALISI E VERIFICA .....	58
4.7.6	INVILUPPO SOLLECITAZIONI AGENTI .....	60
4.7.7	VERIFICA SPOSTAMENTI.....	61
4.7.8	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE .....	62
4.7.9	VERIFICHE ARMATURA PARATIA.....	64
4.7.10	VERIFICHE ARMATURA CORDOLI.....	67
4.8	BERLINESE MICROPALI TIPO 3 – FASE PROVVISORIALE.....	68
4.8.1	GEOMETRIA PARATIA.....	69
4.8.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE TERRENI.....	70
4.8.3	DESCRIZIONE PUNTONI .....	71
4.8.4	FASI DI SCAVO.....	71
4.8.5	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO, DI ANALISI E VERIFICA .....	71
4.8.6	RISULTATI DEI PUNTONI.....	73
4.8.7	INVILUPPO SOLLECITAZIONI AGENTI .....	75
4.8.8	VERIFICA SPOSTAMENTI.....	76
4.8.9	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE .....	77
4.8.10	VERIFICHE ARMATURA PARATIA.....	79
4.8.11	VERIFICHE ARMATURA CORDOLI.....	82
4.9	BERLINESE PALO TIPO 1 .....	83
4.9.1	GEOMETRIA PARATIA.....	84
4.9.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE TERRENI.....	85
4.9.3	CONDIZIONI DI CARICO .....	86
4.9.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	87
4.9.5	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO, DI ANALISI E VERIFICA .....	88
4.9.6	INVILUPPO SOLLECITAZIONI AGENTI .....	90
4.9.7	VERIFICA SPOSTAMENTI.....	91
4.9.8	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE .....	92
4.9.9	VERIFICHE ARMATURA PARATIA.....	94
4.9.10	VERIFICHE ARMATURA CORDOLI.....	96
4.10	BERLINESE MICROPALI TIPO 4 .....	97
4.10.1	GEOMETRIA PARATIA.....	98
4.10.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE TERRENI.....	99
4.10.3	CONDIZIONI DI CARICO .....	100
4.10.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	101
4.10.5	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO, DI ANALISI E VERIFICA .....	103

4.10.6	INVILUPPO SOLLECITAZIONI AGENTI .....	105
4.10.7	VERIFICA SPOSTAMENTI.....	106
4.10.8	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE .....	107
4.10.9	VERIFICHE ARMATURA PARATIA.....	109
4.10.10	VERIFICHE ARMATURA CORDOLI.....	112
4.11	RIFODERA .....	113
4.12	MURO DI CONTENIMENTO RAMPE DI ACCESSO A MONTE SS114 .....	115
4.12.1	GEOMETRIA MURO E FONDAZIONE .....	116
4.12.2	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE TERRENI.....	117
4.12.3	CONDIZIONI DI CARICO .....	118
4.12.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	118
4.12.5	IMPOSTAZIONI DI PROGETTO, DI ANALISI E VERIFICA .....	123
4.12.6	QUADRO RIASSUNTIVO COEFFICIENTI DI SICUREZZA CALCOLATI .....	124
4.12.7	ANALISI DELLA SPINTA E VERIFICHE .....	125
4.12.8	VERIFICA A STABILITÀ GLOBALE .....	128
4.12.9	INVILUPPI ANALISI .....	130
4.12.10	INVILUPPO ARMATURE E TENSIONI NEI MATERIALI .....	134
4.13	BRIGLIA DI MONTE.....	137
4.13.1	VERIFICHE SLE.....	138
4.13.2	VERIFICHE SLV .....	142
<b>5</b>	<b>ATTRAVERSAMENTO STRADA STATALE 114.....</b>	<b>146</b>
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO .....	146
5.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	147
5.2.1	CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE.....	147
5.2.2	ACCIAIO PER ARMATURA .....	148
5.2.3	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA.....	148
5.3	CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO .....	149
5.3.1	PESO PROPRIO .....	149
5.3.2	CARICHI PERMANENTI.....	149
5.3.3	CARICHI ACCIDENTALI.....	149
5.3.4	NEVE.....	150
5.3.5	SISMA .....	151
5.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	154
5.4.1	COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE ULTIMO.....	154
5.4.2	COMBINAZIONI DI CARICO AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	155
5.5	CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI.....	156
5.6	VERIFICHE ATTRAVERSAMENTO STATALE .....	157
5.6.1	VERIFICA IMPALCATO .....	157
5.6.2	VERIFICA SOLETTA DI FONDO IN C.A. ....	171
5.6.3	VERIFICA OPERE DI SOSTEGNO .....	177
5.6.4	VERIFICA CORDOLO .....	186

## **1 SINTESI DELLA RELAZIONE**

La presente relazione di calcolo delle strutture riguarda il progetto esecutivo della piattaforma logistica intermodale di Tremestieri (Messina).

La relazione riguarda le verifiche strutturali e geotecniche delle opere d'arte previste sul torrente Guidari a monte del rilevato ferroviario.

Si riporta innanzitutto una breve presentazione delle normative utilizzate per la progettazione e una descrizione dei codici di calcolo utilizzati.

Terminata la parte generale si ha la verifica strutturale delle opere d'arte, così strutturata:

- caratteristiche dei materiali utilizzati,
- breve sintesi sulle assunzioni geologiche e geotecniche per la caratterizzazione dei terreni;
- caratterizzazione sismica;
- elaborazioni strutturali e geotecniche finalizzate al progetto esecutivo delle opere.

Un intero paragrafo è dedicato alla progettazione e alle verifiche dell'attraversamento sulla SS 114 in corrispondenza del Torrente Guidari.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive:

### 2.1 LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI

- L. 5.11.1971, n° 1086 – *“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.
- D.M. 14 gennaio 2008 *“Norme Tecniche per le costruzioni”*.
- D.M. 6 maggio 2008 *“Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove «Norme tecniche per le costruzioni» (Gazzetta ufficiale 02/07/2008 n. 153)”*.
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 *“Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)”*.
- Ordinanza P.C.M. del 20 marzo 2003 n°3274 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”*.
- Ordinanza P.C.M. n°3431 03 maggio 2005 *“Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica»”*.
- CNR DT 207/2008 – *“Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”*.

### 2.2 NORME NAZIONALI

- UNI EN 206-1:2006 – *“Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità”*.
- UNI 11104:2014 – *“Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”*.
- UNI 11104:2016 – *“Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206”*.

### 2.3 NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE

- Eurocodice 1 – UNI EN 1991 - *“Azioni sulle strutture”*.
- Eurocodice 2 – UNI EN 1992 - *“Progettazione delle strutture di calcestruzzo”*
- Eurocodice 3 – UNI EN 1993 - *“Progettazione delle strutture in acciaio”*
- Eurocodice 7 – UNI ENV 1997 - *“Progettazione geotecnica”*.
- Eurocodice 8 – UNI ENV 1998-5 - *“Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”*.
- UNI EN 1090:2012 *“Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio”*.

### 3 CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI

L'analisi strutturale è stata compiuta con gli usuali schemi propri della scienza e della tecnica delle costruzioni, nel rispetto del vigente regolamento italiano

Le elaborazioni mediante calcolatore sono state condotte con l'ausilio dei seguenti software:

- Dolmen Win Release 17 sviluppato e distribuito da CDM DOLMEN srl, via Drovetti 9F, Torino. Questo software agli elementi finiti è usato per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica strutturale degli elementi portanti;
- VCA SLU versione 7.6 del professor Pietro Gelfi per la verifica delle sezioni in c.a. e c.a.p.;
- Profili\_V6 versione 7.6 del professor Pietro Gelfi per la verifica degli elementi in acciaio.;
- IS Muri sviluppato e distribuito da CDM DOLMEN srl, via Drovetti 9F, Torino. Questo software agli elementi finiti è usato per la verifica dei muri contro terra;
- PAC 12.01 versione 12.01d sviluppato e distribuito da Aztec Informatica, Corso Umberto 43, Casole Bruzio (CS). Questo software agli elementi finiti è utilizzato per l'analisi e il calcolo delle paratie;
- SCAT 11.0 versione 11.01a sviluppato e distribuito da Aztec Informatica, Corso Umberto 43, Casole Bruzio (CS). Questo software agli elementi finiti è utilizzato per l'analisi e il calcolo degli di strutture scatolari;
- MAX 10.10 versione 10.10 sviluppato e distribuito da Aztec Informatica, Corso Umberto 43, Casole Bruzio (CS). Questo software agli elementi finiti è utilizzato per l'analisi e il calcolo dei muri di sostegno.

I programmi vengono usati dalla scrivente in forza di regolari licenze d'uso e sono testati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, tali da verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti ed individuare eventuali vizi ed anomalie. Grazie alla raffinatezza dei modelli di calcolo è stato possibile analizzare il comportamento di tutti gli elementi della struttura, considerando l'effettivo contributo alla rigidità complessiva del sistema fornito da ciascun componente elementare. I criteri di modellazione prevedono la riproduzione fedele delle strutture così come sono state progettate e si prescrive siano realizzate.

Sono stati infine utilizzati fogli di calcolo autoprodotti la cui affidabilità è stata precedentemente debitamente verificata.

## 4 TORRENTE GUIDARI

### 4.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO E DELLE OPERE DI PROGETTO

Il torrente Guidari è ubicato all'incirca nella mezzeria della nuova sede logistica portuale di Tremestieri.

Il corso d'acqua sottende un bacino di 0,48 km e si sviluppa per una lunghezza complessiva di 3.3 km per sfociare quindi nel mare Jonio nel sito in cui verrà realizzata la nuova darsena di progetto.

Lungo il suo corso, partendo da monte verso valle, si possono evidenziare i seguenti tratti dalle caratteristiche omogenee:

<p>Tratto 1: il torrente scorre su due rami che drenano il bacino di monte caratterizzato dalla presenza di una discarica di inerti attiva ed una discarica r.s.u. ormai saturata ed inutilizzata da circa 10 anni. Si evidenziano fenomeni di instabilità dei rilevati di deposito inerti, con la presenza di trasporto degli stessi verso valle in occasione di fenomeni pluviometrici particolarmente intensi. Il trasporto solido è parzialmente limitato dalla presenza di una serie di briglie a gabbioni, al termine del tratto in esame, che riducono notevolmente la pendenza naturale dell'alveo. I bacini retrostanti le briglie sono ormai saturi.</p>	
<p>Tratto 2: il torrente scorre sul fondovalle. La sponda sinistra è interessata da derivazioni irrigue e dalla presenza di una traccia di pista, probabilmente servita in passato per la realizzazione delle briglie presenti nel tratto superiore. Si evidenzia la presenza di due salti rocciosi sul fondo alveo. Su greto sono presenti evidenti tracce di materiale trasportato dalla corrente e proveniente dalla parte superiore del bacino.</p>	

<p>Tratto 3: il torrente scorre sul fondovalle. E' presente all'interno dell'alveo attivo una pista sterrata utilizzata come accesso carrabile e parzialmente danneggiata dalle piene. Alcuni muri di protezione spondale risultano danneggiati ed in precarie condizioni di stabilità.</p>	
<p>Tratto 4: è caratterizzato dall'attraversamento stradale che risulta alquanto ampio (dimensioni di circa 10x3 m)</p>	
<p>Tratto 5: è un tratto a cielo aperto tra l'autostrada e la strada statale, caratterizzato dalla presenza di una pista sterrata in sponda destra e dalla presenza di abitazioni in sponda sinistra che si affacciano direttamente sul greto del torrente.</p>	
<p>Tratto 6: rappresenta i manufatti di attraversamento della strada statale e della ferrovia. L'attraversamento dell'arteria viaria ha dimensioni di 6 x 2.5 m, mentre il passaggio ferroviario è di 8 x 2.5 m. A monte della statale è presente una briglia in calcestruzzo che crea un salto di fondo di altezza pari a circa 1 m.</p>	
<p>Tratto 7: costituisce la foce del torrente Guidari in mare. Non vi sono canalizzazioni preferenziali e il torrente sfocia in spiaggia disperdendosi. E' evidente la presenza di materiale solido proveniente dai tratti di monte e trasportato fino a riva dalla corrente in occasione di piene intense.</p>	

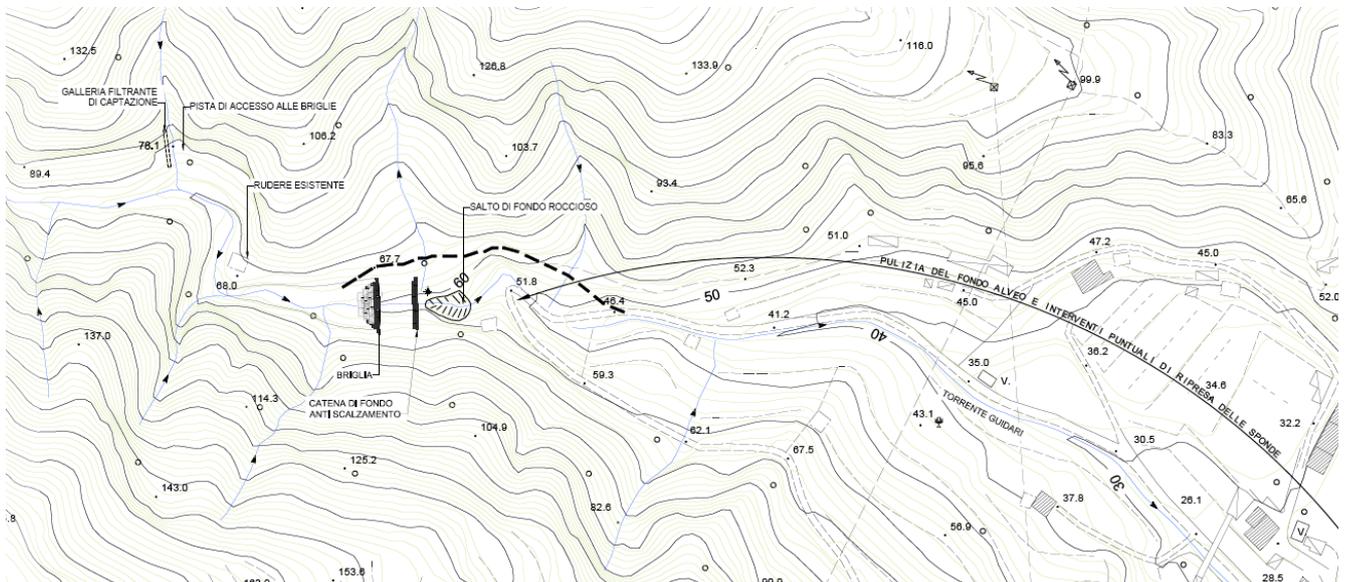
Le principali criticità riscontrate sono:

- Non sono presenti strutture per limitare il dilavamento del bacino ed il trasporto solido del corso d'acqua. Il materiale trasportato verso valle va a compromettere ulteriormente la funzionalità dei manufatti di attraversamento delle infrastrutture viarie e ferroviarie.
- La presenza di piste, ponticelli e murette all'interno dell'alveo compromette ulteriormente la situazione; in occasione di fenomeni intensi infatti vi è un dilavamento delle piste sterrate realizzate in alveo con conseguente trasporto verso il mare del materiale eroso.
- Nel tratto tra l'autostrada e la strada statale, le abitazioni presenti in sinistra orografica, con ingressi affacciati direttamente in alveo, sono in situazioni di rischio idraulico.

Per completezza si riportano nel seguito le descrizioni delle opere di progetto sull'asta del torrente Guidari; per il dimensionamento del manufatto do sbocco a valle del rilevato ferroviario si rimanda alla Parte A della presente relazione.

Si prevedono pertanto le seguenti opere:

- Sistemazioni del bacino imbrifero a monte della autostrada mediante:
  - Realizzazione di 1 briglia in gabbioni che consentirà la realizzazione di 1 bacino di accumulo del materiale solido per un volume complessivo di circa 1000 mc.
  - Apertura di una pista di accesso alla briglia, ricavata adeguando il tracciato della vecchia pista preesistente, allo scopo di poter realizzare e manutentare le opere, rimuovendo periodicamente il materiale depositatosi a tergo.
  - Interventi localizzati di sistemazione dei muri di riva dissestati
  - Rimozione del materiale depositato in alveo.



**Figura 1 : Estratto della planimetria di progetto con l'ubicazione della briglia di sistemazione dell'asta.**

- Nel tratto compreso tra l'autostrada e la ferrovia, verrà realizzata una vasca di accumulo dei sedimenti, di lunghezza 44 m, larghezza media 8 m e profondità media di 3.0 m, per un volume complessivo (al netto delle rampe di accesso) di circa 750 mc che consentirà di sedimentare il materiale trasportato dal torrente nel tratto a valle delle briglie di regimazione previste, prima dell'ingresso nella piattaforma portuale di progetto. Tale vasca sarà realizzata mediante sostegno delle sponde in micropali, protezione di fondo in gabbionate spessore 50 cm e briglia iniziale e terminale in gabbioni da 2x1x1 m sovrapposti.

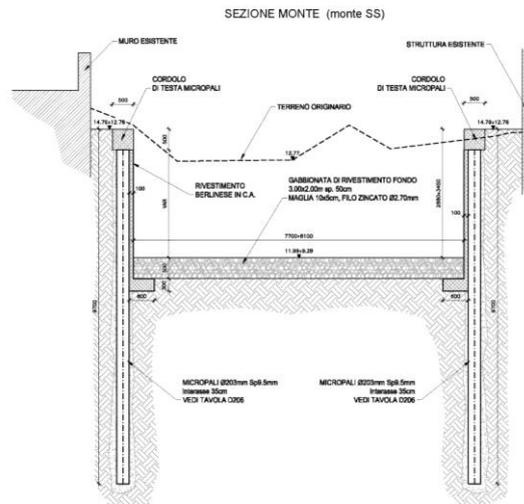


Figura 2: approfondimento del canale tra autostrada e s.s.

- Si prevede l'adeguamento del sottopasso della strada statale, mediante approfondimento dello stesso, per garantire la sicurezza idraulica delle infrastrutture. L'opera consisterà nella realizzazione di un nuovo impalcato, in sostituzione dell'esistente, fondato su pali.
- A valle della S.S. si prevede l'abbassamento dell'alveo con opere di difesa spondale e la pulizia del sottopasso ferroviario che risulta di dimensioni adeguate per lo smaltimento della portata di piena.
- A valle della ferrovia e prima dell'ingresso nella piattaforma portuale, verrà realizzato un salto di fondo protetto da pali di diametro 1000 mm
- Il tratto di canale all'interno della piattaforma logistica, interrato, verrà realizzato mediante la costruzione di diaframmi laterali e impalcato superiore in travi prefabbricate.

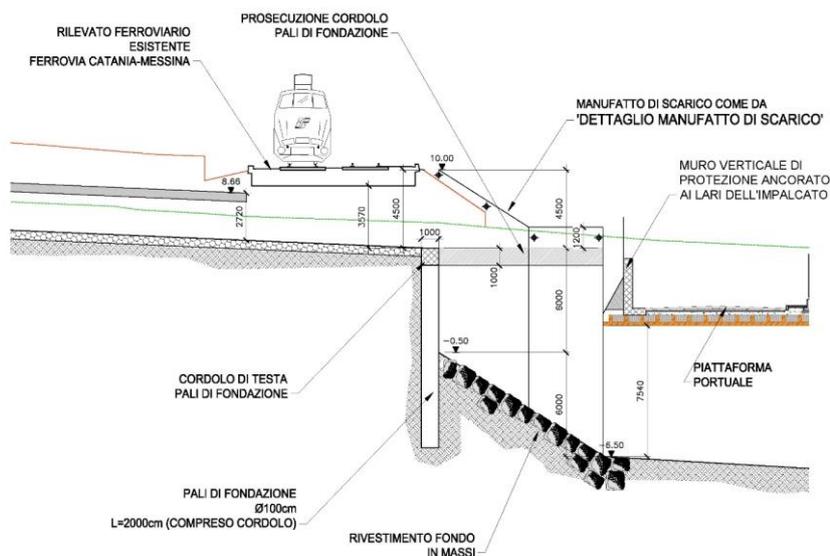


Figura 3: uscita del Guidari nella piattaforma portuale di progetto.

## 4.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per l'esecuzione dell'opera saranno utilizzati i materiali come previsto dal Regolamento Italiano per la progettazione con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, secondo D.M. 14/01/2008.

### 4.2.1 Calcestruzzo per opere di fondazione e in elevazione

Classificazione secondo D.M. 14.01.2008, UNI-EN 206-1:2014 e UNI 11104:2016:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C 35/45
- Classe di abbassamento al cono (slump) S3
- Dimensione massima dell'inerte D<sub>max</sub> = 15 mm
- Classe di esposizione XS3
- Minimo contenuto di cemento 360kg/m<sup>3</sup>
- Massimo rapporto a/c 0.45
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg R<sub>ck</sub> ≥ 45 MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg f<sub>ck</sub> ≥ 35 MPa
- Resistenza di progetto

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 35}{1.5} = 19.83 \text{ MPa}$$

- Resistenza di progetto a trazione semplice

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot 35^{2/3}}{1.5} = 1.49 \text{ MPa}$$

- Modulo elastico medio

$$E_{cm} = 22000 [f_{cm} / 10]^{0.3} = 22000 [(f_{ck} + 8) / 10]^{0.3} = 34077 \text{ MPa}$$

#### 4.2.1.1 Copriferro

Il copriferro minimo viene determinato in relazione alla classe di esposizione e alla tipologia di elemento. Si ricava:

#### COPRIFERRO - Rif. C4.1.6.1.3 DM 14/01/2008

Classe di esposizione:	XS3	
Tipo di ambiente:	Molto aggressivo	
Classe C.A.:	C35/45	
Tipo di barre:	Barre da c.a.	
Tipo di elemento:	Altri elementi	
Vita nominale V <sub>N</sub> :	50	anni
Copriferro minimo:	45	mm
Tolleranza di posa:	5	mm
Incremento per vita nominale di 100 anni:	0	mm
Incremento per classe C.A. C < C <sub>min</sub> :	0	mm
<b>Copriferro minimo di progetto:</b>	<b>50</b>	<b>mm</b>

#### 4.2.2 Acciaio per armatura

Barre ad aderenza migliorata in acciaio laminato a caldo tipo B450C secondo D.M. 14.01.2008, UNI EN 1992-1-1:2015, UNI EN ISO 9001:2008, accertato secondo UNI EN ISO 15630-1:2010:

- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540$  MPa
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450$  MPa
- Allungamento caratteristico a carico massimo  $(A_{gtk})_k \geq 7.5$  %
- Valore minimo di  $k=(f_0/f_y)_k$   $1.15 \leq (f_0/f_y)_k \leq 1.35$
- Tensione di snervamento nominale  $(f_y/f_{y\text{nom}})_k \leq 1.25$
- Modulo di elasticità medio  $E_{sm} = 210$  GPa

#### 4.2.3 Acciaio da carpenteria metallica

Acciaio da carpenteria metallica di tipo S235 JR secondo D.M.14.01.2008 e UNI EN 10025-2:2009, accertato secondo le UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002:2004 e UNI EN 10045-1:1992.

- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 360$  MPa
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 235$  MPa
- Modulo elastico  $E_{sm} = 210$  GPa
- Resilienza  $KV \geq 27$  J a +20°C
- Allungamento perc.: - per lamiere  $\epsilon_t \geq 24\%$   
- per barre, profilati larghi piatti  $\epsilon_t \geq 26\%$

#### 4.2.4 Giunzioni bullonate

I bulloni devono appartenere alle classi stabilite dalla norma UNI EN ISO 898-1:2013 ed avere dimensioni conformi alle norme UNI EN ISO 4016:2011.

Tali classi richiedono una tensione di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  come di seguito riportato:

	Normali			Ad alta resistenza	
<b>Classe</b>	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
<b><math>f_{yb}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	240	300	480	640	900
<b><math>f_{tb}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	400	500	600	800	1000

L'abbinamento bulloni-dadi deve rispettare la seguente tabella:

	Normali			Ad alta resistenza	
<b>Vite</b>	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
<b>Dado</b>	4	5	6	8	10

In particolare saranno adottati:

- Bulloni: Classe 8.8 (UNI EN ISO 898-1:2013);
- Dado: Classe 8 (UNI EN 14399:2015);
- Forza di serraggio:  $F_{p,C} = 0.7 f_{ub} A_{res}$ ;
- Coppia di serraggio:  $M_{r,i} = k_m F_{p,C} d$ .

#### 4.2.5 Saldature

Allo stato limite ultimo le azioni di calcolo sui cordoni d'angolo si distribuiscono uniformemente sulla sezione di gola.

Considerando tale sezione di gola nella sua posizione effettiva, si deve verificare che:

$$\{(\sigma_{\perp})^2 + 3 * [(t_{\perp})^2 + (\tau_{\parallel})^2]\}^{0,5} \leq [f_{tk}/(\beta * \gamma_{M2})] ;$$

dove:

$\sigma_{\perp}$  = tensione normale perpendicolare all'asse del cordone, agente nella sezione di gola nella sua posizione effettiva;

$\tau_{\perp}$  = tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone, agente nella sezione di gola nella sua posizione effettiva;

$\tau_{\parallel}$  = tensione tangenziale parallela all'asse del cordone d'angolo agente nella sezione di gola nella sua posizione effettiva;

$f_{tk}$  = resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati;

$\beta = 0,80$  per acciaio S275;

= 0,85 per acciaio S275;

= 0,90 per acciaio S355;

= 1,00 per acciaio S420 e S460;

$\gamma_{M2} = 1,25$  = coefficiente di sicurezza per la verifica delle unioni riferito a saldature a parziale penetrazione e a cordone d'angolo (Tab. 4.2 XII § 4.2.8.1.1 NTC '08).

In alternativa si può utilizzare il più cautelativo criterio semplificato:

$$\frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} \leq 1 ;$$

dove:

$F_{w,Ed}$  = forza di calcolo (progetto) che sollecita il cordone d'angolo per unità di lunghezza;

$F_{w,Rd}$  = resistenza di calcolo del cordone d'angolo per unità di lunghezza.

Nel particolare:

$$F_{w,Rd} = \frac{a \cdot f_{tk}}{\sqrt{3} \cdot \beta \cdot \gamma_{M2}} ;$$

dove:

$a$  = altezza di gola, cioè altezza del triangolo iscritto nella sezione trasversale del cordone.;

$f_{tk}$  = vedi sopra;

$\beta$  = vedi sopra;

$\gamma_{M2}$  = vedi sopra.

Se invece si considera la sezione di gola in posizione ribaltata (pari a  $0,70 * a$ ) la verifica è positiva se risultano simultaneamente soddisfatte le due seguenti condizioni:

$$[(n_{\perp})^2 + (t_{\perp})^2 + (\tau_{\parallel})^2]^{0,5} \leq \beta_1 * f_{yk};$$

$$|n_{\perp}| + |t_{\perp}| \leq \beta_2 * f_{yk};$$

dove:

$n_{\perp}$  = tensione normale perpendicolare all'asse del cordone agente nella sezione di gola nella sua posizione ribaltata;

$t_{\perp}$  = tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone agente nella sezione di gola nella sua posizione ribaltata;

$\tau_{\parallel}$  = tensione tangenziale parallela all'asse del cordone d'angolo agente nella sezione di gola nella sua posizione effettiva;

$f_{yk}$  = vedi sopra;

$\beta_1; \beta_2$  = dati in funzione del tipo di acciaio (vedasi tabella seguente).

	S235	S275 – S355	S420 – S460
$\beta_1$	0,85	0,70	0,62
$\beta_2$	1,00	0,85	0,75

#### 4.2.6 Materiali per pali

##### 4.2.6.1 Calcestruzzo per cordoli e pali

Classificazione secondo D.M. 14.01.2008, UNI-EN 206-1:2014 e UNI 11104:2016:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C 35/45
- Classe di abbassamento al cono (slump) S3
- Dimensione massima dell'inerte D<sub>max</sub> = 15 mm
- Classe di esposizione XS3
- Minimo contenuto di cemento 360kg/m<sup>3</sup>
- Massimo rapporto a/c 0.45
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg R<sub>ck</sub> ≥ 45 MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg f<sub>ck</sub> ≥ 35 MPa
- Resistenza di progetto

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 35}{1.5} = 19.83 \text{ MPa}$$

- Resistenza di progetto a trazione semplice

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot 35^{2/3}}{1.5} = 1.49 \text{ MPa}$$

- Modulo elastico medio

$$E_{cm} = 22000 [f_{cm} / 10]^{0.3} = 22000 [(f_{ck} + 8) / 10]^{0.3} = 34077 \text{ MPa}$$

##### 4.2.6.2 Acciaio per armatura pali

Barre ad aderenza migliorata in acciaio laminato a caldo tipo B450C secondo D.M. 14.01.2008, UNI EN 1992-1-1:2015, UNI EN ISO 9001:2008, accertato secondo UNI EN ISO 15630-1:2010:

- Tensione caratteristica di rottura f<sub>tk</sub> ≥ 540 MPa
- Tensione caratteristica di snervamento f<sub>yk</sub> ≥ 450 MPa
- Allungamento caratteristico a carico massimo (A<sub>gtk</sub>)<sub>k</sub> ≥ 7.5 %
- Valore minimo di k=(f<sub>0</sub>/f<sub>y</sub>)<sub>k</sub> 1.15 ≤ (f<sub>0</sub>/f<sub>y</sub>)<sub>k</sub> ≤ 1.35
- Tensione di snervamento nominale (f<sub>y</sub>/f<sub>y nom</sub>)<sub>k</sub> ≤ 1.25
- Modulo di elasticità medio E<sub>sm</sub> = 210 GPa

#### 4.2.6.3 Acciaio per puntoni

Acciaio da carpenteria metallica di tipo S235 JR secondo D.M.14.01.2008 e UNI EN 10025-2:2009, accertato secondo le UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002:2004 e UNI EN 10045-1:1992.

- |  |   |
|--|---|
| - Tensione caratteristica di rottura     | $f_{tk} \geq 360 \text{ MPa}$               |
| - Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} \geq 235 \text{ MPa}$               |
| - Modulo elastico                        | $E_{sm} = 210 \text{ GPa}$                  |
| - Resilienza                             | $KV \geq 27 \text{ J a } +20^\circ\text{C}$ |
| - Allungamento perc.: - per lamiere      | $\epsilon_t \geq 26\%$                      |
| - per barre, profilati larghi piatti     | $\epsilon_t \geq 24\%$                      |

#### 4.2.6.4 Malta antiritiro per tiranti

- |                        |         |
|------------------------|---------|
| - Classe di resistenza | C 16/20 |
|------------------------|---------|

#### 4.2.6.5 Chiodi autoperforanti

Arco RBS 51X9.4 Standard

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| - Diametro  | 51 mm                             |
| - Spessore  | 9.4 mm                            |
| - Tensione caratteristica di rottura                    | $f_{ptk} \geq 6300 \text{ MPa}$   |
| - Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale | $f_{p(1)k} \geq 3450 \text{ MPa}$ |
| - Allungamento percentuale sotto carico massimo         | $A_{gt} \geq 15\%$                |

### 4.2.7 Materiali per micropali

#### 4.2.7.1 Calcestruzzo per cordoli

Classificazione secondo D.M. 14.01.2008, UNI-EN 206-1:2014 e UNI 11104:2016:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| - Classe di resistenza del calcestruzzo        | C 35/45                      |
| - Classe di abbassamento al cono (slump)       | S3                           |
| - Dimensione massima dell'inerte               | $D_{max} = 15 \text{ mm}$    |
| - Classe di esposizione                        | XS3                          |
| - Minimo contenuto di cemento                  | $360 \text{ kg/m}^3$         |
| - Massimo rapporto a/c                         | 0.45                         |
| - Resistenza cubica caratteristica a 28 gg     | $R_{ck} \geq 45 \text{ MPa}$ |
| - Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg | $f_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$ |
| - Resistenza di progetto                       |                              |

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 35}{1.5} = 19.83 \text{ MPa}$$

- |  |  |
|--|--|
| - Resistenza di progetto a trazione semplice |  |
|--|--|

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot 35^{2/3}}{1.5} = 1.49 \text{ MPa}$$

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| - Modulo elastico medio |  |
|-------------------------|--|

$$E_{cm} = 22000 [f_{cm} / 10]^{0.3} = 22000 [(f_{ck} + 8) / 10]^{0.3} = 34077 \text{ MPa}$$

#### 4.2.7.2 Calcestruzzo per iniezioni micropali

Classificazione secondo D.M. 14.01.2008, UNI-EN 206-1:2014 e UNI 11104:2016:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C 35/45
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Dimensione massima dell'inerte  $D_{max} = 3 \text{ mm}$
- Classe di esposizione XS3
- Minimo contenuto di cemento  $600 \text{ kg/m}^3$
- Massimo rapporto a/c 0.45
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg  $R_{ck} \geq 45 \text{ MPa}$
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg  $f_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$
- Resistenza di progetto

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 35}{1.5} = 19.83 \text{ MPa}$$

- Resistenza di progetto a trazione semplice

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot 35^{2/3}}{1.5} = 1.49 \text{ MPa}$$

- Modulo elastico medio

$$E_{cm} = 22000 [f_{cm} / 10]^{0.3} = 22000 [(f_{ck} + 8) / 10]^{0.3} = 34077 \text{ MPa}$$

#### 4.2.7.3 Acciaio per armatura tubolare micropali

Acciaio da carpenteria metallica di tipo S355 JR secondo D.M.14.01.2008 e UNI EN 10025-:2009, accertato secondo le UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002:2004 e UNI EN 10045-1:1992.

- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$
- Modulo elastico  $E_{sm} = 210 \text{ GPa}$
- Resilienza  $KV \geq 27 \text{ J a } +20^\circ\text{C}$
- Allungamento perc.: - per lamiere  $\epsilon_t \geq 20\%$   
- per barre, profilati larghi piatti  $\epsilon_t \geq 22\%$

#### 4.2.7.4 Acciaio per puntoni

Acciaio da carpenteria metallica di tipo S235 JR secondo D.M.14.01.2008 e UNI EN 10025-:2009, accertato secondo le UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002:2004 e UNI EN 10045-1:1992.

- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 360 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 235 \text{ MPa}$
- Modulo elastico  $E_{sm} = 210 \text{ GPa}$
- Resilienza  $KV \geq 27 \text{ J a } +20^\circ\text{C}$
- Allungamento perc.: - per lamiere  $\epsilon_t \geq 26\%$   
- per barre, profilati larghi piatti  $\epsilon_t \geq 24\%$

### 4.3 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

#### 4.3.1 Programma delle indagini e delle prove

Per il programma delle indagini e delle prove, nonché per i risultati delle indagini in sito e di laboratorio e l'ubicazione in pianta delle verticali esplorate, si rimanda all'elaborato 1044\_A004\_0.

#### 4.3.2 Caratterizzazione dei terreni

Per più precise valutazioni sulle caratteristiche geologiche e litostratigrafiche si rimanda all'elaborato 1044\_A007\_0.

Sinteticamente si può concludere che il sito è caratterizzato da materiali di natura granulare con alternanze di ghiaie e sabbie, e solo raramente sono presenti intercalazioni di natura coesiva con strati di sabbie debolmente limose o limi.

In alcune aree è possibile individuare sabbie con matrice molto grossolana, con presenza di clasti e ciottoli.

#### 4.3.3 Valori caratteristici dei parametri geotecnici

Per i manufatti oggetto della presente relazione si fa riferimento ai sondaggi S20, S21, T1, T2, T3 e T4.

Di seguito i valori caratteristici dei parametri meccanici assunti:

STRATIGRAFIA	
Sabbie fini con ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa	$\phi_t = 35^\circ$ $\gamma_v = 1950 \text{ daN/m}^3$ $\gamma_{\text{sat}} = 1950 \text{ daN/m}^3$ $c = 0 \text{ daN/cm}^2$
COEFFICIENTE $K_w$ VERTICALE DI WINKLER	
$K_w = 5,00 \text{ daN/cm}^3$	

#### 4.3.4 Falda

La quota dell'acqua è stata assunta coincidente con il livello del medio mare 0,0 m slm.

## 4.4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

### 4.4.1 Spettri di risposta elastici

In base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 (recepita dalla Regione Sicilia con Delibera n. 408 del 19 dicembre 2003) e alla successiva Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, la località di Tremestieri in Comune di Messina è classificata in **zona 1** contraddistinta da un parametro di accelerazione massima orizzontale  $a_g$  dell'ordine di pari a  $0,225 - 0,275 \cdot g \text{ m/s}^2$  (valore riferito ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni) come segnalato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

<b>Località:</b>	Tremestieri
<b>Comune:</b>	Messina
<b>Provincia:</b>	Messina
<b>Zona Sismica:</b>	1
<b>Coordinate:</b>	latitudine 38,1943°
	longitudine 15,5505°

Il parametro di accelerazione massima orizzontale se riferito alla Classe d'Uso dell'opera, alla Vita Nominale dell'opera e alla categoria del sottosuolo di fondazione, assume i seguenti valori massimi in funzione dello stato limite utilizzato per la progettazione delle opere.

- Classe d'Uso dell'opera: III
- Vita Nominale dell'opera: 50 anni
- Categoria del sottosuolo: C

Nel caso specifico del Comune di Messina si ha:

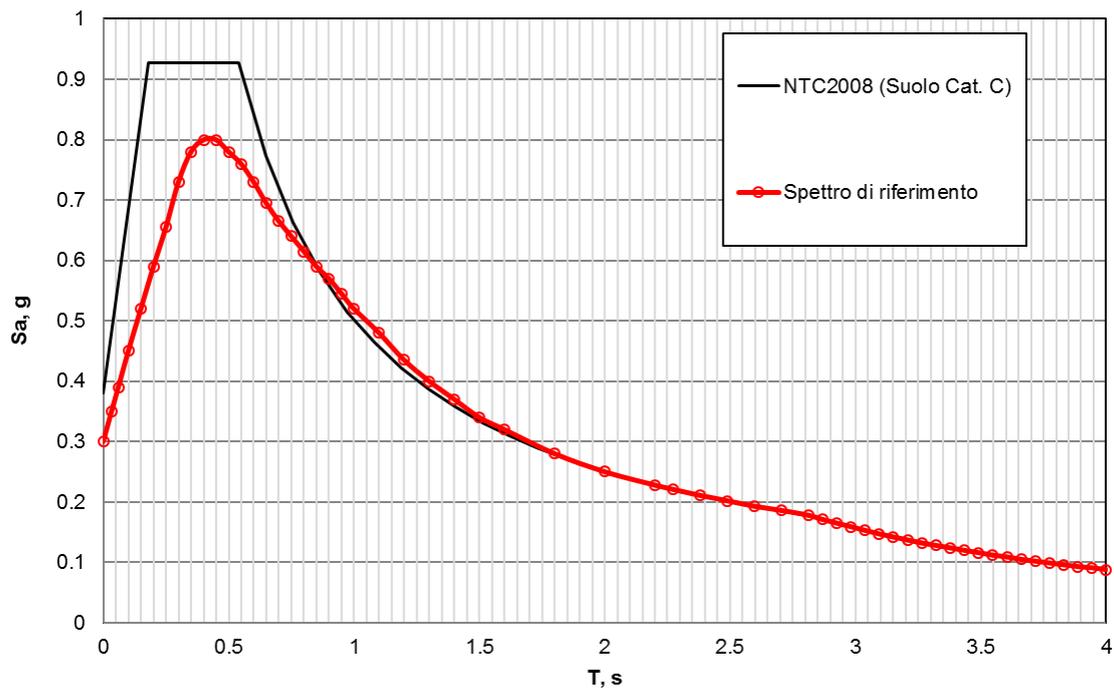
STATO LIMITE	$T_r$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
<b>SLO</b>	45	0.080	2.349	0.287
<b>SLD</b>	75	0.105	2.297	0.309
<b>SLV</b>	712	0.305	2.410	0.372
<b>SLC</b>	1462	0.407	2.345	0.403

Per effetto dell'amplificazione stratigrafica e topografica, l'accelerazione al suolo  $a_g$  subisce un'amplificazione pari a  $S_S \cdot S_T$ . Sottosuolo e ubicazione topografica sono così definiti:

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_{eg}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per il progetto allo SLV delle opere in esame vengono considerati i risultati del documento "1044\_A013\_0 Studio di microzonazione sismica", che fornisce il seguente spettro locale (categoria di suolo C, coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1.2$  e fattore di struttura  $q = 1$ ):



Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato 1044\_A008\_0.

#### 4.4.2 Coefficiente di struttura

Il coefficiente di struttura  $q$  è definito come:

$$q = q_0 \cdot K_R \cdot K_W$$

dove:

$q_0$  = valore massimo del fattore di struttura (NTC'08 § 7.4.3.2 per costruzioni in ca);

$K_R$  = fattore riduttivo dipendente dalla regolarità in altezza della struttura [NTC'08 § 7.3.1];

$K_w$  = fattore riduttivo a prevenzione del collasso per rottura delle pareti [NTC'08 § 7.4.3.2].

Nel caso in oggetto, tuttavia, si è deciso di progettare le pareti come non duttili: pertanto il valore del fattore di struttura da considerare per la determinazione dello spettro di risposta di progetto (spettro inelastico) è pari a 1 (struttura non dissipativa).

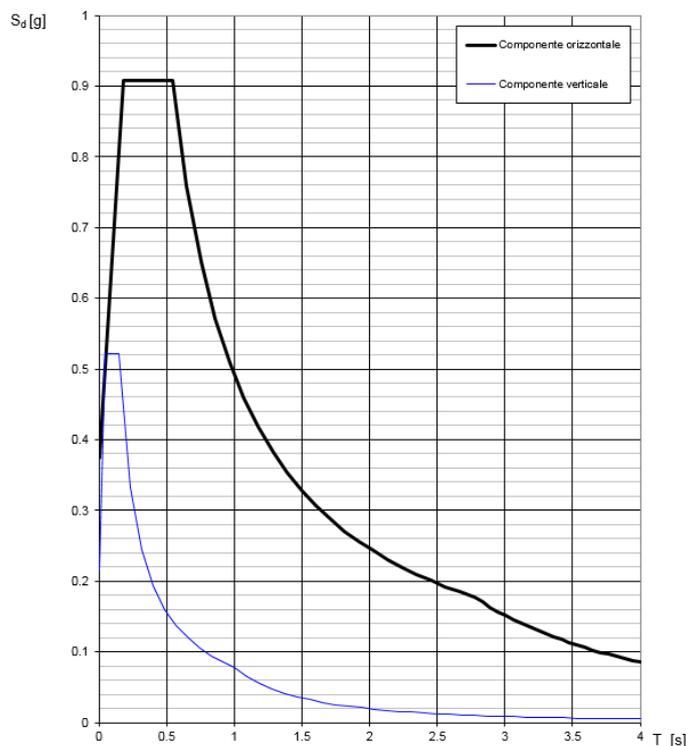
Tale assunzione di rimbalzo permette di progettare e verificare le platee di fondazione direttamente secondo le combinazioni di carico definite per le strutture in elevazione (NTC'08 § 7.2.5).

#### 4.4.3 Parametri sismici

Di seguito gli ulteriori parametri sismici da definire a cura del progettista e i relativi parametri dipendenti.

PARAMETRO	VALORE SLV	RIFERIMENTO NORMATIVO
<b>Categoria sottosuolo</b>	<b>C</b>	[Tab. 3.2.II §3.2.2 NTC'08]
Coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_S$	1.00	[Tab. 3.2.V §3.2.3.2.1 NTC'08]
<b>Categoria topografica</b>	<b>T1</b>	[Tab. 3.2.IV §3.2.2 NTC'08]
Coefficiente di amplificazione topografica $S_T$	1.00	[Tab. 3.2.VI §3.2.3.2.1 NTC'08]
$S=(S_S*S_T)$	1.00	[3.2.5 §3.2.3.2.1 NTC'08]
$T_B=T_c/3$	0.050 s	[3.2.7 §3.2.3.2.1 NTC'08]
$T_c= C_c T_c^*$	0.150 s	[3.2.8 §3.2.3.2.1 NTC'08]
$T_D=[4,0*(a_g/g)]+1,6$	1.000 s	[3.2.9 §3.2.3.2.1 NTC'08]

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



**Figura 4: Spettro SLV**

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

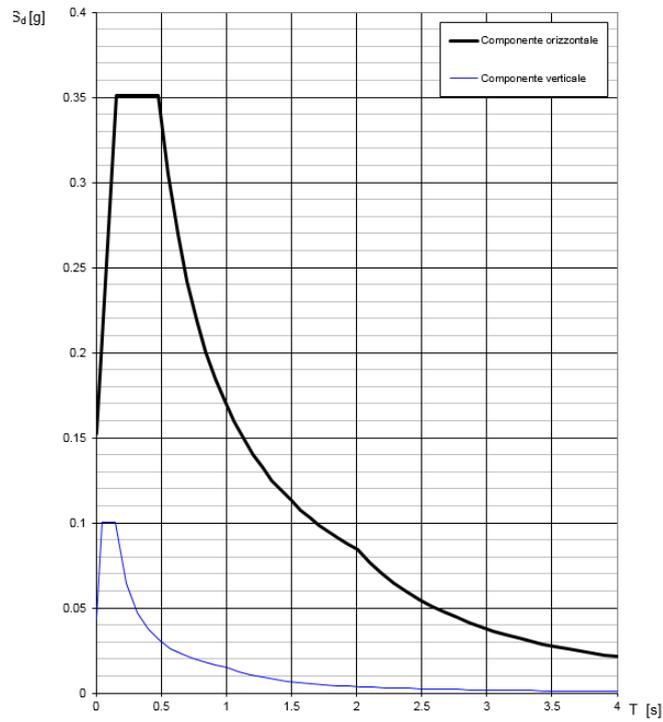


Figura 5: Spettro SLD

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

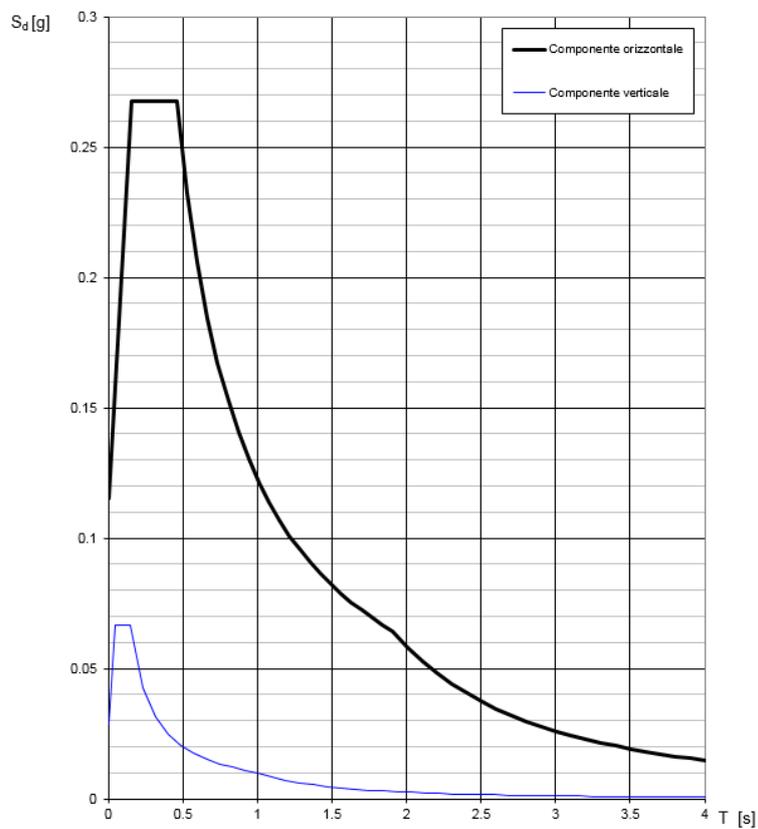


Figura 6: Spettro SLO

#### 4.4.4 Rapporto spettro SLO / spettro SLV

Il rapporto tra il valore del parametro  $a_g$  riferito allo SLO ed il valore dello stesso parametro riferito allo SLV risulta:

$$a_{g,SLO} / a_{g,SLV} = 0.08 / .305 = 0.262.$$

Tale rapporto risulterà utile per definire i coefficienti di combinazione con cui moltiplicare le azioni sismiche pseudostatiche agli SLV ( $E_{d,SLV}$ ) per ottenere direttamente le medesime azioni sismiche agli SLO ( $E_{d,SLO}$ ).

Infatti si avrà per ciascuna azione sismica:

$$E_{d,SLO} = E_{d,SLV} * 0.262.$$

Gli stessi parametri ricalcolati nelle fasi successive in automatico dai programmi di calcolo FEM utilizzati potranno risultare leggermente diversi a causa delle approssimazioni utilizzate per determinare tali parametri per punti non appartenenti al reticolo di riferimento. Tali differenze risultano comunque minime e trascurabili.

#### 4.4.5 Coefficienti sismici $k_h$ e $k_v$

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

$$k_v = \pm 0.5 * k_h$$

dove:

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito =  $S * a_g = S_S * S_T * a_g$ ;

$g$  = accelerazione di gravità;

$S = S_S * S_T$ ;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nel caso in questione per lo SLV si ha:

$\beta_m = 1$  (muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno).

I restanti parametri sono già stati individuati nei paragrafi precedenti anche in funzione dello stato limite in esame.

$S_S = 1.00$ ;

$S_T = 1.00$ ;

$a_g = 0.305 * g = 2.992 \text{ m/s}^2 \approx$

Pertanto:

$k_h = \beta_m * a_{max} / g = \beta_m * [(S_S * S_T * a_g) / g] = 0.305$ ;

$k_v = \pm 0.5 * k_h = \pm 0.153$ .

#### 4.5 BERLINESE MICROPALI TIPO 1

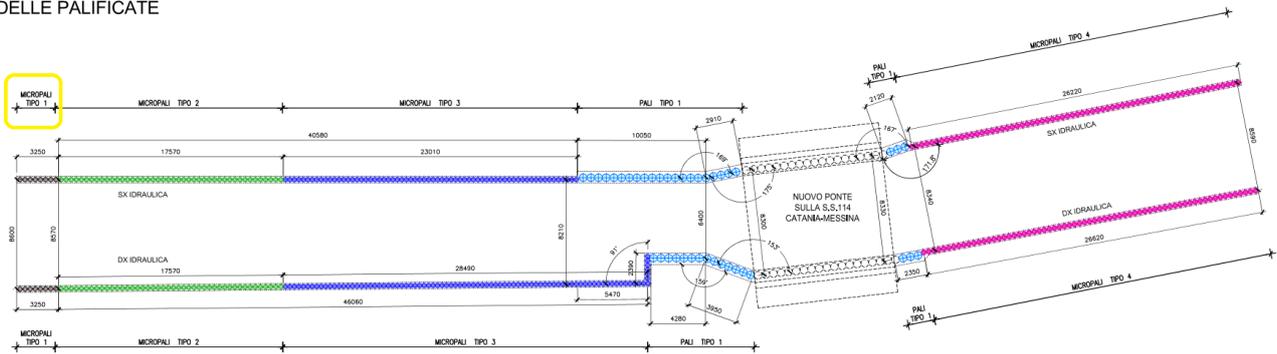
Nel tratto compreso tra l'autostrada e la ferrovia, verrà realizzata una vasca di accumulo dei sedimenti, che consentirà di sedimentare il materiale trasportato dal torrente nel tratto a valle delle briglie di regimazione previste, prima dell'ingresso nella piattaforma portuale di progetto.

Tale vasca sarà realizzata mediante sostegno delle sponde in micropali, protezione di fondo in gabbionate spessore 50 cm e briglia iniziale e terminale in gabbioni da 2x1x1 m sovrapposti.

La berlinese sarà realizzata in parte con micropali e in parte con pali.

Di seguito si riportano la verifica dei micropali di tipo 1, realizzati in corrispondenza della briglia iniziale in gabbioni, come indicato nella mappa chiave e nel prospetto seguenti.

DISTRIBUZIONE IN PIANTA  
 DELLE PALIFICATE



PROSPETTO SVILUPPO PALIFICATE

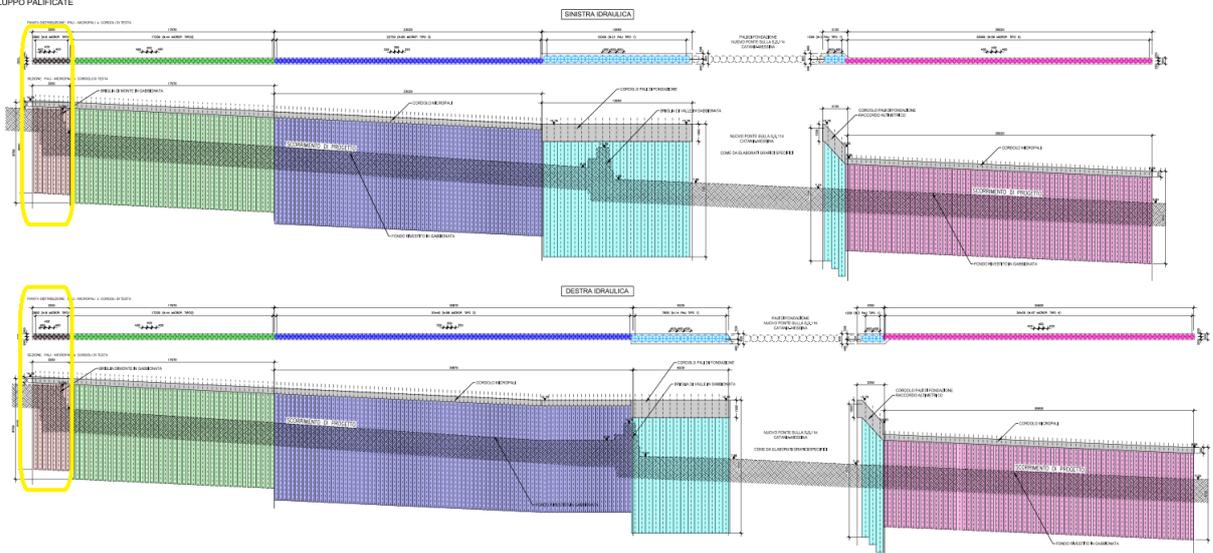
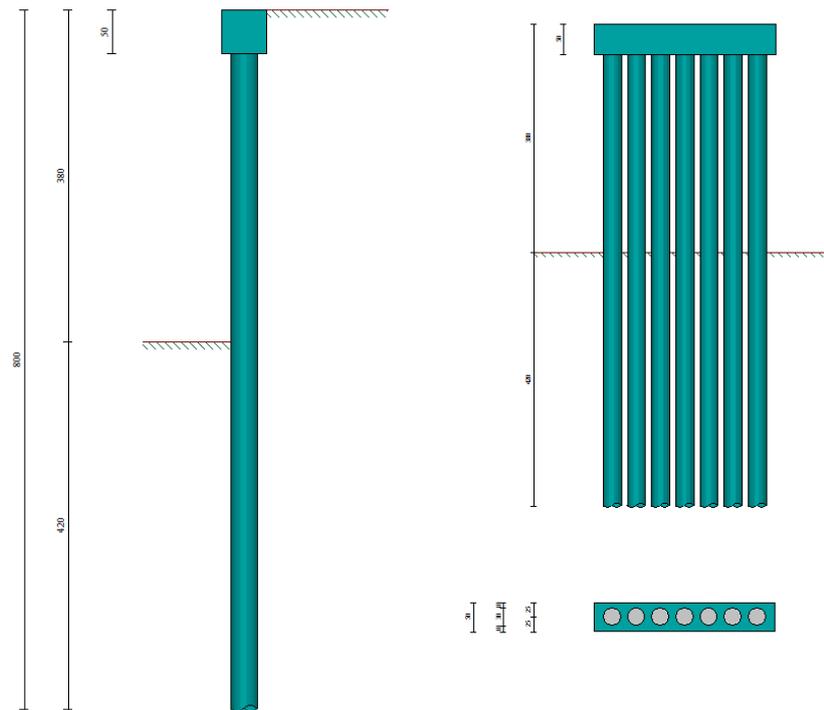


Figura 7: Berlinese – micropali tipo 1

#### 4.5.1 Geometria paratia



Tipo paratia: Paratia di micropali

Altezza fuori terra	3.80	[m]
Profondità di infissione	4.20	[m]
Altezza totale della paratia	8.00	[m]
Lunghezza paratia	3.00	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0.40	[m]
Diametro dei micropali	30.00	[cm]
Numero totale di micropali	7	
Numero di micropali per metro lineare	2.33	
Diametro esterno del tubolare	193.70	[mm]
Spessore del tubolare	8.80	[mm]

#### Geometria cordoli

*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine del cordolo  
Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

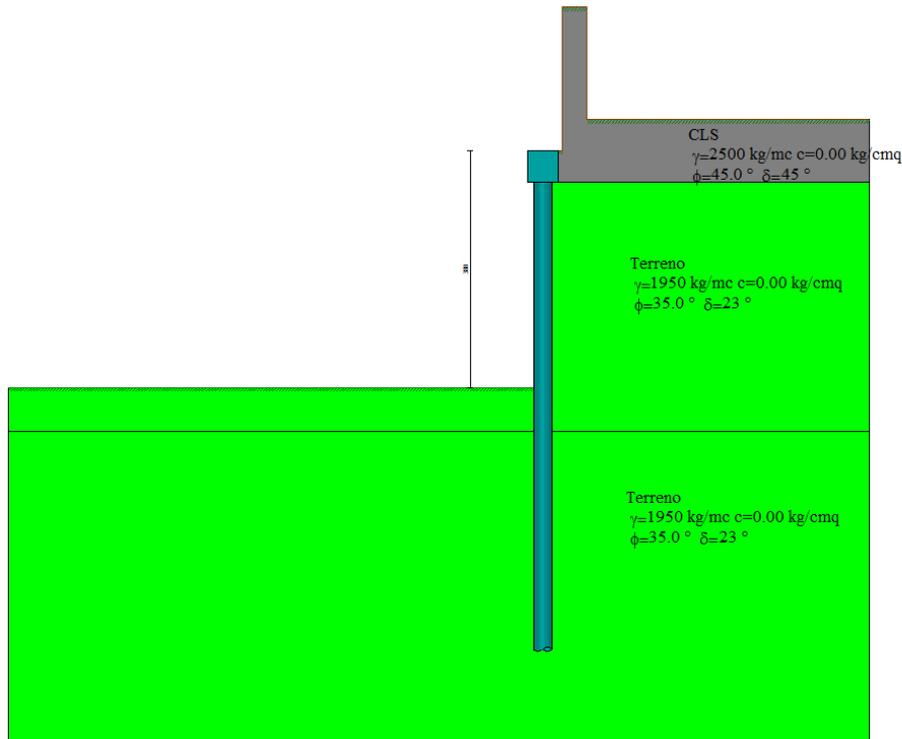
B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]  
W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0.00	Calcestruzzo	50.00	50.00	--	--

#### 4.5.2 Stratigrafia e caratteristiche terreni



##### Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia  
 sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]  
 kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)  
 Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

N°	sp	$\alpha_M$	$\alpha_V$	$K_{wM}$	$K_{wV}$	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq/cm]	[kg/cmq/cm]		
1	0.50	0.00	0.00	0.24	0.11	CLS	Terreno
2	4.00	0.00	0.00	1.17	1.11	Terreno	Terreno
3	5.00	0.00	0.00	3.17	3.11	Terreno	Terreno

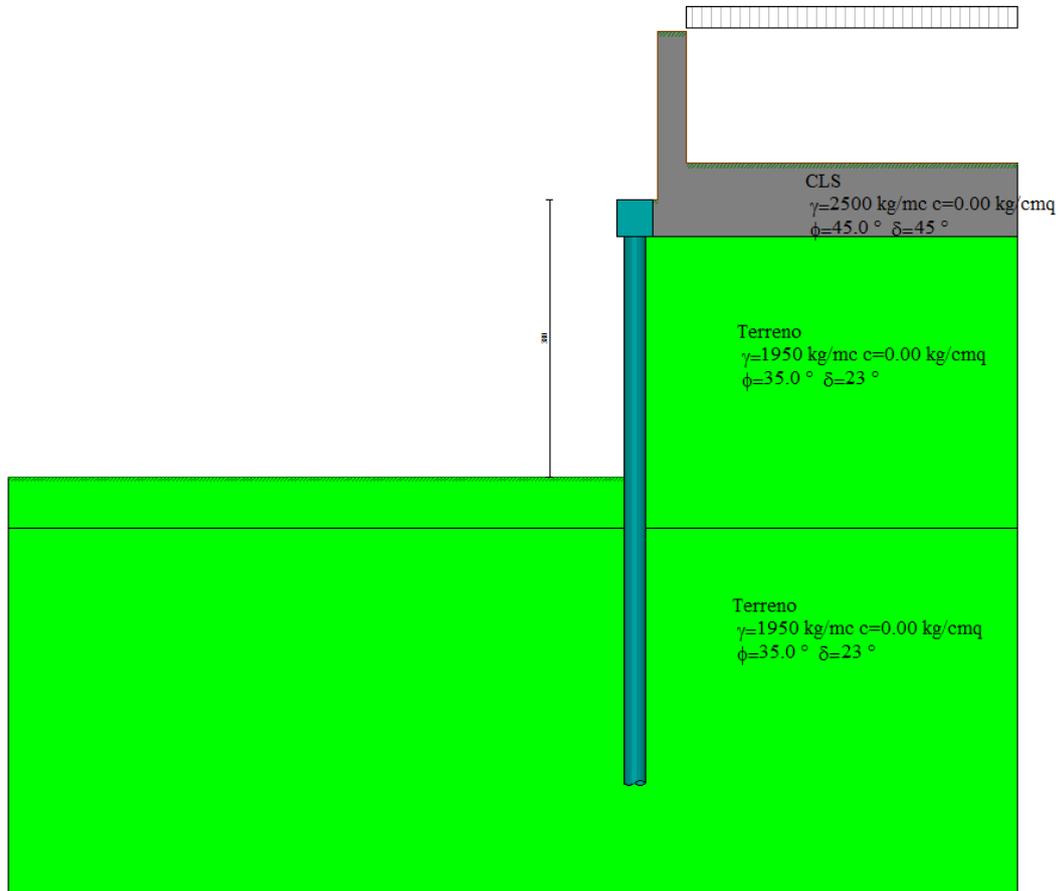
#### Descrizione terreni

##### Simbologia adottata

n° numero d'ordine  
 Descrizione Descrizione del terreno  
 $\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]  
 $\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]  
 $\Phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]  
 $\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]  
 c coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\Phi$	$\delta$	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmq]
1	CLS	2500.0	2500.0	45.00	45.00	0.000
2	Terreno	1950.0	1950.0	35.00	23.30	0.000

### 4.5.3 Condizioni di carico



*Simbologia e convenzioni adottate*

- Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia
- $F_x$  Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
  - $F_y$  Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
  - $M$  Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
  - $Q_i, Q_f$  Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
  - $V_i, V_s$  Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
  - $R$  Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1				
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 0.70$	$X_f = 5.20$	$Q_i = 200$	$Q_f = 200$

Carico distribuito all'interno dell'edificio esistenti.

### 4.5.4 Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	

Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Variabile edificio)	1.50	1.00

Combinazione n° 3 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 4 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Variabile edificio)	1.30	1.00

Combinazione n° 5 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 6 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 7 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 8 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Variabile edificio)	1.00	1.00

Combinazione n° 9 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Variabile edificio)	1.00	0.50

Combinazione n° 10 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Variabile edificio)	1.00	0.30

#### 4.5.5 Impostazioni di progetto, di analisi e verifica

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Verifica materiali: Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*f_{ck})^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*b_w*d > (v_{min}+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$$

$$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*f_{yd}*(ctg\alpha+ctg\theta)*\sin\alpha$$

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*f_{cd}'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha))/(1.0+ctg\theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura
$A_{sw}$	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo, funzione di $f_{cd}'$ e $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$$

$$k=1+(200/d)^{1/2}$$

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

#### **Stato Limite di Esercizio**

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio: Ambiente molto aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60  $f_{ck}$

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45  $f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80  $f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione: Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]  $w_1=0.20$   $w_2=0.20$   $w_3=0.20$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni di analisi: analisi per combinazioni di carico

Rottura del terreno: pressione passiva

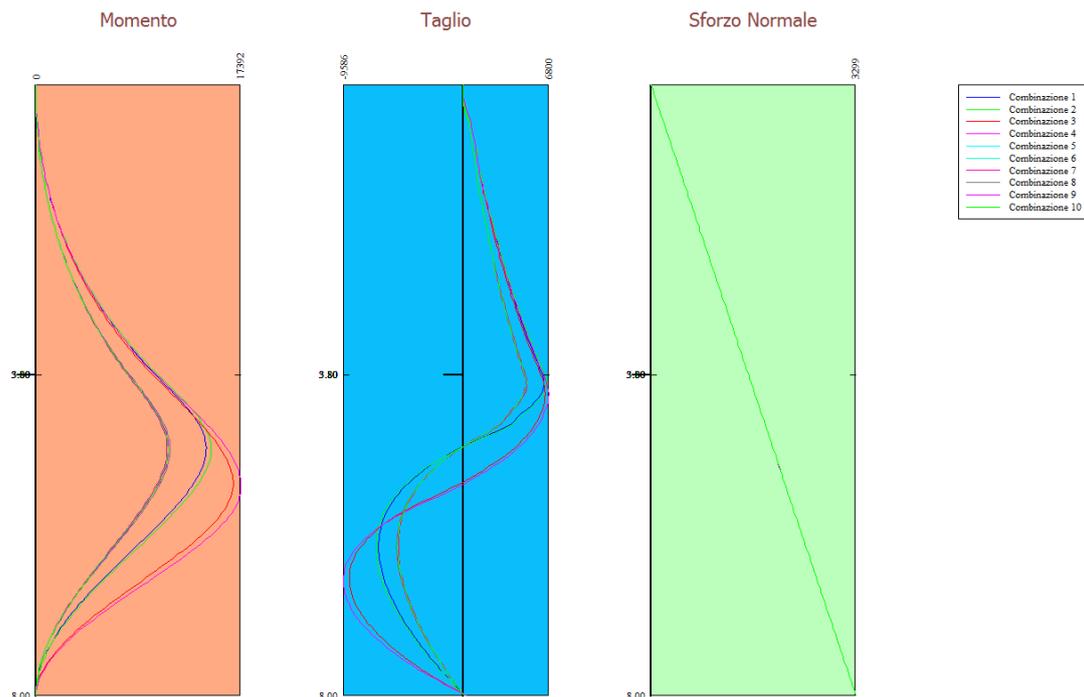
Impostazioni analisi per combinazioni di carico

Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta  $K_a$  e  $K_p$  che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica: non sono state analizzate Combinazioni/Fasi sismiche in quanto la profondità scavo è solo temporanea per la posa della briglia

### 4.5.6 Involuppo sollecitazioni agenti

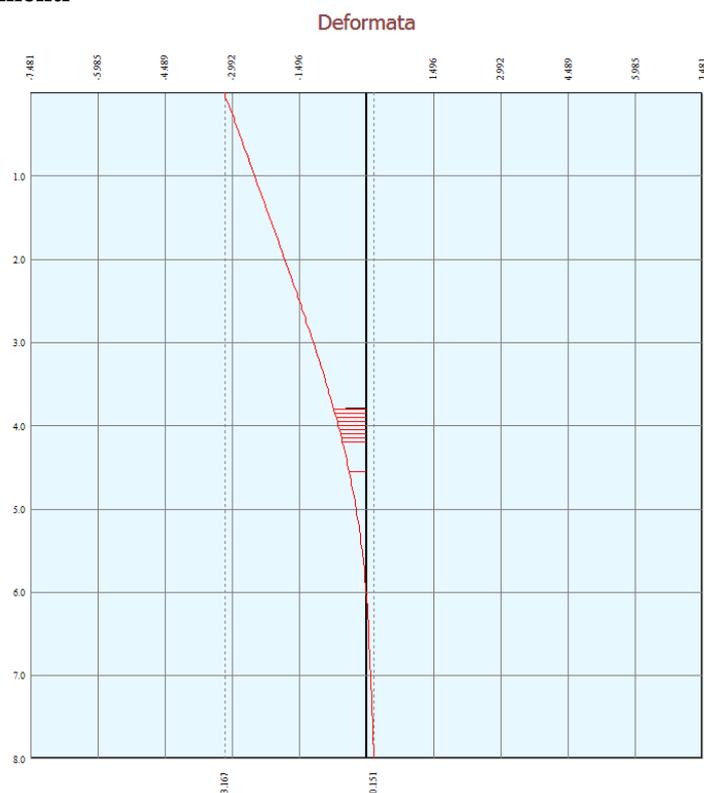


**Simbologia adottata**

n°      Indice della combinazione/fase  
 Tipo    Tipo della combinazione/fase  
 Y        ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]  
 M        momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]  
 N        sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)  
 T        taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	[A1-M1]	14463	4.75	6488	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-6753	6.05	0	0.00	MIN
2	[A1-M1]	14861	4.75	6679	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-6947	6.05	0	0.00	MIN
3	[A2-M2]	16696	5.20	6561	4.05	3299	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-9087	6.45	0	0.00	MIN
4	[A2-M2]	17392	5.25	6800	4.05	3299	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-9586	6.50	0	0.00	MIN
5	[SLER]	11125	4.75	4991	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-5194	6.05	0	0.00	MIN
6	[SLEF]	11125	4.75	4991	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-5194	6.05	0	0.00	MIN
7	[SLEQ]	11125	4.75	4991	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-5194	6.05	0	0.00	MIN
8	[SLER]	11390	4.75	5118	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-5324	6.05	0	0.00	MIN
9	[SLEF]	11257	4.75	5054	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-5259	6.05	0	0.00	MIN
10	[SLEQ]	11204	4.75	5029	3.90	3299	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-5233	6.05	0	0.00	MIN

#### 4.5.7 Verifica spostamenti



**Simbologia adottata**

- n° Indice della combinazione/fase
- Tipo Tipo della combinazione/fase
- Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
- V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U [cm]	Y <sub>U</sub> [m]	V [cm]	Y <sub>V</sub> [m]	
5	[SLER]	3.0913	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1467	8.00	0.0000	0.00	MIN
6	[SLEF]	3.0913	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1467	8.00	0.0000	0.00	MIN
7	[SLEQ]	3.0913	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1467	8.00	0.0000	0.00	MIN
8	[SLER]	3.1670	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1508	8.00	0.0000	0.00	MIN
9	[SLEF]	3.1290	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1487	8.00	0.0000	0.00	MIN
10	[SLEQ]	3.1139	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1479	8.00	0.0000	0.00	MIN

Lo spostamento massimo in condizioni di esercizio è inferiore al limite previsto, calcolato come:

$$\delta_{LIM} < 0,005 \cdot h_{fuori\ terra}$$

Nel caso di paratie non contrastate da tiranti e puntoni, ma che lavorano come mensole, si considera un'altezza fuori terra doppia rispetto a quella effettiva.

#### 4.5.8 Verifica a stabilità globale

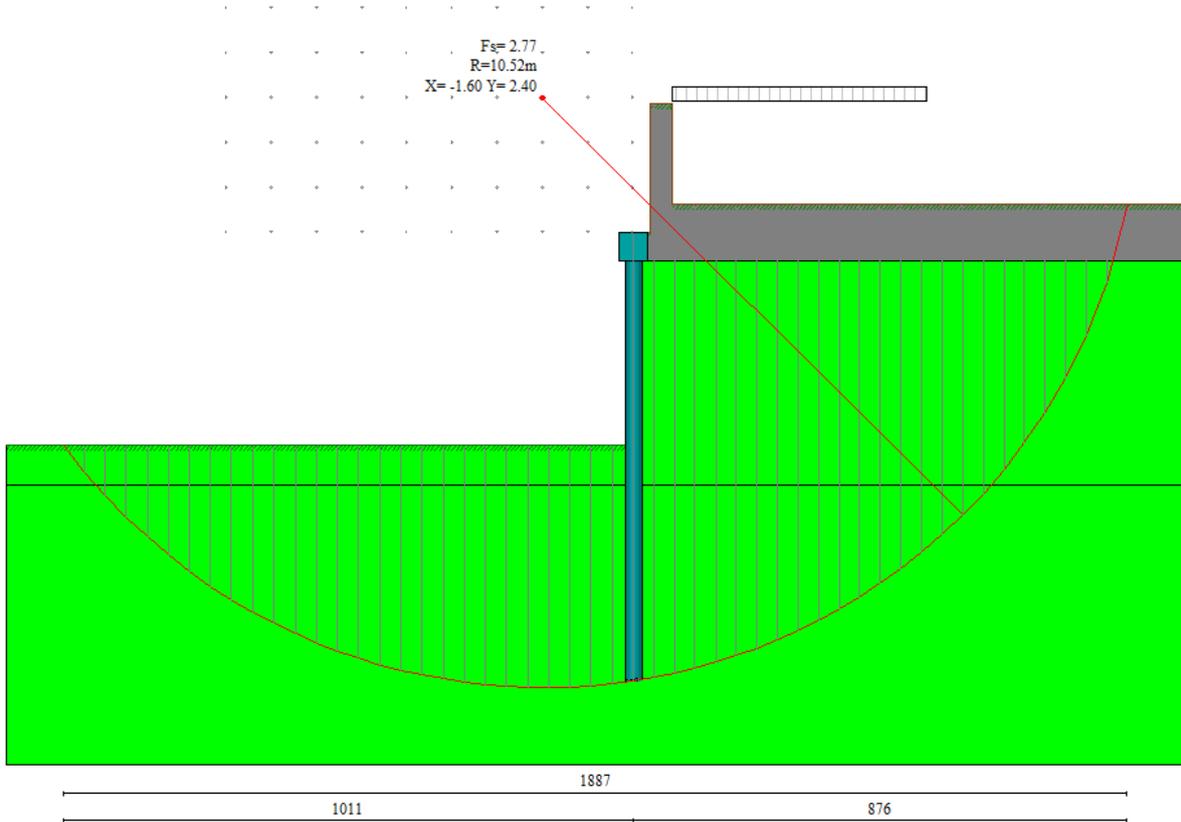
*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X <sub>c</sub> ; Y <sub>c</sub> )	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X <sub>v</sub> ; Y <sub>v</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X <sub>m</sub> ; Y <sub>m</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X <sub>c</sub> , Y <sub>c</sub> ) [m]	R [m]	(X <sub>v</sub> , Y <sub>v</sub> ) [m]	(X <sub>m</sub> , Y <sub>m</sub> ) [m]	FS
3	[A2-M2]	(-1.60; 2.40)	10.52	(-10.11; -3.79)	(8.76; 0.50)	2.79
4	[A2-M2]	(-1.60; 2.40)	10.52	(-10.11; -3.79)	(8.76; 0.50)	2.77

Combinazione n°4: A2-M2

Numero di strisce 51



*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
$\Phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	166.50	-52.33	-131.79	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
2	501.53	-49.10	-379.09	0.57	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
3	801.42	-46.07	-577.20	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
4	1071.86	-43.20	-733.80	0.51	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
5	1316.98	-40.46	-854.70	0.49	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
6	1539.86	-37.83	-944.50	0.47	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
7	1742.89	-35.29	-1006.96	0.46	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
8	1927.94	-32.83	-1045.22	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
9	2096.53	-30.43	-1061.97	0.43	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
10	2249.89	-28.09	-1059.54	0.42	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
11	2389.03	-25.81	-1040.01	0.42	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
12	2514.81	-23.56	-1005.23	0.41	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
13	2627.92	-21.35	-956.88	0.40	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
14	2728.96	-19.18	-896.51	0.40	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
15	2818.43	-17.03	-825.57	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
16	2896.75	-14.91	-745.38	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
17	2964.26	-12.81	-657.22	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
18	3021.27	-10.73	-562.30	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
19	3068.00	-8.66	-461.78	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
20	3104.64	-6.60	-356.77	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
21	3131.35	-4.55	-248.37	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
22	3148.21	-2.51	-137.63	0.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
23	3155.31	-0.47	-25.61	0.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
24	3152.66	1.57	86.64	0.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
25	3140.25	3.62	198.09	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
26	3118.04	5.66	307.70	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
27	3085.95	7.72	414.39	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
28	6143.43	9.75	1040.83	0.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
29	7692.78	11.78	1570.14	0.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
30	6212.92	13.82	1483.58	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
31	6144.09	15.87	1680.24	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
32	6065.14	17.95	1869.02	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
33	5975.71	20.05	2048.73	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
34	5875.40	22.18	2218.13	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
35	5763.74	24.34	2375.89	0.40	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
36	5640.16	26.55	2520.59	0.41	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
37	5503.97	28.79	2650.65	0.42	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
38	5354.38	31.08	2764.35	0.43	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
39	5190.42	33.43	2859.75	0.44	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
40	5010.91	35.85	2934.70	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
41	4814.44	38.34	2986.67	0.47	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
42	4528.14	40.92	2966.18	0.48	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
43	4268.13	43.61	2943.97	0.50	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
44	4008.02	46.42	2903.68	0.53	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
45	3720.17	49.39	2824.29	0.56	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
46	3399.25	52.55	2698.71	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
47	3037.56	55.96	2517.13	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
48	2623.16	59.71	2264.98	0.72	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
49	2135.50	63.94	1918.37	0.83	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
50	1532.40	68.97	1430.33	1.02	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
51	625.89	75.36	605.58	1.44	33.96	0.000	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\sum W_i = 174746.91$  [kg]

$\sum W_i \sin \alpha_i = 39369.27$  [kg]

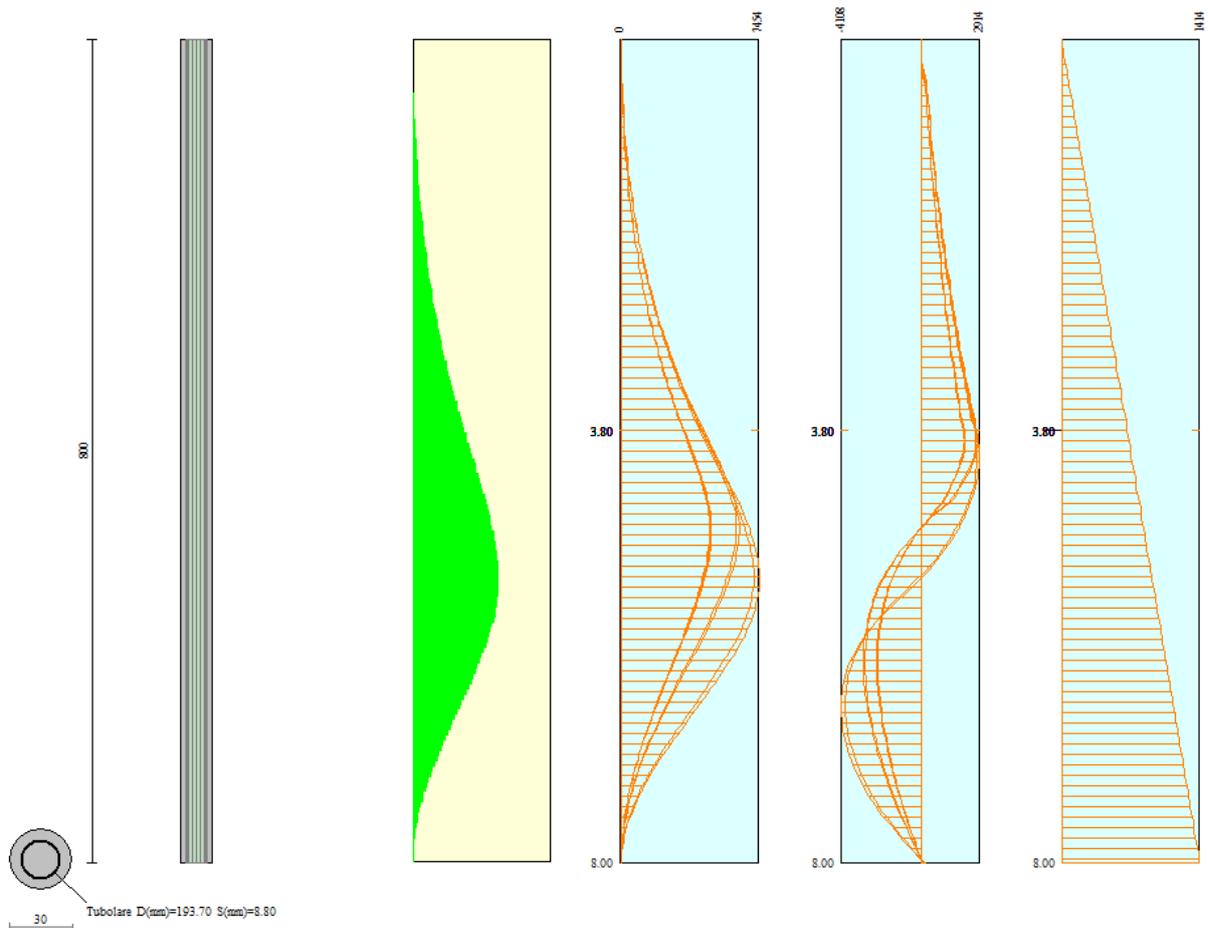
$\sum W_i \tan \Phi_i = 97958.18$  [kg]

$\sum \tan \alpha_i \tan \Phi_i = 7.18$

#### 4.5.9 Verifiche armatura paratia

##### Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo	30.00 cm
Area della sezione trasversale	706.86 cmq
Diametro esterno del tubolare	193.70 mm
Spessore del tubolare	8.80 mm
Area della sezione tubolare	51.12 cmq
Inerzia della sezione tubolare	2189.45 cm <sup>4</sup>



##### Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

###### *Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	taglio resistente espresso in [kg]
FS <sub>T</sub>	fattore di sicurezza a taglio

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

N°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	[A1-M1]	4.75	6198	839	12040	1630	1.94
2	[A1-M1]	4.75	6369	839	12039	1587	1.89
3	[A2-M2]	5.20	7155	919	12038	1546	1.68
4	[A2-M2]	5.25	7454	928	12036	1498	1.61

N°	Tipo	Y	T	Tr	FS <sub>T</sub>
		[m]	[kgm]	[kg]	
1	[A1-M1]	6.05	-2894	92899	32.10
2	[A1-M1]	6.05	-2977	92899	31.20
3	[A2-M2]	6.45	-3894	92899	23.85
4	[A2-M2]	6.50	-4108	92899	22.61

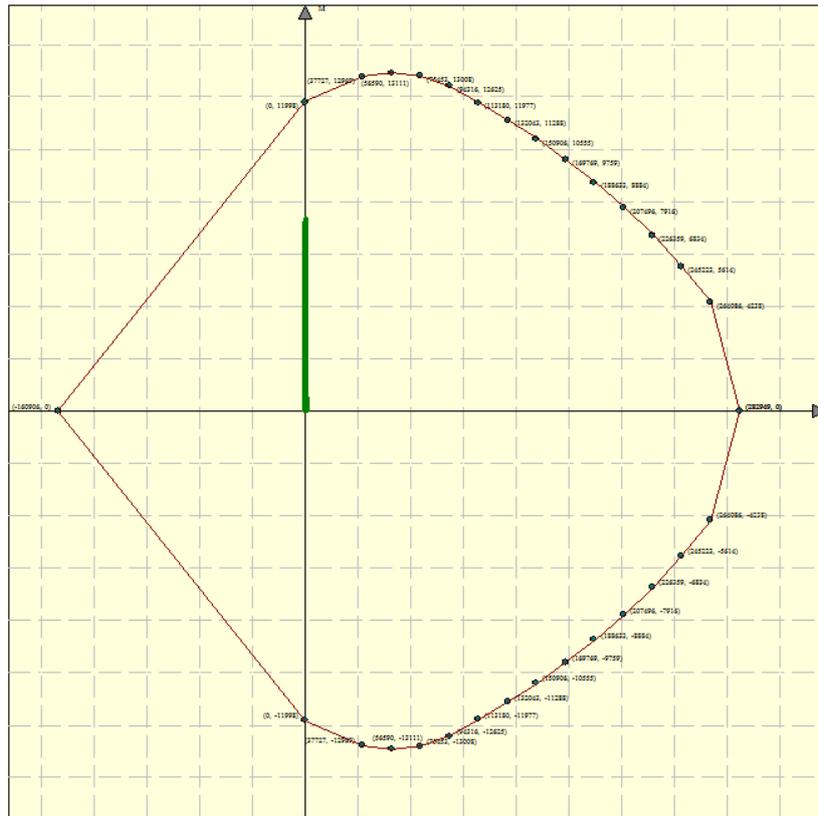
*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$\sigma_f$	tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\tau_f$	tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{id}$	tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

N°	Tipo	$\sigma_f$	Y( $\sigma_f$ )	$\tau_f$	Y( $\tau_f$ )	$\sigma_{id}$	Y( $\sigma_{id}$ )
		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[m]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[m]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[m]
5	[SLER]	2125.54	4.75	87.10	6.05	2125.54	4.75
6	[SLEF]	2125.54	4.75	87.10	6.05	2125.54	4.75
7	[SLEQ]	2125.54	4.75	87.10	6.05	2125.54	4.75
8	[SLER]	2175.76	4.75	89.27	6.05	2175.76	4.75
9	[SLEF]	2150.53	4.75	88.18	6.05	2150.53	4.75
10	[SLEQ]	2140.51	4.75	87.75	6.05	2140.52	4.75

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.

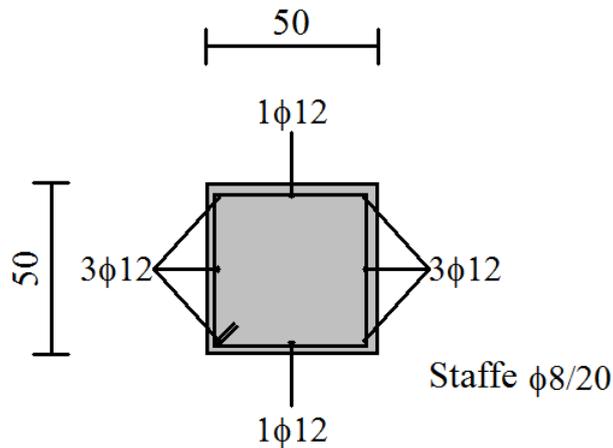
COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
 INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
 PROGETTO ESECUTIVO



#### 4.5.10 Verifiche armatura cordoli

*Simbologia adottata*

$M_h$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 $T_h$  taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 $M_v$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 $T_v$  taglio espresso in [kg] nel piano verticale



#### **Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

$B=50.00$ [cm]	$H=50.00$ [cm]		
$A_{fv}=3.39$ [cmq]	$A_{fh}=1.13$ [cmq]	Staffe $\Phi 8/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=1088$ [kgm]	$M_{uh}=6188$ [kgm]	FS=5.69	
$T_h=2176$ [kg]	$T_{Rh}=8123$ [kg]	FS <sub>T</sub> =3.73	
$M_v=50$ [kgm]	$M_{uv}=6188$ [kgm]	FS=123.76	
$T_v=250$ [kg]	$T_R=8123$ [kg]	FS <sub>Tv</sub> =32.49	

#### 4.6 BERLINESE MICROPALI TIPO 2

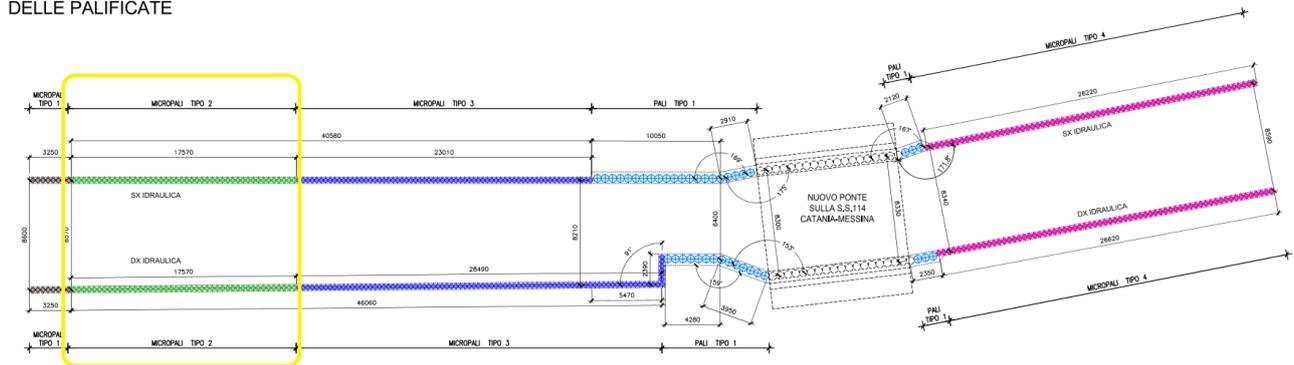
Nel tratto compreso tra l'autostrada e la ferrovia, verrà realizzata una vasca di accumulo dei sedimenti, che consentirà di sedimentare il materiale trasportato dal torrente nel tratto a valle delle briglie di regimazione previste, prima dell'ingresso nella piattaforma portuale di progetto.

Tale vasca sarà realizzata mediante sostegno delle sponde in micropali, protezione di fondo in gabbionate spessore 50 cm e briglia iniziale e terminale in gabbioni da 2x1x1 m sovrapposti.

La berlinese sarà realizzata in parte con micropali e in parte con pali.

Di seguito si riportano la verifica dei micropali di tipo 2, posizionati come indicato nella mappa chiave e nel prospetto seguenti.

DISTRIBUZIONE IN PIANTA  
 DELLE PALIFICATE



PROSPETTO SVILUPPO PALIFICATE

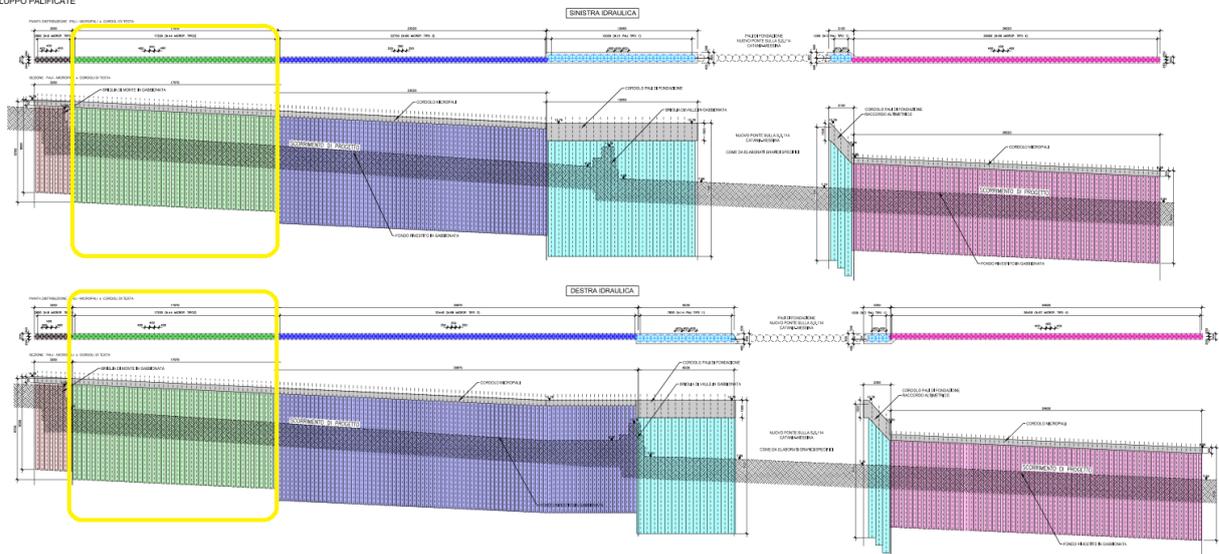
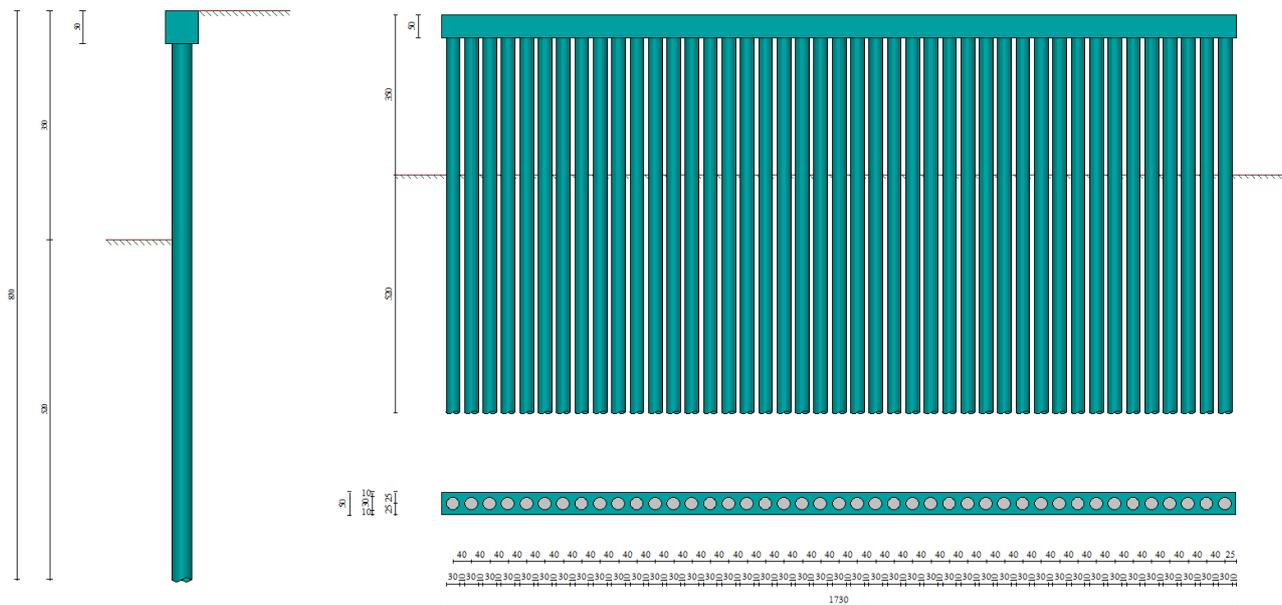


Figura 8: Berlinese – micropali tipo 2

### 4.6.1 Geometria paratia



Tipo paratia: Paratia di micropali

Altezza fuori terra	3.50	[m]
Profondità di infissione	5.20	[m]
Altezza totale della paratia	8.70	[m]
Lunghezza paratia	17.30	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0.40	[m]
Diametro dei micropali	30.00	[cm]
Numero totale di micropali	43	
Numero di micropali per metro lineare	2.49	
Diametro esterno del tubolare	203.00	[mm]
Spessore del tubolare	9.50	[mm]

#### Geometria cordoli

*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine del cordolo  
 Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

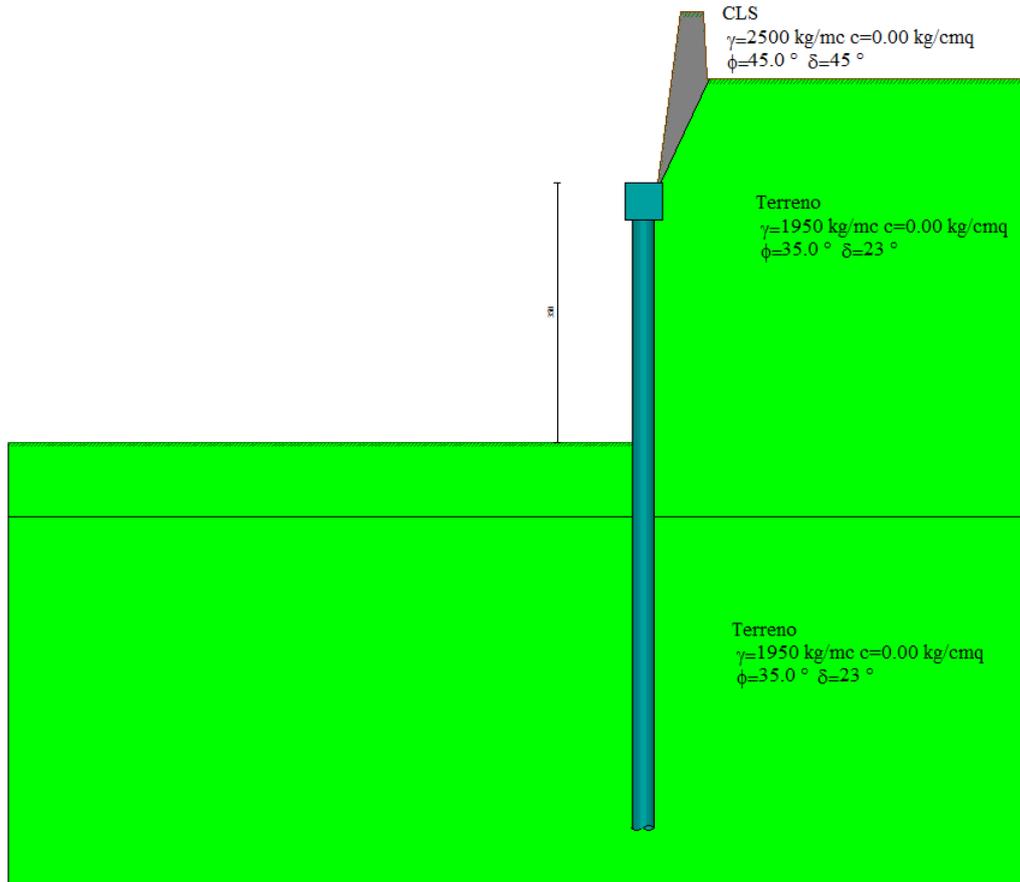
B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
 H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]  
 W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0.00	Calcestruzzo	50.00	50.00	--	--

#### 4.6.2 Stratigrafia e caratteristiche terreni



**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
- sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
- kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm
- $\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)
- Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

N°	sp	$\alpha_M$	$\alpha_V$	K <sub>wM</sub>	K <sub>wV</sub>	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq/cm]	[kg/cmq/cm]		
1	0.50	65.00	0.00	0.24	0.11	CLS	Terreno
2	4.00	0.00	0.00	1.17	1.11	Terreno	Terreno
3	5.00	0.00	0.00	3.17	3.11	Terreno	Terreno

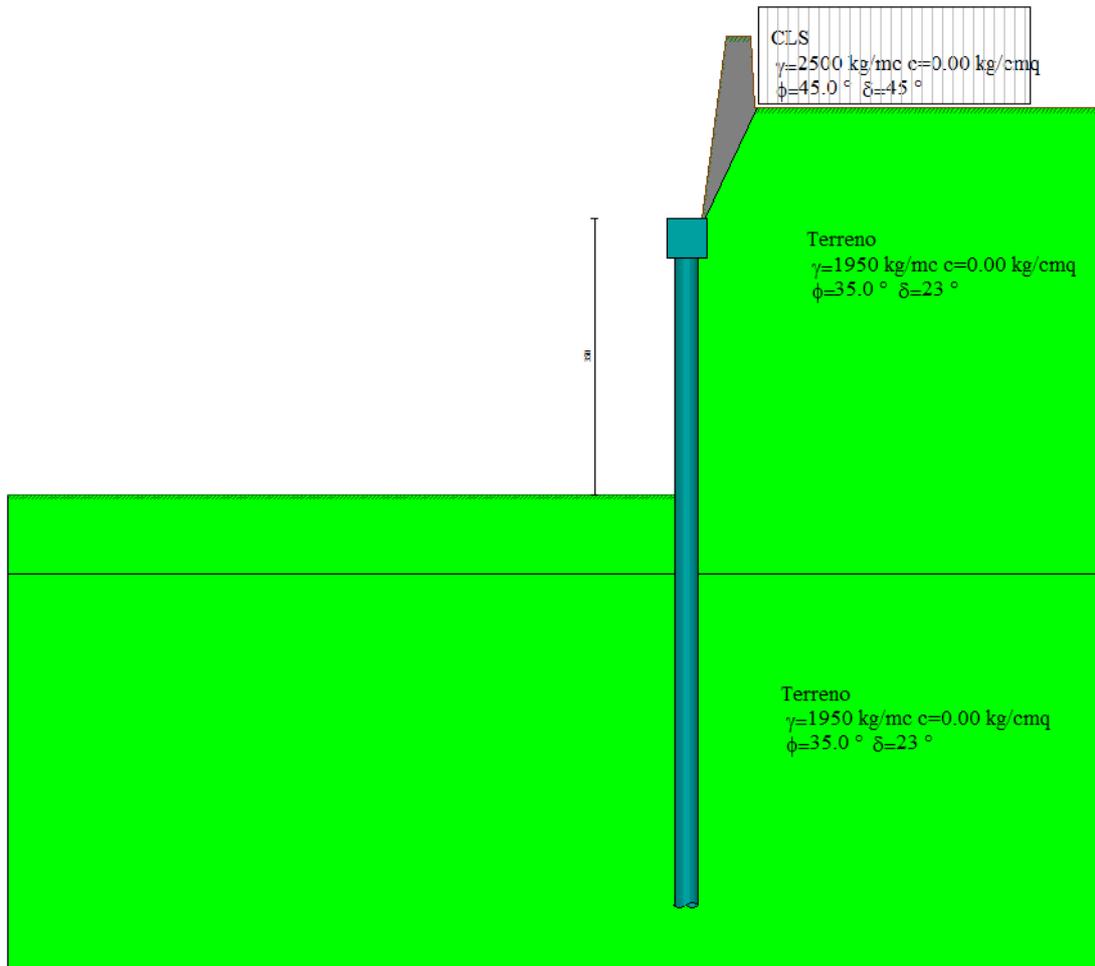
#### Descrizione terreni

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine
- Descrizione Descrizione del terreno
- $\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
- $\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
- $\Phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
- $\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
- c coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\Phi$	$\delta$	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmq]
1	CLS	2500.0	2500.0	45.00	45.00	0.000
2	Terreno	1950.0	1950.0	35.00	23.30	0.000

### 4.6.3 Condizioni di carico



**Simbologia e convenzioni adottate**

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

- $F_x$  Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
- $F_y$  Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
- $M$  Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
- $Q_i, Q_f$  Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
- $V_i, V_s$  Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
- $R$  Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1				
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 0.90$	$X_f = 4.30$	$Q_i = 900$	$Q_f = 900$

### 4.6.4 Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	

Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Strada)	1.35	1.00

Combinazione n° 3 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 4 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 5 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 6 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.15	1.00

Combinazione n° 7 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 8 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 9 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 10 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 11 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
-----------------	----------	--------------

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 12 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.00	1.00

Combinazione n° 13 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.00	0.40

Combinazione n° 14 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 15 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

#### 4.6.5 Impostazioni di progetto, di analisi e verifica

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Verifica materiali: Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura

$A_{sw}$  area armatura trasversale [mmq]  
 $s$  interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]  
 $\alpha_c$  coefficiente maggiorativo, funzione di  $f_{cd}$  e  $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}' = 0.5 * f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

### Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio: Ambiente molto aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)	0.60 $f_{ck}$
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)	0.45 $f_{ck}$
Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)	0.80 $f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione: Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]  $w_1=0.20$   $w_2=0.20$   $w_3=0.20$

### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni di analisi: analisi per combinazioni di carico

Rottura del terreno: pressione passiva

Impostazioni analisi per combinazioni di carico

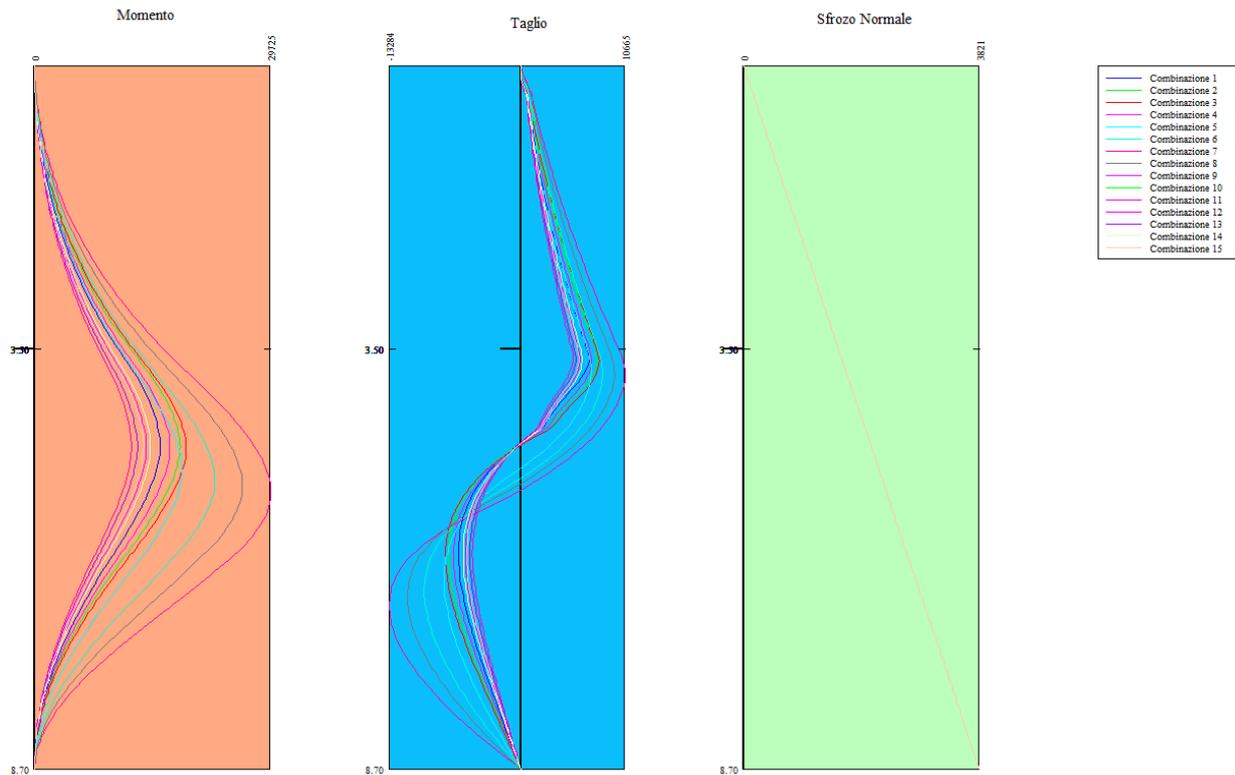
Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta  $K_a$  e  $K_p$  che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica:

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	2.940	0.785
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.600	2.349
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.000	0.287
Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )	1.000	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.000	1.500

### 4.6.6 Involuppo sollecitazioni agenti

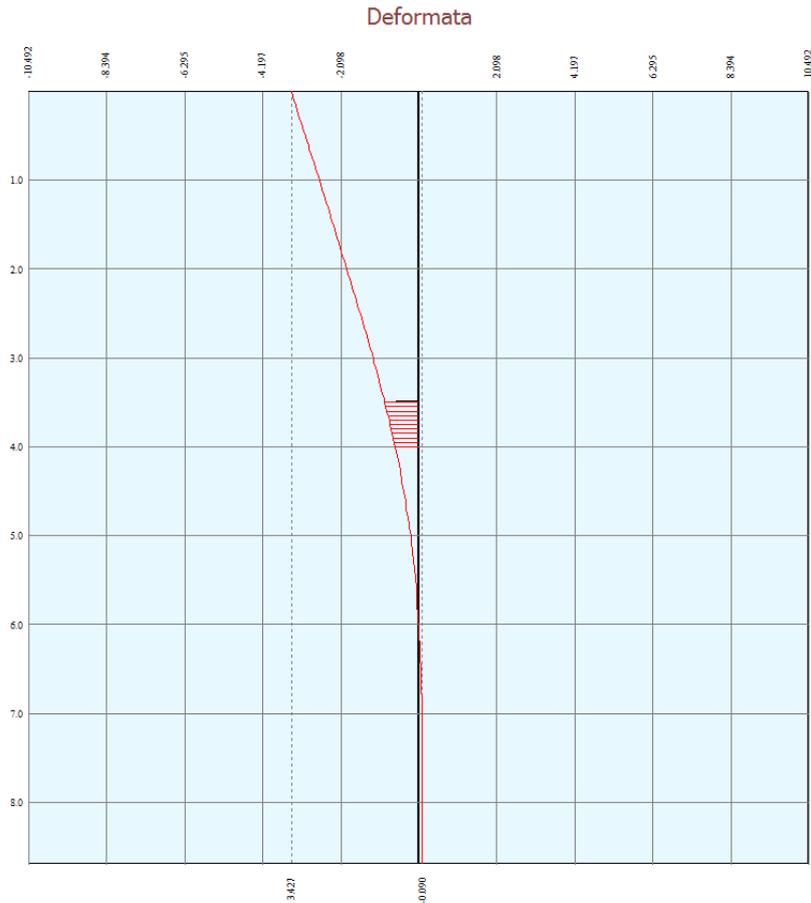


*Simbologia adottata*

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
- M        momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
- N        sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
- T        taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	[A1-M1]	15832	4.70	6939	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-6289	6.05	0	0.00	MIN
2	[A1-M1]	18324	4.70	7876	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-7288	6.05	0	0.00	MIN
3	[A1-M1 S]	19091	4.70	8003	3.65	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-7611	6.05	0	0.00	MIN
4	[A1-M1 S]	17044	4.70	7222	3.65	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-6788	6.05	0	0.00	MIN
5	[A2-M2]	18561	5.00	7181	3.75	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-7751	6.35	0	0.00	MIN
6	[A2-M2]	22675	5.10	8367	3.80	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-9732	6.50	0	0.00	MIN
7	[A2-M2 S]	29725	5.25	10665	3.80	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-13284	6.65	0	0.00	MIN
8	[A2-M2 S]	26158	5.20	9583	3.80	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-11427	6.55	0	0.00	MIN
9	[SLER]	12178	4.70	5338	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	8.70	-4838	6.05	0	0.00	MIN
10	[SLEF]	12178	4.70	5338	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	8.70	-4838	6.05	0	0.00	MIN
11	[SLEQ]	12178	4.70	5338	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	8.70	-4838	6.05	0	0.00	MIN
12	[SLER]	14023	4.70	6032	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-5577	6.05	0	0.00	MIN
13	[SLEF]	12906	4.70	5616	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-5129	6.05	0	0.00	MIN
14	[SLEQ S]	14580	4.70	6266	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	8.70	-5799	6.05	0	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	13708	4.70	5931	3.60	3821	8.70	MAX
--	--	0	0.00	-5449	6.05	0	0.00	MIN

#### 4.6.7 Verifica spostamenti



**Simbologia adottata**

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- U        spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
- V        spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U [cm]	Y <sub>U</sub> [m]	V [cm]	Y <sub>V</sub> [m]	
9	[SLER]	2.8558	0.00	0.0027	0.00	MAX
--	--	-0.0744	8.70	0.0000	0.00	MIN
10	[SLEF]	2.8558	0.00	0.0027	0.00	MAX
--	--	-0.0744	8.70	0.0000	0.00	MIN
11	[SLEQ]	2.8558	0.00	0.0027	0.00	MAX
--	--	-0.0744	8.70	0.0000	0.00	MIN
12	[SLER]	3.2965	0.00	0.0027	0.00	MAX
--	--	-0.0866	8.70	0.0000	0.00	MIN
13	[SLEF]	3.0290	0.00	0.0027	0.00	MAX
--	--	-0.0792	8.70	0.0000	0.00	MIN
14	[SLEQ S]	3.4273	0.00	0.0027	0.00	MAX
--	--	-0.0901	8.70	0.0000	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	3.2193	0.00	0.0027	0.00	MAX
--	--	-0.0843	8.70	0.0000	0.00	MIN

Lo spostamento massimo in condizioni di esercizio è inferiore al limite previsto, calcolato come:

$$\delta_{LIM} < 0,005 \cdot h_{fuori\ terra}$$

Nel caso di paratie non contrastate da tiranti e puntoni, ma che lavorano come mensole, si considera un'altezza fuori terra doppia rispetto a quella effettiva.

#### 4.6.8 Verifica a stabilità globale

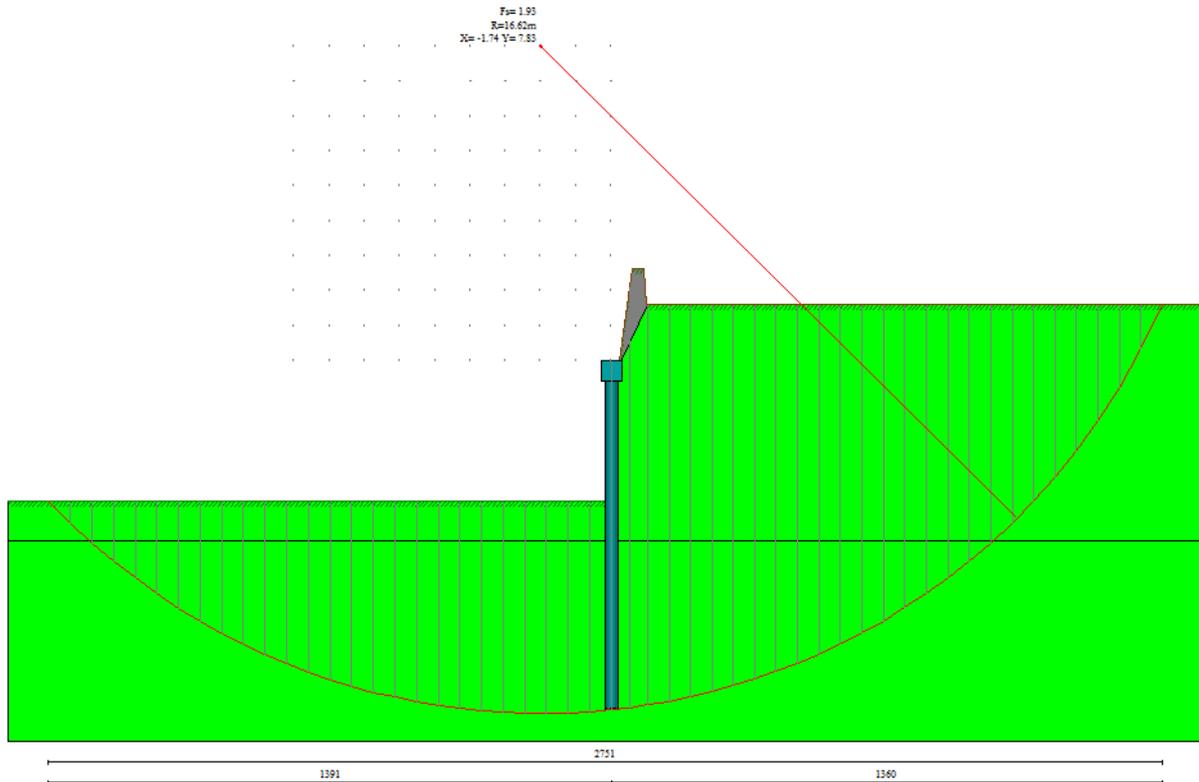
*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(Xc; Yc)	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(Xv; Yv)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(Xm; Ym)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(Xc, Yc) [m]	R [m]	(Xv, Yv) [m]	(Xm, Ym) [m]	FS
5	[A2-M2]	(-1.74; 3.48)	12.30	(-11.88; -3.48)	(10.39; 1.40)	3.09
6	[A2-M2]	(-1.74; 3.48)	12.30	(-11.88; -3.48)	(10.39; 1.40)	3.05
7	[A2-M2 S]	(-1.74; 7.83)	16.62	(-13.91; -3.49)	(13.60; 1.40)	2.05
8	[A2-M2 S]	(-1.74; 7.83)	16.62	(-13.91; -3.49)	(13.60; 1.40)	1.93

Combinazione n°8: A2-M2 sismica

Numero di strisce 51



*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
$\Phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche delle strisce

N°	W	α(°)	Wsinα	L	l	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	275.45	-45.76	-197.32	0.77	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
2	823.86	-43.17	-563.65	0.73	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
3	1325.67	-40.69	-864.26	0.71	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
4	1786.07	-38.30	-1106.89	0.68	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
5	2209.14	-35.98	-1297.94	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
6	2598.19	-33.73	-1442.84	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
7	2955.90	-31.54	-1546.31	0.63	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
8	3284.52	-29.40	-1612.45	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
9	3585.90	-27.30	-1644.95	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
10	3861.63	-25.25	-1647.09	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
11	4113.03	-23.22	-1621.89	0.58	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
12	4341.24	-21.23	-1572.11	0.57	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
13	4547.23	-19.26	-1500.30	0.57	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
14	4731.84	-17.32	-1408.86	0.56	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
15	4895.78	-15.40	-1300.05	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
16	5039.64	-13.49	-1175.99	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
17	5163.94	-11.60	-1038.74	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
18	5269.10	-9.73	-890.26	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
19	5355.49	-7.86	-732.43	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
20	5423.37	-6.00	-567.11	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
21	5472.97	-4.15	-396.10	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
22	5504.45	-2.30	-221.16	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
23	5517.90	-0.46	-44.05	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
24	5513.37	1.39	133.49	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
25	5490.84	3.23	309.72	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
26	5450.25	5.08	482.90	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
27	8064.56	6.78	951.79	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
28	9595.38	8.32	1388.22	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
29	10260.86	10.02	1784.80	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
30	10155.04	11.88	2090.01	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
31	10030.62	13.75	2384.05	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
32	9887.16	15.64	2665.03	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
33	9724.17	17.54	2930.99	0.56	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
34	9541.06	19.47	3179.85	0.56	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
35	9337.13	21.42	3409.44	0.57	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
36	9111.58	23.39	3617.46	0.58	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
37	8863.46	25.40	3801.42	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
38	8591.66	27.44	3958.67	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
39	8294.89	29.51	4086.30	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
40	7971.63	31.63	4181.12	0.62	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
41	7620.06	33.81	4239.60	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
42	7238.04	36.03	4257.76	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
43	6822.96	38.33	4231.08	0.68	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
44	6371.64	40.69	4154.32	0.70	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
45	5880.16	43.15	4021.34	0.73	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
46	5343.54	45.71	3824.74	0.76	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
47	4755.37	48.39	3555.40	0.80	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
48	4107.13	51.22	3201.75	0.85	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
49	3387.04	54.24	2748.49	0.91	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
50	2578.04	57.50	2174.33	0.99	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
51	1653.62	61.09	1447.53	1.10	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
52	579.24	64.73	523.80	1.24	29.26	0.000	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\sum W_i = 290302.81$  [kg]

$\sum W_i \sin \alpha_i = 55342.63$  [kg]

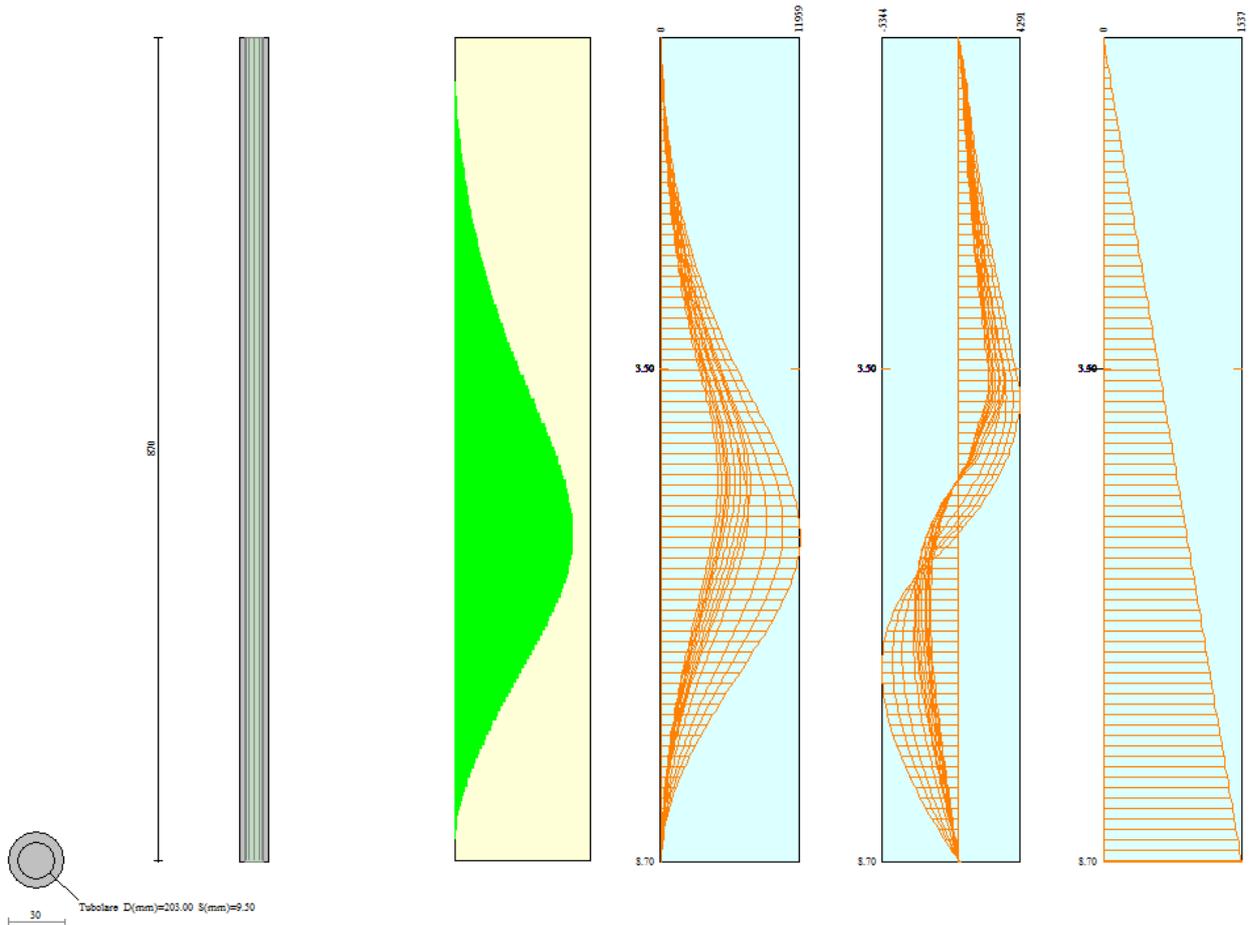
$\sum W_i \tan \Phi_i = 162617.77$  [kg]

$\sum \tan \alpha_i \tan \Phi_i = 5.25$

#### 4.6.9 Verifiche armatura paratia

##### Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo	30.00 cm
Area della sezione trasversale	706.86 cmq
Diametro esterno del tubolare	203.00 mm
Spessore del tubolare	9.50 mm
Area della sezione tubolare	57.75 cmq
Inerzia della sezione tubolare	2709.39 cm <sup>4</sup>



##### Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

###### *Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	taglio resistente espresso in [kg]
FS <sub>T</sub>	fattore di sicurezza a taglio

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

N°	Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	[A1-M1]	4.70	6369	831	13794	1799	2.17
2	[A1-M1]	4.70	7372	831	13788	1553	1.87
3	[A1-M1 S]	4.70	7681	831	13786	1491	1.79
4	[A1-M1 S]	4.70	6857	831	13791	1670	2.01
5	[A2-M2]	5.00	7468	884	13790	1632	1.85
6	[A2-M2]	5.10	9123	901	13783	1362	1.51
7	[A2-M2 S]	5.25	11959	928	13777	1069	1.15
8	[A2-M2 S]	5.20	10524	919	13780	1203	1.31

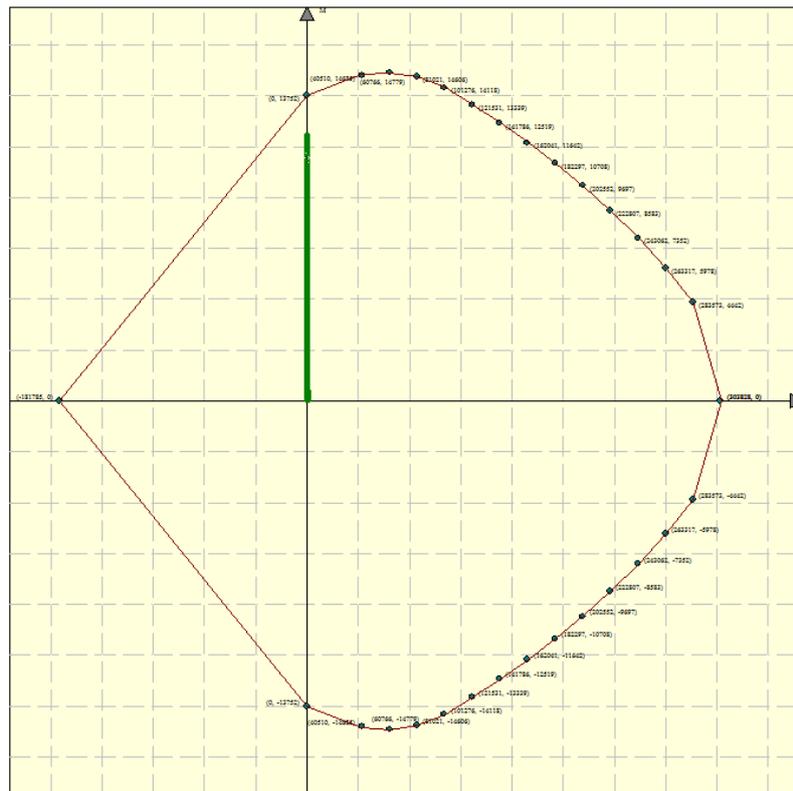
N°	Tipo	Y [m]	T [kgm]	Tr [kg]	FSr
1	[A1-M1]	3.60	2792	104953	37.59
2	[A1-M1]	3.60	3169	104953	33.12
3	[A1-M1 S]	3.65	3220	104953	32.60
4	[A1-M1 S]	3.65	2905	104953	36.12
5	[A2-M2]	6.35	-3118	104953	33.66
6	[A2-M2]	6.50	-3915	104953	26.81
7	[A2-M2 S]	6.65	-5344	104953	19.64
8	[A2-M2 S]	6.55	-4597	104953	22.83

*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$\sigma_r$	tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\tau_r$	tensione tangenziale nell'armatura, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{id}$	tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_r^2 + 3 \tau_r^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

N°	Tipo	$\sigma_r$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\sigma_r$ ) [m]	$\tau_r$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\tau_r$ ) [m]	$\sigma_{id}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\sigma_{id}$ ) [m]
9	[SLER]	1849.88	4.70	74.37	3.60	1849.90	4.70
10	[SLEF]	1849.88	4.70	74.37	3.60	1849.90	4.70
11	[SLEQ]	1849.88	4.70	74.37	3.60	1849.90	4.70
12	[SLER]	2127.91	4.70	84.05	3.60	2127.93	4.70
13	[SLEF]	1959.51	4.70	78.24	3.60	1959.52	4.70
14	[SLEQ S]	2211.93	4.70	87.30	3.60	2211.95	4.70
15	[SLEQ S]	2080.44	4.70	82.64	3.60	2080.45	4.70

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.



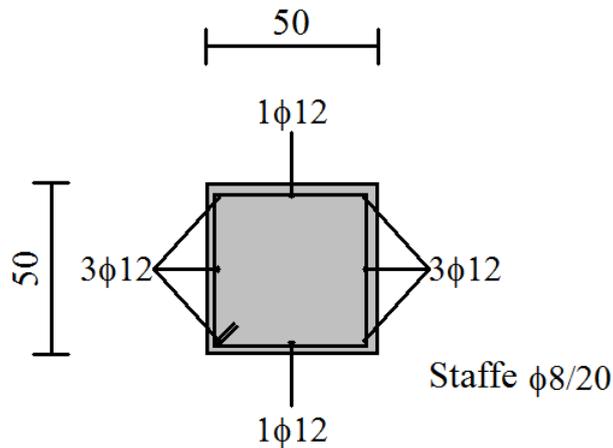
Di seguito è riportata la verifica a taglio, considerando come elemento resistente il solo tubolare in acciaio.

<b>COMBINAZIONE Vmax</b>		
$N_{Ed}$	daN	<b>1175</b>
$V_{Ed}$	daN	<b>5344</b>
$M_{Ed}$	daN*m	<b>7063</b>
<hr/>		
<b>Verifica a compressione</b>		
Condizione di Verifica		
$N_{Ed}/N_{c,Rd} \leq 1$		
$N_{c,Rd}$	daN	195251.1054
$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		0.01
<b>Verificato</b>		
<hr/>		
<b>Verifica a flessione monoassiale (retta)</b>		
Condizione di Verifica		
$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1$		
$\rho$		0
$M_{c,Rd}$	daN*m	12093.43748
$M_{Ed}/M_{c,Rd}$		0.584035764
<b>Verificato</b>		
<hr/>		
<b>Verifica a taglio</b>		
Condizione di Verifica		
$V_{Ed}/V_{c,Rd} \leq 1$		
$A_v$	cm <sup>2</sup>	36.765
$V_{c,Rd}$	daN	71765.05085
$V_{Ed}/V_{c,Rd}$		0.07
<b>Verificato</b>		

#### 4.6.10 Verifiche armatura cordoli

*Simbologia adottata*

$M_h$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 $T_h$  taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 $M_v$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 $T_v$  taglio espresso in [kg] nel piano verticale



#### **Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

$B=50.00$ [cm]	$H=50.00$ [cm]		
$A_{fv}=3.39$ [cmq]	$A_{fh}=1.13$ [cmq]	Staffe $\Phi 8/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=1706$ [kgm]	$M_{uh}=6188$ [kgm]	FS=3.63	
$T_h=3413$ [kg]	$T_{Rh}=8123$ [kg]	FS <sub>T</sub> =2.38	
$M_v=50$ [kgm]	$M_{uv}=6188$ [kgm]	FS=123.76	
$T_v=250$ [kg]	$T_R=8123$ [kg]	FS <sub>Tv</sub> =32.49	

#### 4.7 BERLINESE MICROPALI TIPO 3

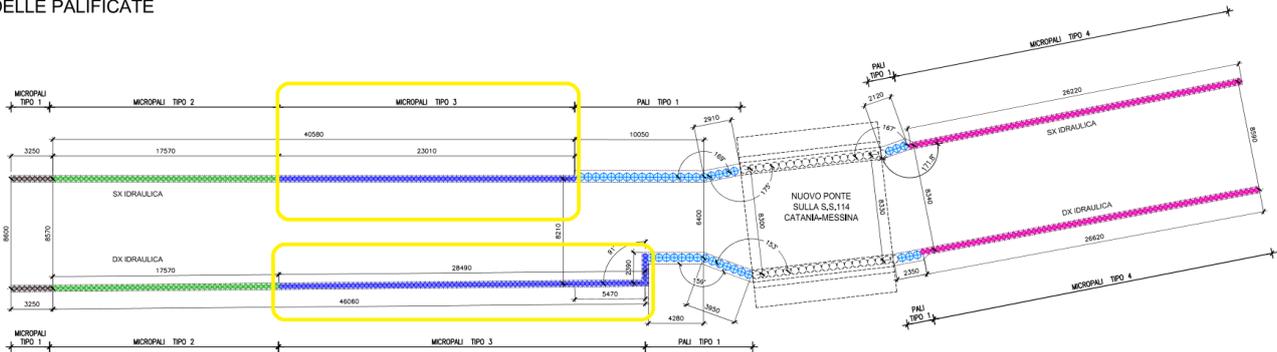
Nel tratto compreso tra l'autostrada e la ferrovia, verrà realizzata una vasca di accumulo dei sedimenti, che consentirà di sedimentare il materiale trasportato dal torrente nel tratto a valle delle briglie di regimazione previste, prima dell'ingresso nella piattaforma portuale di progetto.

Tale vasca sarà realizzata mediante sostegno delle sponde in micropali, protezione di fondo in gabbionate spessore 50 cm e briglia iniziale e terminale in gabbioni da 2x1x1 m sovrapposti.

La berlinese sarà realizzata in parte con micropali e in parte con pali.

Di seguito si riportano la verifica dei micropali di tipo 3, posizionati come indicato nella mappa chiave e nel prospetto seguenti.

DISTRIBUZIONE IN PIANTA  
 DELLE PALIFICATE



PROSPETTO SVILUPPO PALIFICATE

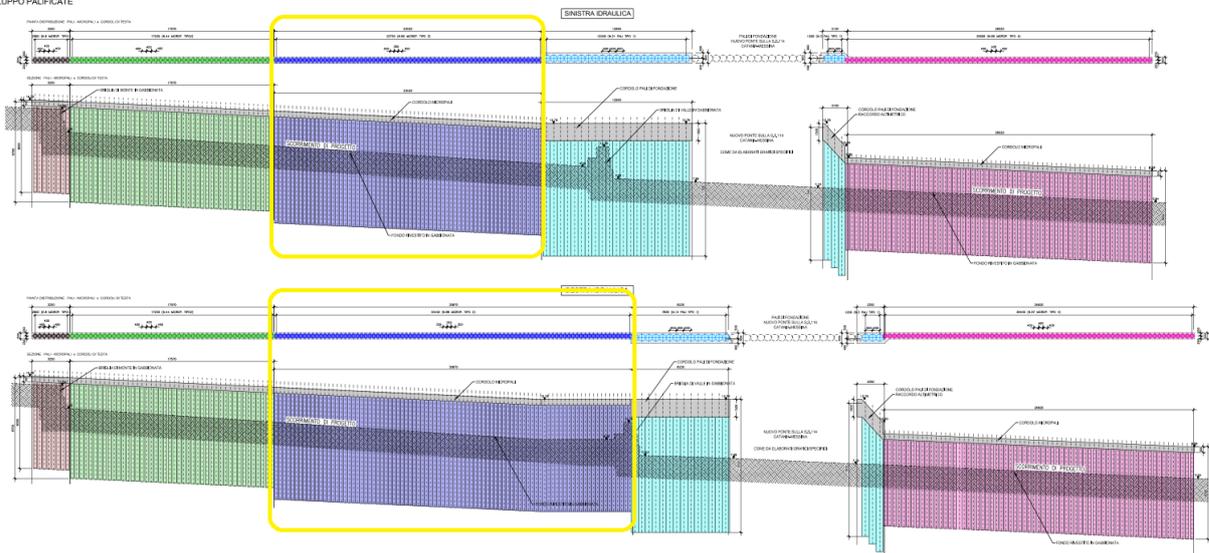
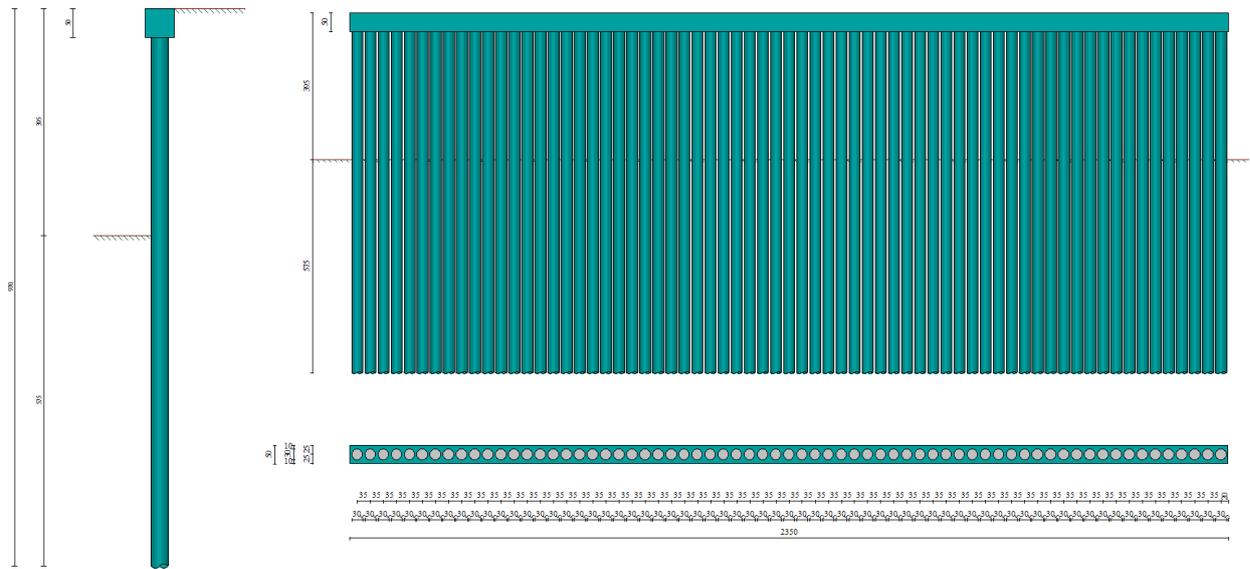


Figura 9: Berlinese – micropali tipo 3

### 4.7.1 Geometria paratia



Tipo paratia: Paratia di micropali

Altezza fuori terra	3.95	[m]
Profondità di infissione	5.75	[m]
Altezza totale della paratia	9.70	[m]
Lunghezza paratia	23.50	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0.35	[m]
Diametro dei micropali	30.00	[cm]
Numero totale di micropali	67	
Numero di micropali per metro lineare	2.85	
Diametro esterno del tubolare	203.00	[mm]
Spessore del tubolare	9.50	[mm]

#### Geometria cordoli

*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine del cordolo  
 Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

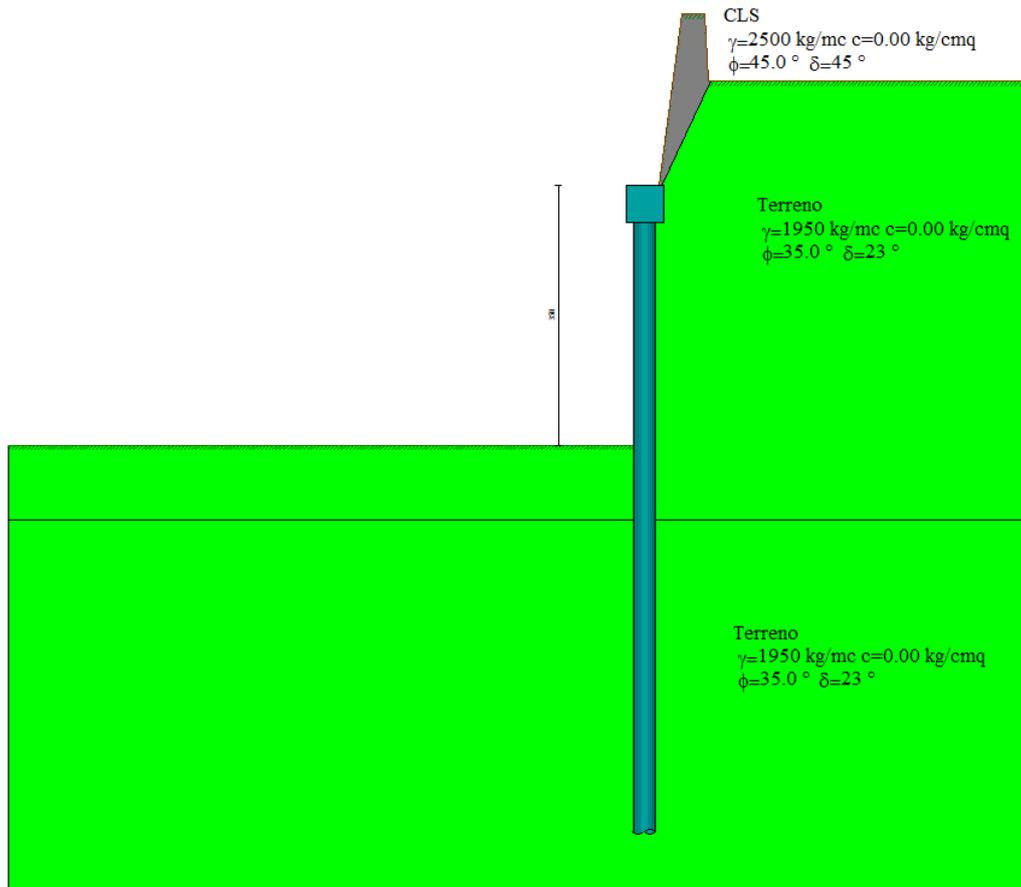
B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
 H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]  
 W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0.00	Calcestruzzo	50.00	50.00	--	--

#### 4.7.2 Stratigrafia e caratteristiche terreni



*Simbologia adottata*

- n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
- sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
- kw costante di Winkler orizzontale espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$
- $\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)
- Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

N°	sp	$\alpha_M$	$\alpha_V$	$K_{WM}$	$K_{WV}$	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq/cm]	[kg/cmq/cm]		
1	0.50	65.00	0.00	0.24	0.11	CLS	Terreno
2	4.00	0.00	0.00	1.17	1.11	Terreno	Terreno
3	5.00	0.00	0.00	3.17	3.11	Terreno	Terreno

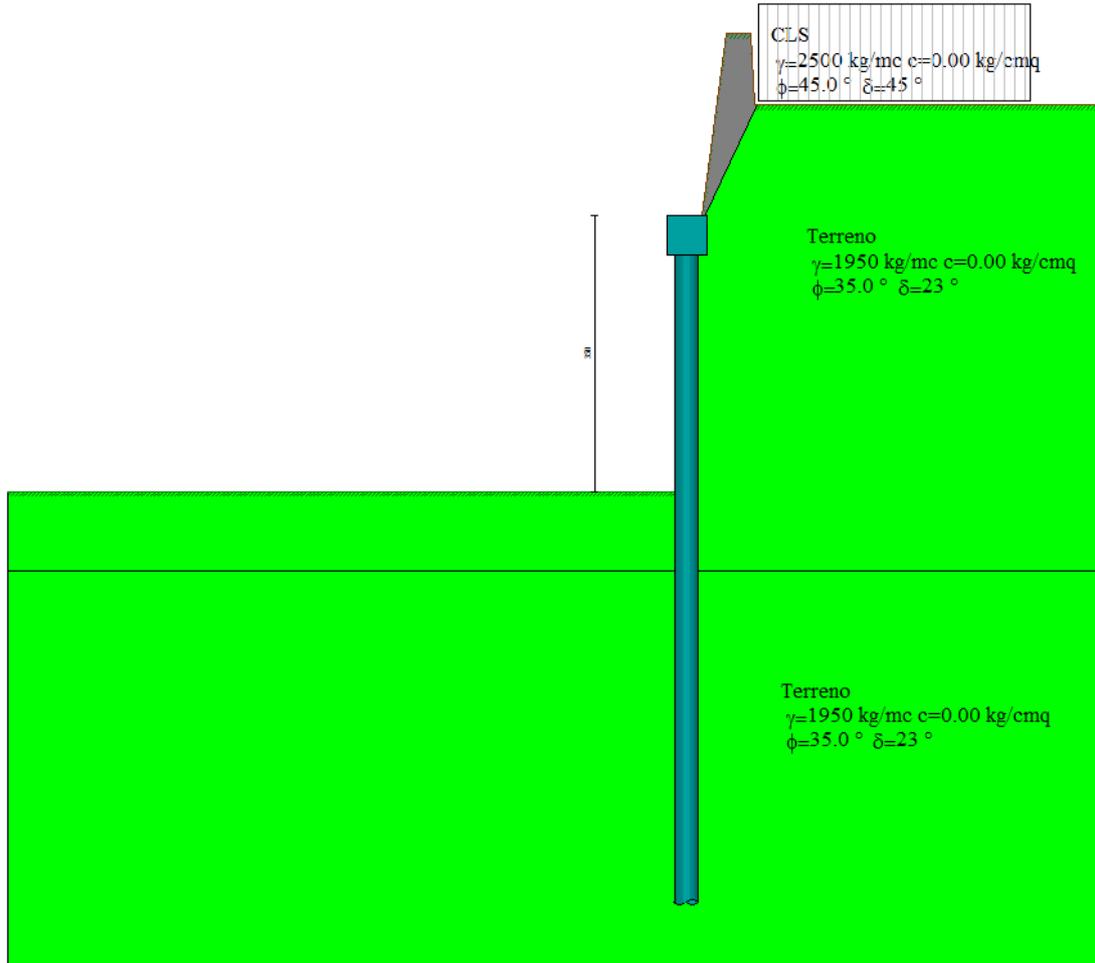
#### Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

- n° numero d'ordine
- Descrizione Descrizione del terreno
- $\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
- $\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
- $\Phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
- $\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
- c coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\Phi$	$\delta$	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmq]
1	CLS	2500.0	2500.0	45.00	45.00	0.000
2	Terreno	1950.0	1950.0	35.00	23.30	0.000

### 4.7.3 Condizioni di carico



*Simbologia e convenzioni adottate*

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

- $F_x$  Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
- $F_y$  Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
- $M$  Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
- $Q_i, Q_f$  Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
- $V_i, V_s$  Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
- $R$  Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1				
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 0.90$	$X_f = 4.30$	$Q_i = 900$	$Q_f = 900$

### 4.7.4 Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	

Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Strada)	1.35	1.00

Combinazione n° 3 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 4 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 5 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 6 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.15	1.00

Combinazione n° 7 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 8 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 9 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 10 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 11 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
-----------------	----------	--------------

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 12 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.00	1.00

Combinazione n° 13 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.00	0.40

Combinazione n° 14 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 15 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

#### 4.7.5 Impostazioni di progetto, di analisi e verifica

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Verifica materiali: Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 * d * A_{sw} / s * f_{yd} * (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) * \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 * d * b_w * \alpha_c * f_{cd} * (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura

$A_{sw}$  area armatura trasversale [mmq]  
 $s$  interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]  
 $\alpha_c$  coefficiente maggiorativo, funzione di  $f_{cd}$  e  $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}' = 0.5 * f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$$

### Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio: Ambiente molto aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)	0.60 $f_{ck}$
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)	0.45 $f_{ck}$
Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)	0.80 $f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione: Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]  $w_1=0.20$   $w_2=0.20$   $w_3=0.20$

### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni di analisi: analisi per combinazioni di carico

Rottura del terreno: pressione passiva

Impostazioni analisi per combinazioni di carico

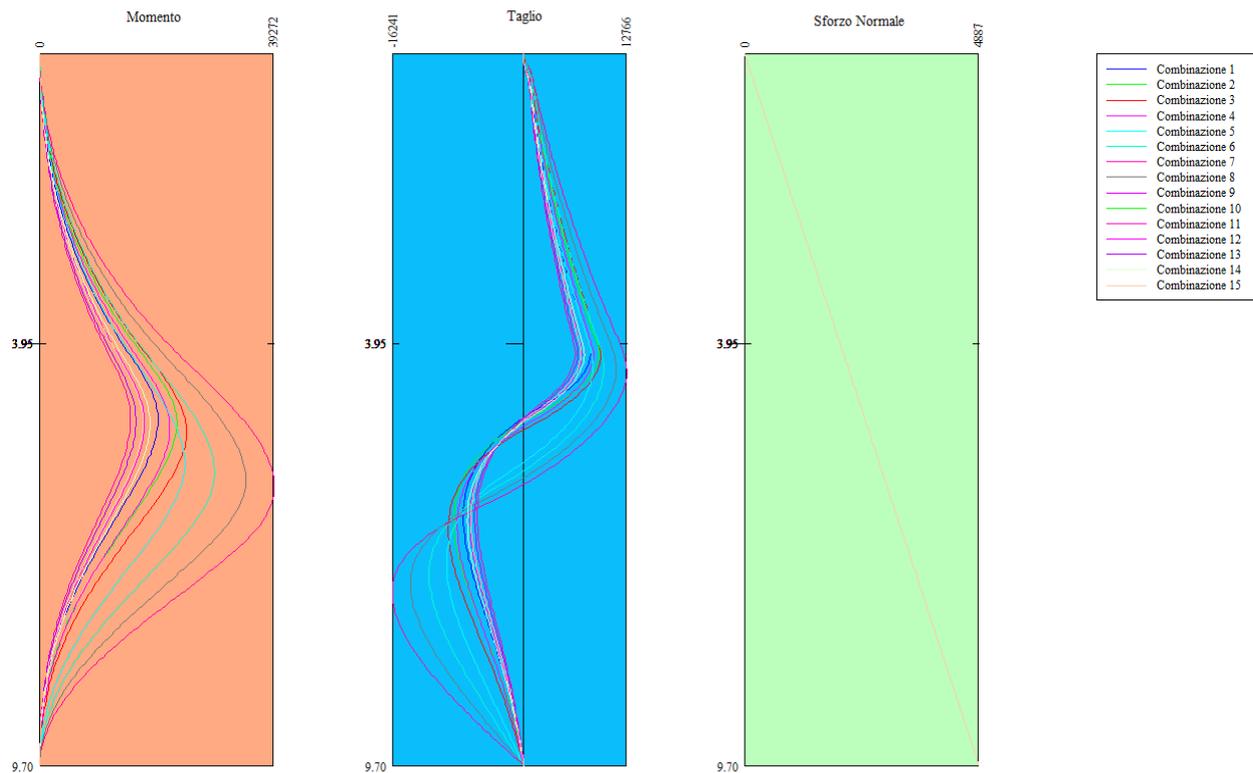
Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta  $K_a$  e  $K_p$  che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica:

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	2.940	0.785
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.600	2.349
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.000	0.287
Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )	1.000	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.000	1.500

#### 4.7.6 Involuppo sollecitazioni agenti

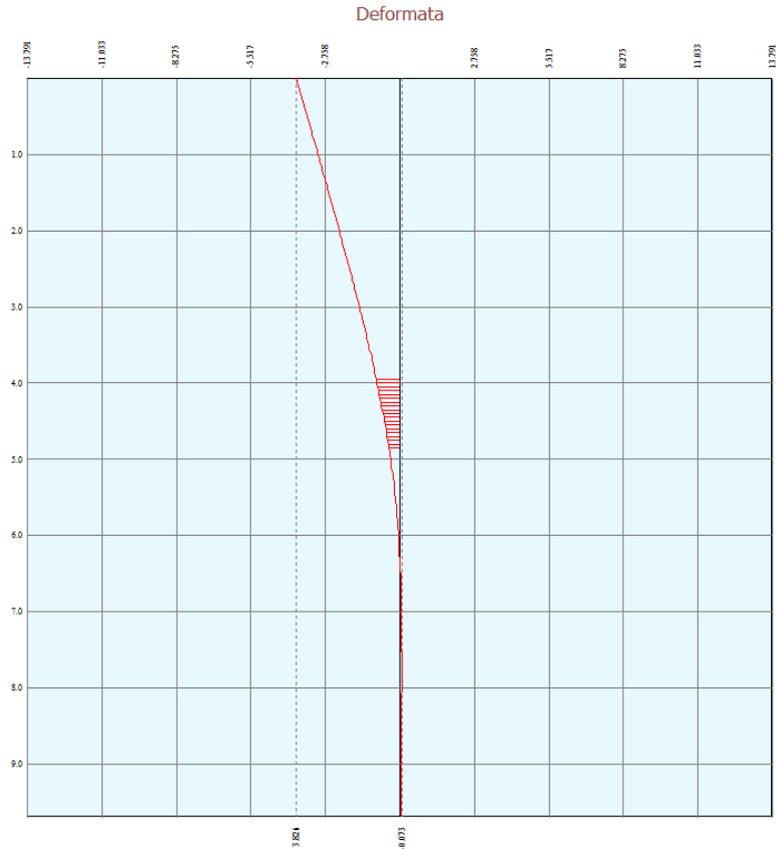


**Simbologia adottata**

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
- M        momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
- N        sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
- T        taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	[A1-M1]	19810	4.95	8292	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-7448	6.30	0	0.00	MIN
2	[A1-M1]	22947	5.00	9343	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-8644	6.35	0	0.00	MIN
3	[A1-M1 S]	24610	5.15	9558	4.10	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-9317	6.45	0	0.00	MIN
4	[A1-M1 S]	21800	5.10	8629	4.10	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-8233	6.40	0	0.00	MIN
5	[A2-M2]	24281	5.60	8568	4.25	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-9542	6.95	0	0.00	MIN
6	[A2-M2]	29270	5.70	9879	4.25	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-11689	7.10	0	0.00	MIN
7	[A2-M2 S]	39272	5.90	12766	4.35	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-16241	7.35	0	0.00	MIN
8	[A2-M2 S]	34454	5.80	11441	4.30	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-13994	7.20	0	0.00	MIN
9	[SLER]	15239	4.95	6378	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-5729	6.30	0	0.00	MIN
10	[SLEF]	15239	4.95	6378	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-5729	6.30	0	0.00	MIN
11	[SLEQ]	15239	4.95	6378	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	0.00	-5729	6.30	0	0.00	MIN
12	[SLER]	17560	5.00	7157	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	9.70	-6614	6.35	0	0.00	MIN
13	[SLEF]	16140	5.00	6687	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	9.70	-6071	6.30	0	0.00	MIN
14	[SLEQ S]	18480	5.05	7509	4.10	4887	9.70	MAX
--	--	0	9.70	-6963	6.35	0	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	17289	5.00	7088	4.05	4887	9.70	MAX
--	--	0	9.70	-6507	6.35	0	0.00	MIN

#### 4.7.7 Verifica spostamenti



*Simbologia adottata*

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- U        spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
- V        spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U [cm]	Y <sub>U</sub> [m]	V [cm]	Y <sub>V</sub> [m]	
9	[SLER]	3.2680	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0629	7.75	0.0000	0.00	MIN
10	[SLEF]	3.2680	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0629	7.75	0.0000	0.00	MIN
11	[SLEQ]	3.2680	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0629	7.75	0.0000	0.00	MIN
12	[SLER]	3.7960	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0727	7.80	0.0000	0.00	MIN
13	[SLEF]	3.4818	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0667	7.75	0.0000	0.00	MIN
14	[SLEQ S]	3.8260	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0766	7.80	0.0000	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	3.7518	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0715	7.75	0.0000	0.00	MIN

Lo spostamento massimo in condizioni di esercizio è inferiore al limite previsto, calcolato come:

$$\delta_{LIM} < 0,005 \cdot h_{fuori\ terra}$$

Nel caso di paratie non contrastate da tiranti e puntoni, ma che lavorano come mensole, si considera un'altezza fuori terra doppia rispetto a quella effettiva.

#### 4.7.8 Verifica a stabilità globale

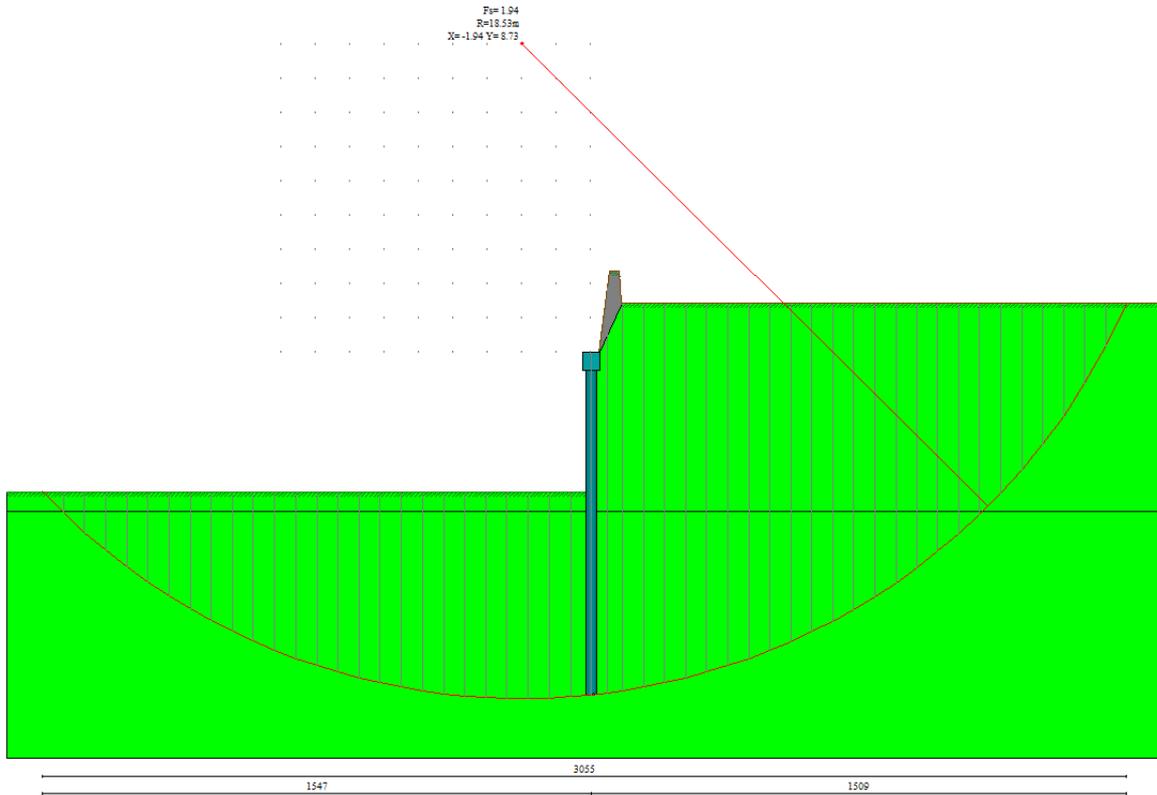
*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X <sub>c</sub> ; Y <sub>c</sub> )	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X <sub>v</sub> ; Y <sub>v</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X <sub>m</sub> ; Y <sub>m</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X <sub>c</sub> , Y <sub>c</sub> ) [m]	R [m]	(X <sub>v</sub> , Y <sub>v</sub> ) [m]	(X <sub>m</sub> , Y <sub>m</sub> ) [m]	FS
5	[A2-M2]	(-1.94; 3.88)	13.72	(-13.21; -3.94)	(11.56; 1.40)	3.12
6	[A2-M2]	(-1.94; 2.91)	12.76	(-12.71; -3.93)	(10.74; 1.40)	3.09
7	[A2-M2 S]	(-1.94; 8.73)	18.53	(-15.47; -3.94)	(15.09; 1.40)	2.06
8	[A2-M2 S]	(-1.94; 8.73)	18.53	(-15.47; -3.94)	(15.09; 1.40)	1.94

Combinazione n°8: A2-M2 sismica

Numero di strisce 52



*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
$\Phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
$c$	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$b$	larghezza della striscia espressa in [m]
$L$	sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )
$u$	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg]
1	336.87	-45.57	-240.55	0.85	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
2	1010.49	-43.00	-689.09	0.81	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
3	1627.16	-40.53	-1057.36	0.78	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
4	2193.15	-38.15	-1354.71	0.76	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
5	2713.41	-35.84	-1588.94	0.73	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
6	3191.95	-33.61	-1766.67	0.71	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
7	3632.05	-31.42	-1893.62	0.70	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
8	4036.41	-29.29	-1974.83	0.68	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
9	4407.31	-27.20	-2014.78	0.67	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
10	4746.67	-25.15	-2017.52	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
11	5056.12	-23.14	-1986.70	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
12	5337.04	-21.15	-1925.73	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
13	5590.62	-19.19	-1837.73	0.63	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
14	5817.88	-17.25	-1725.65	0.62	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
15	6019.67	-15.34	-1592.24	0.62	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
16	6196.75	-13.44	-1440.13	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
17	6349.73	-11.55	-1271.82	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
18	6479.14	-9.68	-1089.73	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
19	6585.40	-7.82	-896.18	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
20	6668.87	-5.97	-693.44	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
21	6729.81	-4.12	-483.71	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
22	6768.40	-2.28	-269.19	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
23	6784.78	-0.44	-52.02	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
24	6779.00	1.40	165.66	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
25	6751.02	3.24	381.71	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
26	6700.77	5.09	594.00	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
27	8928.67	6.70	1041.49	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
28	10460.57	8.08	1470.25	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
29	12616.44	9.70	2125.62	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
30	12488.27	11.56	2502.82	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
31	12336.89	13.44	2866.44	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
32	12161.81	15.32	3214.14	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
33	11962.40	17.23	3543.45	0.62	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
34	11737.95	19.16	3851.81	0.63	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
35	11487.61	21.11	4136.51	0.63	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
36	11210.39	23.08	4394.70	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
37	10905.14	25.08	4623.29	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
38	10570.50	27.12	4819.01	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
39	10204.89	29.20	4978.24	0.68	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
40	9806.44	31.32	5097.07	0.69	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
41	9372.95	33.48	5171.12	0.71	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
42	8901.79	35.71	5195.50	0.73	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
43	8389.78	37.99	5164.66	0.75	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
44	7833.07	40.36	5072.18	0.78	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
45	7226.86	42.80	4910.52	0.81	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
46	6565.15	45.35	4670.67	0.84	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
47	5840.18	48.02	4341.54	0.88	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
48	5041.68	50.84	3909.10	0.94	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
49	4155.55	53.84	3354.91	1.00	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
50	3161.49	57.07	2653.53	1.09	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
51	2028.23	60.62	1767.31	1.21	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
52	711.00	64.35	640.96	1.37	29.26	0.000	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\sum W_i = 354616.20$  [kg]

$\sum W_i \sin \alpha_i = 66795.85$  [kg]

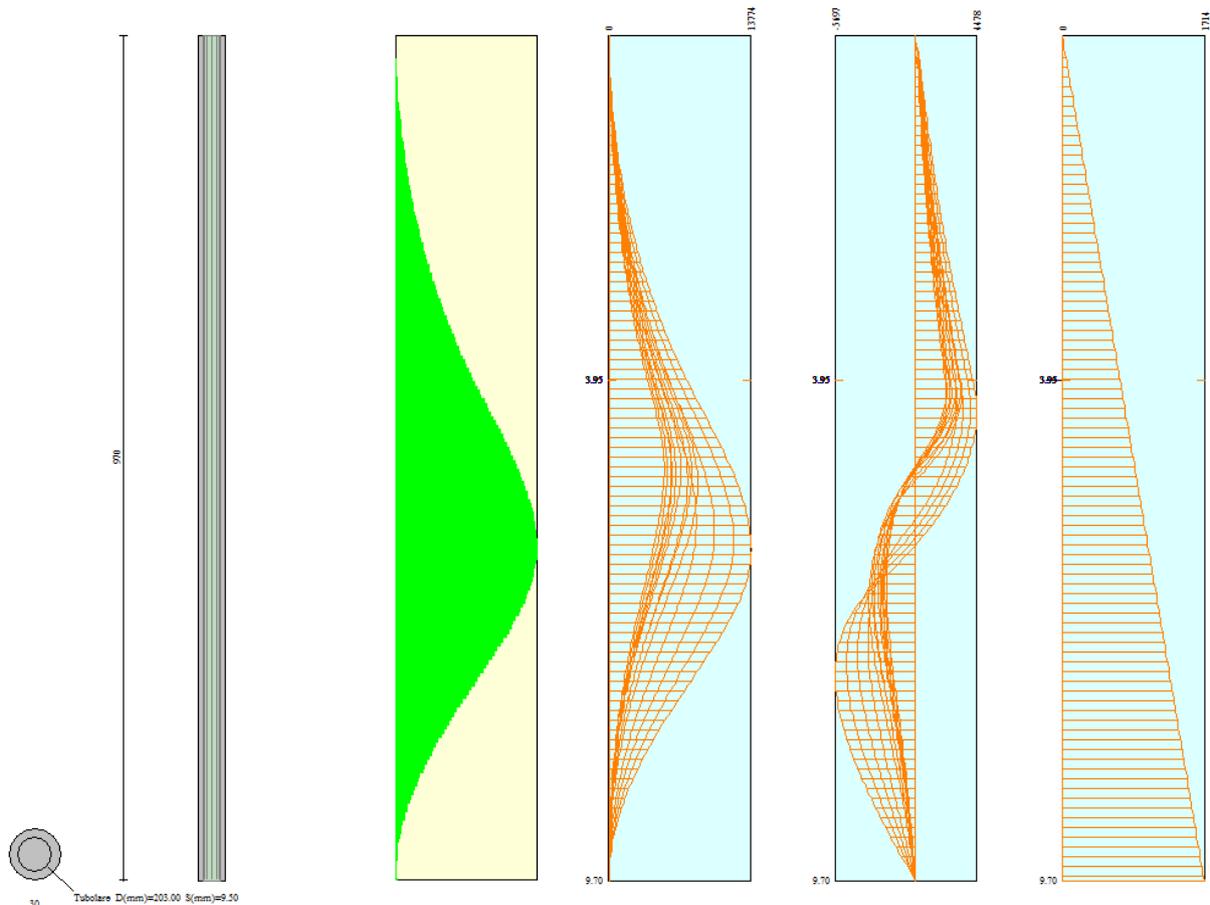
$\sum W_i \tan \Phi_i = 198643.95$  [kg]

$\sum \tan \alpha_i \tan \Phi_i = 5.12$

### 4.7.9 Verifiche armatura paratia

#### Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo	30.00 cm
Area della sezione trasversale	706.86 cmq
Diametro esterno del tubolare	203.00 mm
Spessore del tubolare	9.50 mm
Area della sezione tubolare	57.75 cmq
Inerzia della sezione tubolare	2709.39 cm <sup>4</sup>



#### Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

##### *Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	taglio resistente espresso in [kg]
FS <sub>T</sub>	fattore di sicurezza a taglio

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

N°	Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	[A1-M1]	4.95	6948	875	13792	1736	1.98
2	[A1-M1]	5.00	8049	884	13787	1514	1.71
3	[A1-M1 S]	5.15	8632	910	13786	1453	1.60
4	[A1-M1 S]	5.10	7646	901	13790	1625	1.80
5	[A2-M2]	5.60	8516	990	13789	1602	1.62
6	[A2-M2]	5.70	10266	1007	13783	1352	1.34
7	[A2-M2 S]	5.90	13774	1043	13776	1043	1.00
8	[A2-M2 S]	5.80	12084	1025	13779	1169	1.14

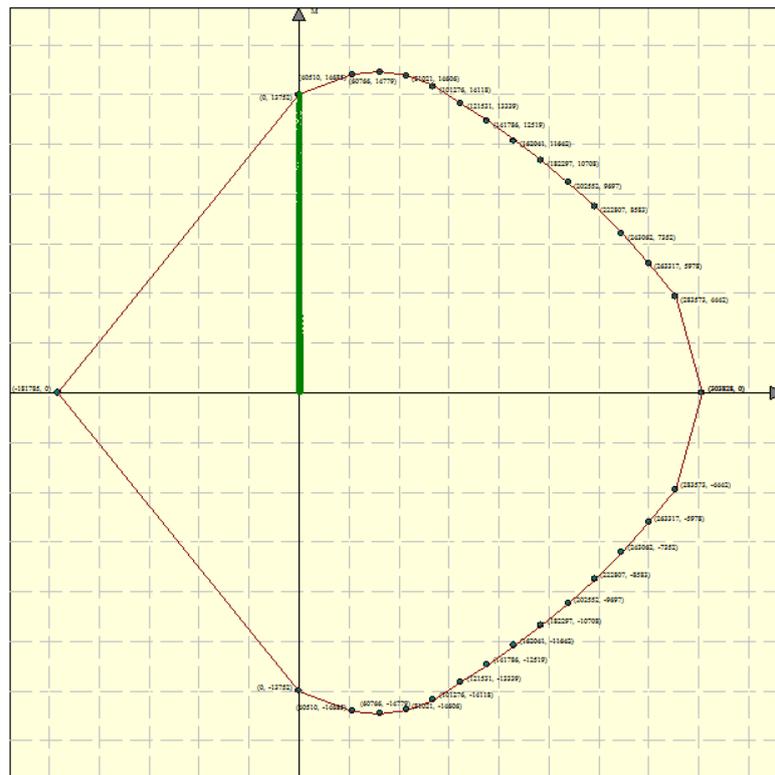
N°	Tipo	Y [m]	T [kgm]	Tr [kg]	FSr
1	[A1-M1]	4.05	2908	104953	36.09
2	[A1-M1]	4.05	3277	104953	32.03
3	[A1-M1 S]	4.10	3353	104953	31.31
4	[A1-M1 S]	4.10	3027	104953	34.68
5	[A2-M2]	6.95	-3347	104953	31.36
6	[A2-M2]	7.10	-4100	104953	25.60
7	[A2-M2 S]	7.35	-5697	104953	18.42
8	[A2-M2 S]	7.20	-4908	104953	21.38

*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$\sigma_r$	tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\tau_r$	tensione tangenziale nell'armatura, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{id}$	tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_r^2 + 3 \tau_r^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

N°	Tipo	$\sigma_r$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\sigma_r$ ) [m]	$\tau_r$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\tau_r$ ) [m]	$\sigma_{id}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\sigma_{id}$ ) [m]
9	[SLER]	2017.45	4.95	77.47	4.05	2017.45	4.95
10	[SLEF]	2017.45	4.95	77.47	4.05	2017.45	4.95
11	[SLEQ]	2017.45	4.95	77.47	4.05	2017.45	4.95
12	[SLER]	2322.61	5.00	86.93	4.05	2322.61	5.00
13	[SLEF]	2136.05	5.00	81.23	4.05	2136.06	5.00
14	[SLEQ S]	2443.65	5.05	91.21	4.10	2443.68	5.05
15	[SLEQ S]	2287.00	5.00	86.10	4.05	2287.01	5.00

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.



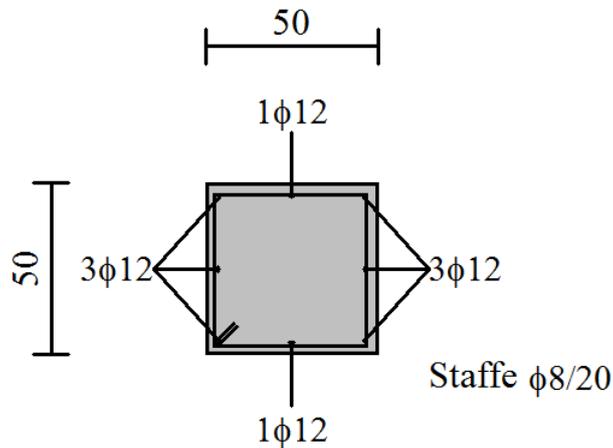
Di seguito è riportata la verifica a taglio, considerando come elemento resistente il solo tubolare in acciaio.

<b>COMBINAZIONE Vmax</b>		
$N_{Ed}$	daN	1299
$V_{Ed}$	daN	5697
$M_{Ed}$	daN*m	8266
<b>Verifica a compressione</b>		
Condizione di Verifica		
$N_{Ed}/N_{c,Rd} \leq 1$		
$N_{c,Rd}$	daN	195251.1054
$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		0.01
<b>Verificato</b>		
<b>Verifica a flessione monoassiale (retta)</b>		
Condizione di Verifica		
$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1$		
$\rho$		0
$M_{c,Rd}$	daN*m	12093.43748
$M_{Ed}/M_{c,Rd}$		0.683511203
<b>Verificato</b>		
<b>Verifica a taglio</b>		
Condizione di Verifica		
$V_{Ed}/V_{c,Rd} \leq 1$		
$A_v$	cm <sup>2</sup>	36.765
$V_{c,Rd}$	daN	71765.05085
$V_{Ed}/V_{c,Rd}$		0.08
<b>Verificato</b>		

#### 4.7.10 Verifiche armatura cordoli

*Simbologia adottata*

$M_h$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 $T_h$  taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 $M_v$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 $T_v$  taglio espresso in [kg] nel piano verticale



Cordolo N. 1(Quota 0.00)

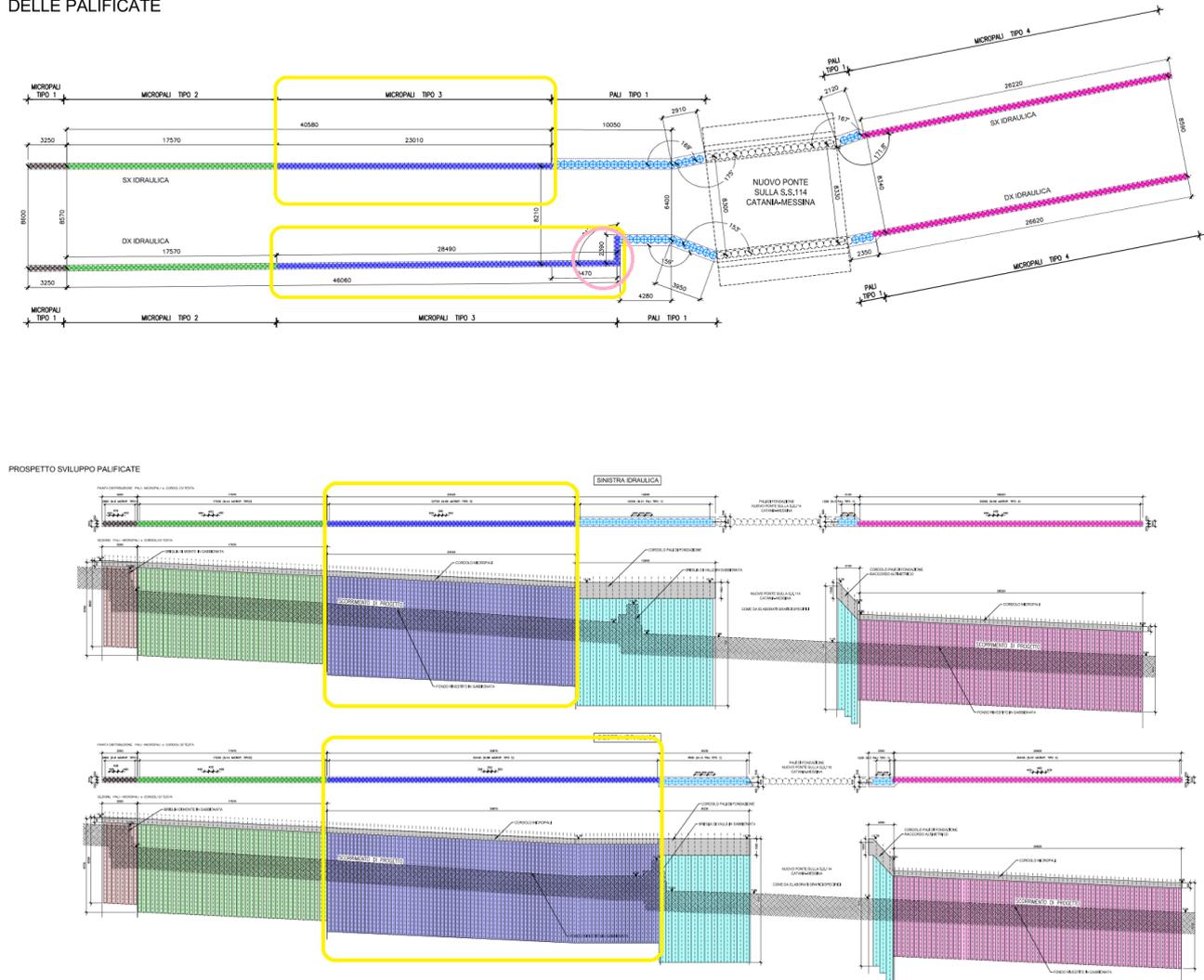
#### **Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

$B=50.00$ [cm]	$H=50.00$ [cm]		
$A_{fv}=3.39$ [cmq]	$A_{fh}=1.13$ [cmq]	Staffe $\Phi 8/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=1564$ [kgm]	$M_{uh}=6188$ [kgm]	FS=3.96	
$T_h=3128$ [kg]	$T_{Rh}=8123$ [kg]	FS <sub>T</sub> =2.60	
$M_v=38$ [kgm]	$M_{uv}=6188$ [kgm]	FS=161.65	
$T_v=219$ [kg]	$T_R=8123$ [kg]	FS <sub>Tv</sub> =37.13	

#### 4.8 BERLINESE MICROPALI TIPO 3 – FASE PROVVISIONALE

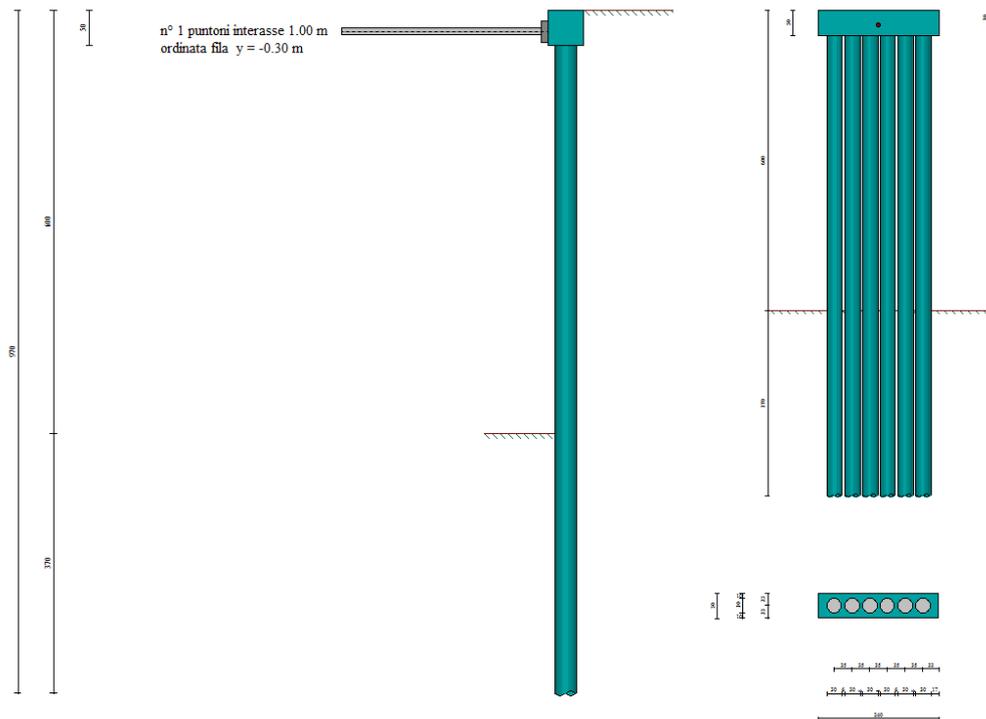
Di seguito si riportano la verifica dei micropali di tipo 3, in fase provvisoria, posizionati in destra idraulica per la realizzazione della rampa di discesa, come indicato nella mappa chiave e nel prospetto seguenti.

DISTRIBUZIONE IN PIANTA  
DELLE PALIFICATE



**Figura 10: Berlinese provvisoria – micropali tipo 3**

### 4.8.1 Geometria paratia



Tipo paratia: Paratia di micropali

Altezza fuori terra	3.00	[m]
Profondità di infissione	3.70	[m]
Altezza totale della paratia	9.70	[m]
Lunghezza paratia	2.40	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0.35	[m]
Diametro dei micropali	30.00	[cm]
Numero totale di micropali	6	
Numero di micropali per metro lineare	2.50	
Diametro esterno del tubolare	203.00	[mm]
Spessore del tubolare	9.50	[mm]

#### Geometria cordoli

*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine del cordolo  
Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

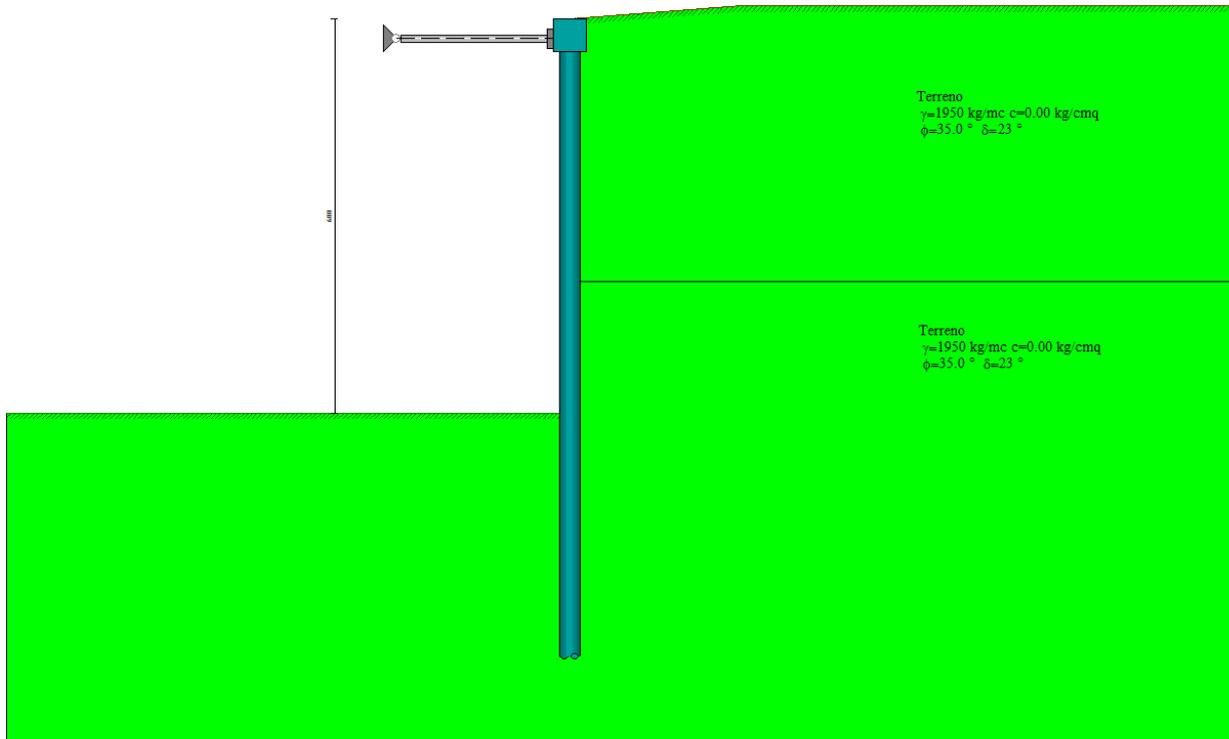
B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cm<sup>2</sup>]  
W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0.00	Calcestruzzo	50.00	50.00	--	--

#### 4.8.2 Stratigrafia e caratteristiche terreni



**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
- sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
- kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm
- α inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)
- Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

N°	sp	α <sub>M</sub>	α <sub>V</sub>	K <sub>wM</sub>	K <sub>wV</sub>	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq/cm]	[kg/cmq/cm]		
1	4.00	0.00	0.00	0.89	0.89	Terreno	Terreno
2	7.00	0.00	0.00	3.33	3.33	Terreno	Terreno

#### Descrizione terreni

**Simbologia adottata**

- n° numero d'ordine
- Descrizione Descrizione del terreno
- γ peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
- γ<sub>s</sub> peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
- Φ angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
- δ angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
- c coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	γ	γ <sub>sat</sub>	Φ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmq]
1	Terreno	1950.0	1950.0	35.00	23.30	0.000

### 4.8.3 Descrizione puntoni

Numero di file di puntoni      1

*Simbologia adottata - Geometria puntoni*

n°	numero d'ordine della fila
Y	ordinata della fila espressa in [m] misurata dalla testa della paratia
Int	interasse della fila espresso in [m]
X	ascissa appoggio espresso in [m]
Y	ordinata appoggio espresso in [m]
L	lunghezza puntone espressa in [m]
alfa	inclinazione dei puntoni della fila rispetto all'orizzontale espressa in [°]
ALL	allineamento dei puntoni della fila (CENTRATI o SFALSATI)
np	numero di puntoni della fila

*Simbologia adottata - Caratteristiche e materiali*

A	Area espressa in [cmq]
I	Inerzia espressa in [cm^4]
Wr	Modulo di resistenza espresso in [cm^3]
Vinc	Tipo vincolo appoggio
E	Modulo Elastico espresso in [kg/cmq]
$\sigma_{amm}$	Tensione ammissibile espressa in [kg/cmq]

### Geometria puntoni

N°	Y	Int	X	Y	L	Alfa	ALL	np
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]		
1	-0.30	1.00	-2.40	-0.30	2.40	0.00	Centrati	1

### 4.8.4 Fasi di scavo

*Simbologia adottata*

n°	identificativo della fase nell'elenco definito
Fase	Descrizione dell'i-esima fase
Tempo	Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 1.00 metri	0
2	Inserimento puntone 1 [Hscavo=1.00]	1
3	Scavo fino alla profondità di 6.00 metri	2

### 4.8.5 Impostazioni di progetto, di analisi e verifica

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Verifica materiali: Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 * k * (100.0 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 * \sigma_{cp}] * b_w * d > (v_{min} + 0.15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

$$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*f_{yd}*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$$

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*f_{cd}'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha))/(1.0+ctg\theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b <sub>w</sub>	larghezza minima sezione [mm]
σ <sub>cp</sub>	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
ρ <sub>l</sub>	rapporto geometrico di armatura
A <sub>sw</sub>	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α <sub>c</sub>	coefficiente maggiorativo, funzione di f <sub>cd</sub> e σ <sub>cp</sub>

$$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$$

$$k=1+(200/d)^{1/2}$$

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

### Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio: Ambiente molto aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60 f<sub>ck</sub>

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45 f<sub>ck</sub>

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80 f<sub>yk</sub>

Criteri verifiche a fessurazione: Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm] w<sub>1</sub>=0.20 w<sub>2</sub>=0.20 w<sub>3</sub>=0.20

### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara σ<sub>c</sub> < 0.60 f<sub>ck</sub> - σ<sub>f</sub> < 0.80 f<sub>yk</sub>

Quasi permanente σ<sub>c</sub> < 0.45 f<sub>ck</sub>

Impostazioni di analisi: analisi per fasi di scavo

Rottura del terreno: pressione passiva

Impostazioni analisi per combinazioni di carico

Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta K<sub>a</sub> e K<sub>p</sub> che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica: non sono state analizzate Combinazioni/Fasi sismiche

#### 4.8.6 Risultati dei puntoni

*Simbologia adottata*

n°	Identificativo della fila di puntoni
Y	ordinata della fila rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
np	numero puntoni della fila
N	reazione del puntone della fila espresso in [kg]
Rt/ml	reazione a metro lineare del puntone della fila espresso in [kg]
A <sub>f</sub>	area di armatura in ogni puntone espressa in [cmq]
σ <sub>f</sub>	tensione di compressione/trazione nel puntone espressa in [kg/cmq]
u	spostamento orizzontale del puntone della fila, positivo verso valle, espresso in [cm]

Carico critico puntone n° 1  $N_{cr} = 259185.06$  [kg]

**Fase n° 3 [A1-M1]** - Numero 1 puntoni presenti nella fase.

n°	Y	np	N	Rt/ml	A <sub>f</sub>	σ <sub>f</sub>	u
	[m]		[kg]	[kg]	[cmq]	[kg/cmq]	[cm]
1	-0.30	1	-9639.43	-4016.43	33.10	291.22	0.07709

**Fase n° 3 [A2-M2]** - Numero 1 puntoni presenti nella fase.

n°	Y	np	N	Rt/ml	A <sub>f</sub>	σ <sub>f</sub>	u
	[m]		[kg]	[kg]	[cmq]	[kg/cmq]	[cm]
1	-0.30	1	-10717.31	-4465.55	33.10	323.79	0.08487

**RESISTENZA A COMPRESSIONE PUNTONI**

<b>COMMESSA:</b>	Tremestieri
<b>CODICE:</b>	15T004
<b>OPERA:</b>	Berlinese monte torrente Guidari
<b>NOTE:</b>	Puntoni provvisori per realizzazione rampa di accesso

**Caratteristiche puntone:**

Φ	= 139.7	mm <sup>2</sup>	Diametro tubolare
sp	= 8		spessore tubolare
A <sub>tubolare</sub>	= 3310	mm <sup>2</sup>	Area sezione trasversale tubolare
Acciaio	S235JR		
f <sub>yk</sub>	= 235	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica di snervamento
f <sub>tk</sub>	= 360	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica a rottura
γ <sub>M0</sub>	= 1.05		Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio [§ 4.1.2.1.1.3 NTC'08]
f <sub>yd</sub>	= 223.81	N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a snervamento

**Azione sollecitante:**

N <sub>sd,puntone</sub>	= 10717.00	daN	Azione di compressione agente sul puntone
-------------------------	------------	-----	---

**Resistenza a compressione de puntone:**

N <sub>rd</sub>	= 74080.95	daN	
-----------------	------------	-----	--

**Verifica:**

N <sub>rd</sub> /N <sub>sd</sub>	= 6.91	VERIFICATO	
----------------------------------	--------	------------	--

### VERIFICA D'INSTABILITA' PUNTONE COMPRESSO

**COMMESSA:** Tremestieri  
**CODICE:** 15T004  
**OPERA:** Berlinese monte torrente Guidari  
**NOTE:** Puntoni provvisori per realizzazione rampa di accesso

#### Caratteristiche elemento compresso:

Sollecitazione agente 107.2 kN  
Lunghezza 1.7 m  
 $\beta$  1  
 $L_0$  1.7 m

Profilo **tubolare**  
Diametro 139.7 mm  
spessore 8 mm  
Area 33.1 cm<sup>2</sup>  
 $J_{min}$  720.3 cm<sup>4</sup>

Acciaio S 235  
 $f_{yk}$  235 MPa  
 $f_{tk}$  360 MPa  
E 210000 MPa

Carico critico Euleriano  
 $N_{cr}$  = 5165.76 kN

Snellezza  
 $\lambda$  = 0.39

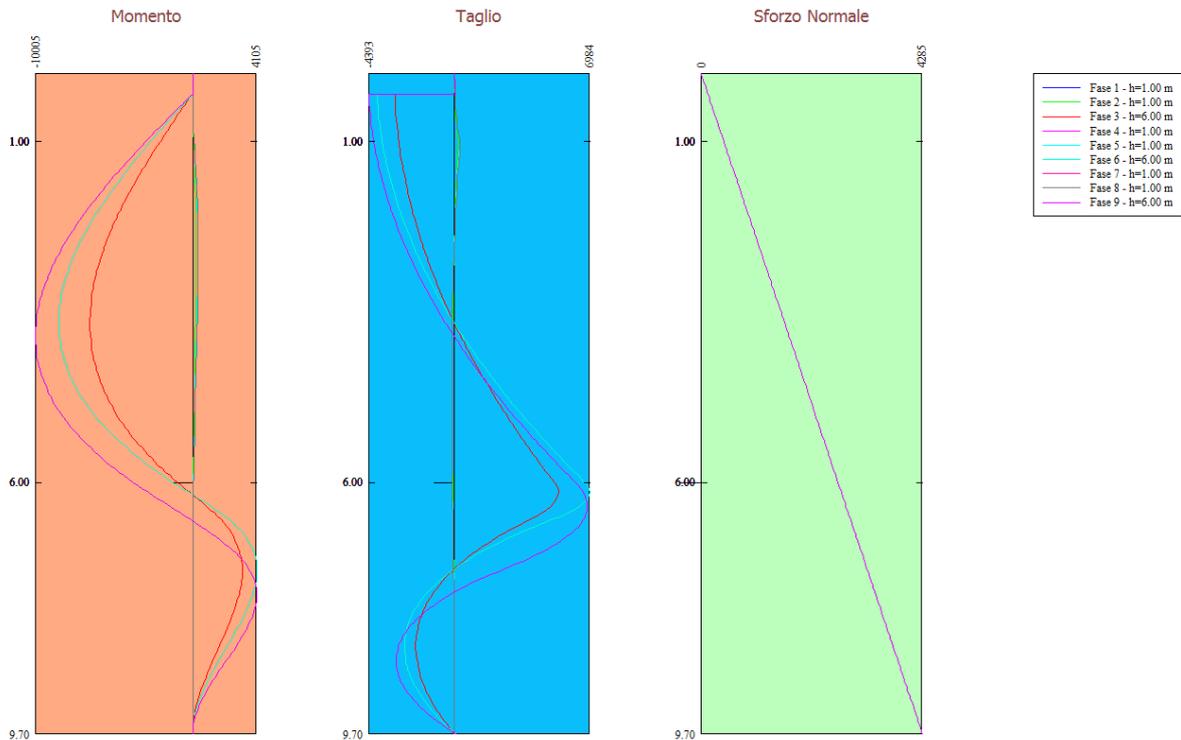
fattore di imperfezione  
 $\alpha$  = 0.21

$\phi$  = 0.60

coefficiente di instabilizzazione  
 $\chi$  = 0.96  $\leq 1$

Resistenza all'instabilità  
 $N_{b,Rd}$  = 708.14 kN  
FS = 6.61 *verificato*

### 4.8.7 Involuppo sollecitazioni agenti

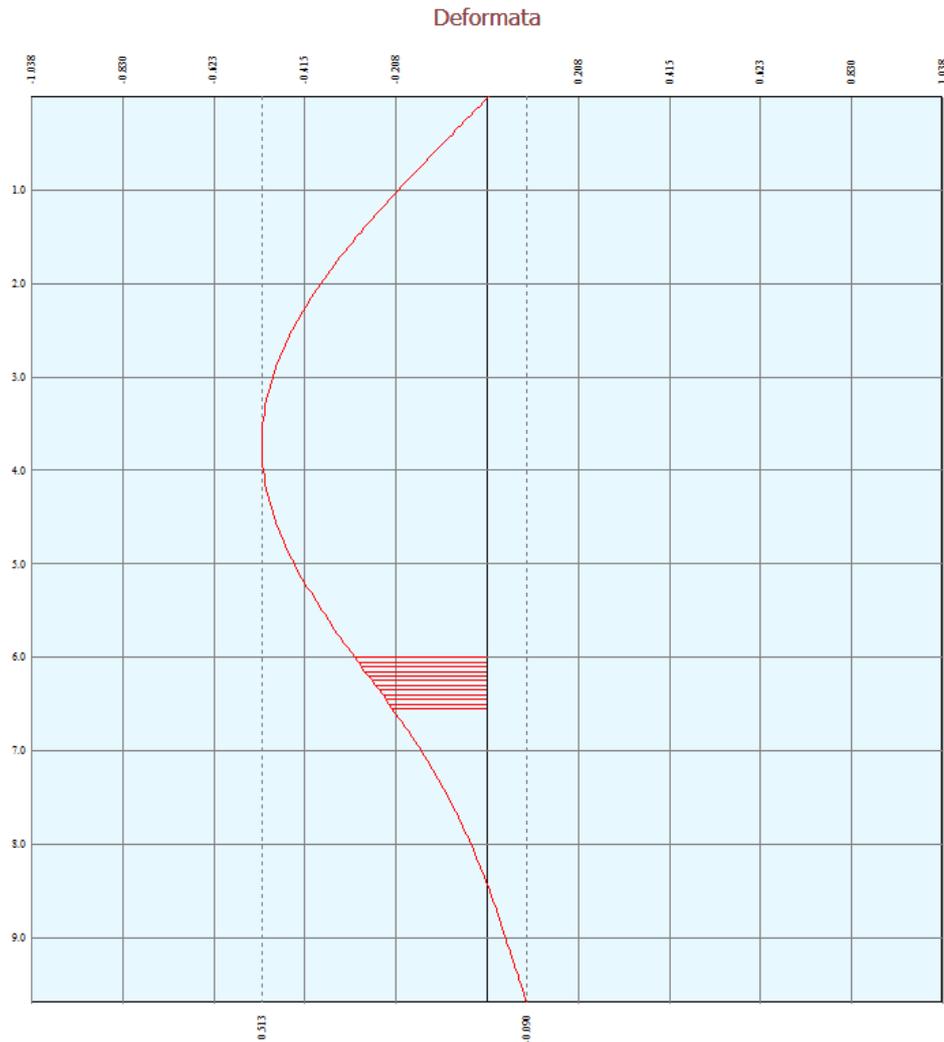


*Simbologia adottata*

n°      Indice della combinazione/fase  
 Tipo    Tipo della combinazione/fase  
 Y        ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]  
 M        momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]  
 N        sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)  
 T        taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M [kgm]	Y <sub>M</sub> [m]	T [kg]	Y <sub>T</sub> [m]	N [kg]	Y <sub>N</sub> [m]	
1	[ESE]	234	2.60	230	1.00	4285	9.70	MAX
--	--	-2	8.35	-77	4.65	0	0.00	MIN
2	[ESE]	234	2.60	230	1.00	4285	9.70	MAX
--	--	-2	8.35	-77	4.65	0	0.00	MIN
3	[ESE]	3157	7.30	5372	6.15	4285	9.70	MAX
--	--	-6539	3.65	-3044	0.30	0	0.00	MIN
1	[A1-M1]	304	2.60	299	1.00	4285	9.70	MAX
--	--	-3	8.35	-100	4.65	0	0.00	MIN
2	[A1-M1]	304	2.60	299	1.00	4285	9.70	MAX
--	--	-3	8.35	-100	4.65	0	0.00	MIN
3	[A1-M1]	4105	7.30	6984	6.15	4285	9.70	MAX
--	--	-8500	3.65	-3958	0.30	0	0.00	MIN
1	[A2-M2]	329	2.65	316	1.05	4285	9.70	MAX
--	--	-3	8.35	-109	4.70	0	0.00	MIN
2	[A2-M2]	329	2.65	316	1.05	4285	9.70	MAX
--	--	-3	8.35	-109	4.70	0	0.00	MIN
3	[A2-M2]	4091	7.65	6849	6.35	4285	9.70	MAX
--	--	-10005	3.85	-4393	0.30	0	0.00	MIN

#### 4.8.8 Verifica spostamenti



**Simbologia adottata**

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- U        spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
- V        spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
1	[ESE]	0.0374	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0009	6.05	0.0000	0.00	MIN
2	[ESE]	0.0374	0.00	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0009	6.05	0.0000	0.00	MIN
3	[ESE]	0.5132	3.70	0.0033	0.00	MAX
--	--	-0.0904	9.70	0.0000	0.00	MIN

Lo spostamento massimo in condizioni di esercizio è inferiore al limite previsto, calcolato come:

$$\delta_{LIM} < 0,005 \cdot h_{fuori\ terra}$$

Nel caso di paratie non contrastate da tiranti e puntoni, ma che lavorano come mensole, si considera un'altezza fuori terra doppia rispetto a quella effettiva.

### 4.8.9 Verifica a stabilità globale

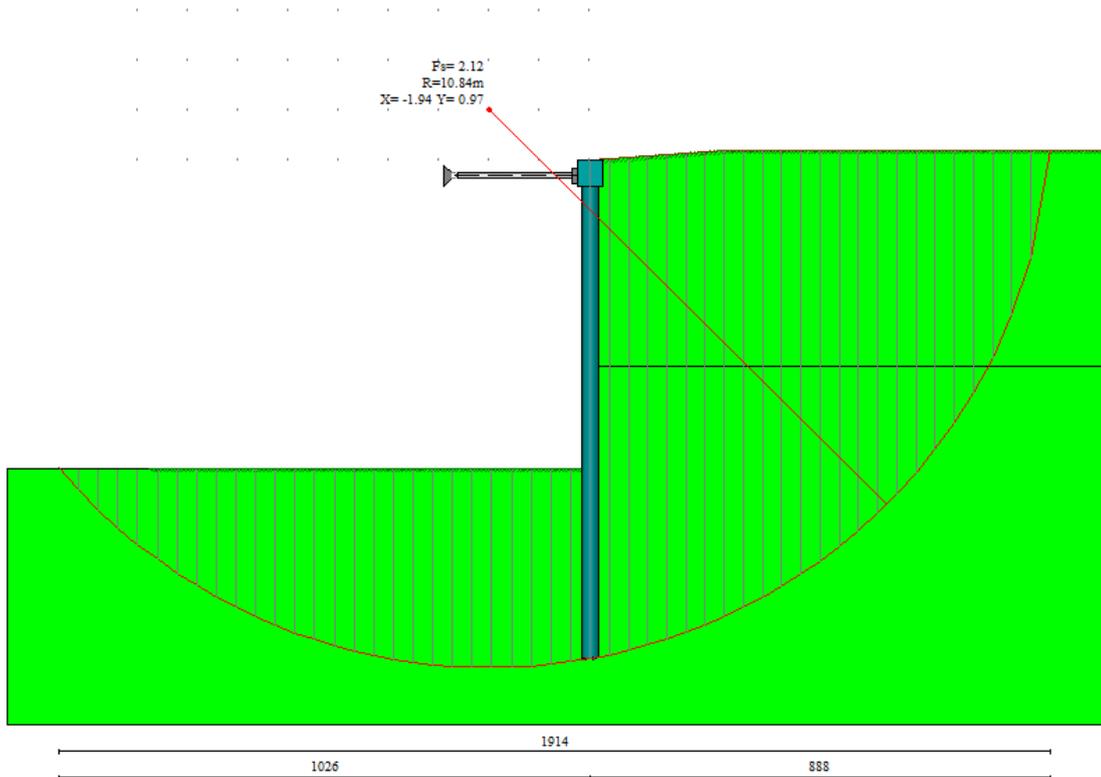
*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X <sub>c</sub> ; Y <sub>c</sub> )	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X <sub>v</sub> ; Y <sub>v</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X <sub>m</sub> ; Y <sub>m</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X <sub>c</sub> , Y <sub>c</sub> ) [m]	R [m]	(X <sub>v</sub> , Y <sub>v</sub> ) [m]	(X <sub>m</sub> , Y <sub>m</sub> ) [m]	FS
1	[A2-M2]	(0.00; 4.85)	14.55	(-13.33; -0.98)	(13.79; 0.20)	15.61
2	[A2-M2]	(0.00; 4.85)	14.55	(-13.33; -0.98)	(13.79; 0.20)	15.61
3	[A2-M2]	(-1.94; 0.97)	10.84	(-10.26; -5.99)	(8.88; 0.20)	2.12

Fase n°3: A2-M2

Numero di strisce 51



*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
$\Phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg]
1	149.51	-48.58	-112.12	0.57	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
2	453.02	-45.63	-323.84	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
3	727.43	-42.83	-494.48	0.52	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
4	976.66	-40.14	-629.65	0.50	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
5	1203.67	-37.56	-733.81	0.48	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
6	1410.79	-35.07	-810.63	0.46	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
7	1599.85	-32.65	-863.17	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
8	1772.33	-30.30	-894.11	0.44	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
9	1929.44	-28.00	-905.74	0.43	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
10	2072.19	-25.75	-900.12	0.42	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
11	2201.40	-23.54	-879.10	0.41	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
12	2317.80	-21.36	-844.34	0.41	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
13	2421.96	-19.22	-797.40	0.40	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
14	2514.39	-17.11	-739.71	0.40	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
15	2595.50	-15.02	-672.62	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
16	2665.65	-12.95	-597.38	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
17	2725.13	-10.90	-515.20	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
18	2774.18	-8.86	-427.25	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
19	2812.99	-6.83	-334.65	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
20	2841.72	-4.81	-238.48	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
21	2860.46	-2.80	-139.81	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
22	2869.30	-0.79	-39.69	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
23	2868.26	1.22	60.84	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
24	2857.34	3.22	160.75	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
25	2836.50	5.24	258.98	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
26	2805.66	7.26	354.49	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
27	2764.71	9.29	446.20	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
28	6986.01	11.30	1369.14	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
29	6948.26	13.30	1598.97	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
30	6900.61	15.32	1823.61	0.38	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
31	6842.77	17.36	2041.95	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
32	6774.43	19.42	2252.86	0.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
33	6695.20	21.51	2455.11	0.40	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
34	6604.62	23.63	2647.40	0.40	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
35	6492.35	25.78	2824.08	0.41	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
36	6356.82	27.98	2982.18	0.42	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
37	6208.01	30.22	3124.36	0.43	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
38	6045.03	32.51	3248.76	0.44	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
39	5866.79	34.86	3353.32	0.45	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
40	5671.99	37.28	3435.68	0.47	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
41	5458.99	39.78	3493.12	0.48	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
42	5225.80	42.38	3522.40	0.50	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
43	4969.82	45.09	3519.65	0.52	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
44	4687.72	47.93	3480.04	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
45	4374.96	50.95	3397.40	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
46	4025.19	54.17	3263.43	0.63	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
47	3629.00	57.67	3066.41	0.69	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
48	3171.25	61.55	2788.30	0.78	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
49	2624.33	66.01	2397.65	0.91	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
50	1924.69	71.50	1825.23	1.17	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
51	762.66	80.06	751.22	2.15	29.26	0.000	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\sum W_i = 183275.13$  [kg]

$\sum W_i \sin \alpha_i = 53050.19$  [kg]

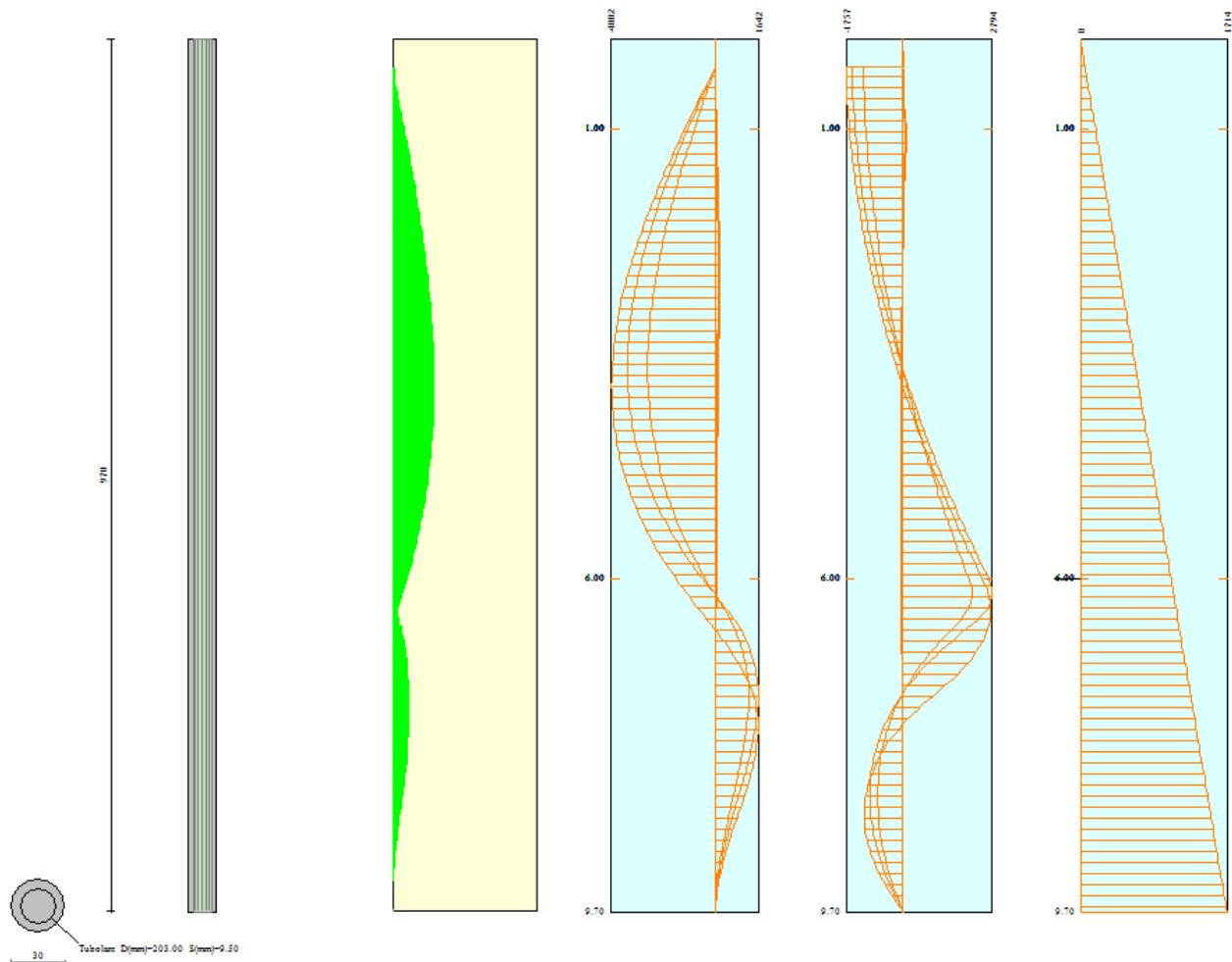
$\sum W_i \tan \Phi_i = 102664.5$  [kg]

$\sum \tan \alpha_i \tan \Phi_i = 9.51$

### 4.8.10 Verifiche armatura paratia

#### Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo	30.00 cm
Area della sezione trasversale	706.86 cmq
Diametro esterno del tubolare	203.00 mm
Spessore del tubolare	9.50 mm
Area della sezione tubolare	57.75 cmq
Inerzia della sezione tubolare	2709.39 cm <sup>4</sup>



#### Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

##### *Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	taglio resistente espresso in [kg]
FS <sub>T</sub>	fattore di sicurezza a taglio

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

N°	Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	[A1-M1]	2.60	122	459	14756	55697	121.22
2	[A1-M1]	2.60	122	459	14756	55697	121.22
3	[A1-M1]	3.65	-3400	645	-13812	2620	4.06
1	[A2-M2]	2.60	132	459	14736	51407	111.89
2	[A2-M2]	2.60	132	459	14736	51407	111.89
3	[A2-M2]	3.85	-4002	680	-13806	2347	3.45

N°	Tipo	Y [m]	T [kgm]	Tr [kg]	FSr
1	[A1-M1]	1.00	119	104953	878.75
2	[A1-M1]	1.00	119	104953	878.75
3	[A1-M1]	6.15	2794	104953	37.57
1	[A2-M2]	1.05	126	104953	829.98
2	[A2-M2]	1.05	126	104953	829.98
3	[A2-M2]	6.35	2740	104953	38.31

*Simbologia adottata*

n°      Indice della combinazione/fase  
 Tipo    Tipo della Combinazione/Fase  
 Y        ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]  
 $\sigma_f$     tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cmq]  
 $\tau_f$         tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kg/cmq]  
 $\sigma_{id}$     tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_f^2 + 3 \tau_f^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cmq]

N°	Tipo	$\sigma_f$ [kg/cmq]	Y( $\sigma_f$ ) [m]	$\tau_f$ [kg/cmq]	Y( $\tau_f$ ) [m]	$\sigma_{id}$ [kg/cmq]	Y( $\sigma_{id}$ ) [m]
1	[ESE]	43.45	2.90	3.18	1.00	43.45	2.90
2	[ESE]	43.45	2.90	3.18	1.00	43.45	2.90
3	[ESE]	991.00	3.65	74.42	6.15	991.00	3.65

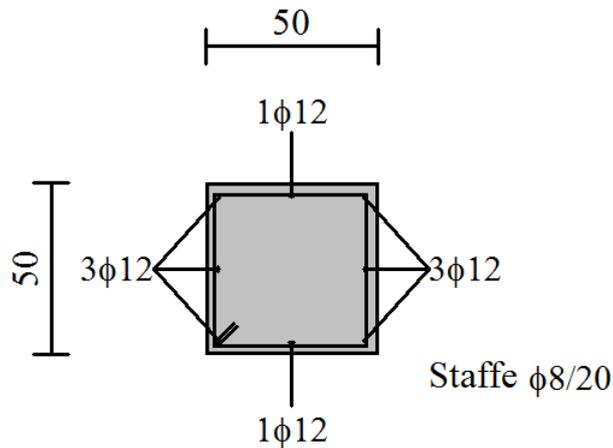
Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.



#### 4.8.11 Verifiche armatura cordoli

*Simbologia adottata*

$M_h$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 $T_h$  taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 $M_v$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 $T_v$  taglio espresso in [kg] nel piano verticale



Cordolo N. 1(Quota 0.00)

#### **Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

B=50.00 [cm]	H=50.00 [cm]		
$A_{fv}=3.39$ [cmq]	$A_{fh}=1.13$ [cmq]	Staffe $\Phi 8/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=1386$ [kgm]	$M_{uh}=18190$ [kgm]	FS=13.12	
$T_h=2772$ [kg]	$T_{Rh}=12497$ [kg]	FS <sub>T</sub> =4.51	
$M_v=38$ [kgm]	$M_{uv}=18190$ [kgm]	FS=475.16	
$T_v=219$ [kg]	$T_R=12497$ [kg]	FS <sub>Tv</sub> =57.13	

#### 4.9 BERLINESE PALO TIPO 1

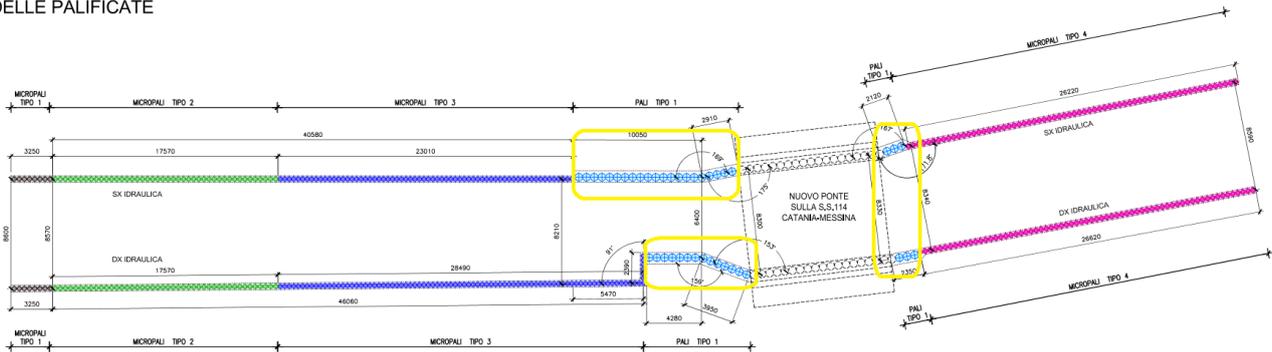
Nel tratto compreso tra l'autostrada e la ferrovia, verrà realizzata una vasca di accumulo dei sedimenti, che consentirà di sedimentare il materiale trasportato dal torrente nel tratto a valle delle briglie di regimazione previste, prima dell'ingresso nella piattaforma portuale di progetto.

Tale vasca sarà realizzata mediante sostegno delle sponde in micropali, protezione di fondo in gabbionate spessore 50 cm e briglia iniziale e terminale in gabbioni da 2x1x1 m sovrapposti.

La berlinese sarà realizzata in parte con micropali e in parte con pali.

Di seguito si riportano la verifica dei pali 1, realizzati ai lati dell'attraversamento della SS114, come indicato nella mappa chiave e nel prospetto seguenti.

DISTRIBUZIONE IN PIANTA  
 DELLE PALIFICATE



PROSPETTO SVILUPPO PALIFICATE

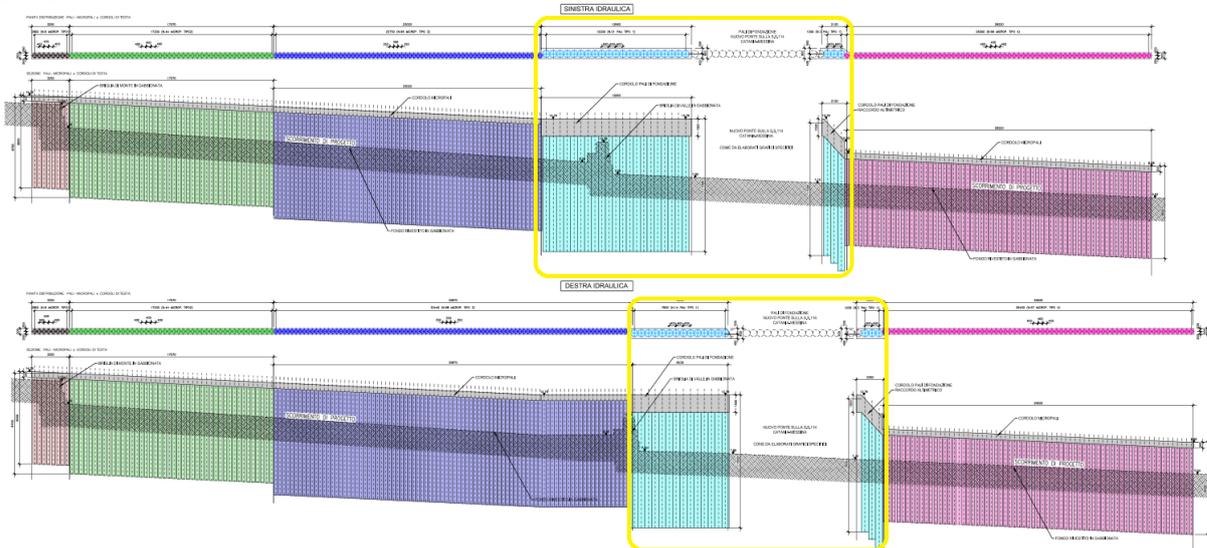
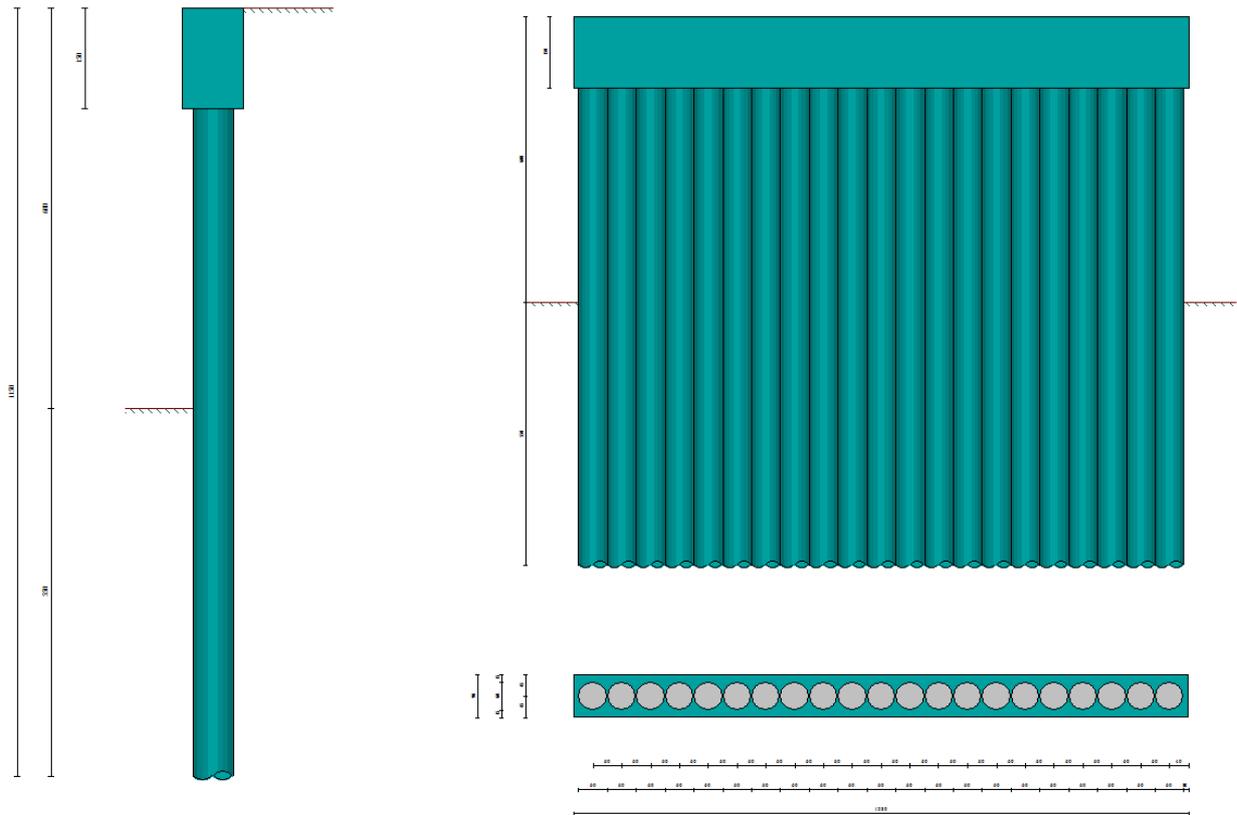


Figura 11: Berlinse- palo tipo 1

### 4.9.1 Geometria paratia



Tipo paratia: Paratia di pali

Altezza fuori terra	6.00	[m]
Profondità di infissione	5.50	[m]
Altezza totale della paratia	11.50	[m]
Lunghezza paratia	12.80	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0.60	[m]
Diametro dei pali	60.00	[cm]
Numero totale di pali	21	
Numero di pali per metro lineare	1.64	

#### Geometria cordoli

*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine del cordolo  
 Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

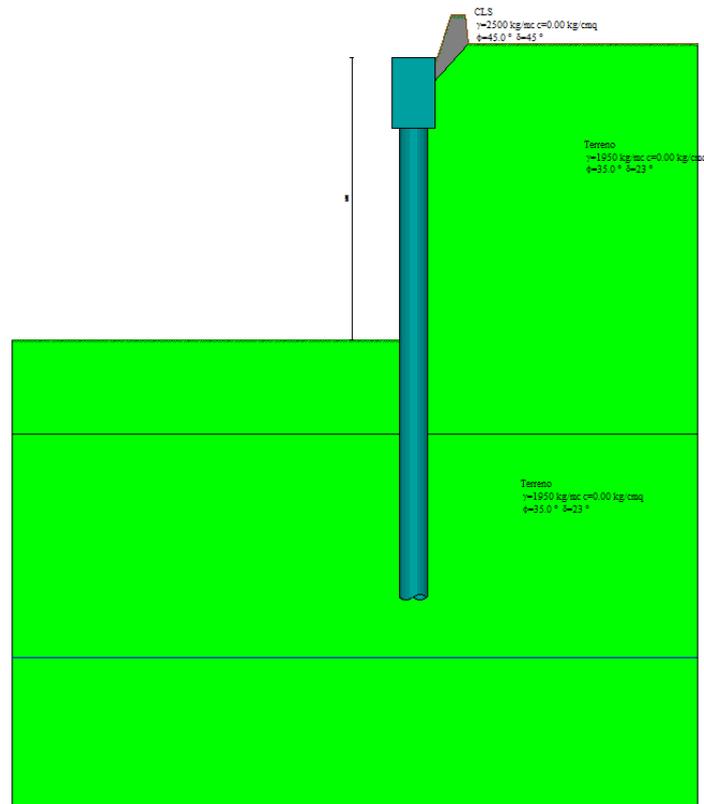
B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
 H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]  
 W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0.00	Calcestruzzo	90.00	150.00	--	--

#### 4.9.2 Stratigrafia e caratteristiche terreni



##### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
sp	spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
kw	costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
α	inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V: strato di valle)
Terreno	Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

N°	sp	α <sub>M</sub>	α <sub>V</sub>	K <sub>WM</sub>	K <sub>wv</sub>	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cmq/cm]	[kg/cmq/cm]		
1	1.00	48.00	0.00	0.47	0.22	CLS	Terreno
2	7.00	0.00	0.00	2.13	2.00	Terreno	Terreno
3	8.00	0.00	0.00	5.46	5.33	Terreno	Terreno

#### Descrizione terreni

##### Simbologia adottata

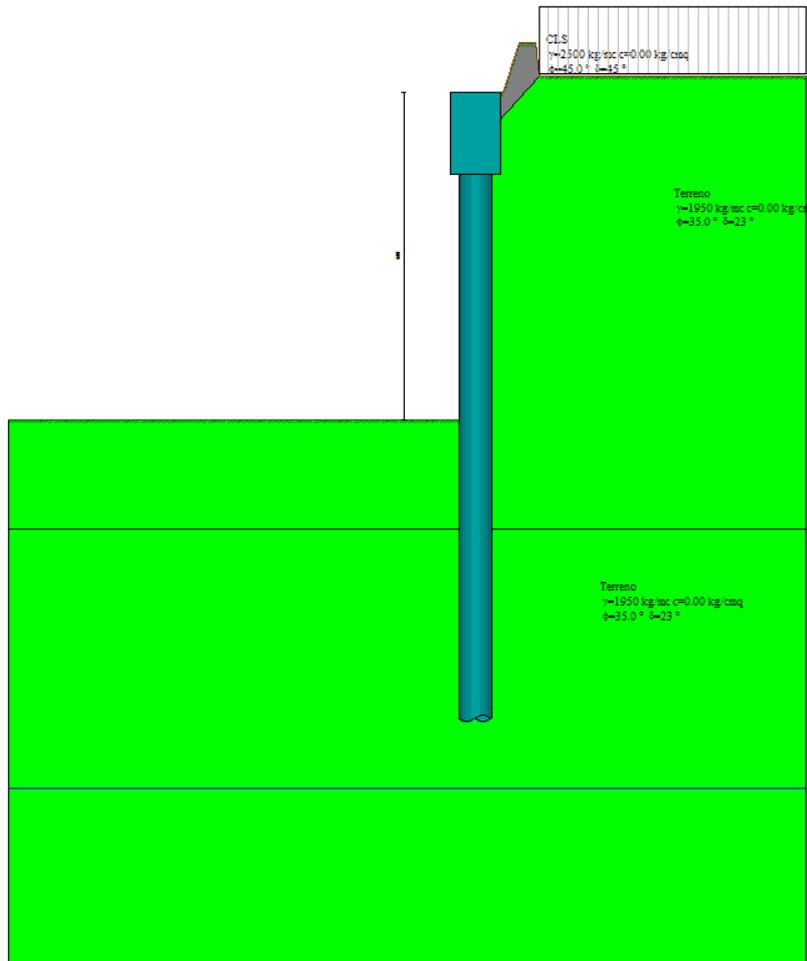
n°	numero d'ordine
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ <sub>s</sub>	peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]
Φ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	γ	γ <sub>sat</sub>	Φ	δ	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cmq]
1	CLS	2500.0	2500.0	45.00	45.00	0.000
2	Terreno	1950.0	1950.0	35.00	23.30	0.000

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	12.76	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	12.76	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

**4.9.3 Condizioni di carico**



*Simbologia e convenzioni adottate*

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

$F_x$  Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle

$F_y$  Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso

$M$  Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante

$Q_i, Q_f$  Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]

$V_i, V_s$  Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle

$R$  Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

Condizione n° 1				
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 1.15$	$X_f = 6.00$	$Q_i = 200$	$Q_f = 200$

#### 4.9.4 Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

##### Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	

##### Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Strada)	1.35	1.00

##### Combinazione n° 3 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

##### Combinazione n° 4 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

##### Combinazione n° 5 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

##### Combinazione n° 6 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.15	1.00

##### Combinazione n° 7 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

##### Combinazione n° 8 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

##### Combinazione n° 9 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 10 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 11 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 12 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.00	1.00

Combinazione n° 13 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Strada)	1.00	0.40

Combinazione n° 14 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 15 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

#### 4.9.5 Impostazioni di progetto, di analisi e verifica

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Verifica materiali: Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*f_{yd}*(ctg\alpha+ctg\theta)*sin\alpha$$

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*f_{cd}'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha))/(1.0+ctg\theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b <sub>w</sub>	larghezza minima sezione [mm]
σ <sub>cp</sub>	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
ρ <sub>l</sub>	rapporto geometrico di armatura
A <sub>sw</sub>	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
α <sub>c</sub>	coefficiente maggiorativo, funzione di f <sub>cd</sub> e σ <sub>cp</sub>

$$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$$

$$k=1+(200/d)^{1/2}$$

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

### Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio: Ambiente molto aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare)	0.60 f <sub>ck</sub>
Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.)	0.45 f <sub>ck</sub>
Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare)	0.80 f <sub>yk</sub>

Criteri verifiche a fessurazione: Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm] w<sub>1</sub>=0.20 w<sub>2</sub>=0.20 w<sub>3</sub>=0.20

### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara σ <sub>c</sub> < 0.60 f <sub>ck</sub> - σ <sub>f</sub> < 0.80 f <sub>yk</sub>
	Quasi permanente σ <sub>c</sub> < 0.45 f <sub>ck</sub>

Impostazioni di analisi: analisi per combinazioni di carico

Rottura del terreno: pressione passiva

Impostazioni analisi per combinazioni di carico

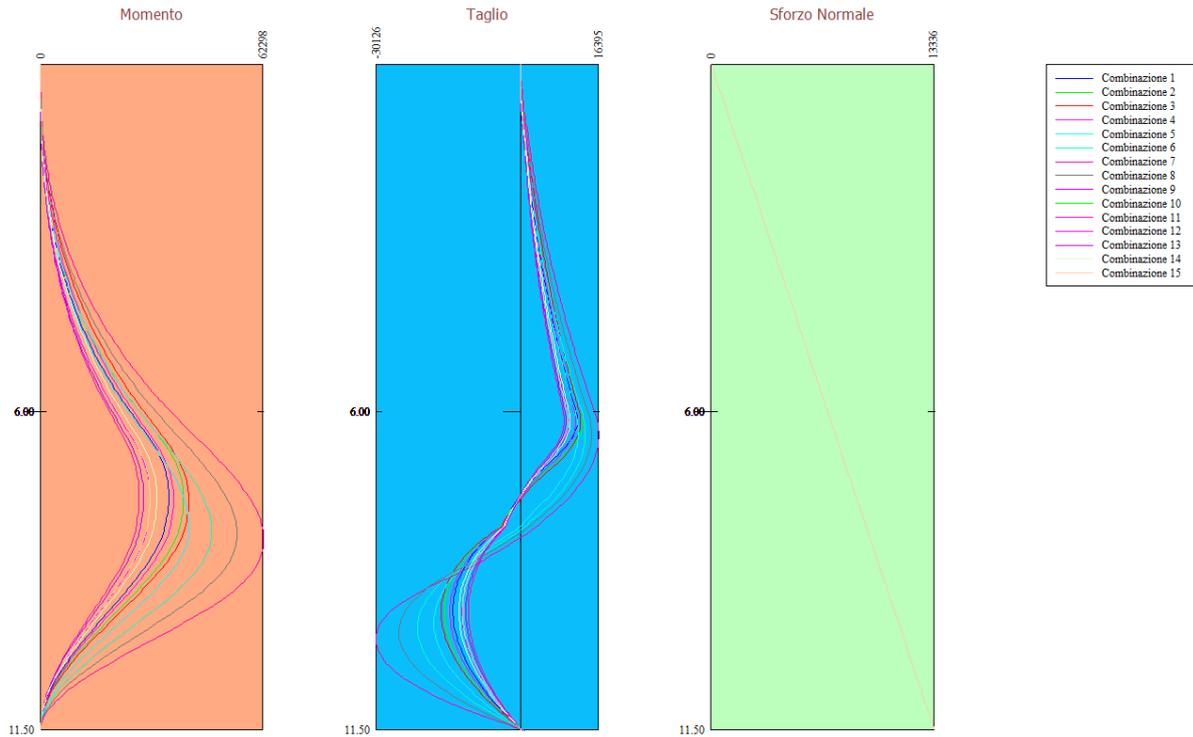
Influenza δ (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta K<sub>a</sub> e K<sub>p</sub> che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica:

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	2.940	0.785
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F <sub>0</sub>	2.600	2.349
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T <sub>c</sub> *	0.000	0.287
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.000	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S <sub>s</sub> )	1.000	1.500

### 4.9.6 Involuppo sollecitazioni agenti

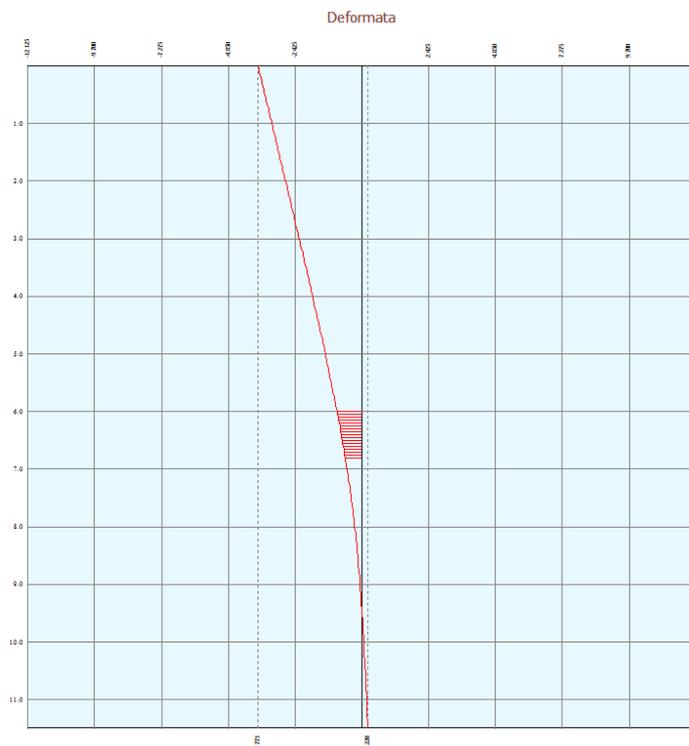


**Simbologia adottata**

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
- M        momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
- N        sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
- T        taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	[A1-M1]	35817	7.45	11879	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-14071	9.45	0	0.00	MIN
2	[A1-M1]	39932	7.50	13094	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-15804	9.45	0	0.00	MIN
3	[A1-M1 S]	41386	7.55	12544	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-16483	9.45	0	0.00	MIN
4	[A1-M1 S]	37143	7.50	11516	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-14725	9.45	0	0.00	MIN
5	[A2-M2]	41550	8.00	12062	6.35	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-17988	9.65	0	0.00	MIN
6	[A2-M2]	47836	8.05	13521	6.35	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-21427	9.75	0	0.00	MIN
7	[A2-M2 S]	62298	8.20	16395	6.40	13336	11.50	MAX
--	--	0	11.50	-30126	9.95	0	0.00	MIN
8	[A2-M2 S]	54875	8.10	14876	6.40	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-25299	9.80	0	0.00	MIN
9	[SLER]	27552	7.45	9138	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-10824	9.45	0	0.00	MIN
10	[SLEF]	27552	7.45	9138	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-10824	9.45	0	0.00	MIN
11	[SLEQ]	27552	7.45	9138	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-10824	9.45	0	0.00	MIN
12	[SLER]	30596	7.50	10037	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-12106	9.45	0	0.00	MIN
13	[SLEF]	28740	7.50	9496	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-11324	9.45	0	0.00	MIN
14	[SLEQ S]	32462	7.50	10366	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	0.00	-12808	9.45	0	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	30613	7.45	9906	6.15	13336	11.50	MAX
--	--	0	11.50	-12058	9.45	0	0.00	MIN

#### 4.9.7 Verifica spostamenti



*Simbologia adottata*

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- U        spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
- V        spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y <sub>U</sub>	V	Y <sub>V</sub>	
		[cm]	[m]	[cm]	[m]	
9	[SLER]	3.1762	0.00	0.0047	0.00	MAX
--	--	-0.1852	11.50	0.0000	0.00	MIN
10	[SLEF]	3.1762	0.00	0.0047	0.00	MAX
--	--	-0.1852	11.50	0.0000	0.00	MIN
11	[SLEQ]	3.1762	0.00	0.0047	0.00	MAX
--	--	-0.1852	11.50	0.0000	0.00	MIN
12	[SLER]	3.5471	0.00	0.0047	0.00	MAX
--	--	-0.2088	11.50	0.0000	0.00	MIN
13	[SLEF]	3.3207	0.00	0.0047	0.00	MAX
--	--	-0.1944	11.50	0.0000	0.00	MIN
14	[SLEQ S]	3.7734	0.00	0.0047	0.00	MAX
--	--	-0.2202	11.50	0.0000	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	3.5478	0.00	0.0047	0.00	MAX
--	--	-0.2069	11.50	0.0000	0.00	MIN

Lo spostamento massimo in condizioni di esercizio è inferiore al limite previsto, calcolato come:

$$\delta_{LIM} < 0,005 \cdot h_{fuori\ terra}$$

Nel caso di paratie non contrastate da tiranti e puntoni, ma che lavorano come mensole, si considera un'altezza fuori terra doppia rispetto a quella effettiva.

### 4.9.8 Verifica a stabilità globale

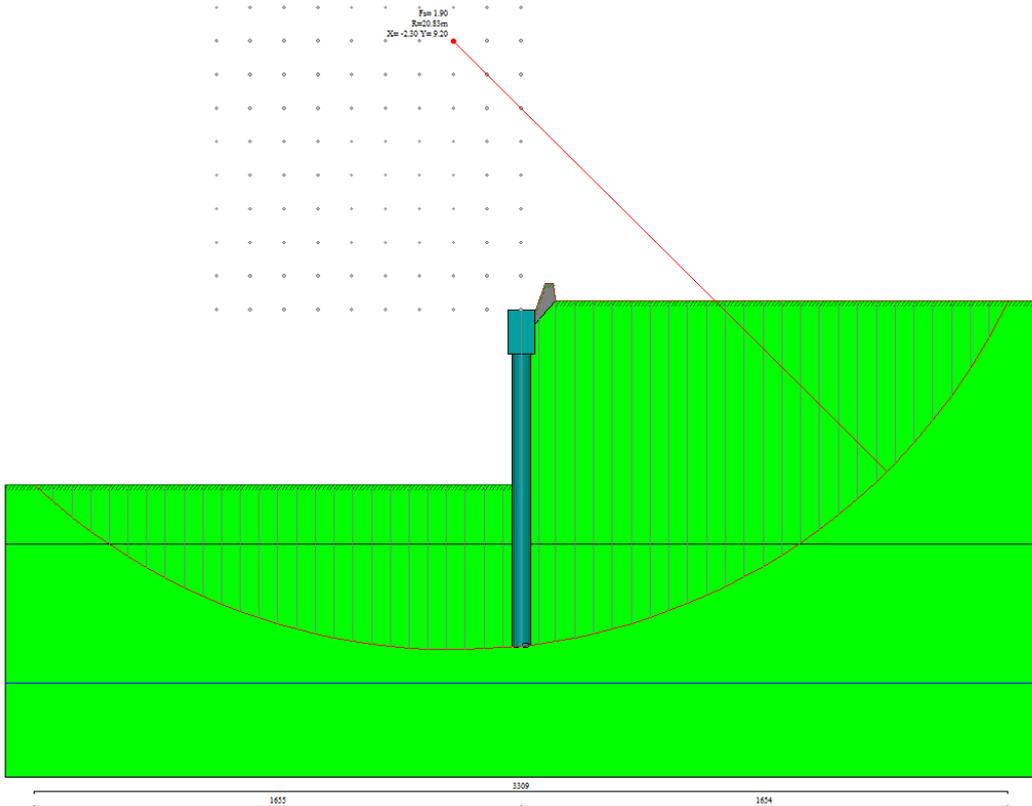
*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(X <sub>c</sub> ; Y <sub>c</sub> )	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(X <sub>v</sub> ; Y <sub>v</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(X <sub>m</sub> ; Y <sub>m</sub> )	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X <sub>c</sub> , Y <sub>c</sub> ) [m]	R [m]	(X <sub>v</sub> , Y <sub>v</sub> ) [m]	(X <sub>m</sub> , Y <sub>m</sub> ) [m]	FS
5	[A2-M2]	(-2.30; 2.30)	13.99	(-13.57; -5.99)	(11.56; 0.30)	2.70
6	[A2-M2]	(-2.30; 2.30)	13.99	(-13.57; -5.99)	(11.56; 0.30)	2.66
7	[A2-M2 S]	(-2.30; 8.05)	19.68	(-16.10; -5.99)	(15.80; 0.30)	1.98
8	[A2-M2 S]	(-2.30; 9.20)	20.83	(-16.55; -5.99)	(16.54; 0.30)	1.90

#### Combinazione n°8: A2-M2 Sismica

Numero di strisce 52



*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte	
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto	
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)	
Le strisce sono numerate da monte verso valle	
N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
$\Phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg]
1	339.89	-42.00	-227.44	0.86	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
2	1023.65	-39.69	-653.69	0.83	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
3	1654.19	-37.45	-1005.75	0.80	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
4	2236.29	-35.27	-1291.29	0.78	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
5	2773.88	-33.15	-1516.89	0.76	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
6	3270.20	-31.08	-1688.32	0.74	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
7	3727.99	-29.06	-1810.68	0.73	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
8	4149.54	-27.07	-1888.56	0.71	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
9	4536.82	-25.12	-1926.11	0.70	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
10	4891.50	-23.20	-1927.14	0.69	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
11	5215.03	-21.31	-1895.17	0.68	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
12	5508.65	-19.44	-1833.46	0.68	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
13	5773.43	-17.59	-1745.09	0.67	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
14	6010.29	-15.76	-1632.94	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
15	6220.03	-13.95	-1499.77	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
16	6403.32	-12.15	-1348.20	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
17	6560.73	-10.37	-1180.78	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
18	6692.74	-8.59	-999.93	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
19	6799.75	-6.82	-808.05	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
20	6882.06	-5.06	-607.44	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
21	6939.91	-3.31	-400.39	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
22	6973.47	-1.55	-189.14	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
23	6982.83	0.20	24.07	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
24	6968.01	1.95	237.04	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
25	6928.99	3.70	447.53	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
26	6865.63	5.46	653.33	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
27	13327.15	7.15	1659.15	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
28	14072.82	8.78	2147.48	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
29	14454.47	10.49	2631.09	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
30	14293.43	12.28	3041.25	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
31	14106.03	14.09	3435.09	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
32	13891.67	15.92	3810.02	0.67	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
33	13649.65	17.76	4163.33	0.67	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
34	13379.15	19.62	4492.20	0.68	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
35	13079.21	21.50	4793.65	0.69	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
36	12748.72	23.41	5064.52	0.70	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
37	12386.40	25.34	5301.45	0.71	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
38	11990.73	27.31	5500.81	0.72	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
39	11559.98	29.31	5658.67	0.73	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
40	11092.09	31.35	5770.72	0.75	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
41	10584.66	33.44	5832.23	0.77	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
42	10034.83	35.57	5837.87	0.79	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
43	9439.20	37.77	5781.65	0.81	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
44	8793.63	40.04	5656.69	0.84	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
45	8093.08	42.38	5454.98	0.87	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
46	7331.24	44.81	5167.00	0.90	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
47	6500.14	47.35	4781.23	0.95	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
48	5589.35	50.03	4283.29	1.00	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
49	4584.89	52.86	3654.67	1.06	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
50	3467.19	55.88	2870.51	1.14	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
51	2207.33	59.17	1895.49	1.25	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
52	768.75	62.53	682.06	1.39	29.26	0.000	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$\sum W_i = 393754.57$  [kg]

$\sum W_i \sin \alpha_i = 82652.84$  [kg]

$\sum W_i \tan \Phi_i = 220567.94$  [kg]

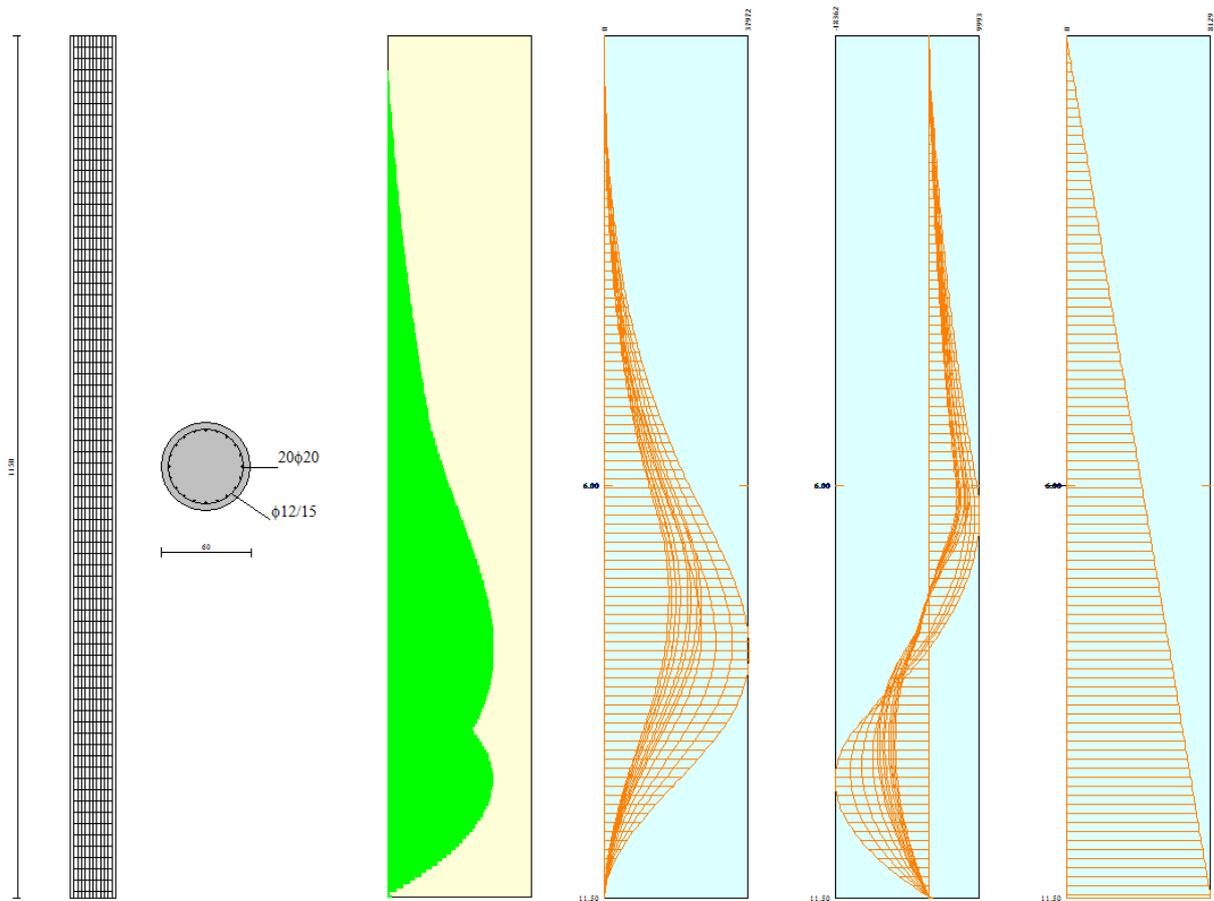
$\sum \tan \alpha_i \tan \Phi_i = 5.49$

#### 4.9.9 Verifiche armatura paratia

##### Descrizione armatura pali e caratteristiche sezione

Diametro del palo 60.00 cm  
 Area della sezione trasversale 2827.43 cmq  
 Copriferro 5.00 cm

L'armatura del palo è costituita da 20 $\Phi$ 20( $A_f=62.83$  cmq) longitudinali e staffe  $\Phi$ 12/15.0 cm.



##### Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

###### *Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
$V_{Rd}$	taglio resistente espresso in [kg]
$FS_T$	fattore di sicurezza a taglio

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

N°	Tipo	Y	M	N	Mu	Nu	FS
		[m]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	[A1-M1]	7.45	21832	5266	51828	12502	2.37
2	[A1-M1]	7.50	24340	5301	51681	11257	2.12
3	[A1-M1 S]	7.50	25223	5301	51634	10852	2.05
4	[A1-M1 S]	7.50	22640	5301	51784	12126	2.29
5	[A2-M2]	8.00	25326	5655	51716	11547	2.04
6	[A2-M2]	8.05	29157	5690	51540	10058	1.77
7	[A2-M2 S]	8.20	37972	5796	51277	7827	1.35
8	[A2-M2 S]	8.10	33448	5726	51392	8797	1.54

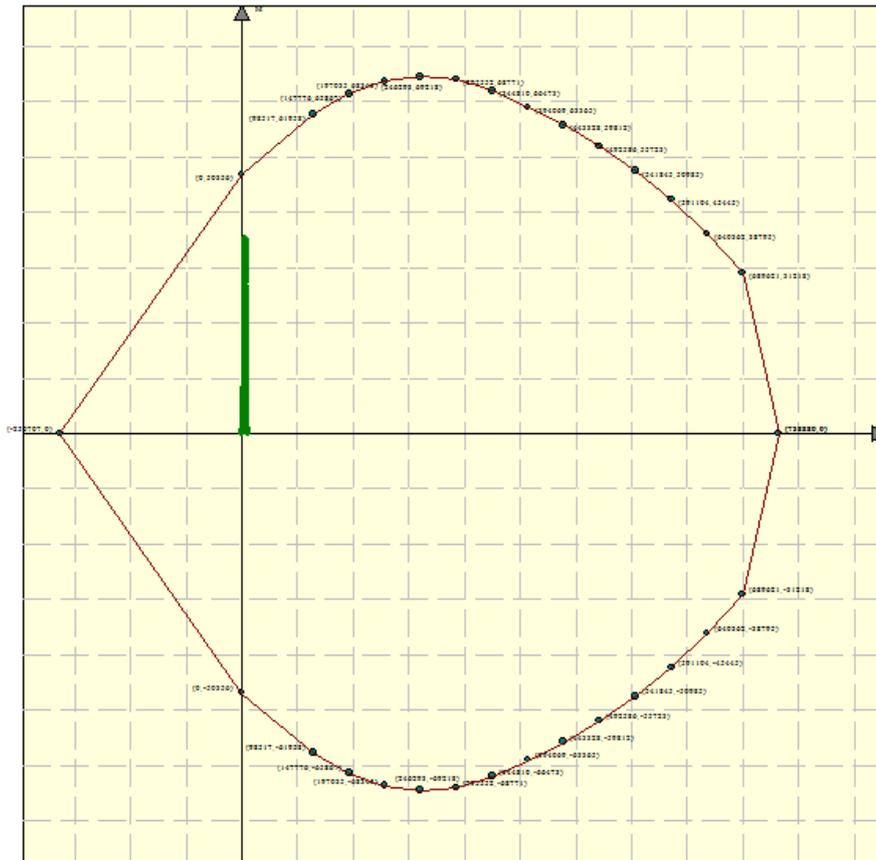
N°	Tipo	Y	T	Tr	FSr
		[m]	[kgm]	[kg]	
1	[A1-M1]	9.45	-8576	25026	2.92
2	[A1-M1]	9.45	-9633	25026	2.60
3	[A1-M1 S]	9.45	-10047	25026	2.49
4	[A1-M1 S]	9.45	-8975	25026	2.79
5	[A2-M2]	9.65	-10964	25026	2.28
6	[A2-M2]	9.75	-13061	25026	1.92
7	[A2-M2 S]	9.95	-18362	25026	1.36
8	[A2-M2 S]	9.80	-15420	25026	1.62

*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_r$	tensione nell'armatura longitudinale del palo, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

N°	Tipo	$\sigma_c$	Y( $\sigma_c$ )	$\sigma_r$	Y( $\sigma_r$ )	A <sub>r</sub>
		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[m]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[m]	[cm <sup>2</sup> ]
9	[SLER]	87.21	7.45	1810.40	7.45	62.83
10	[SLEF]	87.21	7.45	1810.40	7.45	62.83
11	[SLEQ]	87.21	7.45	1810.40	7.45	62.83
12	[SLER]	96.79	7.50	2020.12	7.45	62.83
13	[SLEF]	90.95	7.50	1892.49	7.45	62.83
14	[SLEQ S]	102.67	7.50	2149.43	7.45	62.83
15	[SLEQ S]	96.85	7.50	2021.89	7.45	62.83

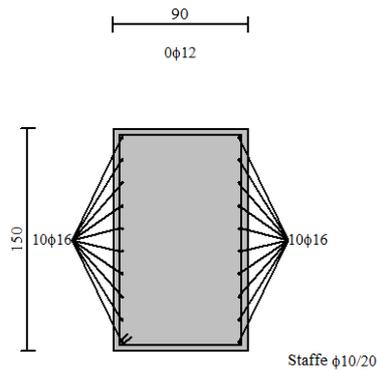
Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.



#### 4.9.10 Verifiche armatura cordoli

*Simbologia adottata*

- $M_h$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale
- $T_h$  taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale
- $M_v$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale
- $T_v$  taglio espresso in [kg] nel piano verticale



#### **Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

B=90.00 [cm]	H=150.00 [cm]		
$A_{fv}=20.11$ [cmq]	$A_{fh}=0.00$ [cmq]	Staffe $\Phi 10/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=5902$ [kgm]	$M_{uh}=66208$ [kgm]	FS=11.22	
$T_h=11804$ [kg]	$T_{Rh}=23974$ [kg]	FS <sub>T</sub> =2.03	
$M_v=608$ [kgm]	$M_{uv}=12987$ [kgm]	FS=21.38	
$T_v=2025$ [kg]	$T_R=40897$ [kg]	FS <sub>Tv</sub> =20.20	

#### 4.10 BERLINESE MICROPALI TIPO 4

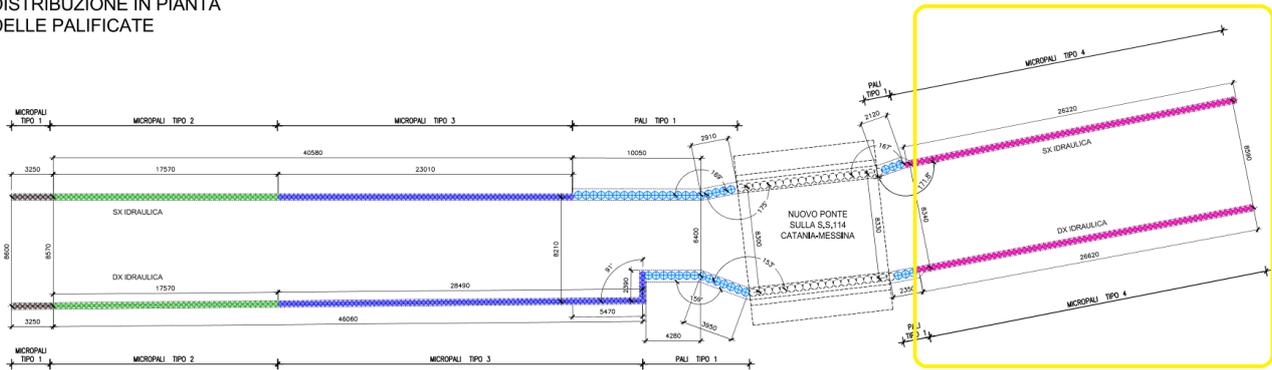
Nel tratto compreso tra l'autostrada e la ferrovia, verrà realizzata una vasca di accumulo dei sedimenti, che consentirà di sedimentare il materiale trasportato dal torrente nel tratto a valle delle briglie di regimazione previste, prima dell'ingresso nella piattaforma portuale di progetto.

Tale vasca sarà realizzata mediante sostegno delle sponde in micropali, protezione di fondo in gabbionate spessore 50 cm e briglia iniziale e terminale in gabbioni da 2x1x1 m sovrapposti.

La berlinese sarà realizzata in parte con micropali e in parte con pali.

Di seguito si riportano la verifica dei micropali di tipo 4, realizzati tra l'attraversamento della SS114 e il rilevato ferroviario, come indicato nella mappa chiave e nel prospetto seguenti.

DISTRIBUZIONE IN PIANTA  
 DELLE PALIFICATE



PROSPETTO SVILUPPO PALIFICATE

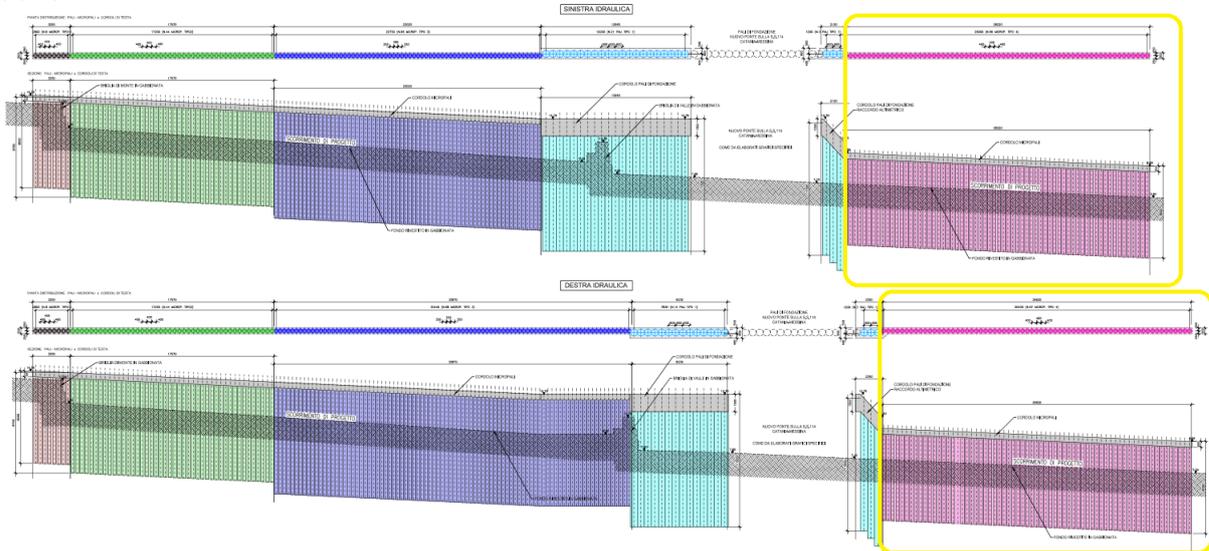
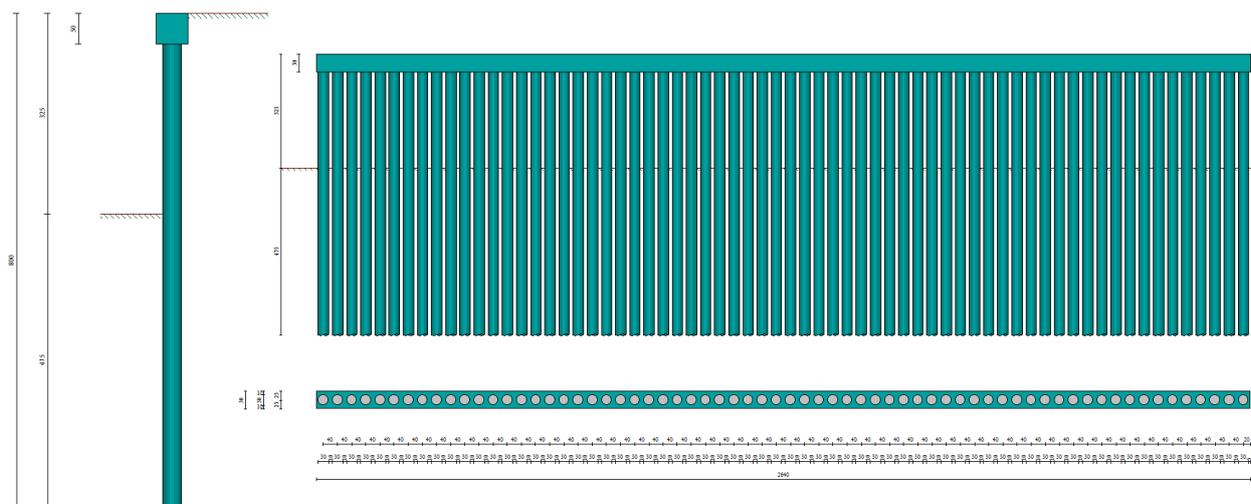


Figura 12: Berlinese – micropali tipo 4

### 4.10.1 Geometria paratia



Tipo paratia: Paratia di micropali

Altezza fuori terra	3.25	[m]
Profondità di infissione	4.75	[m]
Altezza totale della paratia	8.00	[m]
Lunghezza paratia	26.40	[m]

Numero di file di micropali	1	
Interasse fra i micropali della fila	0.40	[m]
Diametro dei micropali	30.00	[cm]
Numero totale di micropali	66	
Numero di micropali per metro lineare	2.50	
Diametro esterno del tubolare	203.00	[mm]
Spessore del tubolare	9.50	[mm]

#### Geometria cordoli

*Simbologia adottata*

n° numero d'ordine del cordolo  
Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

#### Cordoli in calcestruzzo

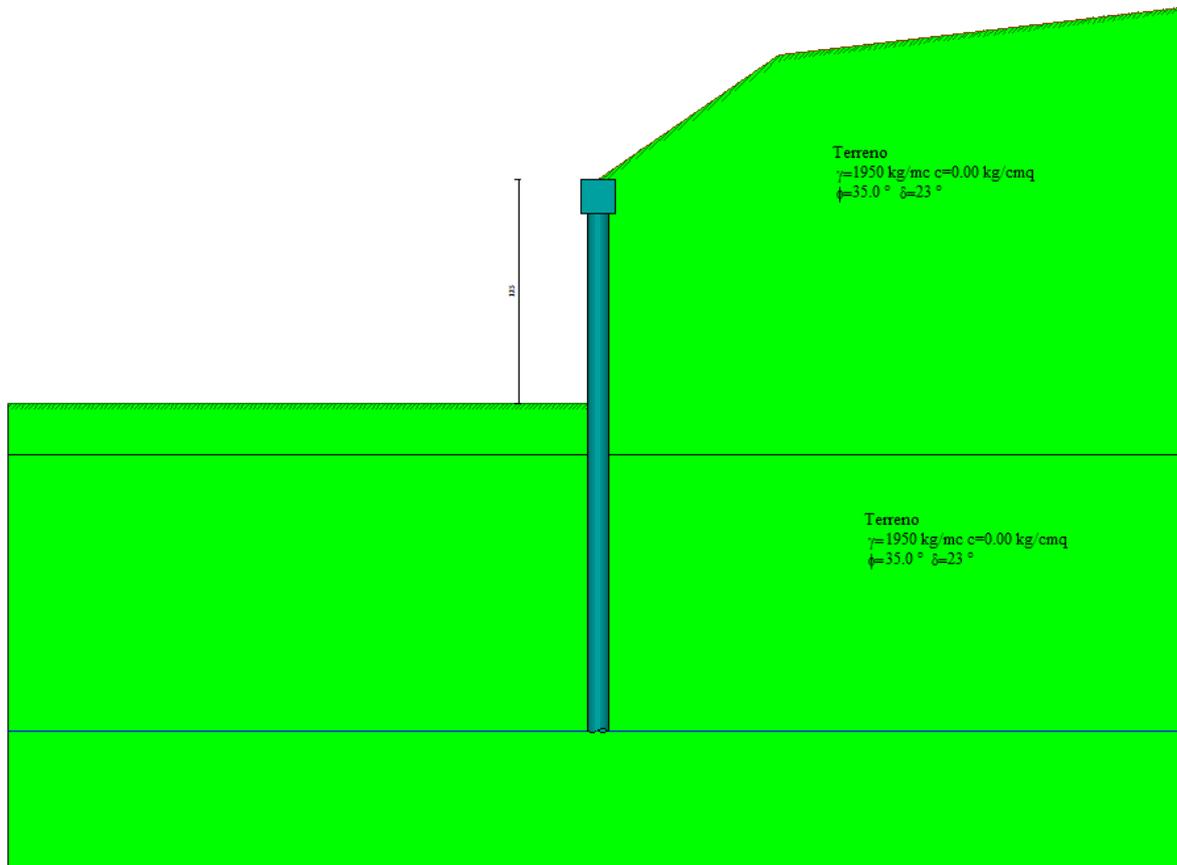
B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]  
H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

#### Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]  
W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm<sup>3</sup>]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm <sup>3</sup> ]
1	0.00	Calcestruzzo	50.00	50.00	--	--

#### 4.10.2 Stratigrafia e caratteristiche terreni



##### Simbologia adottata

- $n^\circ$  numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
- $sp$  spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]
- $kw$  costante di Winkler orizzontale espressa in  $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$
- $\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI( $^\circ$ ) (M: strato di monte V: strato di valle)
- Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V: strato di valle)

$N^\circ$	$sp$	$\alpha_M$	$\alpha_V$	$K_{WM}$	$K_{WV}$	Terreno M	Terreno V
	[m]	[ $^\circ$ ]	[ $^\circ$ ]	[ $\text{kg/cm}^2/\text{cm}$ ]	[ $\text{kg/cm}^2/\text{cm}$ ]		
1	4.00	0.00	0.00	0.89	0.89	Terreno	Terreno
2	6.00	0.00	0.00	3.11	3.11	Terreno	Terreno

#### Descrizione terreni

##### Simbologia adottata

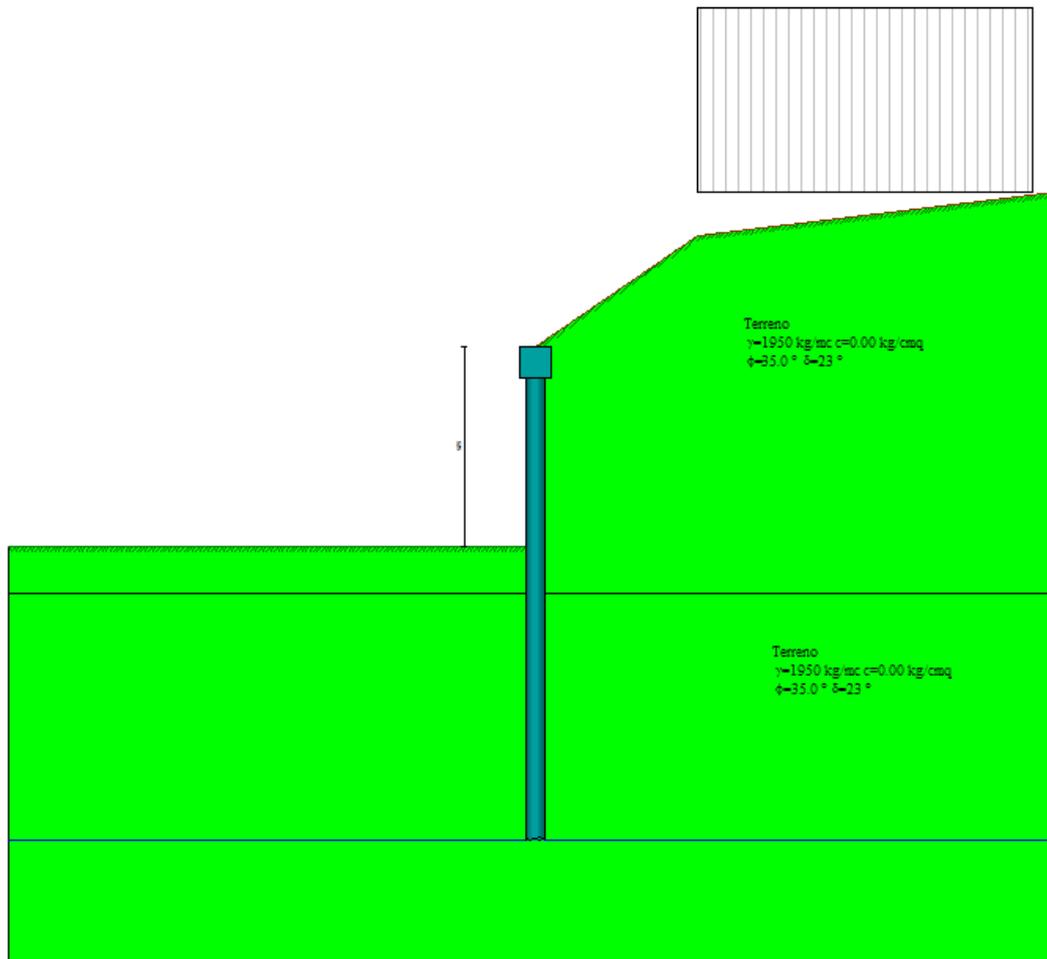
- $n^\circ$  numero d'ordine
- Descrizione Descrizione del terreno
- $\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [ $\text{kg/mc}$ ]
- $\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [ $\text{kg/mc}$ ]
- $\Phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [ $^\circ$ ]
- $\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [ $^\circ$ ]
- $c$  coesione del terreno espressa in [ $\text{kg/cm}^2$ ]

$N^\circ$	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\Phi$	$\delta$	$c$
		[ $\text{kg/mc}$ ]	[ $\text{kg/mc}$ ]	[ $^\circ$ ]	[ $^\circ$ ]	[ $\text{kg/cm}^2$ ]
2	Terreno	1950.0	1950.0	35.00	23.30	0.000

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia	8.00	[m]
Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia	8.00	[m]
Regime delle pressioni neutre:	Idrostatico	

**4.10.3 Condizioni di carico**



*Simbologia e convenzioni adottate*

- Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia  
 Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia
- $F_x$  Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
  - $F_y$  Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
  - $M$  Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
  - $Q_i, Q_f$  Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
  - $V_i, V_s$  Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
  - $R$  Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

<b>Condizione n° 1</b>				
Carico distribuito sul profilo	$X_i = 2.60$	$X_f = 8.00$	$Q_i = 2000$	$Q_f = 2000$

#### 4.10.4 Combinazioni di carico

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

##### Combinazione n° 1 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	

##### Combinazione n° 2 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.30	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera)	1.50	1.00

##### Combinazione n° 3 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera / sisma V+)	1.00	0.80

##### Combinazione n° 4 [A1-M1]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera / sisma V-)	1.00	0.80

##### Combinazione n° 5 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

##### Combinazione n° 6 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera)	1.30	1.00

##### Combinazione n° 7 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera / sisma V+)	1.00	0.80

##### Combinazione n° 8 [A2-M2]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera / sisma V-)	1.00	0.80

Combinazione n° 9 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 10 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 11 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	

Combinazione n° 12 [SLER]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera)	1.00	1.00

Combinazione n° 13 [SLEF]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera)	1.00	0.90

Combinazione n° 14 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera)	1.00	0.80

Combinazione n° 15 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera / sisma V+)	1.00	0.80

Combinazione n° 16 [SLEQ]

Nome condizione	$\gamma$	Coeff. part.
Spinta terreno	1.00	
Condizione 1 (Transito mezzi d'opera / sisma V-)	1.00	0.80

#### 4.10.5 Impostazioni di progetto, di analisi e verifica

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Verifica materiali: Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd}=[0.18*k*(100.0*\rho_l*f_{ck})^{1/3}/\gamma_c+0.15*\sigma_{cp}]*b_w*d>(v_{min}+0.15*\sigma_{cp})*b_w*d$$

$$V_{Rsd}=0.9*d*A_{sw}/s*f_{yd}*(ctg\alpha+ctg\theta)*\sin\alpha$$

$$V_{Rcd}=0.9*d*b_w*\alpha_c*f_{cd}'*(ctg(\theta)+ctg(\alpha))/(1.0+ctg\theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura
$A_{sw}$	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo, funzione di $f_{cd}$ e $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}'=0.5*f_{cd}$$

$$k=1+(200/d)^{1/2}$$

$$v_{min}=0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$$

#### **Stato Limite di Esercizio**

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio: Ambiente molto aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) 0.60  $f_{ck}$

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) 0.45  $f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) 0.80  $f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione: Armatura poco sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]  $w_1=0.20$   $w_2=0.20$   $w_3=0.20$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni di analisi: analisi per combinazioni di carico

Rottura del terreno: pressione passiva

Impostazioni analisi per combinazioni di carico

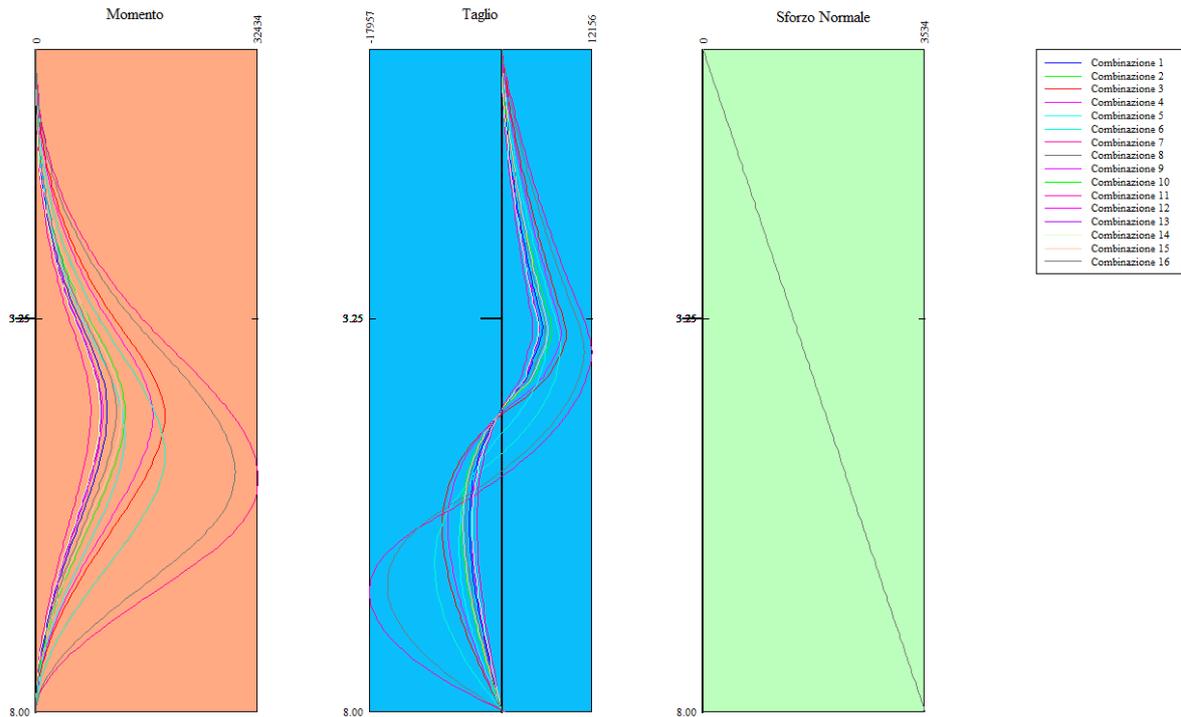
Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia): Sia nel calcolo dei coefficienti di spinta  $K_a$  e  $K_p$  che nelle inclinazioni della spinta attiva e passiva

Stabilità globale: Metodo di Bishop

Impostazioni analisi sismica:

Combinazioni/Fase	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [ $m/s^2$ ]	2.940	0.785
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.600	2.349
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.000	0.287
Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )	1.000	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.000	1.500

### 4.10.6 Involuppo sollecitazioni agenti

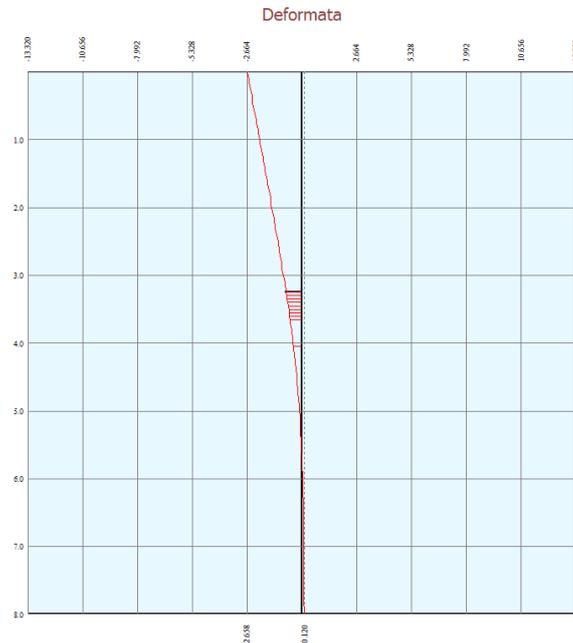


*Simbologia adottata*

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y       ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
- M       momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]
- N       sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)
- T       taglio massimo e minimo espresso in [kg]

n°	Tipo	M	Y <sub>M</sub>	T	Y <sub>T</sub>	N	Y <sub>N</sub>	
		[kgm]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	
1	[A1-M1]	10389	4.35	5495	3.35	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-4393	5.70	0	0.00	MIN
2	[A1-M1]	13004	4.40	6787	3.40	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-5512	5.75	0	0.00	MIN
3	[A1-M1 S]	18741	4.45	8713	3.45	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-8035	5.80	0	0.00	MIN
4	[A1-M1 S]	17006	4.40	8023	3.40	3534	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-7254	5.75	0	0.00	MIN
5	[A2-M2]	12967	4.65	5972	3.50	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-5861	6.00	0	0.00	MIN
6	[A2-M2]	18774	4.90	7908	3.60	3534	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-9116	6.20	0	0.00	MIN
7	[A2-M2 S]	32434	5.20	12156	3.65	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-17957	6.55	0	0.00	MIN
8	[A2-M2 S]	29041	5.10	11136	3.65	3534	8.00	MAX
--	--	0	8.00	-15496	6.45	0	0.00	MIN
9	[SLER]	7992	4.35	4227	3.35	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-3379	5.70	0	0.00	MIN
10	[SLEF]	7992	4.35	4227	3.35	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-3379	5.70	0	0.00	MIN
11	[SLEQ]	7992	4.35	4227	3.35	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-3379	5.70	0	0.00	MIN
12	[SLER]	9699	4.40	5061	3.35	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-4110	5.75	0	0.00	MIN
13	[SLEF]	9516	4.40	4974	3.35	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-4031	5.75	0	0.00	MIN
14	[SLEQ]	9333	4.35	4887	3.35	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-3953	5.75	0	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	12442	4.35	6200	3.40	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-5267	5.70	0	0.00	MIN
16	[SLEQ S]	11671	4.35	5880	3.40	3534	8.00	MAX
--	--	0	0.00	-4939	5.70	0	0.00	MIN

#### 4.10.7 Verifica spostamenti



**Simbologia adottata**

- n°      Indice della combinazione/fase
- Tipo    Tipo della combinazione/fase
- Y        ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
- U        spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle
- V        spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U [cm]	Y <sub>U</sub> [m]	V [cm]	Y <sub>V</sub> [m]	
9	[SLER]	1.6930	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.0767	8.00	0.0000	0.00	MIN
10	[SLEF]	1.6930	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.0767	8.00	0.0000	0.00	MIN
11	[SLEQ]	1.6930	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.0767	8.00	0.0000	0.00	MIN
12	[SLER]	2.0600	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.0940	8.00	0.0000	0.00	MIN
13	[SLEF]	2.0205	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.0922	8.00	0.0000	0.00	MIN
14	[SLEQ]	1.9813	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.0903	8.00	0.0000	0.00	MIN
15	[SLEQ S]	2.6580	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1201	8.00	0.0000	0.00	MIN
16	[SLEQ S]	2.4881	0.00	0.0023	0.00	MAX
--	--	-0.1125	8.00	0.0000	0.00	MIN

Lo spostamento massimo in condizioni di esercizio è inferiore al limite previsto, calcolato come:

$$\delta_{LIM} < 0,005 \cdot h_{fuori\ terra}$$

Nel caso di paratie non contrastate da tiranti e puntoni, ma che lavorano come mensole, si considera un'altezza fuori terra doppia rispetto a quella effettiva.

### 4.10.8 Verifica a stabilità globale

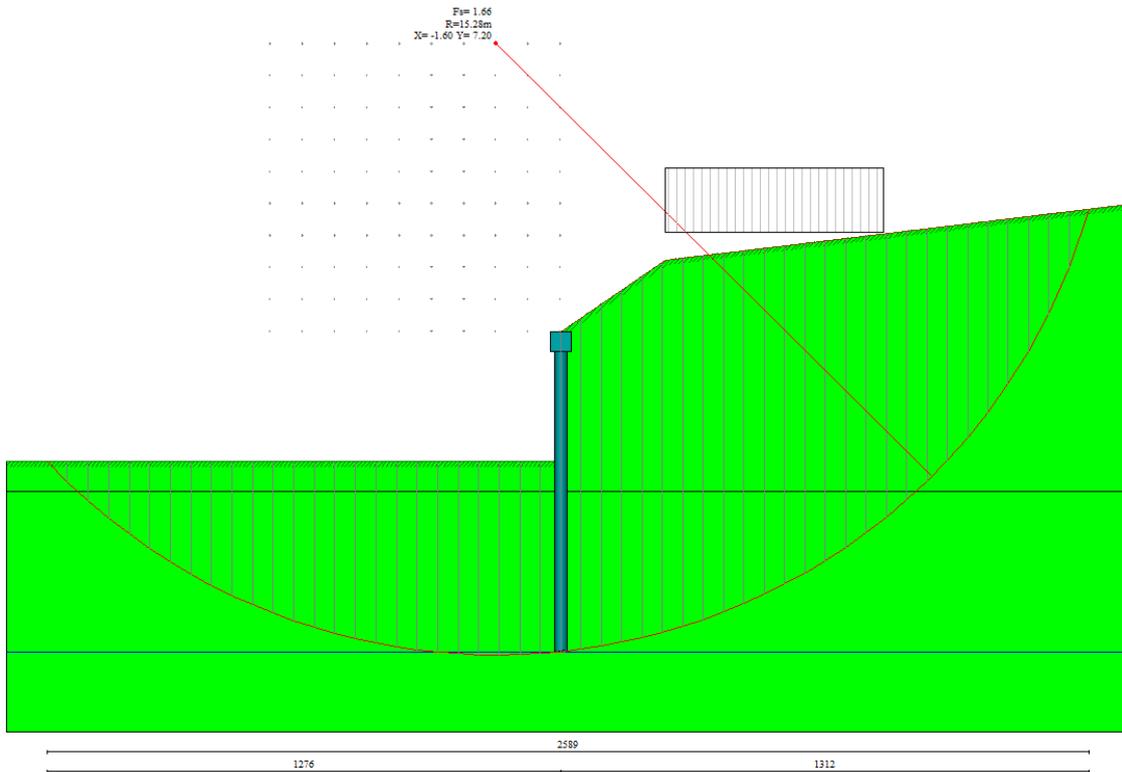
*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della combinazione/fase
(Xc; Yc)	Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]
R	Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]
(Xv; Yv)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]
(Xm; Ym)	Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]
FS	Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(Xc, Yc) [m]	R [m]	(Xv, Yv) [m]	(Xm, Ym) [m]	FS
5	[A2-M2]	(-0.80; 6.40)	14.42	(-11.53; -3.24)	(13.24; 3.08)	2.59
6	[A2-M2]	(-1.60; 3.20)	11.31	(-10.90; -3.24)	(9.70; 2.66)	2.42
7	[A2-M2 S]	(-1.60; 7.20)	15.28	(-12.76; -3.24)	(13.12; 3.07)	1.75
8	[A2-M2 S]	(-1.60; 7.20)	15.28	(-12.76; -3.24)	(13.12; 3.07)	1.66

#### Combinazione n°8: A2-M2 Sismica

Numero di strisce      51



*Simbologia adottata*

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)  
Le strisce sono numerate da monte verso valle

N°	numero d'ordine della striscia
W	peso della striscia espresso in [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in gradi (positivo antiorario)
$\Phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
L	sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ctn, Ctt	contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kg]

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
	[kg]					[kg/cm $\alpha$ ]	[kg/cm $\alpha$ ]	[kg]
1	247.84	-45.56	-176.95	0.73	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
2	743.02	-42.88	-505.63	0.70	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
3	1194.76	-40.32	-773.10	0.67	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
4	1607.99	-37.85	-986.75	0.65	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
5	1986.59	-35.47	-1152.69	0.63	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
6	2333.64	-33.15	-1276.08	0.61	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
7	2651.69	-30.89	-1361.38	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
8	2942.79	-28.68	-1412.50	0.58	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
9	3208.70	-26.52	-1432.92	0.57	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
10	3450.86	-24.40	-1425.76	0.56	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
11	3670.50	-22.32	-1393.86	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
12	3868.66	-20.26	-1339.85	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
13	4046.22	-18.24	-1266.16	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
14	4203.95	-16.23	-1175.06	0.53	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
15	4342.47	-14.25	-1068.69	0.53	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
16	4462.32	-12.28	-949.10	0.52	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
17	4563.96	-10.33	-818.24	0.52	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
18	4647.75	-8.39	-677.98	0.52	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
19	4713.99	-6.46	-530.15	0.51	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
20	4762.91	-4.53	-376.52	0.51	29.26	0.000	0.003	(0; 0)
21	4794.68	-2.62	-218.85	0.51	29.26	0.000	0.007	(0; 0)
22	4809.40	-0.70	-58.84	0.51	29.26	0.000	0.008	(0; 0)
23	4807.13	1.21	101.79	0.51	29.26	0.000	0.008	(0; 0)
24	4787.85	3.13	261.35	0.51	29.26	0.000	0.006	(0; 0)
25	4751.51	5.05	418.11	0.51	29.26	0.000	0.002	(0; 0)
26	8016.04	6.96	971.66	0.51	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
27	8290.89	8.87	1278.83	0.51	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
28	8548.71	10.79	1600.97	0.51	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
29	8789.21	12.73	1936.33	0.52	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
30	9012.01	14.68	2283.09	0.52	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
31	9800.07	16.64	2806.45	0.53	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
32	9827.13	18.63	3138.81	0.53	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
33	9709.81	20.64	3422.07	0.54	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
34	9572.44	22.67	3689.86	0.55	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
35	9414.15	24.74	3939.83	0.56	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
36	9233.93	26.84	4169.44	0.57	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
37	9030.56	28.98	4375.94	0.58	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
38	8802.63	31.17	4556.29	0.59	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
39	8548.44	33.41	4707.14	0.60	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
40	8265.96	35.71	4824.69	0.62	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
41	7830.65	38.08	4829.34	0.64	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
42	6798.07	40.52	4417.16	0.66	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
43	6413.51	43.06	4379.23	0.69	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
44	5986.60	45.71	4285.60	0.72	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
45	5511.11	48.50	4127.40	0.76	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
46	4978.64	51.44	3893.26	0.81	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
47	4377.43	54.59	3567.93	0.87	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
48	3690.12	58.01	3129.89	0.95	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
49	2888.93	61.80	2546.11	1.07	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
50	1923.69	66.15	1759.37	1.25	29.26	0.000	0.000	(0; 0)
51	695.92	71.11	658.43	1.56	29.26	0.000	0.000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0.00 [kg]

$$\sum W_i = 273557.81 \text{ [kg]}$$

$$\sum W_i \sin \alpha_i = 65699.23 \text{ [kg]}$$

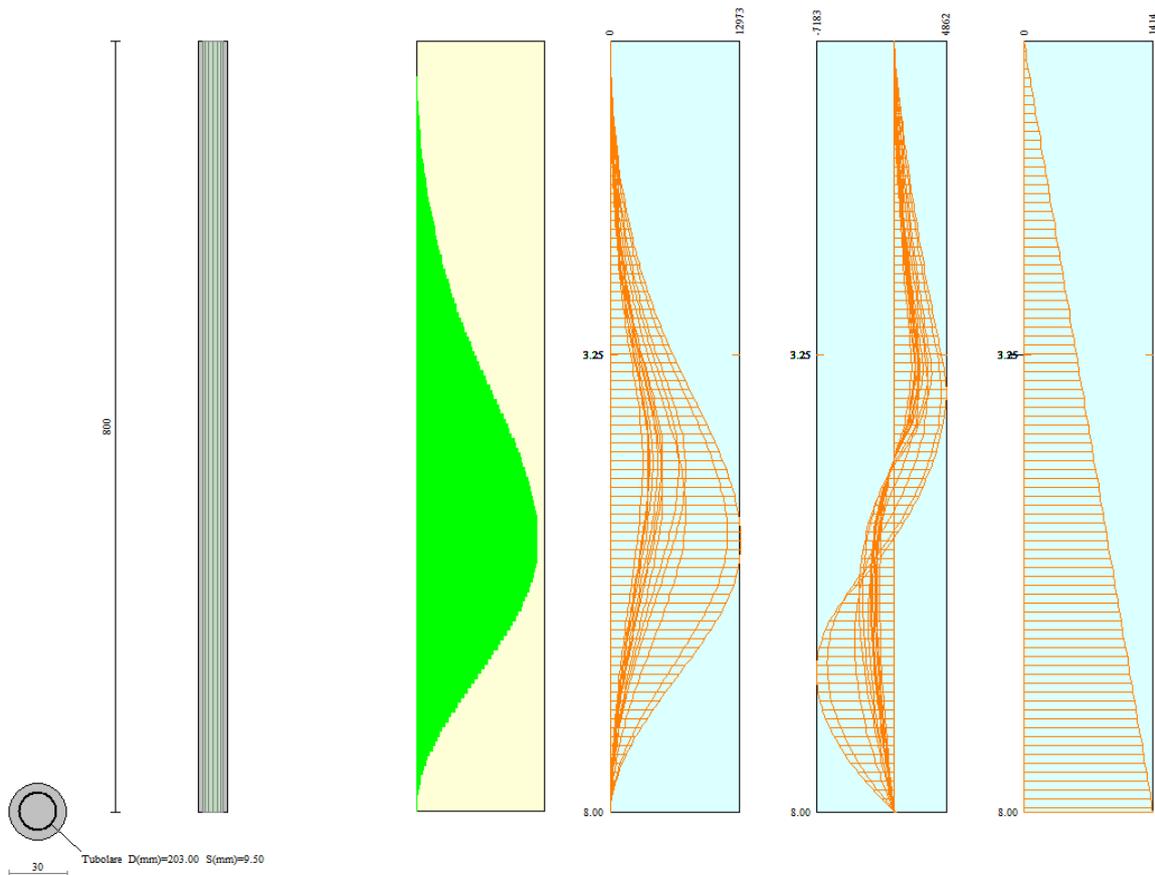
$$\sum W_i \tan \Phi_i = 153237.79 \text{ [kg]}$$

$$\sum \tan \alpha_i \tan \Phi_i = 7.06$$

### 4.10.9 Verifiche armatura paratia

#### Descrizione armatura micropali e caratteristiche sezione

Diametro del micropalo	30.00 cm
Area della sezione trasversale	706.86 cmq
Diametro esterno del tubolare	203.00 mm
Spessore del tubolare	9.50 mm
Area della sezione tubolare	57.75 cmq
Inerzia della sezione tubolare	2709.39 cm <sup>4</sup>



#### Verifica armatura paratia (Sezioni critiche)

##### *Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
Mu	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
T	taglio espresso in [kg]
V <sub>Rd</sub>	taglio resistente espresso in [kg]
FS <sub>T</sub>	fattore di sicurezza a taglio

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

N°	Tipo	Y [m]	M [kgm]	N [kg]	Mu [kgm]	Nu [kg]	FS
1	[A1-M1]	4.35	4156	769	13811	2555	3.32
2	[A1-M1]	4.40	5202	778	13800	2063	2.65
3	[A1-M1 S]	4.45	7497	786	13785	1446	1.84
4	[A1-M1 S]	4.40	6802	778	13788	1576	2.03
5	[A2-M2]	4.65	5187	822	13802	2187	2.66
6	[A2-M2]	4.90	7510	866	13789	1590	1.84
7	[A2-M2 S]	5.20	12973	919	13775	976	1.06
8	[A2-M2 S]	5.10	11616	901	13777	1069	1.19

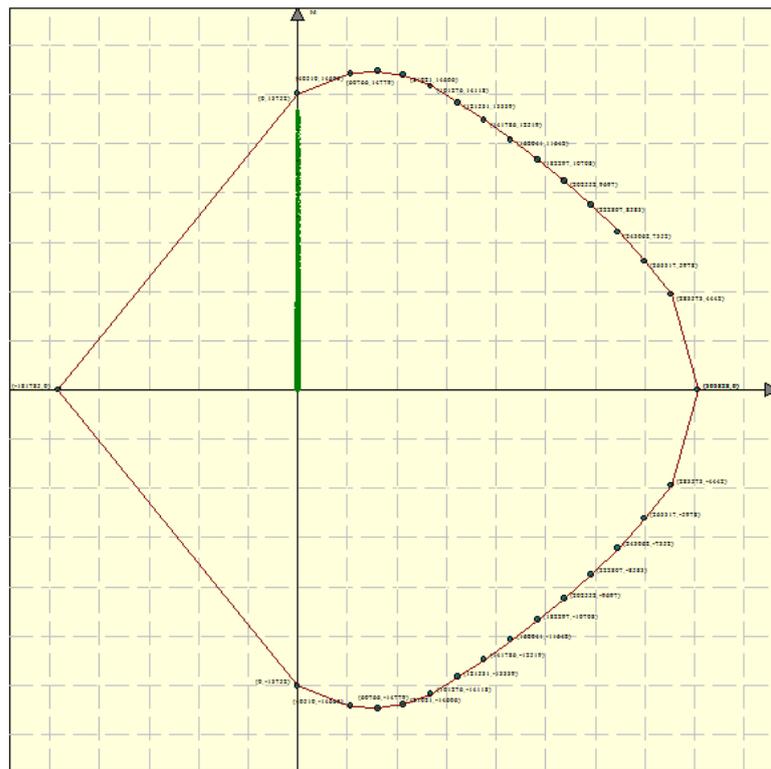
N°	Tipo	Y [m]	T [kgm]	Tr [kg]	FS <sub>T</sub>
1	[A1-M1]	3.35	2198	104953	47.75
2	[A1-M1]	3.40	2715	104953	38.66
3	[A1-M1 S]	3.45	3485	104953	30.11
4	[A1-M1 S]	3.40	3209	104953	32.70
5	[A2-M2]	3.50	2389	104953	43.93
6	[A2-M2]	6.20	-3646	104953	28.78
7	[A2-M2 S]	6.55	-7183	104953	14.61
8	[A2-M2 S]	6.45	-6198	104953	16.93

*Simbologia adottata*

n°	Indice della combinazione/fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$\sigma_r$	tensione normale nell'armatura, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\tau_r$	tensione tangenziale nell'armatura, espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\sigma_{id}$	tensione ideale ( $\sigma_{id} = (\sigma_r^2 + 3 \tau_r^2)^{0.5}$ ) nella sezione del tubolare, espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

N°	Tipo	$\sigma_r$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\sigma_r$ ) [m]	$\tau_r$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\tau_r$ ) [m]	$\sigma_{id}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Y( $\sigma_{id}$ ) [m]
9	[SLER]	1210.87	4.35	58.55	3.35	1210.87	4.35
10	[SLEF]	1210.87	4.35	58.55	3.35	1210.87	4.35
11	[SLEQ]	1210.87	4.35	58.55	3.35	1210.87	4.35
12	[SLER]	1466.91	4.40	70.11	3.35	1466.94	4.40
13	[SLEF]	1439.35	4.40	68.90	3.35	1439.38	4.40
14	[SLEQ]	1412.05	4.40	67.70	3.35	1412.08	4.40
15	[SLEQ S]	1877.80	4.35	85.88	3.40	1877.81	4.40
16	[SLEQ S]	1762.19	4.35	81.46	3.40	1762.19	4.35

Di seguito sono riportati per ogni tratto di armatura i diagrammi di interazione  $M_u-N_u$  della sezione; sono stati calcolati 16 punti per ogni sezione analizzata.



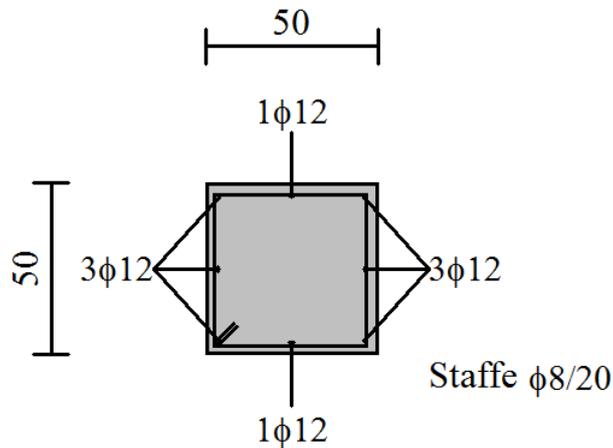
Di seguito è riportata la verifica a taglio, considerando come elemento resistente il solo tubolare in acciaio.

<b>COMBINAZIONE Vmax</b>		
$N_{Ed}$	daN	<b>1016</b>
$V_{Ed}$	daN	<b>7183</b>
$M_{Ed}$	daN*m	<b>4437</b>
<hr/>		
<b>Verifica a compressione</b>		
Condizione di Verifica		
$N_{Ed}/N_{c,Rd} \leq 1$		
$N_{c,Rd}$	daN	195251.1054
$N_{Ed}/N_{c,Rd}$		0.01
		<b>Verificato</b>
<hr/>		
<b>Verifica a flessione monoassiale (retta)</b>		
Condizione di Verifica		
$M_{Ed}/M_{c,Rd} \leq 1$		
$\rho$		0
$M_{c,Rd}$	daN*m	12093.43748
$M_{Ed}/M_{c,Rd}$		0.366893202
		<b>Verificato</b>
<hr/>		
<b>Verifica a taglio</b>		
Condizione di Verifica		
$V_{Ed}/V_{c,Rd} \leq 1$		
$A_v$	cm <sup>2</sup>	36.765
$V_{c,Rd}$	daN	71765.05085
$V_{Ed}/V_{c,Rd}$		0.10
		<b>Verificato</b>

#### 4.10.10 Verifiche armatura cordoli

*Simbologia adottata*

$M_h$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano orizzontale  
 $T_h$  taglio espresso in [kg] nel piano orizzontale  
 $M_v$  momento flettente espresso in [kgm] nel piano verticale  
 $T_v$  taglio espresso in [kg] nel piano verticale



#### **Cordolo N° 1 (X=0.00 m) (Cordolo in c.a.)**

$B=50.00$ [cm]	$H=50.00$ [cm]		
$A_{fv}=3.39$ [cmq]	$A_{fh}=1.13$ [cmq]	Staffe $\Phi 8/20$	$N_{bh}=2 - N_{bv}=2$
$M_h=1945$ [kgm]	$M_{uh}=6188$ [kgm]	FS=3.18	
$T_h=3890$ [kg]	$T_{Rh}=8123$ [kg]	FS <sub>T</sub> =2.09	
$M_v=50$ [kgm]	$M_{uv}=6188$ [kgm]	FS=123.76	
$T_v=250$ [kg]	$T_R=8123$ [kg]	FS <sub>Tv</sub> =32.49	

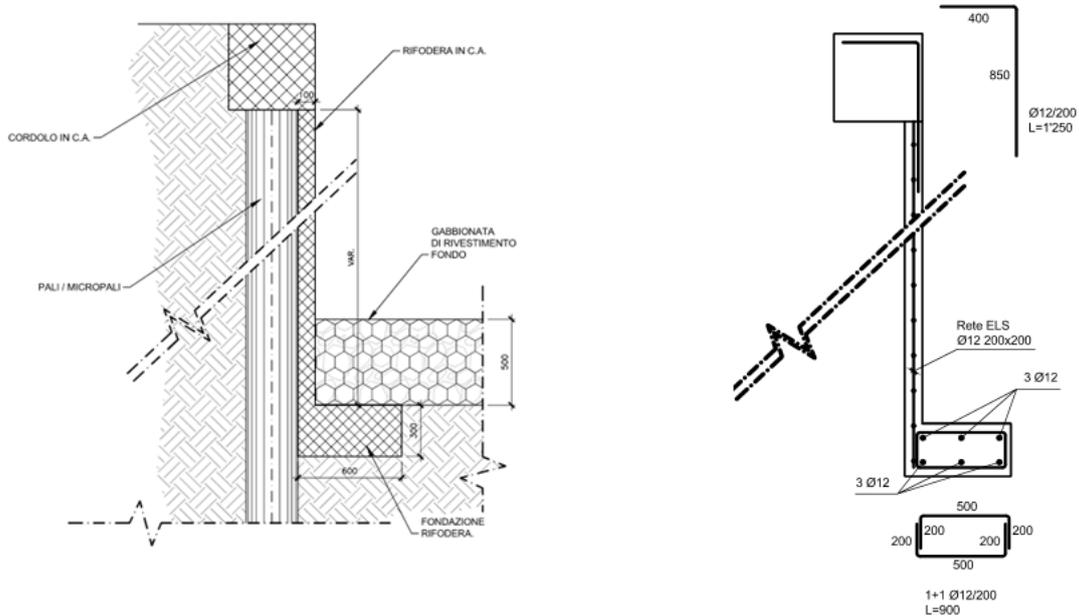
#### 4.11 RIFODERA

Nel tratto compreso tra l'autostrada e la ferrovia, verrà realizzata una vasca di accumulo dei sedimenti, che consentirà di sedimentare il materiale trasportato dal torrente nel tratto a valle delle briglie di regimazione previste, prima dell'ingresso nella piattaforma portuale di progetto.

Tale vasca sarà realizzata mediante sostegno delle sponde in micropali, protezione di fondo in gabbionate spessore 50 cm e briglia iniziale e terminale in gabbioni da 2x1x1 m sovrapposti.

Di seguito si riporta uno schema della rifodera prevista lungo le palificate.

PARTICOLARE RIFODERA PALI E MICROPALI



**Figura 13: Rifodera**

La rifodera prevista ha spessore minimo 10 cm.

Ai fini del dimensionamento si considerano come sollecitazioni agenti la spinta dell'acqua ( $h=1,00m$ ) valutata nel caso più sfavorevole in cui si abbia all'interno del canale 1,00 m di ghiaia.

Per la ghiaia si considera un peso di volume saturo pari a  $2100 \text{ daN/m}^3$  e un angolo di attrito pari a  $30^\circ$ .

Si riportano le verifiche allo stato limite ultimo, valutando la spinta delle terre in condizioni di spinta a riposo, e considerando una sezione di larghezza unitaria e altezza massima ( $h=3,25m$ ) come una trave con schema di vincolo incastro – incastro.

Le sollecitazioni agenti sono:

$$M_{ed} = 7,4 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = 19,8 \text{ kN}$$

Si dispone a flessione uno strato di rete elettrosaldata  $\Phi 12$  maglia 20x20 in corrispondenza della mezzera della rifodera.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input and output sections. The 'Materiali' section is highlighted with a green box, showing properties for B450C and C35/45. The 'P.to applicazione N' section shows a moment of 9.875 kNm. The 'Metodo di calcolo' section is also highlighted in green, showing 'Retta' and 'Deviata' options. The 'Tipo flessione' section shows 'Retta' selected. The 'Precompreso' checkbox is unchecked.

Il momento resistente, come indicato nell'output riportato sopra, è pari a 9,88 kNm.

La verifica risulta soddisfatta.

Si riporta di seguito la verifica a taglio, considerando il contributo del solo calcestruzzo.

**TAGLIO** progetto/verifica per elementi senza armatura a taglio

Normativa: NTC 2008

par. 4.1.2.1.3 e 4.1.6.1.1

**Lavoro:** 15T004 Tremestieri esecutivo

**Elemento:** Rifodera torrente Guidari

**DATI**

$V_{Ed}$	[KN]	19.80
$N_{Ed}$	[KN]	0.00
$V_{Rd} = (0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ctk})^{2/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$		
$b_w$	[cm]	100.00
$d$	[cm]	5.00
$A_{sl}$	[cm <sup>2</sup> ]	0
$A_c$	[cm <sup>2</sup> ]	0.00
classe calcestruzzo	C35/45	$f_{ctk}$ [N/mm <sup>2</sup> ] 37.35
$\gamma_c$	1.50	$f_{ctd}$ [N/mm <sup>2</sup> ] 21.17
$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$ 0.0000		
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$ 2.00		
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ctk}^{1/2}$ 0.61		
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \leq 0,2 \cdot f_{ctd}$ [N/mm <sup>2</sup> ] 0.00		
$V_{Rd}$	[KN]	30.25
$V_{Ed} / V_{Rd}$ 1.53 > 1 : verifica soddisfatta		

La verifica risulta soddisfatta.

#### 4.12 MURO DI CONTENIMENTO RAMPE DI ACCESSO A MONTE SS114

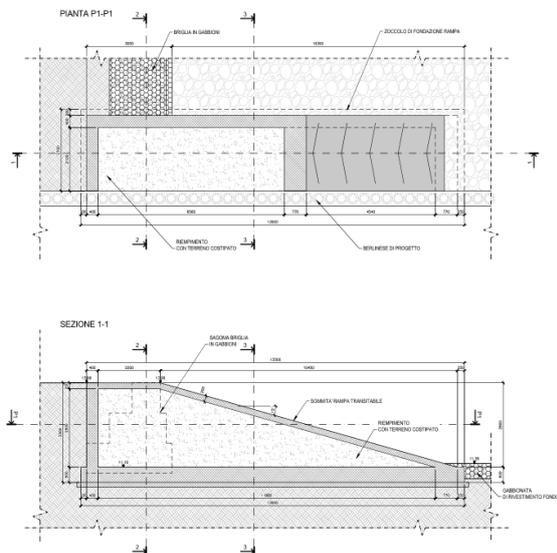
Attualmente in sponda destra è presente una pista sterrata per l'accesso all'abitato che si trova in sponda sinistra a monte dell'autostrada.

Il risezionamento del torrente comporta l'aumento della sezione idraulica e la demolizione della pista esistente.

Per garantire l'accesso all'abitato esistente si prevede di realizzare in destra idraulica due rampe in terra, confinate tra la berlinese di progetto e un muro laterale di contenimento.

Di seguito si riportano piante e sezioni della struttura, e le verifiche del muro di contenimento nella sezione più sfavorevole.

RAMPA ACCESSO ALVEO - MONTE -



RAMPA ACCESSO ALVEO - VALLE -

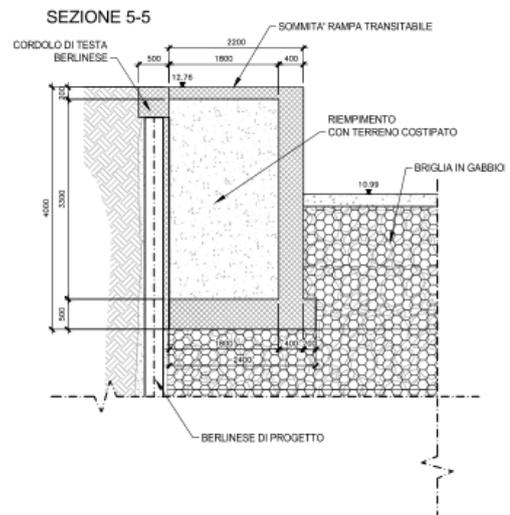
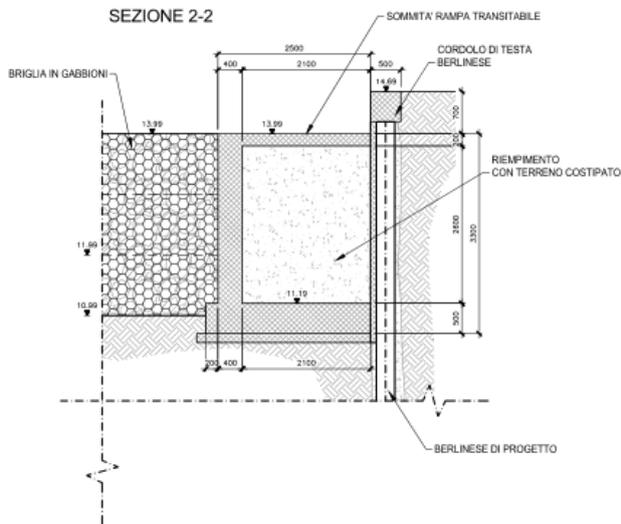
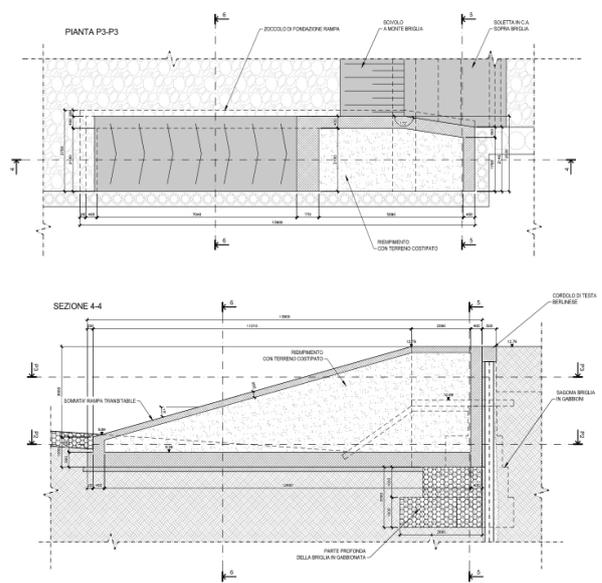
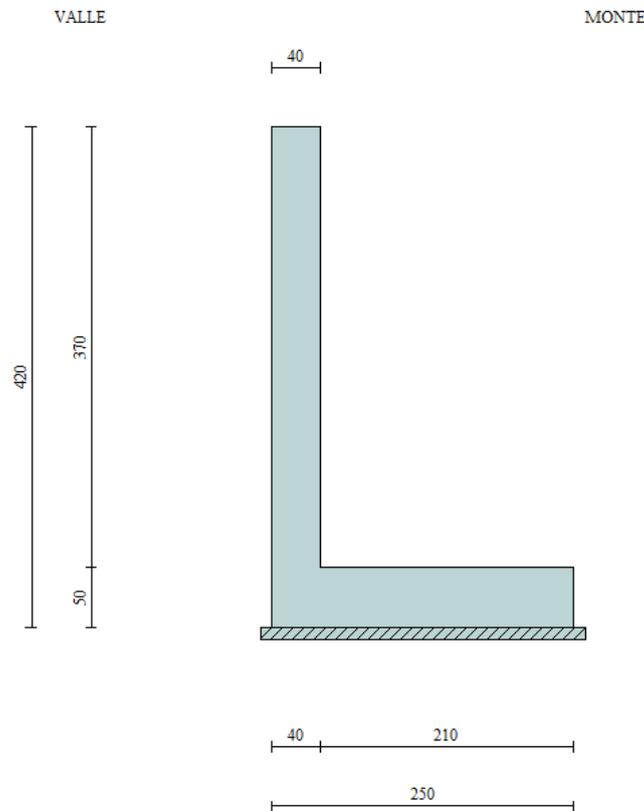


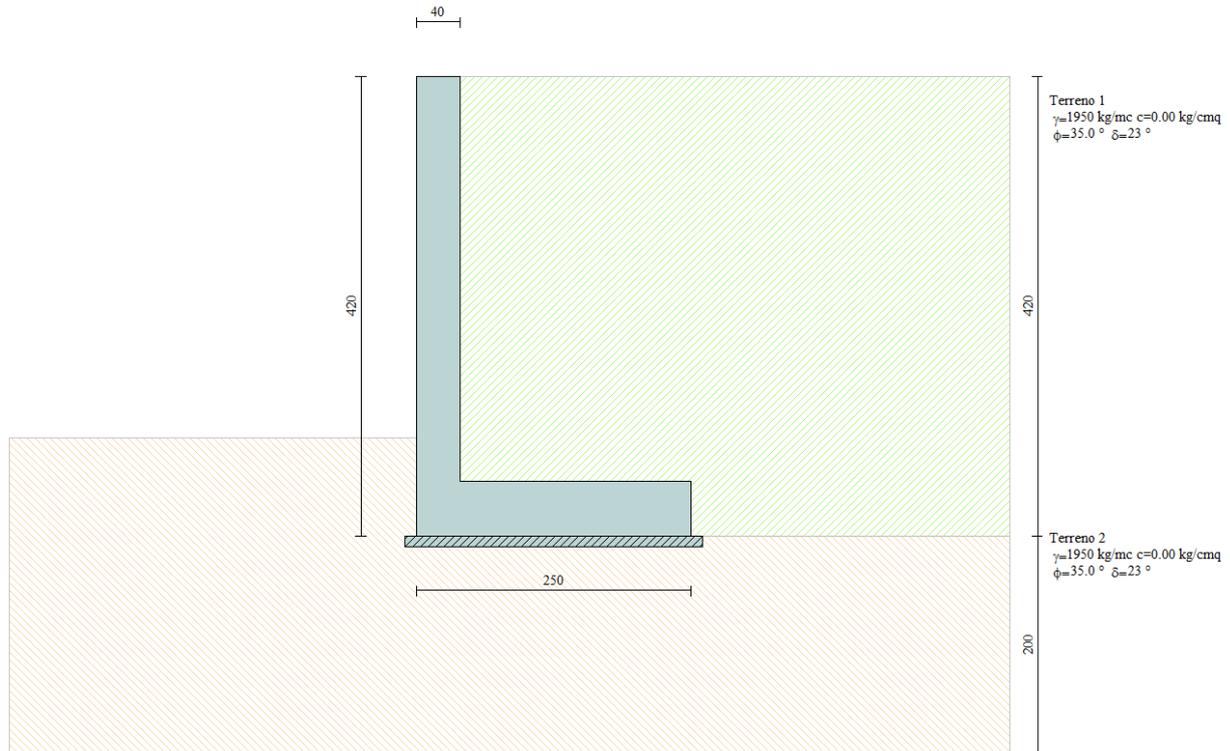
Figura 14: Rampe di accesso in alveo – muro di contenimento

#### 4.12.1 Geometria muro e fondazione



Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	3.70 [m]
Spessore in sommità	0.40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.40 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	3.00 [m]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.10 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.50 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

#### 4.12.2 Stratigrafia e caratteristiche terreni



*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
K <sub>w</sub>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
K <sub>s</sub>	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	K <sub>w</sub>	K <sub>s</sub>	Terreno
1	4.20	0.00	0.00	0.00	Terreno 1
2	2.00	0.00	6.25	0.00	Terreno 2

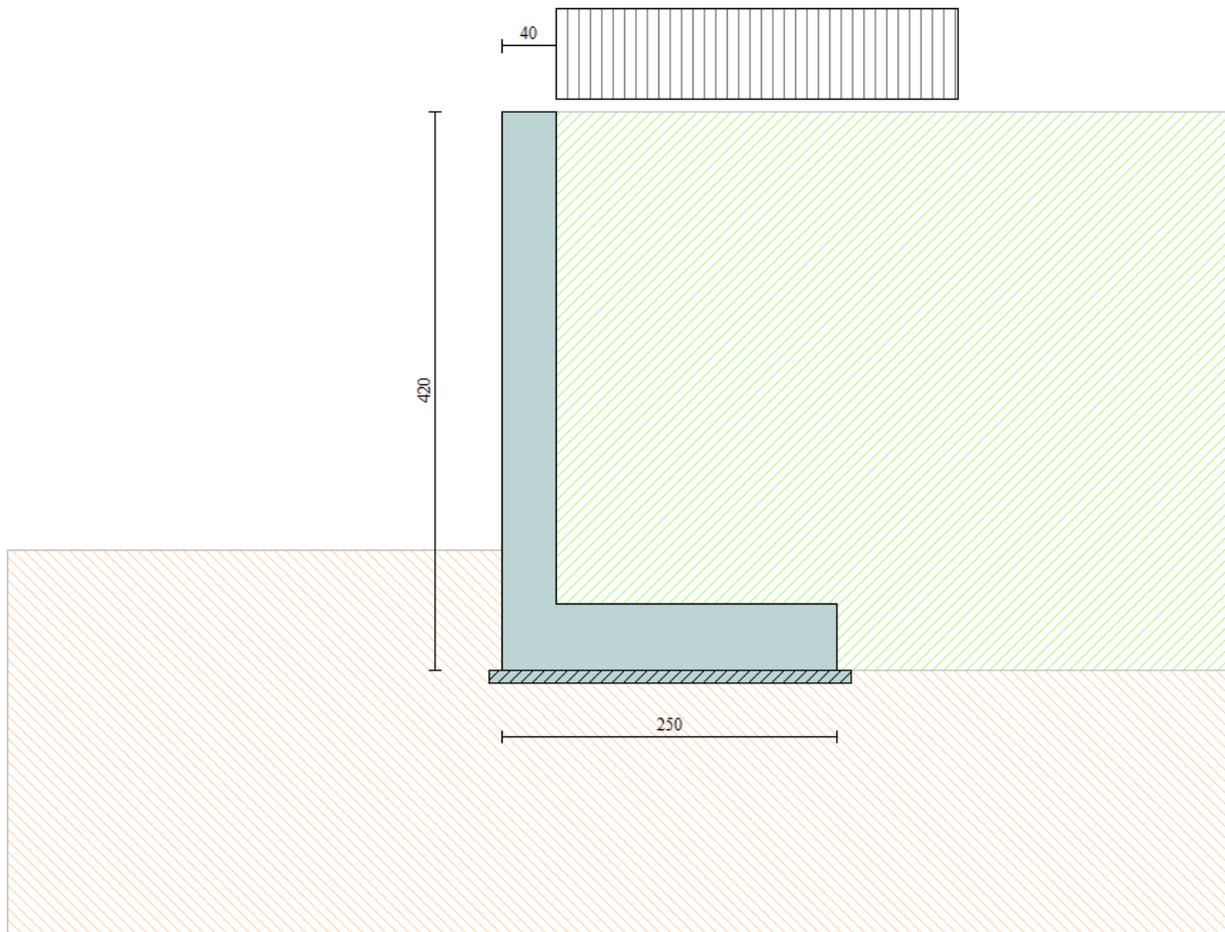
#### Descrizione terreni

*Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ <sub>s</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
φ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
c <sub>a</sub>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ <sub>s</sub>	φ	δ	c	c <sub>a</sub>
Terreno 1	1950	1950	35.00	23.33	0.000	0.000
Terreno 2	1950	1950	35.00	23.33	0.000	0.000

### 4.12.3 Condizioni di carico



*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

- 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 [kg]
- $F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
- $M$  Momento espresso in [kgm]
- $X_i$  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 [kg/m]
- $Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kg/m]
- $D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Transito mezzi)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=3.00$	$Q_i=900.00$	$Q_f=900.00$
---	---------	------------	------------	--------------	--------------

### 4.12.4 Combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

- $F/S$  Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
- $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione
- $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Transito mezzi	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Transito mezzi	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Transito mezzi	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.30	1.00	1.30
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.30	1.00	1.30

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Transito mezzi	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Transito mezzi	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80
----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.90	0.90

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	1.00	1.00

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
 INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
 PROGETTO ESECUTIVO

---

Combinazione n° 28 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 29 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.80	0.80

Combinazione n° 30 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.90	0.90

Combinazione n° 31 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	0.90	0.90

Combinazione n° 32 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 33 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito mezzi	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### 4.12.5 Impostazioni di progetto, di analisi e verifica

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

##### Verifica sezioni: Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

##### **Stato Limite di Esercizio**

Condizioni ambientali Aggressive  
Armatura ad aderenza migliorata

##### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile  
Valori limite delle aperture delle fessure  
 $w_1 = 0.20$   
 $w_2 = 0.30$   
 $w_3 = 0.40$   
Metodo di calcolo aperture delle fessure E.C. 2

##### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$   
Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00  
Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

##### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

#### 4.12.6 Quadro riassuntivo coefficienti di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>sco</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>rib</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>qlim</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>stab</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.39	--	4.50	--
2	A1-M1 - [1]	--	1.75	--	4.70	--
3	A1-M1 - [1]	--	1.64	--	4.86	--
4	A1-M1 - [1]	--	1.50	--	4.40	--
5	EQU - [1]	--	--	2.33	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	2.00
7	A1-M1 - [2]	--	1.70	--	4.57	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.57	--	4.19	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.47	--	4.30	--
10	A1-M1 - [2]	--	1.81	--	4.42	--
11	EQU - [2]	--	--	2.34	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.95
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.16	--	2.88	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.12	--	2.98	--
15	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.77	--	--
16	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.70	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.65
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.62
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.19	--	2.80	--
20	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.15	--	2.89	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.78	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.70	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.63
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.60
25	SLEQ - [1]	--	1.79	--	5.86	--
26	SLEF - [1]	--	1.80	--	5.83	--
27	SLER - [1]	--	1.80	--	5.80	--
28	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.51	--	4.55	--
29	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.51	--	4.68	--
30	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.52	--	4.53	--
31	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.51	--	4.66	--
32	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.52	--	4.51	--
33	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.51	--	4.63	--



#### 4.12.7.1 COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	6610.75	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	6070.09	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	2618.38	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.10	[m]	Y = -2.54 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94	[°]	
Incremento sismico della spinta	1238.66	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.10	[m]	Y = -2.10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.07	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15151.50	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.05	[m]	Y = -1.85 [m]
Inerzia del muro	634.08	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-317.04	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1407.65	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-703.83	[kg]	

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	9249.19	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	24064.63	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	24064.63	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	9249.19	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.56	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.06	[m]
Risultante in fondazione	25780.88	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13556.18	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	71598.57	[kg]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.06	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	2.3363	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.0000	[kg/cmq]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 46.12$	$N_q = 33.30$	$N_\gamma = 37.15$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.59$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 30.84 \qquad N'_q = 20.91 \qquad N'_\gamma = 6.33$$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.98

#### 4.12.7.2 COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	7838.68	[kg]	
Componente orizzontale della spinta statica	7409.88	[kg]	
Componente verticale della spinta statica	2557.05	[kg]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.10	[m]	Y = -2.57 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]	
Incremento sismico della spinta	1283.02	[kg]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.10	[m]	Y = -2.10 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	50.25	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15151.50	[kg]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.05	[m]	Y = -1.85 [m]
Inerzia del muro	634.08	[kg]	
Inerzia verticale del muro	-317.04	[kg]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1407.65	[kg]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-703.83	[kg]	

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	10664.45	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	23931.22	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	20053.14	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	34054.88	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	23931.22	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	10664.45	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.66	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.76	[m]
Risultante in fondazione	26199.88	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15912.28	[kgm]

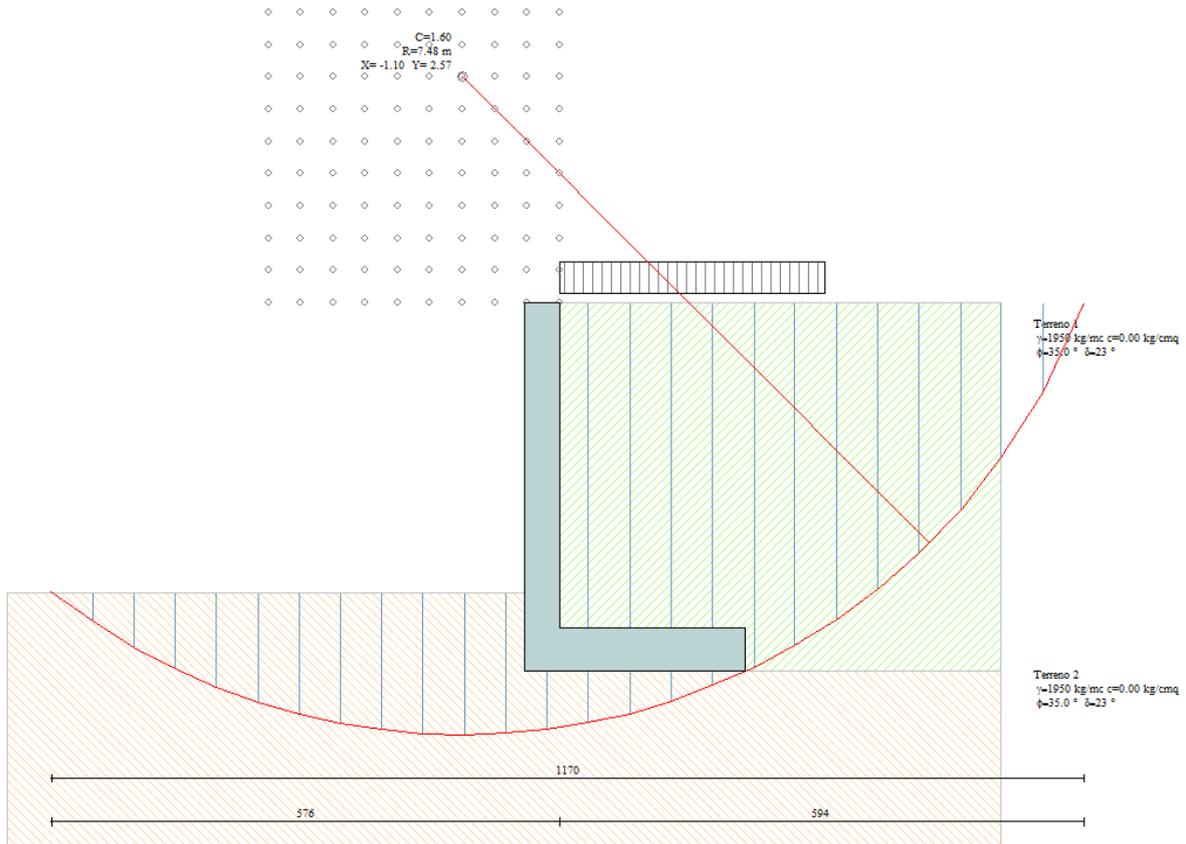
#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.70
--	------

### 4.12.8 Verifica a stabilità globale

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

- W peso della striscia espresso in [kg]
- $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
- $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
- b larghezza della striscia espressa in [m]
- u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]



Combinazione n°24

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro  $X[\text{m}]=-1.10$   $Y[\text{m}]=2.57$

Raggio del cerchio  $R[\text{m}]=7.48$

Ascissa a valle del cerchio  $X_i[\text{m}]=-5.76$

Ascissa a monte del cerchio  $X_s[\text{m}]=5.94$

Larghezza della striscia  $dx[\text{m}]=0.47$

Coefficiente di sicurezza  $C=1.60$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	463.66	65.27	421.15	1.12	29.26	0.00	0.00
2	1269.27	58.02	1076.65	0.88	29.26	0.00	0.00
3	1882.01	51.74	1477.82	0.76	29.26	0.00	0.00
4	2375.87	46.26	1716.44	0.68	29.26	0.00	0.00
5	2786.41	41.28	1838.36	0.62	29.26	0.00	0.00
6	3132.80	36.66	1870.65	0.58	29.26	0.00	0.00
7	3668.66	32.31	1960.91	0.55	29.26	0.00	0.00
8	4013.02	28.16	1893.79	0.53	29.26	0.00	0.00
9	4325.36	24.16	1770.50	0.51	29.26	0.00	0.00
10	4526.51	20.29	1569.61	0.50	29.26	0.00	0.00
11	4668.73	16.51	1326.82	0.49	29.26	0.00	0.00
12	4780.55	12.80	1059.53	0.48	29.26	0.00	0.00
13	5052.47	9.15	803.72	0.47	29.26	0.00	0.00
14	3682.79	5.54	355.46	0.47	29.26	0.00	0.00
15	1469.60	1.95	49.91	0.47	29.26	0.00	0.00
16	1470.74	-1.64	-42.05	0.47	29.26	0.00	0.00
17	1445.10	-5.23	-131.71	0.47	29.26	0.00	0.00
18	1392.34	-8.84	-214.01	0.47	29.26	0.00	0.00
19	1311.84	-12.49	-283.70	0.48	29.26	0.00	0.00
20	1202.55	-16.19	-335.30	0.49	29.26	0.00	0.00
21	1063.01	-19.96	-362.90	0.50	29.26	0.00	0.00
22	891.18	-23.83	-360.00	0.51	29.26	0.00	0.00
23	684.28	-27.81	-319.24	0.53	29.26	0.00	0.00
24	438.52	-31.95	-232.03	0.55	29.26	0.00	0.00
25	148.65	-36.28	-87.96	0.58	29.26	0.00	0.00

$\Sigma W_i = 58145.89$  [kg]

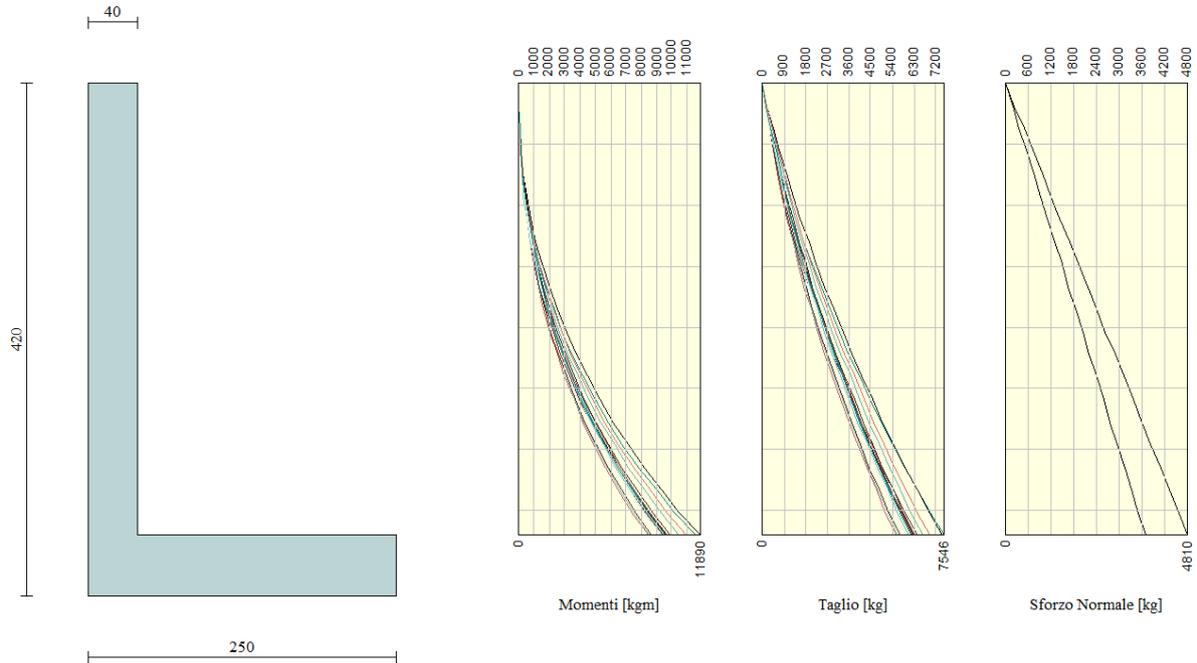
$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 16822.42$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 32571.35$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.49$

## 4.12.9 Involuppi analisi

### 4.12.9.1 Involuppo sollecitazioni paramento



L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
 Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kgm]  
 Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kg]  
 Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kg]

### Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.18	185.00	240.50	12.26	20.90	135.92	228.48
3	0.37	370.00	481.00	51.52	85.49	291.80	472.43
4	0.55	555.00	721.50	121.43	196.62	467.25	731.46
5	0.74	740.00	962.00	225.61	357.06	662.17	1005.46
6	0.93	925.00	1202.50	367.64	569.57	876.56	1294.44
7	1.11	1110.00	1443.00	551.13	836.92	1110.42	1598.40
8	1.29	1295.00	1683.50	779.69	1161.90	1363.75	1917.34
9	1.48	1480.00	1924.00	1056.92	1547.26	1636.56	2251.25
10	1.67	1665.00	2164.50	1386.42	1995.78	1928.83	2600.14
11	1.85	1850.00	2405.00	1771.79	2510.24	2240.58	2964.01
12	2.04	2035.00	2645.50	2216.63	3093.39	2571.79	3342.86
13	2.22	2220.00	2886.00	2724.55	3748.02	2922.48	3736.68
14	2.40	2405.00	3126.50	3299.15	4476.89	3292.63	4145.48
15	2.59	2590.00	3367.00	3944.03	5282.77	3682.26	4569.26
16	2.77	2775.00	3607.50	4662.79	6168.44	4091.36	5008.02
17	2.96	2960.00	3848.00	5459.03	7136.66	4492.80	5461.76
18	3.15	3145.00	4088.50	6336.37	8190.21	4900.94	5930.47
19	3.33	3330.00	4329.00	7298.38	9331.86	5324.06	6444.06

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
 INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
 PROGETTO ESECUTIVO

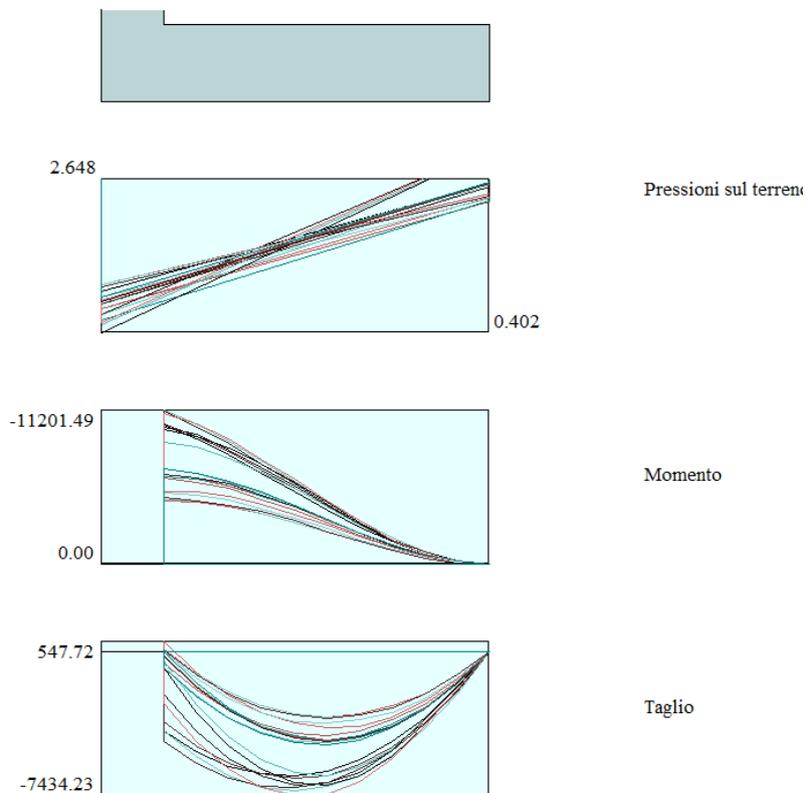
---

20	3.52	3515.00	4569.50	8348.70	10564.37	5762.16	6987.10
21	3.70	3700.00	4810.00	9490.74	11890.41	6212.84	7546.48

Inviluppo combinazioni SLE

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>Nmin</b>	<b>Nmax</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.18	185.00	185.00	12.18	15.86	134.31	174.01
3	0.37	370.00	370.00	50.65	65.34	284.09	363.51
4	0.55	555.00	555.00	118.22	151.28	448.94	568.10
5	0.74	740.00	740.00	217.68	276.46	628.77	787.67
6	0.93	925.00	925.00	351.79	443.64	823.58	1022.21
7	1.11	1110.00	1110.00	523.33	655.60	1033.37	1271.73
8	1.29	1295.00	1295.00	735.06	915.11	1258.13	1536.23
9	1.48	1480.00	1480.00	989.76	1224.93	1497.87	1815.70
10	1.67	1665.00	1665.00	1290.20	1587.84	1752.59	2110.15
11	1.85	1850.00	1850.00	1639.14	2006.61	2022.29	2419.59
12	2.04	2035.00	2035.00	2039.37	2484.01	2306.96	2743.99
13	2.22	2220.00	2220.00	2493.64	3022.81	2606.61	3083.38
14	2.40	2405.00	2405.00	3004.74	3625.78	2921.24	3437.74
15	2.59	2590.00	2590.00	3575.42	4295.70	3250.85	3807.08
16	2.77	2775.00	2775.00	4208.47	5035.33	3595.43	4191.40
17	2.96	2960.00	2960.00	4906.66	5847.44	3954.99	4590.70
18	3.15	3145.00	3145.00	5672.75	6734.81	4329.53	5004.97
19	3.33	3330.00	3330.00	6509.51	7700.20	4719.05	5434.22
20	3.52	3515.00	3515.00	7419.72	8746.40	5123.55	5878.45
21	3.70	3700.00	3700.00	8406.03	9876.04	5540.62	6335.26

#### 4.12.9.2 Inviluppo sollecitazioni fondazione



Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kgm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kg]

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.21	-236.04	-145.41	-2182.34	-1335.45
3	0.42	-889.02	-540.13	-3970.97	-2374.33
4	0.63	-1876.28	-1121.87	-5539.65	-3116.63
5	0.84	-3115.13	-1828.35	-6696.51	-3562.36
6	1.05	-4581.77	-2597.30	-7328.04	-3711.52
7	1.26	-6141.00	-3366.43	-7434.23	-3564.11
8	1.47	-7667.37	-4073.47	-7015.10	-3120.13
9	1.68	-9050.57	-4656.13	-6564.01	-2250.20
10	1.89	-10189.40	-5052.13	-5790.41	-1019.26
11	2.10	-11201.49	-5199.19	-4662.56	547.72

#### Inviluppo combinazioni SLE

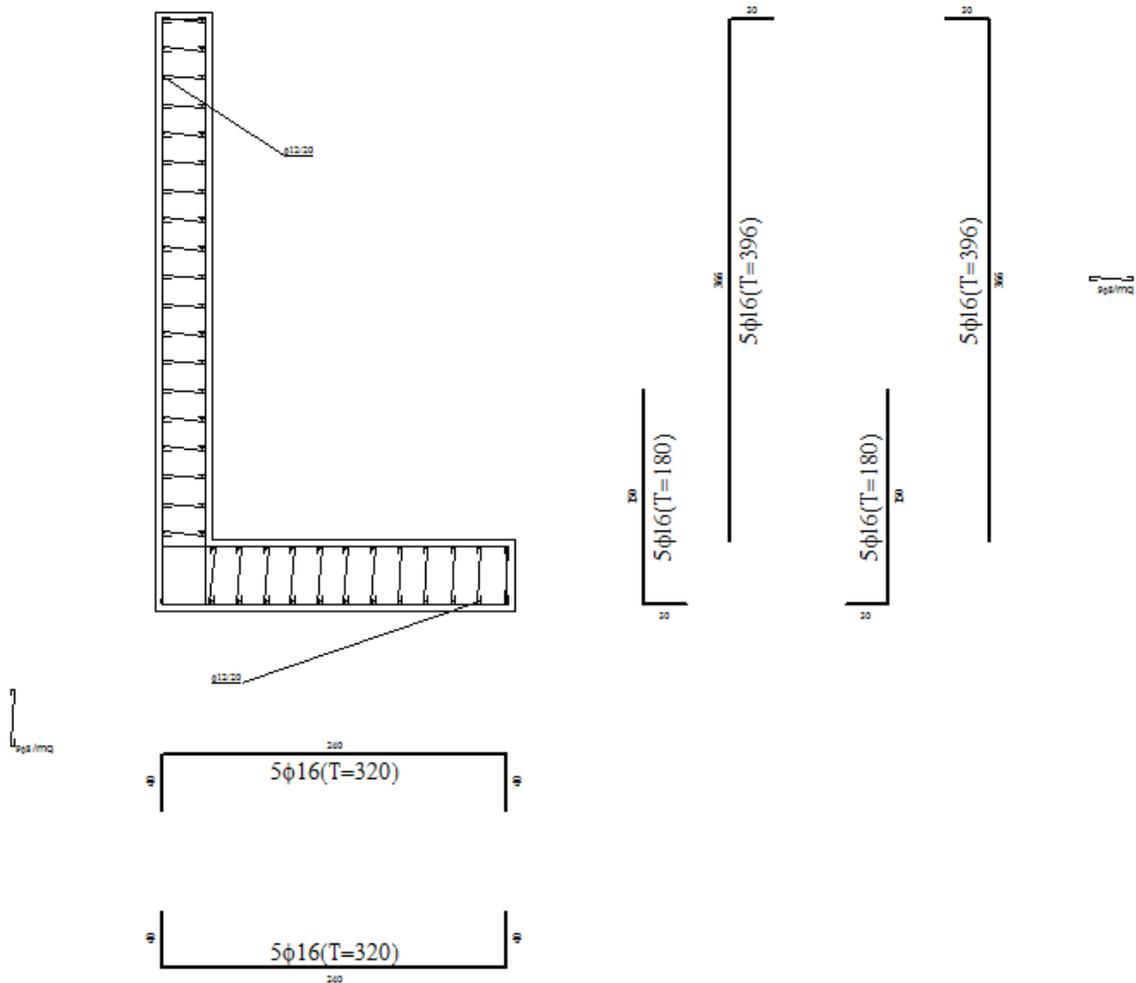
Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.21	-180.13	-132.17	-1657.21	-1213.31
3	0.42	-671.55	-490.51	-2964.69	-2154.02
4	0.63	-1400.82	-1017.77	-3922.44	-2822.13
5	0.84	-2294.49	-1656.72	-4530.45	-3217.65

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

---

6	1.05	-3279.12	-2350.10	-4788.72	-3340.57
7	1.26	-4281.27	-3040.68	-4697.26	-3190.90
8	1.47	-5227.49	-3671.20	-4256.07	-2768.62
9	1.68	-6044.34	-4184.42	-3465.14	-2073.76
10	1.89	-6658.37	-4523.09	-2324.48	-1106.29
11	2.10	-6996.14	-4629.98	-834.09	133.77

#### 4.12.10 Involuppo armature e tensioni nei materiali



- B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
 $A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
 $A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
 $\sigma_c$  tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]  
 $\tau_c$  tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]  
 $\sigma_{fs}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]  
 $\sigma_{fi}$  tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]  
 $N_u$  sforzo normale ultimo espresso in [kg]  
 $M_u$  momento ultimo espresso in [kgm]  
CS coefficiente sicurezza sezione  
 $V_{Rcd}$  Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]  
 $V_{Rsd}$  Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]  
 $V_{Rd}$  Resistenza al taglio, espresso in [kg]  
L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

#### Paramento

#### Involuppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 40	0.00	0.00	0	0	1000.00	17949	--	--
2	0.18	100, 40	0.00	0.00	365276	-31872	1974.46	17974	--	--

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
PROGETTO ESECUTIVO

3	0.37	100,40	10.05	10.05	166711	-38521	450.57	17998	--	--
4	0.55	100,40	10.05	10.05	69638	-24671	125.47	18022	--	--
5	0.74	100,40	10.05	10.05	42109	-20318	56.90	18047	--	--
6	0.93	100,40	10.05	10.05	29849	-18380	32.27	18071	--	--
7	1.11	100,40	10.05	10.05	22924	-17285	20.65	18095	--	--
8	1.29	100,40	10.05	10.05	18482	-16582	14.27	18119	--	--
9	1.48	100,40	10.05	10.05	15394	-16094	10.40	18144	--	--
10	1.67	100,40	10.05	10.05	13128	-15736	7.88	18168	--	--
11	1.85	100,40	10.05	10.05	11395	-15462	6.16	18192	--	--
12	2.04	100,40	10.05	10.05	10029	-15246	4.93	18217	--	--
13	2.22	100,40	10.05	10.05	8927	-15071	4.02	18241	--	--
14	2.40	100,40	10.05	10.05	8019	-14928	3.33	18265	--	--
15	2.59	100,40	10.05	10.05	7260	-14808	2.80	18289	--	--
16	2.77	100,40	10.05	10.05	6616	-14706	2.38	18314	--	--
17	2.96	100,40	10.05	10.05	6063	-14619	2.05	18338	--	--
18	3.15	100,40	20.11	20.11	10715	-27903	3.41	21461	--	--
19	3.33	100,40	10.05	10.05	5166	-14477	1.55	18387	--	--
20	3.52	100,40	10.05	10.05	4797	-14418	1.36	18411	--	--
21	3.70	100,40	10.05	10.05	4471	-14367	1.21	18435	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.00	100,40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.18	100,40	0.00	0.00	0.11	0.06	0.00	0.00
3	0.37	100,40	10.05	10.05	0.39	0.12	4.95	-4.36
4	0.55	100,40	10.05	10.05	0.97	0.19	21.81	-9.37
5	0.74	100,40	10.05	10.05	1.81	0.26	51.36	-15.94
6	0.93	100,40	10.05	10.05	2.93	0.34	94.13	-24.17
7	1.11	100,40	10.05	10.05	4.33	0.43	150.91	-34.17
8	1.29	100,40	10.05	10.05	6.05	0.52	222.54	-46.03
9	1.48	100,40	10.05	10.05	8.10	0.61	309.85	-59.88
10	1.67	100,40	10.05	10.05	10.49	0.71	413.72	-75.83
11	1.85	100,40	10.05	10.05	13.25	0.81	535.00	-93.97
12	2.04	100,40	10.05	10.05	16.40	0.92	674.56	-114.44
13	2.22	100,40	10.05	10.05	19.94	1.04	833.24	-137.32
14	2.40	100,40	10.05	10.05	23.90	1.16	1011.92	-162.74
15	2.59	100,40	10.05	10.05	28.30	1.28	1211.46	-190.79
16	2.77	100,40	10.05	10.05	33.15	1.41	1432.72	-221.60
17	2.96	100,40	10.05	10.05	38.48	1.54	1676.57	-255.27
18	3.15	100,40	20.11	20.11	31.79	1.68	1001.53	-265.62
19	3.33	100,40	10.05	10.05	50.63	1.83	2235.46	-331.63
20	3.52	100,40	10.05	10.05	57.49	1.98	2552.24	-374.54
21	3.70	100,40	10.05	10.05	64.89	2.13	2895.01	-420.74

COMUNE DI MESSINA - LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA  
 INTERMODALE TREMESTIERI CON ANNESSO SCALO PORTUALE - PRIMO STRALCIO FUNZIONALE  
 PROGETTO ESECUTIVO

---

Fondazione

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 50	0.00	0.00	0	0	1000.00	21341	--	--
2	0.21	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	74.23	21341	--	--
3	0.42	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	19.71	21341	--	--
4	0.63	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	9.34	21341	--	--
5	0.84	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	5.62	21341	--	--
6	1.05	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	3.82	21341	--	--
7	1.26	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	2.85	21341	--	--
8	1.47	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	2.28	21341	--	--
9	1.68	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	1.94	21341	--	--
10	1.89	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	1.72	21341	--	--
11	2.10	100, 50	10.05	10.05	0	-17520	1.56	21341	--	--

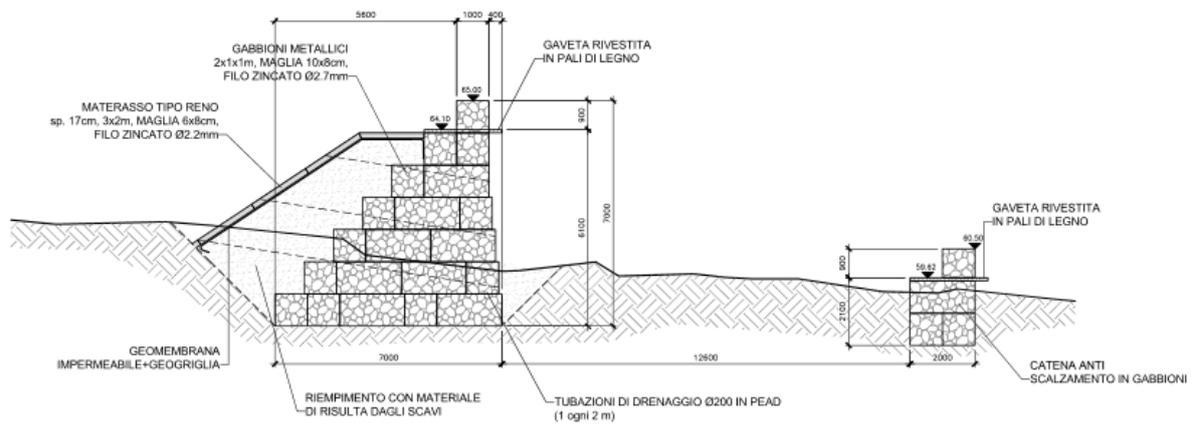
Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
12	0.00	100, 50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.21	100, 50	10.05	10.05	0.78	-0.43	-5.64	43.12
14	0.42	100, 50	10.05	10.05	2.92	-0.78	-21.04	160.75
15	0.63	100, 50	10.05	10.05	6.09	-1.03	-43.88	335.31
16	0.84	100, 50	10.05	10.05	9.97	-1.18	-71.88	549.23
17	1.05	100, 50	10.05	10.05	14.24	-1.25	-102.72	784.92
18	1.26	100, 50	10.05	10.05	18.60	-1.23	-134.11	1024.80
19	1.47	100, 50	10.05	10.05	22.71	-1.11	-163.75	1251.29
20	1.68	100, 50	10.05	10.05	26.26	-0.91	-189.34	1446.82
21	1.89	100, 50	10.05	10.05	28.92	-0.61	-208.58	1593.80
22	2.10	100, 50	10.05	10.05	30.39	-0.22	-219.16	1674.65

### 4.13 BRIGLIA DI MONTE

Si riportano le verifiche geotecniche condotte per la briglia sul Torrente Guidari, avente altezza fuori terra a pari a 6 m. Le verifiche sono state condotte grazie all'ausilio del software Muri Gabbioni, in combinazione allo Stato limite di Esercizio e allo Stato Limite ultimo di Vita.

#### SEZIONE LONGITUDINALE



#### SEZIONE A-A

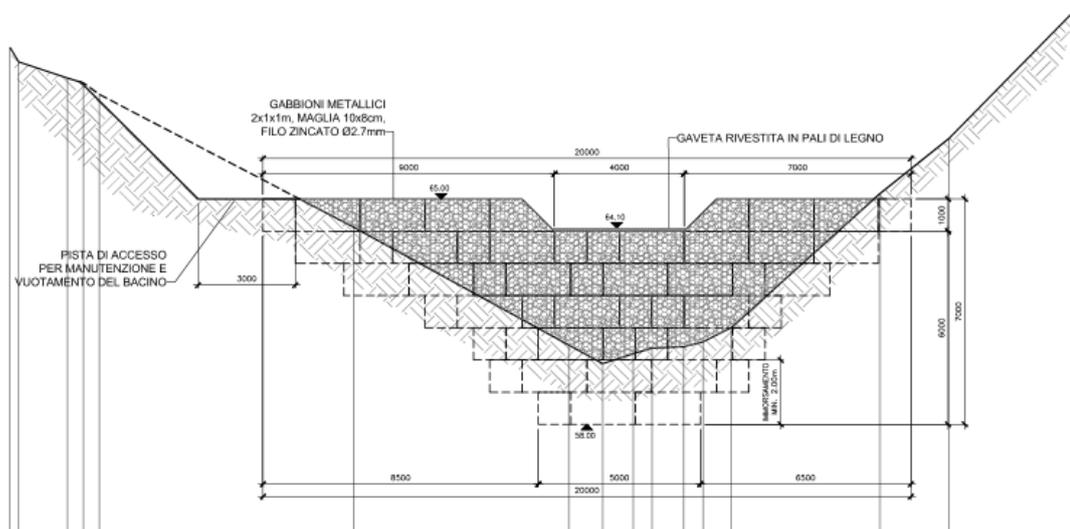


Figura 15 – Briglia

### 4.13.1 Verifiche SLE

#### Muri in gabbioni

PAGINA 1

Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA

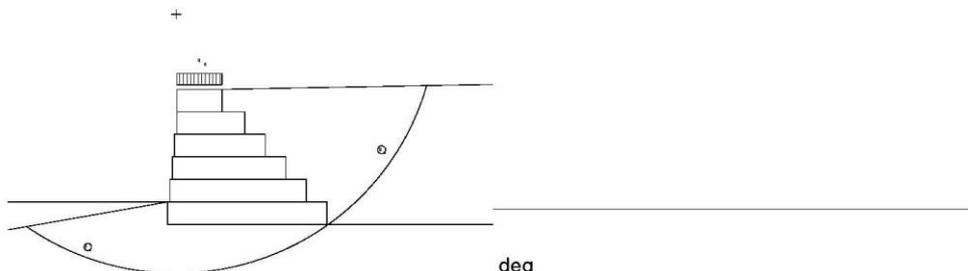
File: G797\_BRIGLIA4\_SLE

Data: 09/05/2010

#### Dati ingresso

##### Muro

Inclinazione muro : 0.00 deg Peso specifico pietrame : 26.00 kN/m <sup>3</sup> Porosità dei gabbioni : 30.00 % Geotessile nel terrapieno : No Riduzione attrito : % Geotessile sulla base : No Riduzione attrito : % Maglia, diam. filo : 8x10, ø 2.70 mm	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Strato</th> <th style="width: 20%;">Lunghezza m</th> <th style="width: 20%;">Altezza m</th> <th style="width: 20%;">Distanza m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>7.00</td><td>1.00</td><td>-</td></tr> <tr><td>2</td><td>6.00</td><td>1.00</td><td>0.10</td></tr> <tr><td>3</td><td>5.00</td><td>1.00</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.00</td><td>1.00</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>5</td><td>3.00</td><td>1.00</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.00</td><td>1.00</td><td>0.40</td></tr> </tbody> </table>	Strato	Lunghezza m	Altezza m	Distanza m	1	7.00	1.00	-	2	6.00	1.00	0.10	3	5.00	1.00	0.20	4	4.00	1.00	0.30	5	3.00	1.00	0.40	6	2.00	1.00	0.40
Strato	Lunghezza m	Altezza m	Distanza m																										
1	7.00	1.00	-																										
2	6.00	1.00	0.10																										
3	5.00	1.00	0.20																										
4	4.00	1.00	0.30																										
5	3.00	1.00	0.40																										
6	2.00	1.00	0.40																										



Lunghezza strato 1 : 7.00 m Inclinazione del tratto 2 : 0.00 deg Peso specifico : 19.50 kN/m <sup>3</sup> Angolo attrito : 38.00 deg Coesione : 0.00 kN/m <sup>2</sup>	deg
--	-----

#### Aggiungi strato

Strato	Altezza iniziale m	Inclinazione deg	Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	Coesione kN/m <sup>2</sup>	Angolo attrito deg
--------	-----------------------	---------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

**Muri in gabbioni**

**PAGINA 2**

Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA  
 File: G797\_BRIGLIA4\_SLE

Data: 09/05/2010

**Fondazione**

Superficie superiore : 1.00 m  
 Lunghezza iniziale superficie sup. : 0.00 m  
 Angolo inclinazione superficie sup. : 10.00 deg  
 Peso specifico : 19.50 kN/m<sup>3</sup>  
 Angolo attrito : 38.00 deg  
 Coesione : 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Massima pressione amm. : kN/m<sup>2</sup>  
 Altezza livello acqua : 1.00 m

Aggiungi strato

Strato	Profondità m	Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	Coesione kN/m <sup>2</sup>	Angolo attrito deg
--------	-----------------	-------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

**Freatica**

Altezza iniziale : 6.00 m  
 Inclinazione del tratto 1 : 1.00 deg  
 Lunghezza del tratto 1 : 30.00 m  
 Inclinazione del tratto 2 : deg  
 Lunghezza del tratto 2 : m

**Carichi**

Carico distribuito sul terrapieno : Carico sul tratto 1 : kN/m<sup>2</sup>  
 Carico sul tratto 2 : kN/m<sup>2</sup>

Carico distribuito sul muro : Carico : 7.80 kN/m<sup>2</sup>

Carico lineare sul terrapieno

Carico 1	: kN/m	Distanza del carico	: m
Carico 2	: kN/m	Distanza del carico	: m
Carico 3	: kN/m	Distanza del carico	: m

Carico lineare sul muro

Carico	: kN/m	Distanza del carico	: m
--------	--------	---------------------	-----

**Dati azione sismica**

Coefficiente orizzontale : 0.00      Coefficiente verticale : 0.00

**Muri in gabbioni**

**PAGINA 3**

Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA  
File: G797\_BRIGLIA4\_SLE

Data: 09/05/2010

**RISULTATI ANALISI DI STABILITA**

**Spinta Attiva e Passiva**

Spinta attiva	:	758.64 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	:	5.01 m
Punto applicazione riferito asse Y	:	2.60 m
Direzione della spinta riferita asse X	:	75.48 deg
Spinta passiva	:	22.94 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	:	0.00 m
Punto applicazione riferito asse Y	:	0.33 m
Direzione della spinta riferita asse X	:	-10.00 deg

**SCORRIMENTO**

Forza normale alla base	:	1214.31 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	:	3.68 m
Punto applicazione riferito asse Y	:	0.00 m
Forza tang. alla base	:	167.66 kN/m
Forza resistente alla base	:	971.31 kN/m
Coeff. di sicurezza allo scorrimento	:	5.11

**RIBALTAMENTO**

Momento ribaltante	:	494.41 kN/m x m
Momento stabilizzante	:	4959.76 kN/m x m
Coeff. di sicurezza al ribaltamento	:	10.03

**PRESSIONI AGENTI IN FONDAZIONE**

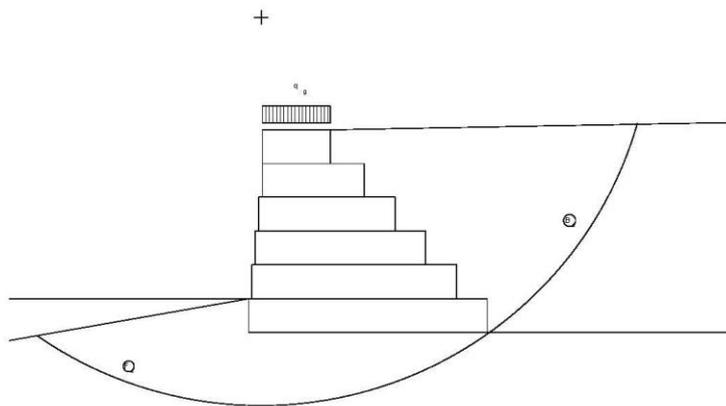
Eccentricità	:	-0.18 m
Pressione estremo di valle	:	147.11 kN/m <sup>2</sup>
Pressione estremo di monte	:	199.83 kN/m <sup>2</sup>
Max. pressione ammissibile alla base	:	1486.66 kN/m <sup>2</sup>

**Muri in gabbioni**

**Riassunto**

Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA  
 File: G797\_BRIGLIA4\_SLE

Data: 09/05/2010



**DATI SUL SUOLO**

Strato	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ deg	Strato	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ deg
B <sub>s</sub>	19.50	0.00	38.00	F <sub>s</sub>	19.50	0.00	38.00

**CARICHI**

Carico	Valore kN/m <sup>2</sup>	Carico	Valore kN/m
q <sub>g</sub>	7.80		

**VERIFICHE DI STABILITA**

Coeff. di sicurezza scorrimento	5.11	Press. normale estremo valle	147.11kN/m <sup>2</sup>
Coeff. di sicurezza ribaltamento	10.03	Press. normale estremo monte	199.83kN/m <sup>2</sup>
Coeff. di sicurezza globale	1.62	Pressione max. ammissibile	1486.66kN/m <sup>2</sup>

### 4.13.2 Verifiche SLV

#### Muri in gabbioni

PAGINA 1

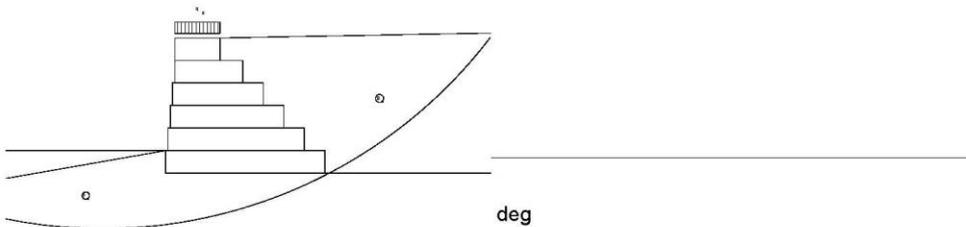
Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA  
 File: G797\_BRIGLIA4\_SLV

Data: 09/05/2010

#### Dati ingresso

#### Muro

Inclinazione muro : 0.00 deg Peso specifico pietraie : 26.00 kN/m <sup>3</sup> Porosità dei gabbioni : 30.00 % Geotessile nel terrapieno : No Riduzione attrito : % Geotessile sulla base : No Riduzione attrito : % Maglia, diam. filo : 8x10, ø 2.70 mm	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Strato</th> <th style="width: 20%;">Lunghezza m</th> <th style="width: 20%;">Altezza m</th> <th style="width: 20%;">Distanza m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>7.00</td><td>1.00</td><td>-</td></tr> <tr><td>2</td><td>6.00</td><td>1.00</td><td>0.10</td></tr> <tr><td>3</td><td>5.00</td><td>1.00</td><td>0.20</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.00</td><td>1.00</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>5</td><td>3.00</td><td>1.00</td><td>0.40</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.00</td><td>1.00</td><td>0.40</td></tr> </tbody> </table>	Strato	Lunghezza m	Altezza m	Distanza m	1	7.00	1.00	-	2	6.00	1.00	0.10	3	5.00	1.00	0.20	4	4.00	1.00	0.30	5	3.00	1.00	0.40	6	2.00	1.00	0.40
Strato	Lunghezza m	Altezza m	Distanza m																										
1	7.00	1.00	-																										
2	6.00	1.00	0.10																										
3	5.00	1.00	0.20																										
4	4.00	1.00	0.30																										
5	3.00	1.00	0.40																										
6	2.00	1.00	0.40																										



Lunghezza del tratto 1 : 30.00 m Inclinazione del tratto 2 : 0.00 deg Peso specifico : 19.50 kN/m <sup>3</sup> Angolo attrito : 38.00 deg Coesione : 0.00 kN/m <sup>2</sup>	deg
---	-----

#### Aggiungi strato

Strato	Altezza iniziale m	Inclinazione deg	Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	Coesione kN/m <sup>2</sup>	Angolo attrito deg
--------	-----------------------	---------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

**Muri in gabbioni**

**PAGINA 2**

Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA  
 File: G797\_BRIGLIA4\_SLV

Data: 09/05/2010

**Fondazione**

Superficie superiore : 1.00 m  
 Lunghezza iniziale superficie sup. : 0.00 m  
 Angolo inclinazione superficie sup. : 10.00 deg  
 Peso specifico : 19.50 kN/m<sup>3</sup>  
 Angolo attrito : 38.00 deg  
 Coesione : 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Massima pressione amm. : kN/m<sup>2</sup>  
 Altezza livello acqua : 1.00 m

Aggiungi strato

Strato	Profondità m	Peso specifico kN/m <sup>3</sup>	Coesione kN/m <sup>2</sup>	Angolo attrito deg
--------	-----------------	-------------------------------------	-------------------------------	-----------------------

**Freatica**

Altezza iniziale : 6.00 m  
 Inclinazione del tratto 1 : 1.00 deg  
 Lunghezza del tratto 1 : 30.00 m  
 Inclinazione del tratto 2 : deg  
 Lunghezza del tratto 2 : m

**Carichi**

Carico distribuito sul terrapieno : Carico sul tratto 1 : kN/m<sup>2</sup>  
 Carico sul tratto 2 : kN/m<sup>2</sup>

Carico distribuito sul muro : Carico : 7.80 kN/m<sup>2</sup>

Carico lineare sul terrapieno

Carico 1	: kN/m	Distanza del carico	: m
Carico 2	: kN/m	Distanza del carico	: m
Carico 3	: kN/m	Distanza del carico	: m

Carico lineare sul muro

Carico	: kN/m	Distanza del carico	: m
--------	--------	---------------------	-----

**Dati azione sismica**

Coefficiente orizzontale : 0.12      Coefficiente verticale : 0.06

**Muri in gabbioni**

**PAGINA 3**

Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA  
File: G797\_BRIGLIA4\_SLV

Data: 09/05/2010

**RISULTATI ANALISI DI STABILITA**

**Spinta Attiva e Passiva**

Spinta attiva	: 1568.20 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	: 4.45 m
Punto applicazione riferito asse Y	: 3.32 m
Direzione della spinta riferita asse X	: 75.48 deg
Spinta passiva	: 22.94 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	: 0.00 m
Punto applicazione riferito asse Y	: 0.33 m
Direzione della spinta riferita asse X	: -10.00 deg

**SCORRIMENTO**

Forza normale alla base	: 1969.45 kN/m
Punto applicazione riferito asse X	: 3.31 m
Punto applicazione riferito asse Y	: 0.00 m
Forza tang. alla base	: 424.87 kN/m
Forza resistente alla base	: 1561.29 kN/m
Coeff. di sicurezza allo scorrimento	: <b>3.49</b>

**RIBALTAMENTO**

Momento ribaltante	: 1449.29 kN/m x m
Momento stabilizzante	: 7966.17 kN/m x m
Coeff. di sicurezza al ribaltamento	: <b>5.50</b>

**PRESSIONI AGENTI IN FONDAZIONE**

Eccentricità	: 0.19 m
Pressione estremo di valle	: 327.41 kN/m <sup>2</sup>
Pressione estremo di monte	: 235.29 kN/m <sup>2</sup>
Max. pressione ammissibile alla base	: 1381.85 kN/m <sup>2</sup>

**Muri in gabbioni**

**PAGINA 4**

Progetto: G797\_PIATTAFORMA\_LOGISTICA\_MESSINA  
 File: G797\_BRIGLIA4\_SLV

Data: 09/05/2010

**STABILITA GLOBALE**

Distanza iniziale a sinistra del fulcro : m  
 Distanza iniziale a destra del fulcro : m  
 Profondità iniziale riferita alla base : m  
 Max. profondità permessa nel calcolo : m  
 Centro arco rispetto asse X : -2.74 m  
 Centro arco rispetto asse Y : 18.92 m  
 Raggio sup. : 21.38 m  
 Numero superfici di ricerca : 44  
**Coeff. di sicurezza gloale : 1.13**

**STABILITA INTERNA**

Strato	H m	N kN/m	T kN/m	M kN/m x m	$\tau_{max}$ kN/m <sup>2</sup>	$\tau_{amm}$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{max}$ kN/m <sup>2</sup>	$\sigma_{amm}$ kN/m <sup>2</sup>
1	5.00	1297.32	303.61	3739.01	50.60	179.19	225.06	
2	4.00	759.49	185.08	1856.92	37.02	131.78	155.32	615.79
3	3.00	390.97	99.63	771.96	24.91	91.86	99.01	
4	2.00	167.76	44.01	242.56	14.67	61.03	58.01	
5	1.00	54.16	12.52	52.25	6.26	39.77	28.07	

## 5 ATTRAVERSAMENTO STRADA STATALE 114

Si riportano di seguito le verifiche delle opere di sostegno e dell'impalcato che verranno realizzati in corrispondenza della statale SS n.114 al di sopra del torrente Guidari.

### 5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO

Il D.M.14.1.2008 prescrive la determinazione di vita nominale e classe d'uso (vedere § 2.4).

La vita nominale  $V_N$  dell'opera corrisponde al numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata.

Nelle previsioni progettuali dunque, se le condizioni ambientali e d'uso sono rimaste nei limiti previsti, non prima della fine di detto periodo saranno necessari interventi di manutenzione straordinaria per ripristinare le capacità di durata della costruzione.

Con riferimento alla tabella 2.4.1 del D.M. 14.01.2008 ed alle prescrizioni per gli edifici pubblici contenute nella circolare "Prima direttiva per l'applicazione del decreto del ministro delle infrastrutture e dei trasporti 14 gennaio 2008 in materia di nuove norme tecniche per le costruzioni" si assume, per la costruzione in oggetto, una vita nominale corrispondente a:

Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

**$V_N > 50$  anni**

In riferimento alle conseguenze di un eventuale collasso o di una perdita di operatività dell'opera (§2.4.2/3 D.M. 14.01.2008), le strutture si classificano in:

#### Classe IV

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tale classe si riferisce a:

**Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$**

<b>CLASSE D'USO</b>	I	II	III	IV
<b>COEFFICIENTE <math>C_U</math></b>	0,7	1,0	1,5	2,0

**$C_u = 2.0$**

## 5.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si prescrive l'utilizzo dei seguenti materiali.

### 5.2.1 Calcestruzzo per opere di fondazione e in elevazione

Classificazione secondo D.M. 14.01.2008, UNI-EN 206-1:2014 e UNI 11104:2016:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C 35/45
- Classe di abbassamento al cono (slump) S3
- Dimensione massima dell'inerte Dmax = 15 mm
- Classe di esposizione XS3
- Minimo contenuto di cemento 360kg/m<sup>3</sup>
- Massimo rapporto a/c 0.45
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg  $R_{ck} \geq 45$  MPa
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg  $f_{ck} \geq 35$  MPa
- Resistenza di progetto

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot 35}{1.5} = 19.83 \text{ MPa}$$

- Resistenza di progetto a trazione semplice

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \cdot 0.30 \cdot 35^{2/3}}{1.5} = 1.49 \text{ MPa}$$

- Modulo elastico medio

$$E_{cm} = 22000 [f_{cm} / 10]^{0.3} = 22000 [(f_{ck} + 8) / 10]^{0.3} = 34077 \text{ MPa}$$

#### 5.2.1.1 Copriferro

Il copriferro minimo viene determinato in relazione alla classe di esposizione e alla tipologia di elemento. Si ricava:

#### COPRIFERRO - Rif. C4.1.6.1.3 DM 14/01/2008

Classe di esposizione:	XS3	
Tipo di ambiente:	Molto aggressivo	
Classe C.A.:	C35/45	
Tipo di barre:	Barre da c.a.	
Tipo di elemento:	Altri elementi	
Vita nominale $V_N$ :	50	anni
Copriferro minimo:	45	mm
Tolleranza di posa:	5	mm
Incremento per vita nominale di 100 anni:	0	mm
Incremento per classe C.A. $C < C_{min}$ :	0	mm
<b>Copriferro minimo di progetto:</b>	<b>50</b>	<b>mm</b>

### 5.2.2 Acciaio per armatura

Barre ad aderenza migliorata in acciaio laminato a caldo tipo B450C secondo D.M. 14.01.2008, UNI EN 1992-1-1:2015, UNI EN ISO 9001:2008, accertato secondo UNI EN ISO 15630-1:2010:

- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540$  MPa
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450$  MPa
- Allungamento caratteristico a carico massimo  $(A_{gtk})_k \geq 7.5$  %
- Valore minimo di  $k=(f_0/f_y)_k$   $1.15 \leq (f_i/f_y)_k \leq 1.35$
- Tensione di snervamento nominale  $(f_y/f_{y\ nom})_k \leq 1.25$
- Modulo di elasticità medio  $E_{sm} = 210$  GPa

### 5.2.3 Acciaio da carpenteria metallica

Acciaio da carpenteria metallica di tipo S355 JR secondo D.M.14.01.2008 e UNI EN 10025-:2009, accertato secondo le UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002:2004 e UNI EN 10045-1:1992.

- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 510$  MPa
- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 355$  MPa
- Modulo elastico  $E_{sm} = 210$  GPa
- Resilienza  $KV \geq 27$  J a +20°C
- Allungamento perc.: - per lamiere  $\epsilon_t \geq 21\%$
- per barre, profilati larghi piatti  $\epsilon_t \geq 22\%$

Tenuto conto che la parte emersa dei pali della banchina di riva e dello sperone è protetta mediante velette prefabbricate fino a quota -1.00 m s.l.m.m., per la parte permanentemente immersa in acqua si considera una riduzione dello spessore dei pali dovuta alla corrosione di 1.75 mm, secondo quanto riportato nella tabella seguente per una vita nominale di 50 anni:

Years	0	5	25	50	75	100
**** Atmospheric ****						
Normal atmospheres	0,00	0,05	0,25	0,50	0,75	1,00
Locations close to the Sea	0,00	0,10	0,50	1,00	1,50	2,00
**** Soil ****						
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist,...)	0,00	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial grounds	0,00	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat,...)	0,00	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt,...)	0,00	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag,...)	0,00	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
Compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt,...)	0,00	0,09	0,35	0,60	0,85	1,10
Compacted and aggressive fills (ashes, slag,...)	0,00	0,25	1,00	1,63	2,25	2,88
**** Water ****						
Common fresh water (river, ship canal,...) in the zone of high attack (w	0,00	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Very polluted fresh water (sewage, industrial effluent,...) in the zone of	0,00	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Sea water in temperate climate in the zone of high attack (low water a	0,00	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Sea water in temperate climate in the zone of permanent immersion or	0,00	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50

### 5.3 CONDIZIONI ELEMENTARI DI CARICO

#### 5.3.1 Peso proprio

I pesi propri degli elementi strutturali sono autodeterminati dal software di calcolo strutturale, in funzione delle dimensioni e del peso specifico del materiale. Per il calcestruzzo e l'acciaio i pesi specifici valgono:

$$\begin{aligned} \gamma_{cls} &= 24.00 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{cls,armato} &= 25.00 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{acciaio} &= 78.50 \text{ kN/m}^3 \\ \gamma_{terreno} &= 19.50 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

#### 5.3.2 Carichi permanenti

I carichi permanenti portati sono i seguenti:

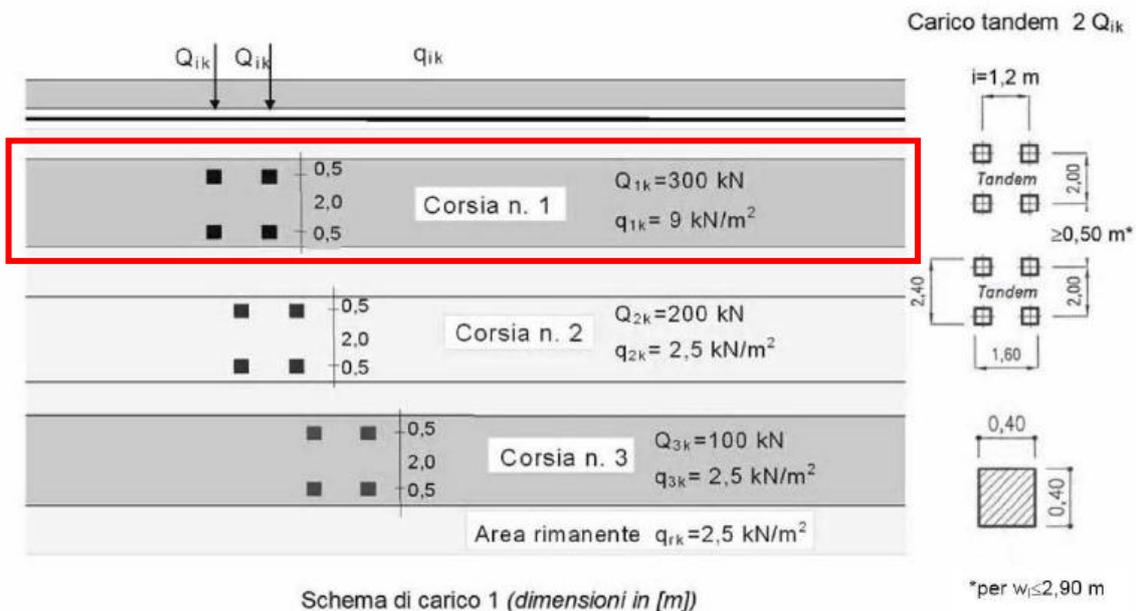
<i>Pacchetto stradale</i>	$20 \times 0.10 = 2.00 \text{ kN/m}^2$
<i>Totale Sovraccarichi Permanenti</i>	$2.00 \text{ kN/m}^2$

#### 5.3.3 Carichi accidentali

I carichi accidentali sono prescritti dalla normativa vigente: i valori dei carichi sono indicati nel paragrafo 5.1.3.3 del D.M. 14.01.2008, di seguito riportato:

##### 5.1.3.3.5 Disposizione dei carichi mobili per realizzare le condizioni di carico più gravose

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> Categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3,00 m.



### Diffusione dei carichi locali

I carichi concentrati da considerarsi ai fini delle verifiche locali ed associati agli Schemi di Carico 1, 2, 3 e 4 si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo un angolo di 45°, fino al piano medio della struttura della soletta sottostante (Fig. 5.1.3.a). Nel caso di piastra ortotropa la diffusione va considerata fino al piano medio della lamiera superiore d'impalcato (Fig. 5.1.3.b).

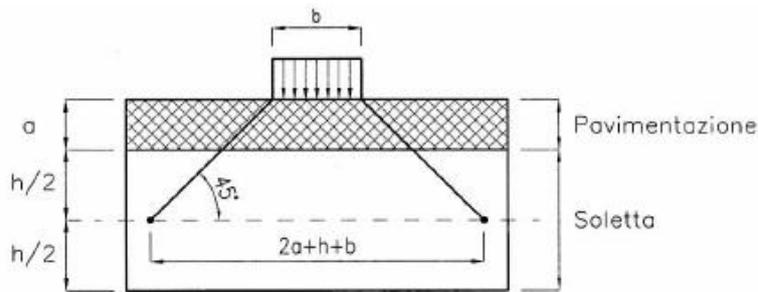


Figura 5.1.3a – Diffusione dei carichi concentrati nelle solette

Quindi, i carichi di traffico assunti sono pari a:

<i>Carichi tandem (concentrati)</i>	300 kN su 1.35x1.35m
<i>Carichi distribuiti</i>	9.00 kN/m <sup>2</sup>

### 5.3.4 Neve

## 3.4 AZIONI DELLA NEVE - NTC 2008

### 3.4.1 - Carico neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante l'espressione (3.3.7):

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 0.8 \cdot 0.6 \cdot 1 \cdot 1 = 0.48 \text{ kN/m}^2 \quad (3.3.7)$$

$\mu_i =$	0.80	(valore massimo)
$q_{sk} =$	0.60 kN/m <sup>2</sup>	
$C_E =$	1	
$C_t =$	1	(par. 3.4.4)

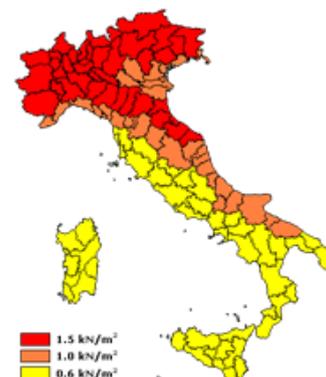
### 3.4.2 - Valore caratteristico

Provincia:

#### Zona III

$a_s =$  5 m altitudine sul livello del mare del sito

$q_{sk} =$  0.60 kN/m<sup>2</sup>



**3.4.3 - Coefficiente di esposizione**

Normale

**Tabella 3.4.I** – Valori di  $C_E$  per diverse classi di topografia

Topografia	Descrizione	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

### 5.3.5 Sisma

Le azioni sismiche di progetto sono valutate rispetto ai vari stati limite a partire dalla pericolosità sismica del sito di costruzione. I vari stati limite sono così definiti da Normativa:

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

La definizione della pericolosità del sito di progetto è stata condotta con riferimento alle seguenti coordinate geografiche relative alla zona portuale di Tremestieri:

*Latitudine:*                       $38^{\circ}13'54.7''$

*Longitudine:*                       $15^{\circ}52'31.5''$

Il terreno è classificato in categoria C secondo D.M. 14.01.2008.

I parametri sismici per i periodi  $T_R$  associato allo Stato Limite di Vita risultano pari a:

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0.269 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.000
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

Per ottenere gli spettri di risposta delle azioni sono assunti i seguenti parametri:

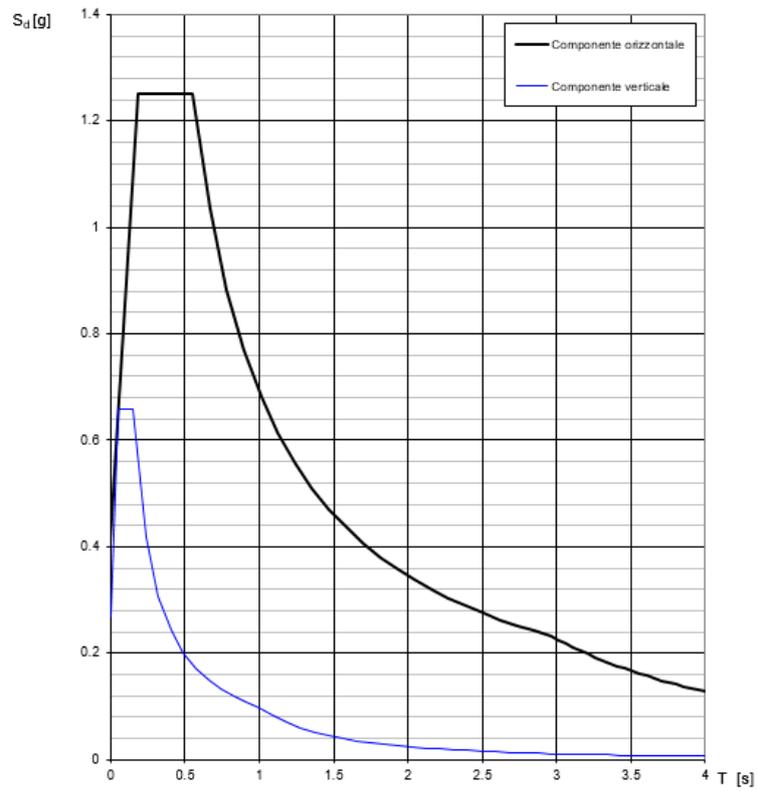
- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito in condizioni di campo libero su sito rigido di categoria A secondo §3.2.2 di cui D.M. 14.01.2008;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_C$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Si riassumono i parametri di progetto:

- Classe d'uso Classe IV
- Tipo di costruzione 2
- Vita nominale  $V_N= 50$  anni
- Periodo di riferimento  $V_R= 100$  anni
- Categoria del terreno C (terreni a grana grossa mediamente addensati/  
terreni a grana fina mediamente consistenti)
- Categoria Topografica T1

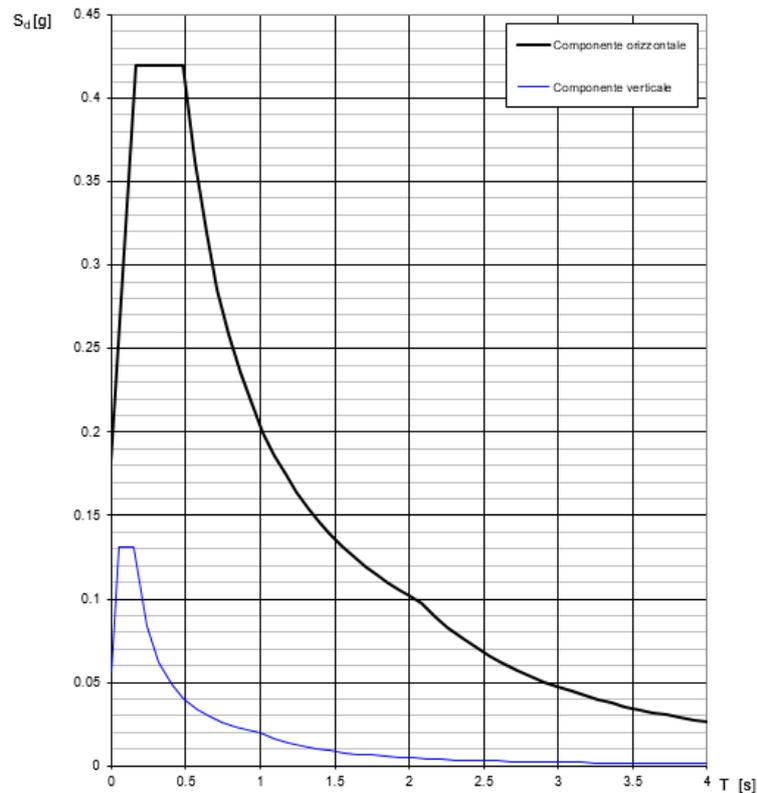
Di seguito si riporta l'andamento degli spettri: l'analisi sismica viene condotta assumendo lo spettro normalizzato da Normativa.

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



**Figura 16 –Spettro SLV**

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



**Figura 17 –Spettro SLD**

## 5.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite.

Le condizioni elementari di carico vengono cumulate secondo combinazioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU), Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), Stato Limite di Esercizio (SLE) e Stato Limite di Danno (SLD).

### 5.4.1 Combinazioni di carico allo stato limite ultimo

Si adottano le combinazioni prescritte dalla normativa vigente ed espresse simbolicamente come segue:

$$F_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \cdot \left[ Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right] \quad \text{per le azioni statiche}$$

$$F_d = E + G_k + P_k + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \quad \text{per le azioni sismiche}$$

con il seguente significato dei simboli (i valori fanno riferimento alle Tab.5.1.V e Tab.5.1.VI del D.M. 14.01.2008):

$G_k$	valore caratteristico delle azioni permanenti
$P_k$	valore caratteristico della forza di precompressione
$Q_{ik}$	valore caratteristico dell'azione variabile i-esima
$E$	azione sismica
$\gamma_g = 1,30$	(1.0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)
$\gamma_p = 1,00$	
$\gamma_q = 1,50$	(0.0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)
$\psi_{0i} = 0,75$	per carichi da traffico (carichi tandem)
$\psi_{0i} = 0,40$	per carichi da traffico (carichi distribuiti)
$\psi_{0i} = 0,50$	per carico neve
$\psi_{0i} = 0,75$	per carichi da traffico (carichi tandem)
$\psi_{0i} = 0,40$	per carichi da traffico (carichi distribuiti)
$\psi_{1i} = 0,20$	per carico neve
$\psi_{0i} = 0,00$	per carichi da traffico (carichi tandem e distribuiti) e neve

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_K + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{2i} \cdot Q_{Ki})$$

#### 5.4.2 Combinazioni di carico agli stati limite di esercizio

Si adottano le combinazioni prescritte dalla normativa vigente ed espresse simbolicamente come segue:

$$F_d = G_k + P_k + \left[ Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} \cdot Q_{ik}) \right] \quad \text{per le combinazioni caratteristiche}$$
$$F_d = G_k + P_k + \left[ \psi_{1,1} \cdot Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right] \quad \text{per le combinazioni frequenti}$$
$$F_d = G_k + P_k + \left[ \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{2i} \cdot Q_{ik}) \right] \quad \text{per le combinazioni quasi permanenti}$$

con il seguente significato dei simboli:

$G_k$	valore caratteristico delle azioni permanenti
$P_k$	valore caratteristico della forza di precompressione
$Q_{ik}$	valore caratteristico dell'azione variabile i-esima
$\psi_{0i} = 0,75$	per carichi da traffico (carichi tandem)
$\psi_{0i} = 0,40$	per carichi da traffico (carichi distribuiti)
$\psi_{0i} = 0,50$	per carico neve
$\psi_{0i} = 0,75$	per carichi da traffico (carichi tandem)
$\psi_{0i} = 0,40$	per carichi da traffico (carichi distribuiti)
$\psi_{1i} = 0,20$	per carico neve
$\psi_{0i} = 0,00$	per carichi da traffico (carichi tandem e distribuiti) e neve

## 5.5 CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI

Le elaborazioni mediante calcolatore sono state condotte con l'ausilio dei seguenti software:

- Midas Gen 2017 sviluppato da MIDAS Information Technology e distribuito in Italia da CSPFea, via Zuccherificio 5/D, 35042 Este, Padova. Questo software agli elementi finiti è usato per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica strutturale degli elementi portanti.
- PresFLE+® prodotto da CONCRETE s.r.l., via della Pieve 19, 35121 Padova. Questo software è utilizzato per il calcolo e la verifica delle sezioni in calcestruzzo armato
- Profili\_V6 versione 7.6 del professor Pietro Gelfi per la verifica degli elementi in acciaio.
- PLAXIS 2D AE.02 (copyright program by Plaxis bv P.O. Box 572, 2600 AN Delft, Netherlands) per le verifiche di stabilità globale e il calcolo dei cedimenti in stato piano di deformazione;
- SLIDE – Version 5.044 (prodotto dalla Rocscience Inc., 31 Balsam Ave., Toronto, Ontario, M4E 1B2 Canada) per le verifiche di stabilità globale.

I programmi vengono usati dalla scrivente in forza di regolari licenze d'uso e sono testati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, tali da verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti ed individuare eventuali vizi ed anomalie. Grazie alla raffinatezza dei modelli di calcolo è stato possibile analizzare il comportamento di tutti gli elementi della struttura, considerando l'effettivo contributo alla rigidità complessiva del sistema fornito da ciascun componente elementare. I criteri di modellazione prevedono la riproduzione fedele delle strutture così come sono state progettate e si prescrive siano realizzate.

## 5.6 VERIFICHE ATTRAVERSAMENTO STATALE

### 5.6.1 Verifica impalcato

L'impalcato è realizzato con travi doppio T di calcestruzzo, con soola inferiore di dimensioni  $1800 \times 8100 \times 200$  mm e due nervature di dimensioni  $200 \times 400 \times 8100$  mm. Sono impiegate come cassero a perdere, dotate di alleggerimenti in polistirolo ed autoportanti.

La realizzazione dell'impalcato è divisa in due fasi:

- fase 0: posa degli elementi prefabbricati con riempimento in polistirolo: il calcestruzzo fresco del getto di completamento (di spessore  $150$ mm) è un carico portato e la sezione resistente è costituita solamente dall'elemento a doppio T rovescio;
- fase 1: il getto di completamento è maturo e contribuisce alla rigidità strutturale.

Di seguito si riportano le verifiche della sezione di progetto nelle due fasi di costruzione: per la fase 0 si assume una sezione a T rovescia singola, mentre nella fase 1 la verifica è condotta su una sezione ad I. In entrambi i casi la trave è in semplice appoggio alle estremità.

La progettazione e la verifica avvengono nel rispetto del paragrafo §7.2.5 del D.M. 14.01.2008. Le verifiche sono state eseguite per mezzo di PresFle®: tutti i risultati sono espressi in  $\text{daN/cm}^2$ .

#### 5.6.1.1 Fase 0

##### Verifica a flessione allo SLU e SLV

Il dimensionamento della sezione ed il relativo calcolo dell'armatura vengono condotti agli Stati Limite Ultimi (SLU) ed allo Stato Limite di Vita (SLV) considerando l'involuppo delle combinazioni: la soletta inferiore viene armata inferiormente con  $23\phi 24$  e superiormente con  $17\phi 24$ , mentre le nervature sono armate con  $3+3\phi 12$ . Di seguito si riportano il dominio di resistenza, il valore del momento resistente ed infine il coefficiente di sicurezza.

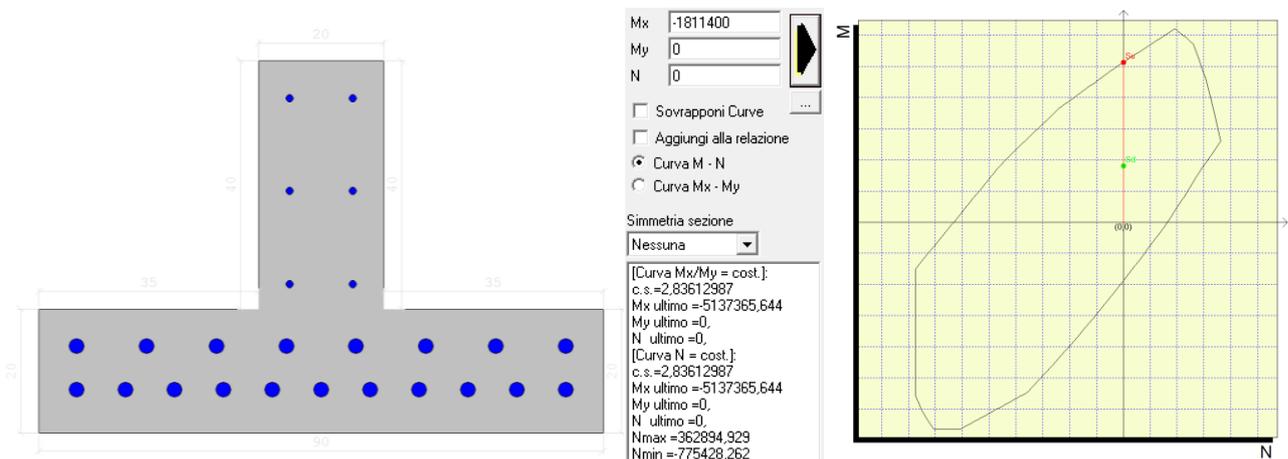
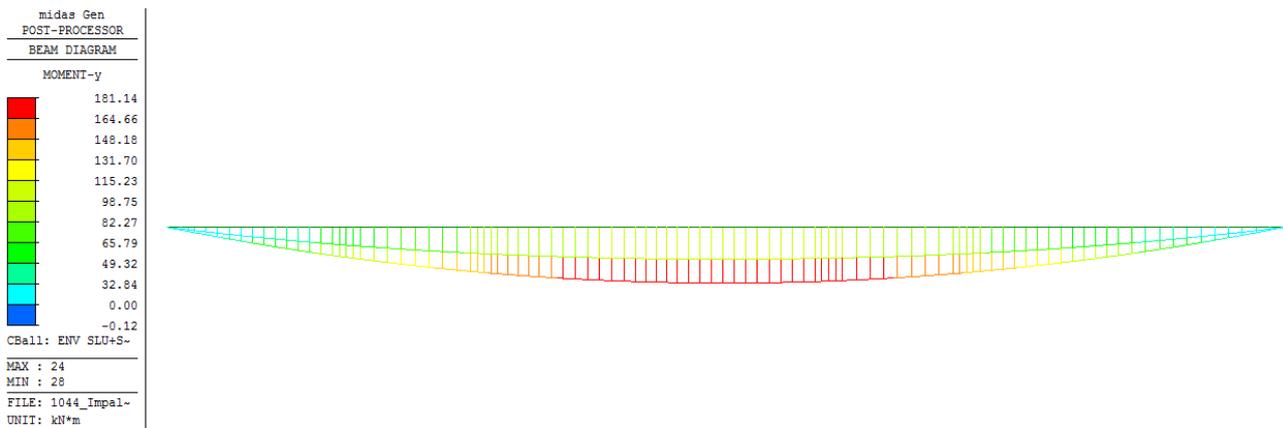


Figura 18 - Calcolo del momento e del dominio resistenti

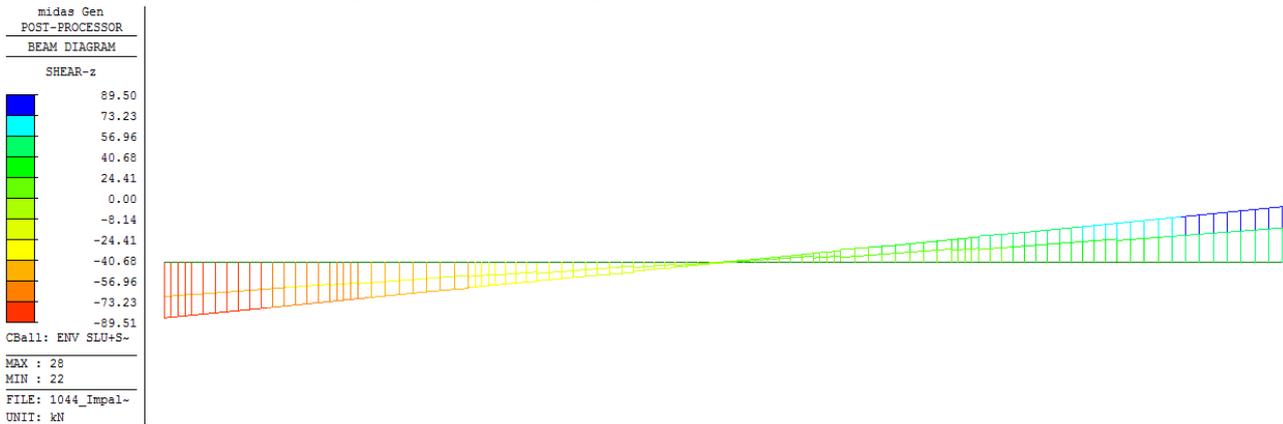


**Figura 19 – Momento flettente sollecitante (involuppo SLU e SLV)**

Il momento resistente è pari a  $513.74 \text{ kNm}$  ed il coefficiente di sicurezza vale  $2.83 > 1$ , pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Verifica a taglio allo SLU e SLV

La verifica a taglio viene svolta considerando resistente soltanto la nervatura di sezione  $200 \times 600 \text{ mm}$ . Il massimo taglio sollecitante si produce nelle sezioni di estremità e vale:



**Figura 20 – Taglio sollecitante (involuppo SLU e SLV)**

Si ottiene:

VERIFICHE A TAGLIO SECONDO EC2 1992-1-1:2005			
Caratteristiche geometriche			
Base b =	200	mm	<b>Armatura longitudinale in zona tesa</b>
Altezza h =	600	mm	Diametro f = 24 mm
Coprifero co =	50	mm	n. di ferri 4
Altezza utile d =	550	mm	$A_{sl} = 1809 \text{ mm}^2$
			<b>Armatura trasversale a taglio (staffe a 90°)</b>
			Diametro f = 10 mm
			n. di braccia 2
			$A_{sw} = 157 \text{ mm}^2$
			passo s = 100 mm
			<b>Armatura trasversale a taglio (ferri piegati)</b>
			Diametro f = 0 mm
			n. di ferri 0
			$A_{sw,ferri} = 0 \text{ mm}^2$
			passo s = 100 mm
			inclinazione ferri $\alpha = 45^\circ$
<b>Caratteristiche dei materiali</b>			
$f_{ck} =$	35.00	Mpa	
$f_{cd} =$	19.83	Mpa	
$f_{ctk} =$	2.25	Mpa	
$f_{ctd} =$	1.50	Mpa	
$f_{yk} =$	450	Mpa	
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	
$\gamma_c =$	1.50		
$\gamma_s =$	1.15		

Sollecitazioni			
$V_{Ed} =$	90	kN	
$N_{Ed} =$	0	kN (>0 se di traz.)	
Verifica puntone compresso			
<b>Taglio max resistente</b>	<b>507 kN</b>		
Verifica senza armatura a taglio		Verifiche con staffe a 90°	
<i>Parametri</i>		<i>Parametri</i>	
$k =$	1.60	$v_1 =$	0.52
$k_1 =$	0.15	$\alpha_{cw} =$	1.00
$C_{Rd,c} =$	0.12	$\theta =$	33.2 °
$\rho_l =$	0.016	$\cot(\theta) =$	1.5
$S_{cp} =$	0.000 Mpa	$V_{Rd,s} =$	464 kN
$V_{min} =$	0.420 Mpa	$V_{Rd,max} =$	507 kN
<b>Taglio max <math>V_{Rd,c} =</math></b>	<b>82 kN</b>	<b>Taglio max <math>V_{Rd,w} =</math></b>	<b>464 kN</b>
<b>Verifica:</b>	<b>NON SODDISFATTA</b>	<b>Verifica:</b>	<b>SODDISFATTA</b>
<b>c.s. =</b>	<b>0.91</b>	<b>c.s. =</b>	<b>5.16</b>

Figura 21 - Calcolo del taglio resistente e verifica agli SLU e SLV

Il taglio resistente è pari a  $464 \text{ kN} > 90 \text{ kN}$ , dunque la verifica risulta soddisfatta.

Verifica delle tensioni di esercizio agli SLE

La verifica alle tensioni di esercizio condotta agli Stati Limite di Esercizio (SLE) considerando la combinazione rara e quasi permanente e verificando che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio rispettino le seguenti limitazioni:

Combinazione RARA:

$$\sigma_c < 0.6 f_{ck} = 0.60 \cdot 35 = 21 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

Combinazione QUASI PERMANENTE:

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 35 = 15.75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

Si riporta la mappa cromatica del momento sollecitante agli SLE:

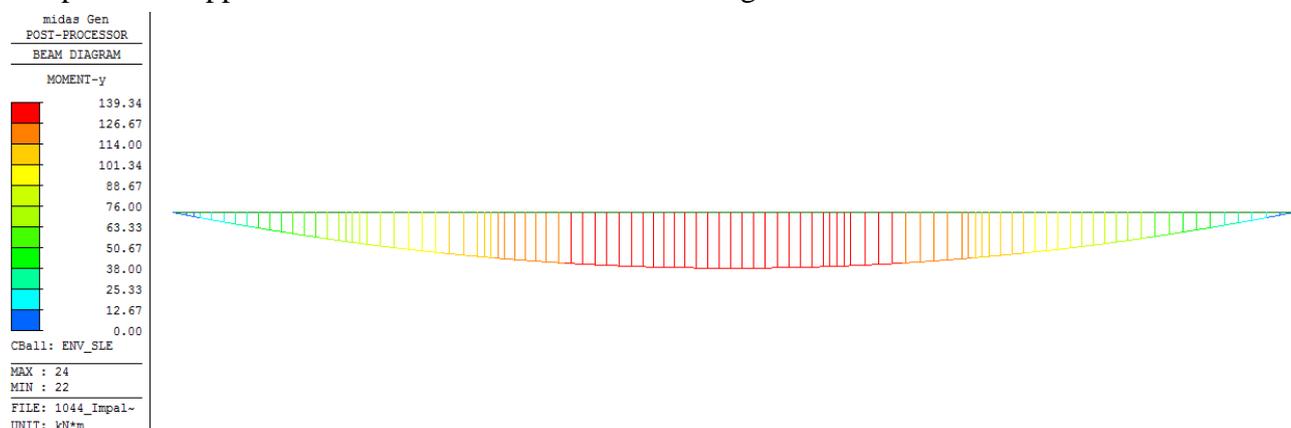


Figura 22 – Momento flettente sollecitante (involuppo SLE)

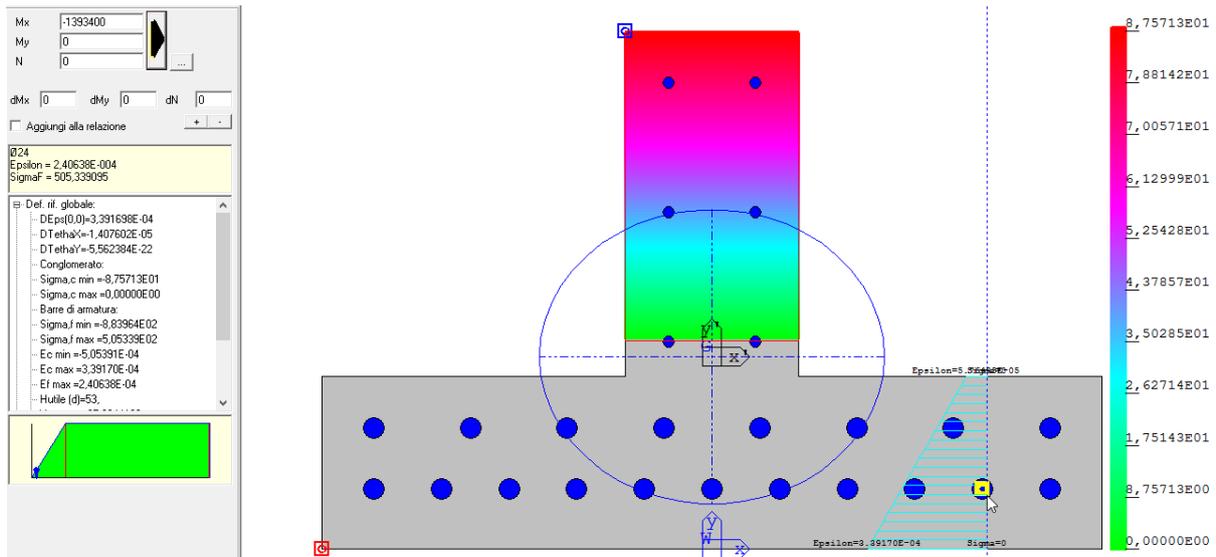


Figura 23 – Tensioni nell'acciaio:  $\sigma_{s,max} = 50.5 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa}$

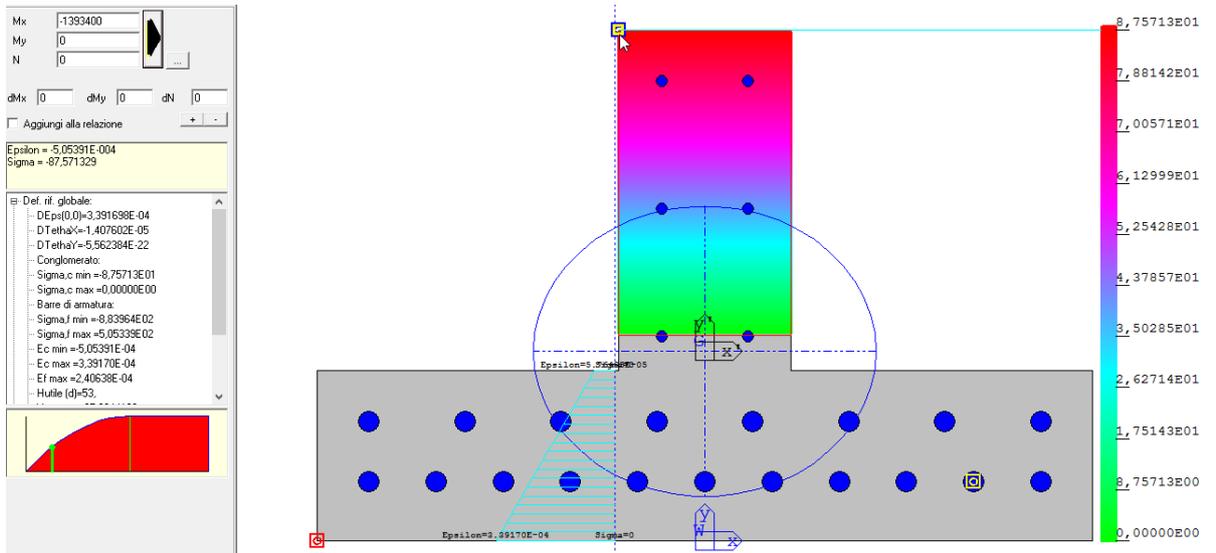


Figura 24 - Tensioni nel calcestruzzo:  $\sigma_{c,max} = 8.76 \text{ MPa} < 15.75 \text{ MPa}$

La verifica è quindi soddisfatta.

Verifica a fessurazione agli SLE

La verifica di fessurazione della platea di fondazione viene condotta agli Stati Limite di Esercizio (SLE) considerando la condizione ambientale molto aggressiva corrispondente alla combinazione quasi permanente e frequente con apertura di fessure di ampiezza massima pari a:

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.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
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	$\leq w_1$

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$  è definito al § 4.1.2.2.4.6.

- c) stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Mx	-1393400	
My	0	
N	0	
Es/Es	15	Molt. diametro 7.5
Passo (cm)	1	Rid. zona tesa 0.5
Beta 1	1	Beta 2 0.5
K 1	0.8	
K 2	0.5	<input checked="" type="checkbox"/>
fct	32	
fct,sr	32	
Copriferro	6	<input checked="" type="checkbox"/>
Interferro	7.8	<input type="checkbox"/>
fck	350	
<input type="radio"/> DM 96 <input checked="" type="radio"/> EC2 <input type="checkbox"/> Aggiungi alla relazione		
Sezione non fessurata Sigma c max < fctd Sollecitazioni di fessurazione con fct,sr 32, Mx = -1571419,6 daNcm My = 0,0 daNcm N = 0,0 daN Eps,max acciaio = 0.000203		

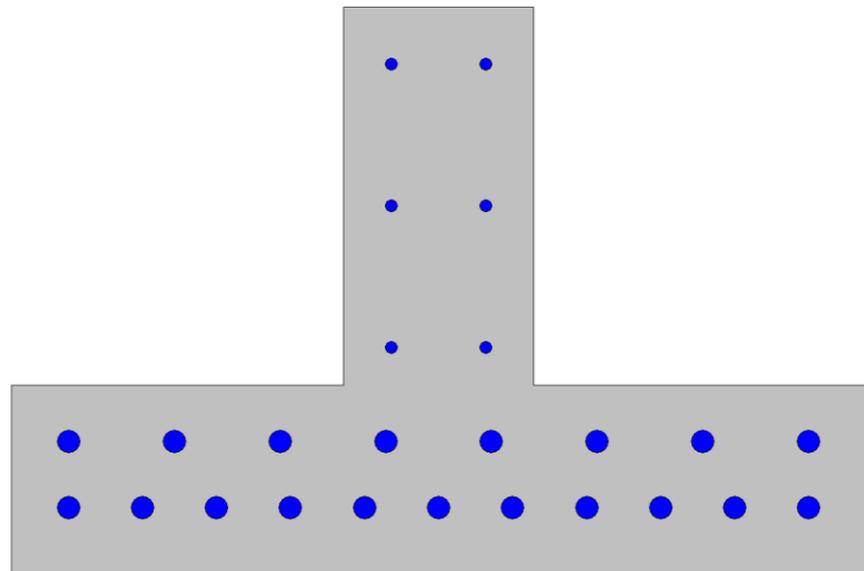
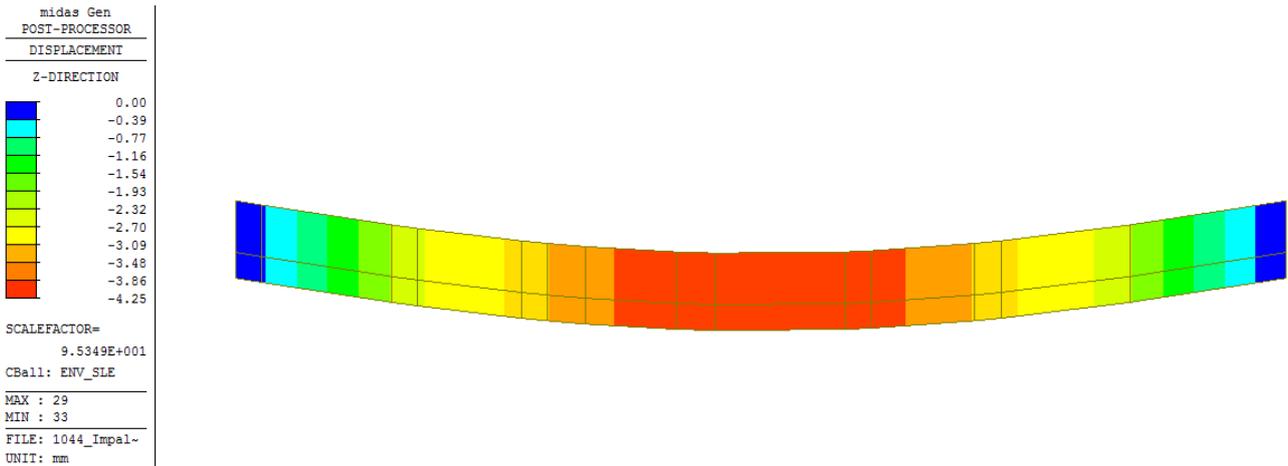


Figura 25 - Calcolo della fessurazione

Poiché non si produce fessurazione, la verifica è soddisfatta.

Verifica a deformazione agli SLE

Si riporta l'andamento degli spostamenti in direzione verticale:

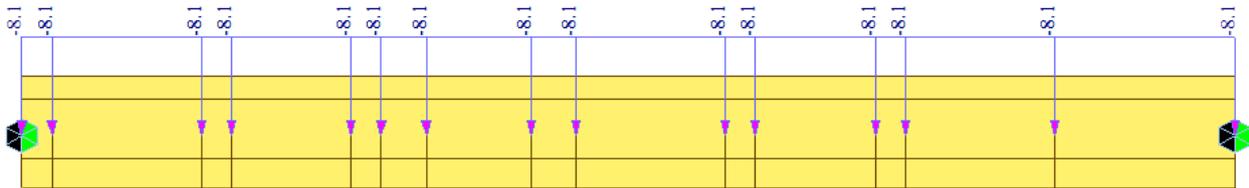


**Figura 26 - Deformata**

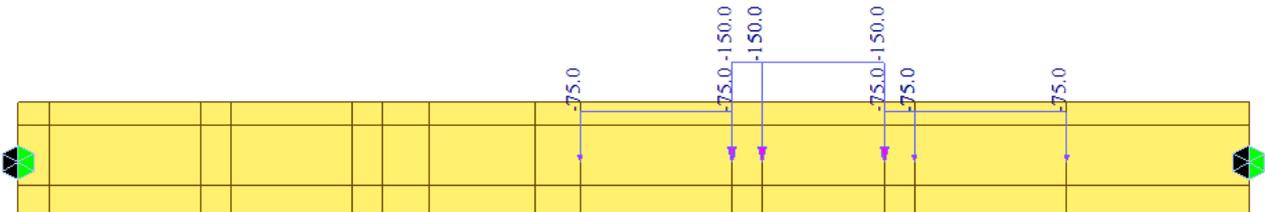
Poiché il rapporto  $L/f = 8100/4.25 = 1906 > 500$ , la verifica è soddisfatta.

**5.6.1.2 Fase 1**

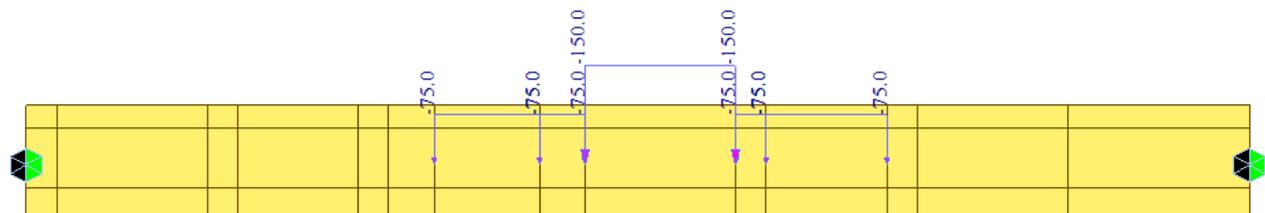
Le immagini riportate di seguito rappresentano i carichi da traffico assunti nel modello di calcolo in modo da massimizzare il momento ed il taglio a seconda del punto di applicazione:



**Figura 27 – Carico da traffico distribuito [9 kN/m²]**



**Figura 28 - Carico tandem 1 (300 kN su 1.55x1.55m)**



**Figura 29 - Carico tandem 2 (300 kN su 1.55x1.55m)**

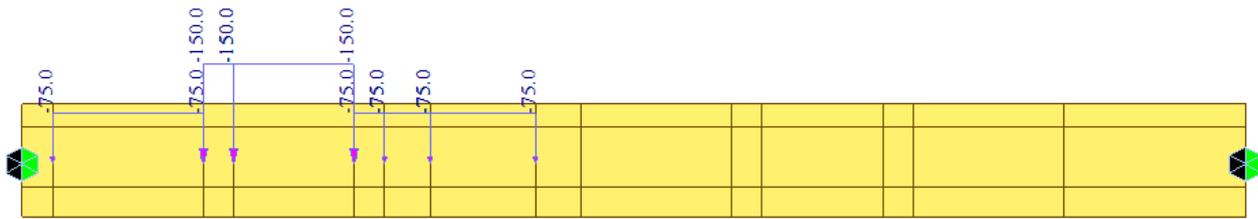


Figura 30 - Carico tandem 3 (300 kN su 1.55x1.55m)

Si sottolinea che nella fase 1 l'incremento di tensione è dovuto essenzialmente all'applicazione del carico accidentale perché il peso proprio è già intervenuto nella fase 0.

Verifica a flessione agli SLU

Il dimensionamento della sezione ed il relativo calcolo dell'armatura vengono condotti agli Stati Limite Ultimi (SLU) ed allo Stato Limite di Vita (SLV) considerando l'involuppo delle combinazioni: la soletta inferiore viene armata inferiormente con 23 $\phi$ 24 e superiormente con 17 $\phi$ 24, le nervature sono armate con 3+3 $\phi$ 12 e la soletta superiore con  $\phi$ 10/200x200 superiori ed inferiori. Di seguito si riportano il dominio di resistenza, il valore del momento resistente ed infine il coefficiente di sicurezza.

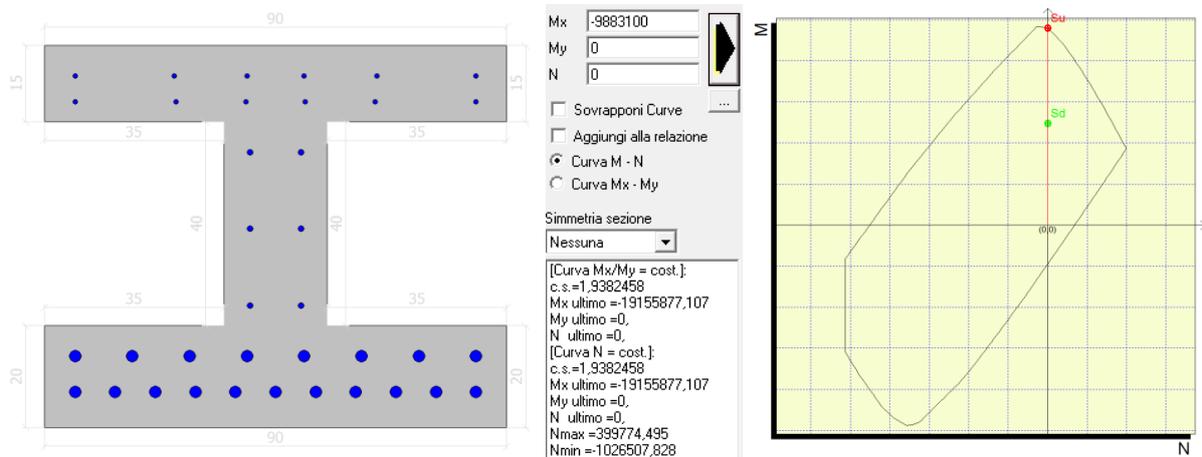


Figura 31 - Calcolo del momento e del dominio resistenti

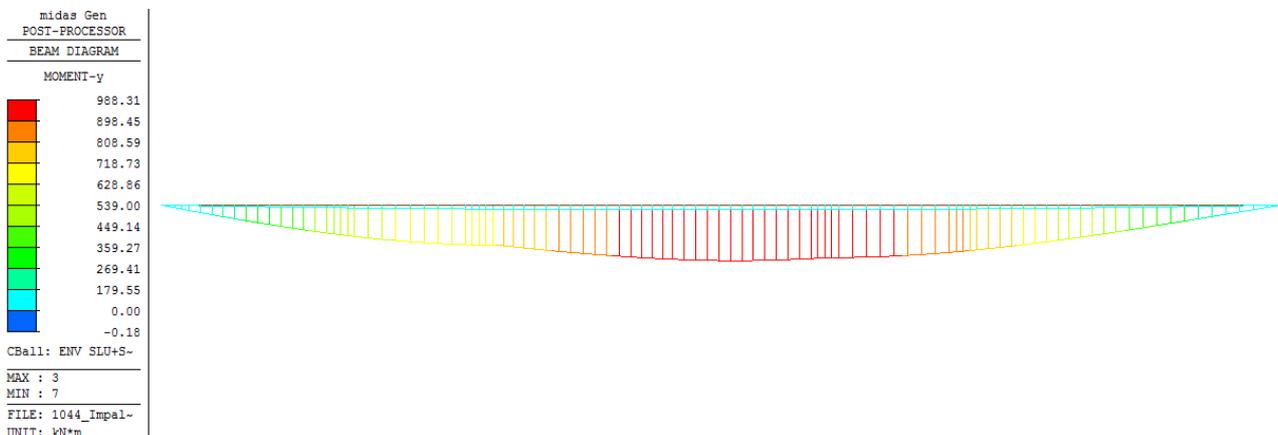
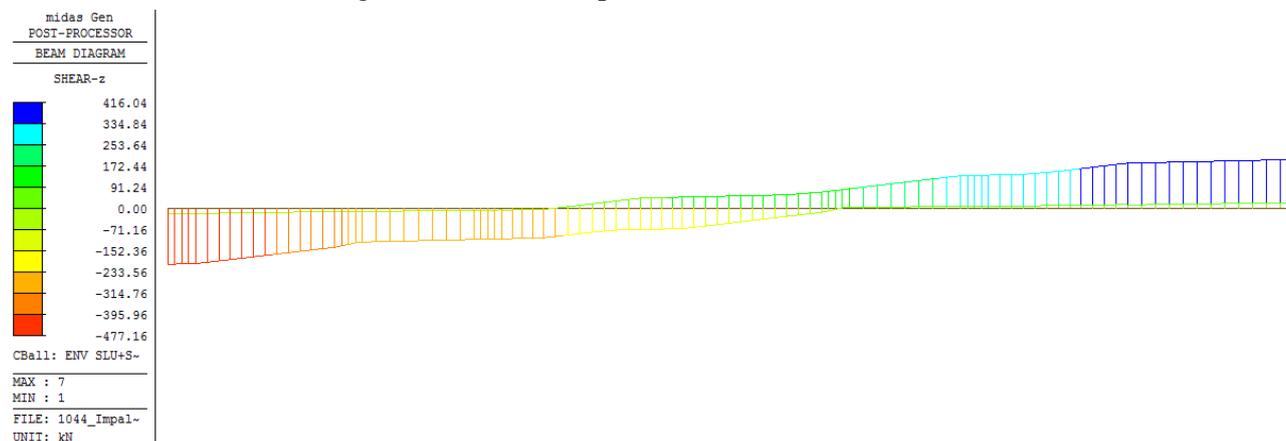


Figura 32 – Momento flettente sollecitante (involuppo SLU e SLV)

Il momento resistente è pari a  $1915.59 \text{ kNm}$  ed il coefficiente di sicurezza vale  $1.94 > 1$ , pertanto la verifica risulta soddisfatta.

### Verifica a taglio

La verifica a taglio viene svolta considerando resistente soltanto la nervatura di sezione  $200 \times 750 \text{ mm}$ . Il massimo taglio sollecitante si produce nelle sezioni di estremità e vale:



**Figura 33 – Taglio sollecitante (involuppo SLU e SLV)**

Si ottiene:

VERIFICHE A TAGLIO SECONDO EC2 1992-1-1:2005			
Caratteristiche geometriche			
Base $b =$	200	mm	<b>Armatura longitudinale in zona tesa</b>
Altezza $h =$	750	mm	Diametro $f =$ 24 mm
Coprifero $c_o =$	50	mm	n. di ferri 4
Altezza utile $d =$	700	mm	$A_{sl} =$ 1809 mm <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche dei materiali</b>			<b>Armatura trasversale a taglio (staffe a 90°)</b>
$f_{ck} =$	35.00	Mpa	Diametro $f =$ 10 mm
$f_{cd} =$	19.83	Mpa	n. di braccia 2
$f_{ctk} =$	2.25	Mpa	$A_{sw} =$ 157 mm <sup>2</sup>
$f_{ctd} =$	1.50	Mpa	passo $s =$ 100 mm
$f_{ywk} =$	450	Mpa	<b>Armatura trasversale a taglio (ferri piegati)</b>
$f_{ywd} =$	391.30	Mpa	Diametro $f =$ 0 mm
$\gamma_c =$	1.50		n. di ferri 0
$\gamma_s =$	1.15		$A_{sw,ferri} =$ 0 mm <sup>2</sup>
			passo $s =$ 100 mm
			inclinazione ferri $\alpha =$ 45°
Sollecitazioni			
$V_{Ed} =$	477	kN	
$N_{Ed} =$	0	kN (>0 se di traz.)	
Verifica puntone compresso			
<b>Taglio max resistente</b>	<b>645</b>	<b>kN</b>	

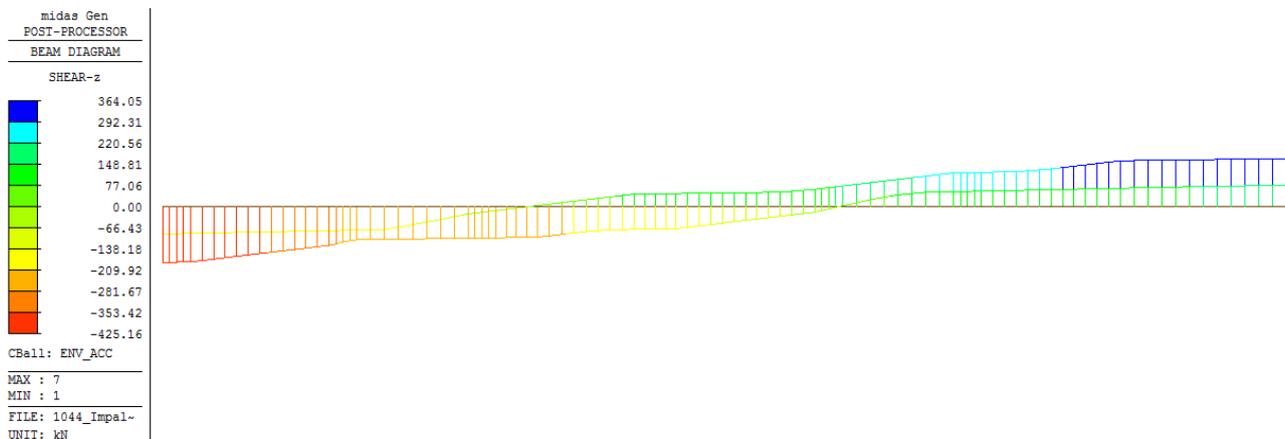
Verifica senza armatura a taglio			Verifiche con staffe a 90°		
Parametri			Parametri		
k =	1.53		v <sub>1</sub> =	0.52	
k <sub>1</sub> =	0.15		α <sub>cw</sub> =	1.00	
C <sub>Rd,c</sub> =	0.12		θ =	33.2 °	
ρ <sub>1</sub> =	0.013		cot(θ) =	1.5	
S <sub>cp</sub> =	0.000 Mpa		V <sub>Rd,s</sub> =	591 kN	
V <sub>min</sub> =	0.394 Mpa		V <sub>Rd,max</sub> =	645 kN	
<b>Taglio max V<sub>Rd,c</sub> =</b>	<b>92 kN</b>		<b>Taglio max V<sub>Rd,w</sub> =</b>	<b>591 kN</b>	
<b>Verifica:</b>	<b>NON SODDISFATTA</b>		<b>Verifica:</b>	<b>SODDISFATTA</b>	
<b>c.s. =</b>	<b>0.19</b>		<b>c.s. =</b>	<b>1.24</b>	

**Figura 34 - Calcolo del taglio resistente e verifica agli SLU e SLV**

Il taglio resistente è pari a  $591 \text{ kN} > 477 \text{ kN}$ , dunque la verifica risulta soddisfatta.

L'impalcato è realizzato in due fasi e non è prevista l'applicazione di adesivi epossidici sulla superficie di ripresa di getto. L'effetto dello scorrimento tra i due getti, causato dal taglio, è pertanto trasmesso dalle staffe che escono dalle nervature di irrigidimento delle travi a T rovescio.

Sull'appoggio taglio e momento dovuti all'applicazione del solo carico accidentale, pertanto per la verifica a scorrimento si considera quindi un taglio pari a:



**Figura 35 – Taglio sollecitante dovuto ai soli carichi accidentali (involuppo SLU e SLV)**

Si calcola la tensione tangenziale agente nella sezione di ripresa di getto:

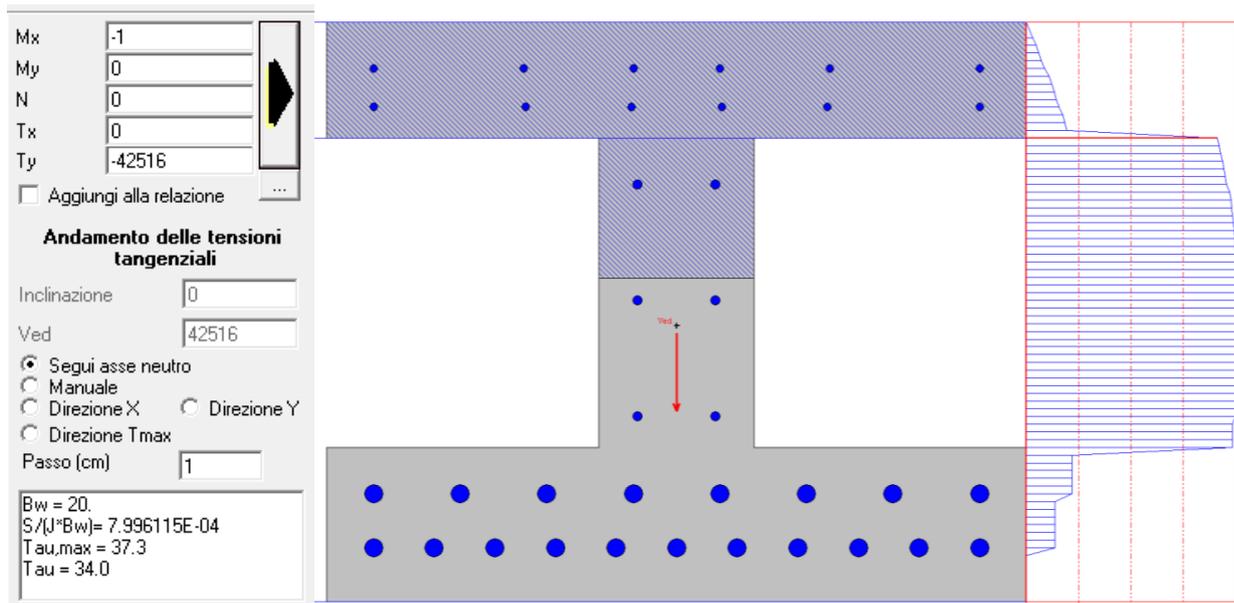


Figura 36 - Calcolo delle tensioni tangenziali

La tensione tangenziale nel punto indagato è di  $\tau = 3.40 \text{ MPa}$ . Integrando la tensione su un tratto di lunghezza  $100\text{mm}$ , pari all'interasse delle armature, si ottiene:

$$V = \int_A \tau da = 3.40 \cdot 200 \cdot 100 = 68000 \text{ N}$$

Per garantire la collaborazione tra i due getti vengono inseriti dei ganci di ripresa  $\phi 14/100$  nelle zone di estremità e  $\phi 10/100$  in quella centrale (dove il momento è inferiore). In questo modo si ricava che la tensione tangenziale che agisce nelle armature risulta:

$$\tau_s = \frac{V}{A_s} = \frac{68000}{(157 + 154)} = 219 \text{ MPa} < \frac{(450/1.15)}{\sqrt{3}} = 226 \text{ MPa}$$

La verifica è soddisfatta.

#### Verifica delle tensioni agli SLE

La verifica alle tensioni di esercizio condotta agli Stati Limite di Esercizio (SLE) considerando la combinazione rara e quasi permanente e verificando che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio rispettino le seguenti limitazioni:

Combinazione RARA:

$$\sigma_c < 0.6 f_{ck} = 0.60 \cdot 35 = 21 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

Combinazione QUASI PERMANENTE:

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 35 = 15.75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

Si riporta la mappa cromatica del momento sollecitante agli SLE:

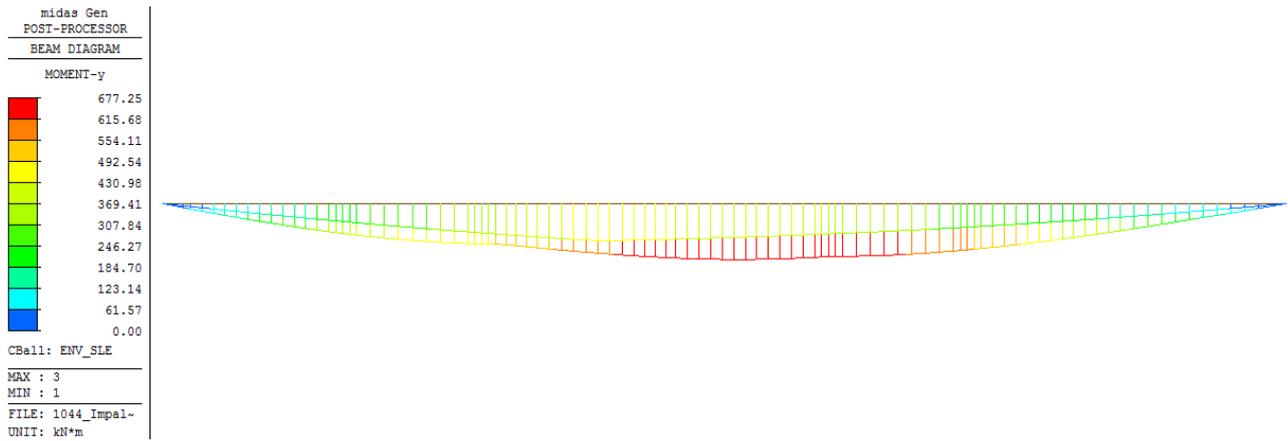


Figura 37 – Momento flettente sollecitante (involuppo SLE)

**Tensioni per momento positivo**

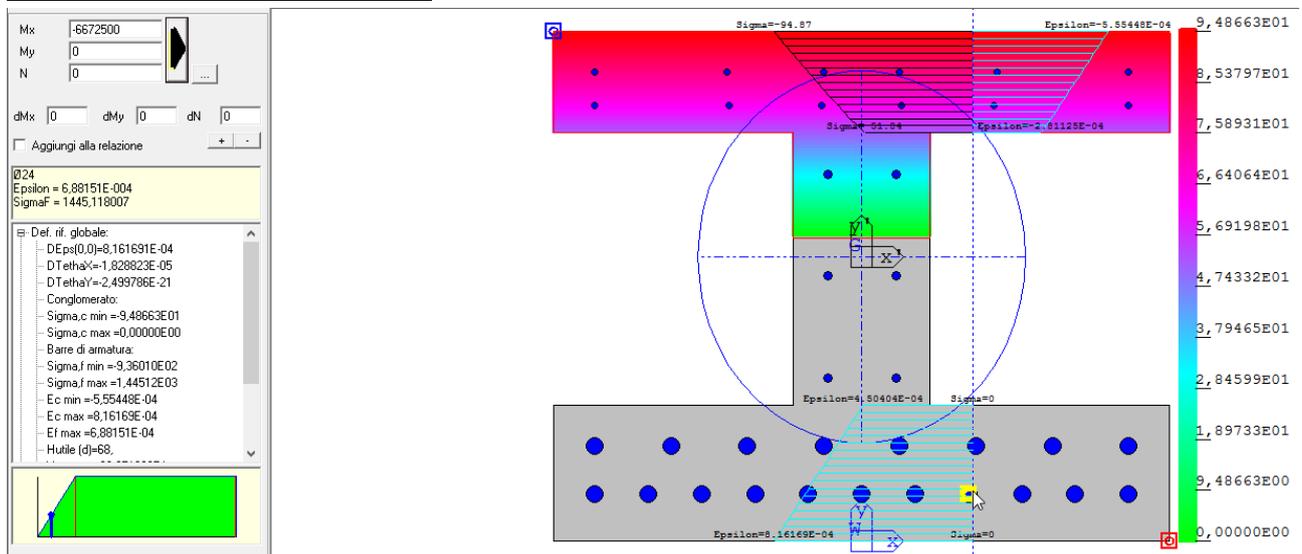


Figura 38 – Tensioni nell'acciaio:  $\sigma_{s,max} = 145 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa}$

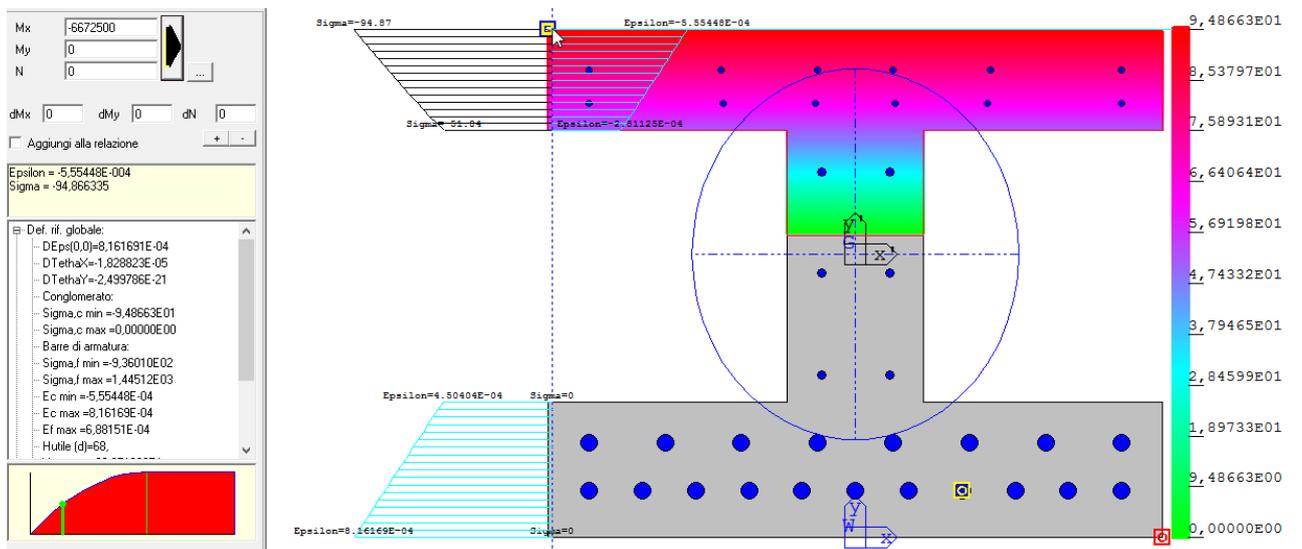


Figura 39 - Tensioni nel calcestruzzo:  $\sigma_{c,max} = 9.49 \text{ MPa} < 15.75 \text{ MPa}$

### Tensioni per momento negativo

L'armatura della soletta superiore di completamento viene verificata alle tensioni di esercizio considerando un momento pari al 20% del massimo momento sollecitante allo SLU:

$$M_{Ed} = 0.20 M_{Ed\ max,SLU} = 0.20 \cdot 988.31 = 197.66\ kNm$$

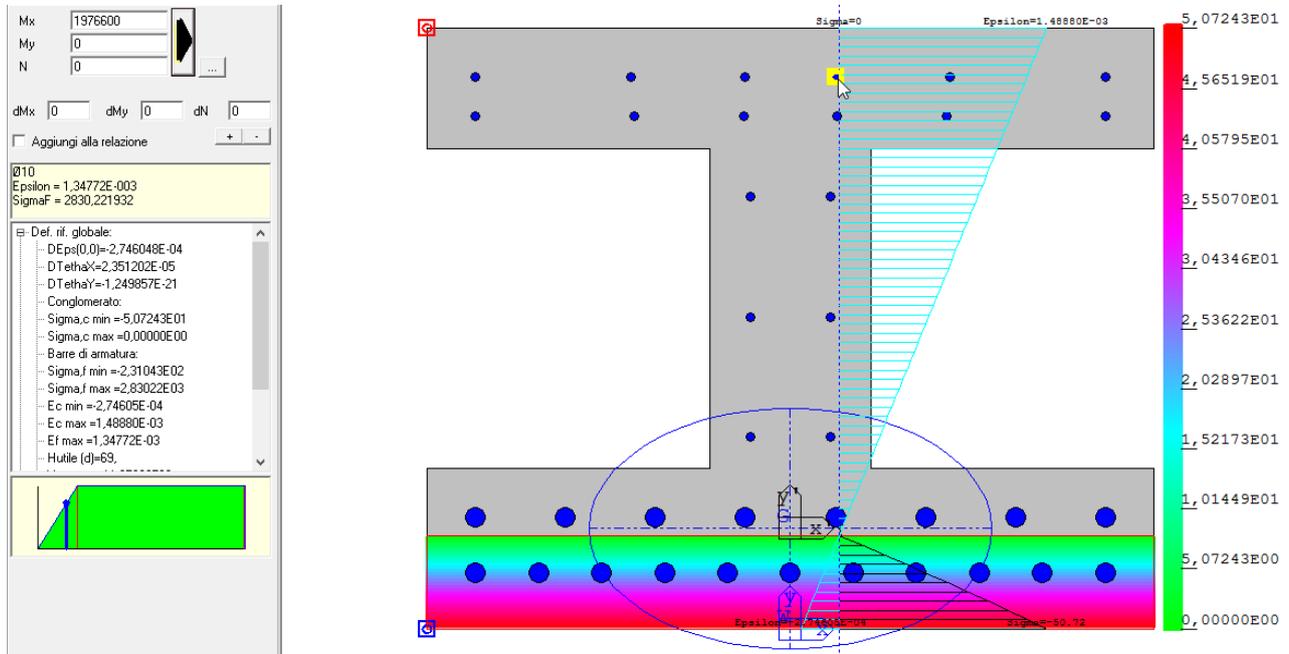


Figura 40 – Tensioni nell'acciaio:  $\sigma_{s,max} = 283\ MPa < 360\ MPa$

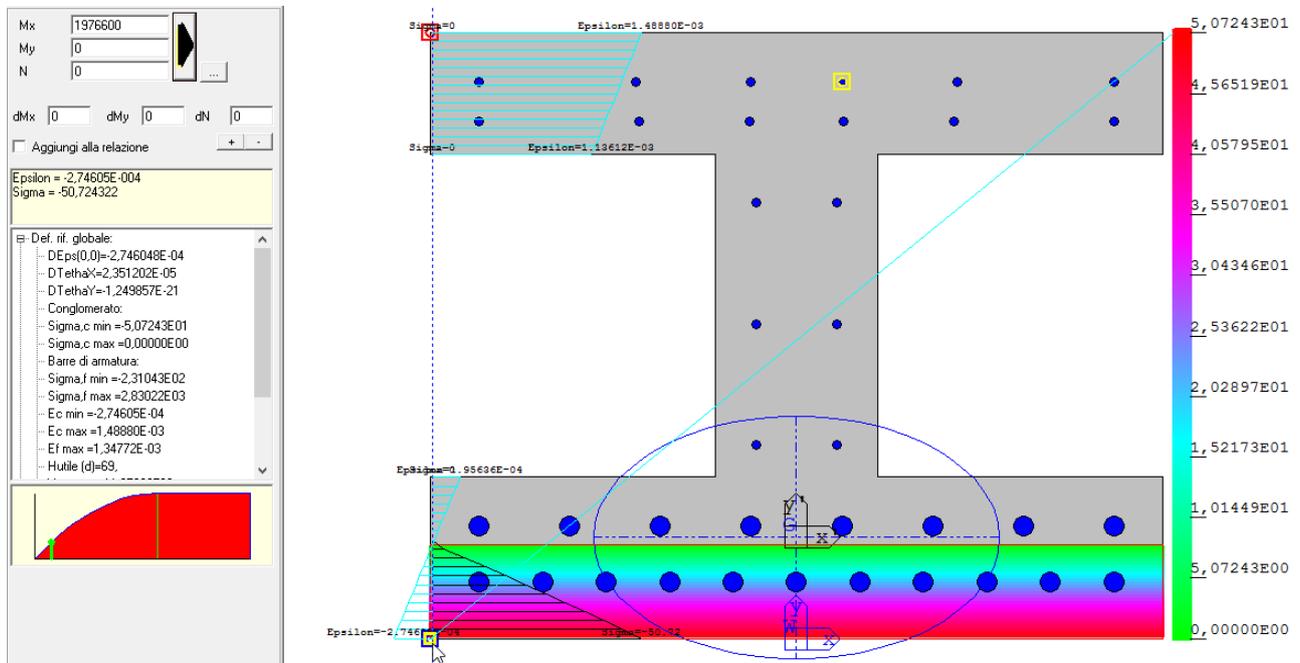


Figura 41 - Tensioni nel calcestruzzo:  $\sigma_{c,max} = 5.01\ MPa < 15.75\ MPa$

La verifica è quindi soddisfatta.

Verifica a fessurazione agli SLE

La verifica di fessurazione della platea di fondazione viene condotta agli Stati Limite di Esercizio (SLE) considerando la condizione ambientale molto aggressiva corrispondente alla combinazione quasi permanente e frequente con apertura di fessure di ampiezza massima pari a:

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.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
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	$\leq w_1$

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$  è definito al § 4.1.2.2.4.6.

- c) stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$w_1 = 0,2 \text{ mm}$

$w_2 = 0,3 \text{ mm}$

$w_3 = 0,4 \text{ mm}$

Fessurazione per momento positivo

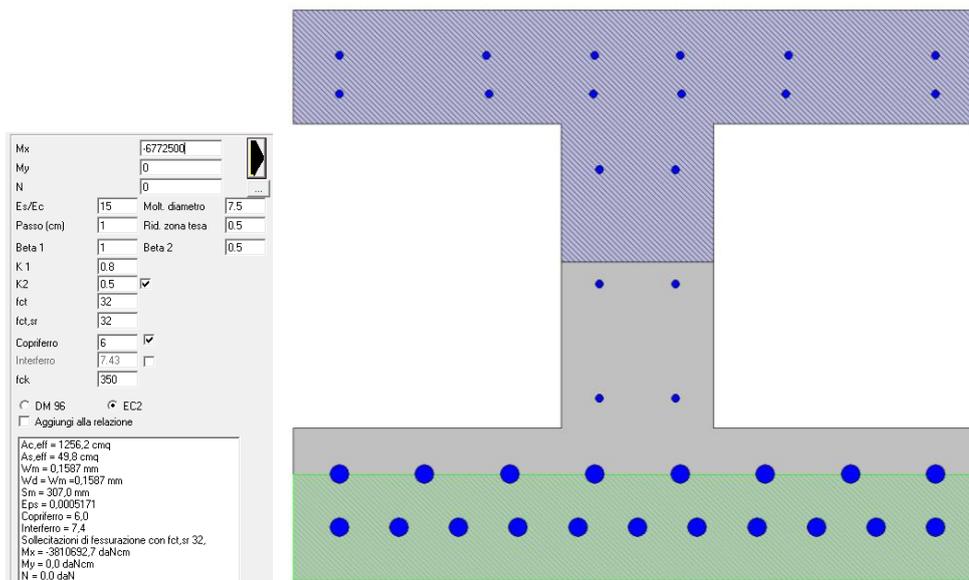


Figura 42 - Calcolo della fessurazione

Poiché le fessure hanno apertura massima di  $0.159 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$ , la verifica è soddisfatta.

### Fessurazione per momento negativo

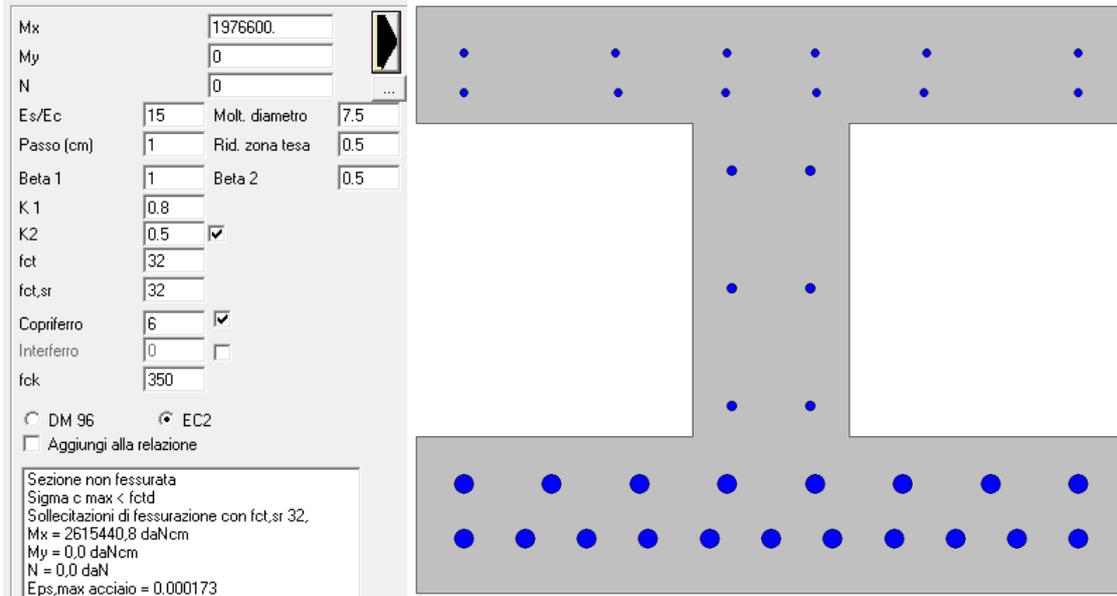


Figura 43 - Calcolo della fessurazione

La sezione non fessura, pertanto la verifica è soddisfatta.

### Verifica a deformazione agli SLE

Si riporta l'andamento degli spostamenti in direzione verticale:

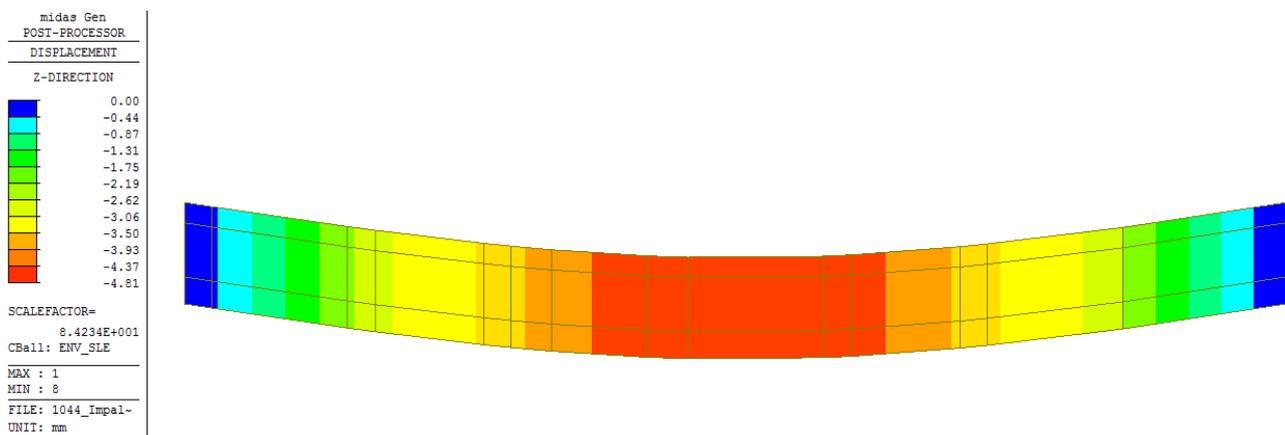


Figura 44 - Deformata

Poiché il rapporto  $L/f = 8100/4.81 = 1684 > 250$ , la verifica è soddisfatta.

Includendo gli effetti della viscosità si ottiene la freccia a tempo infinito:

$$f_{tot,\infty} = 3.3f_{tot} = 15.87 \text{ mm} \rightarrow L/f = 510 > 250$$

La verifica è soddisfatta.

### 5.6.2 Verifica soletta di fondo in C.A.

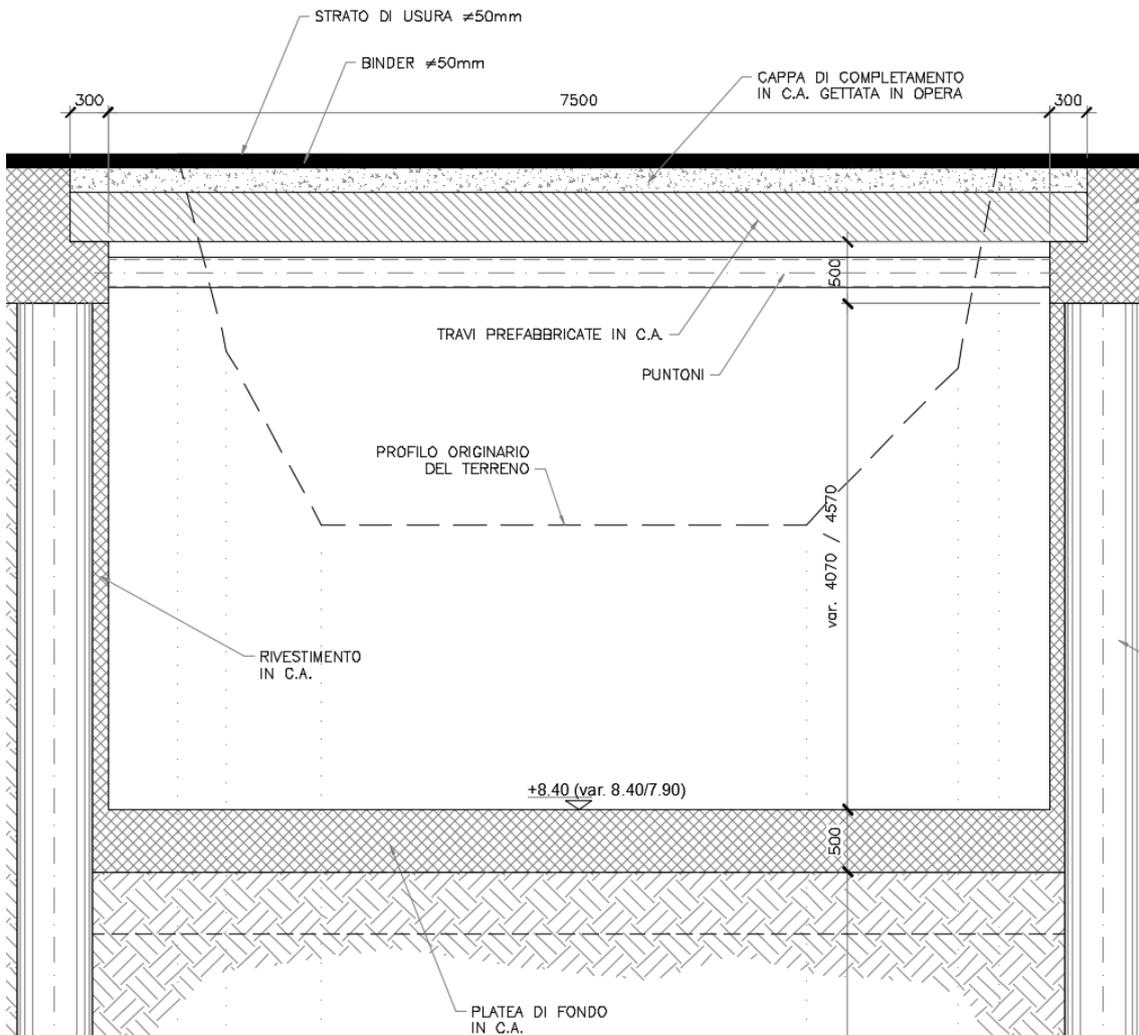
La platea di fondazione viene calcolata su suolo elastico alla Winkler assumendo una molla pari a  $k=1.00 \text{ kg/cm}^3$  e alla luce dei carichi permanenti e accidentali applicati sulla medesima.

La progettazione e la verifica avvengono nel rispetto del paragrafo §7.2.5 del D.M. 14.01.2008. Le verifiche sono state eseguite per mezzo di PresFle®: tutti i risultati sono espressi in  $\text{daN/cm}^2$ .

#### 5.6.2.1 Condizioni di carico

I carichi agenti sulla platea di fondo in c.a. sono i seguenti:

<i>Peso Proprio</i>	$25 \times 0.50 = 12.50 \text{ kN/m}^2$
<i>Ghiaia Umida – carico estremità</i>	$19 \times 4.57 = 86.83 \text{ kN/m}^2$
<i>– carico centrale</i>	$19 \times 2.30 = 43.70 \text{ kN/m}^2$
<i>Acqua</i>	$10 \times 1.00 = 10.00 \text{ kN/m}^2$
<i>Totale – carico estremità</i>	$109.33 \text{ kN/m}^2$
<i>– carico centrale</i>	$66.20 \text{ kN/m}^2$

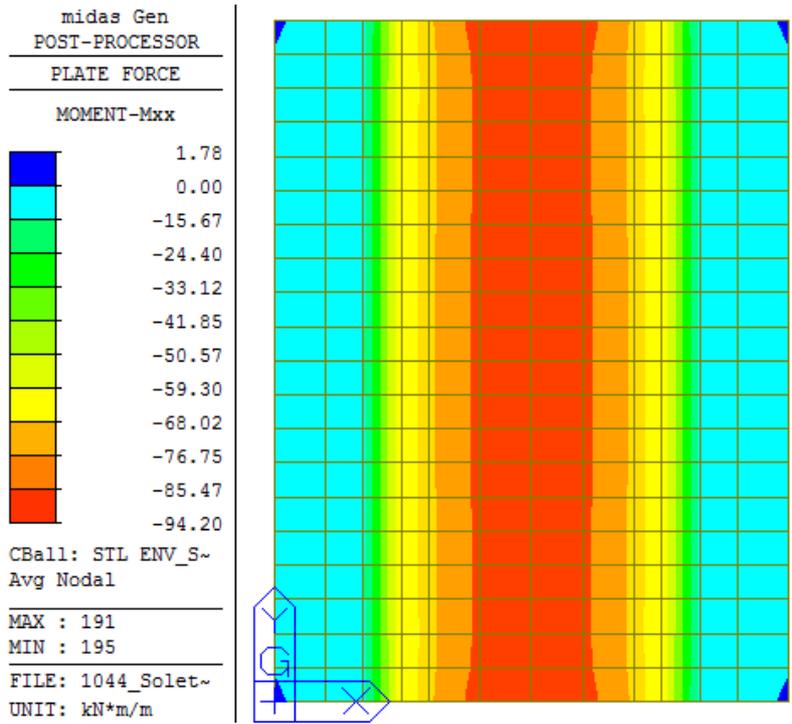


**Figura 45 – Sezione nuovo ponte su SS.114**

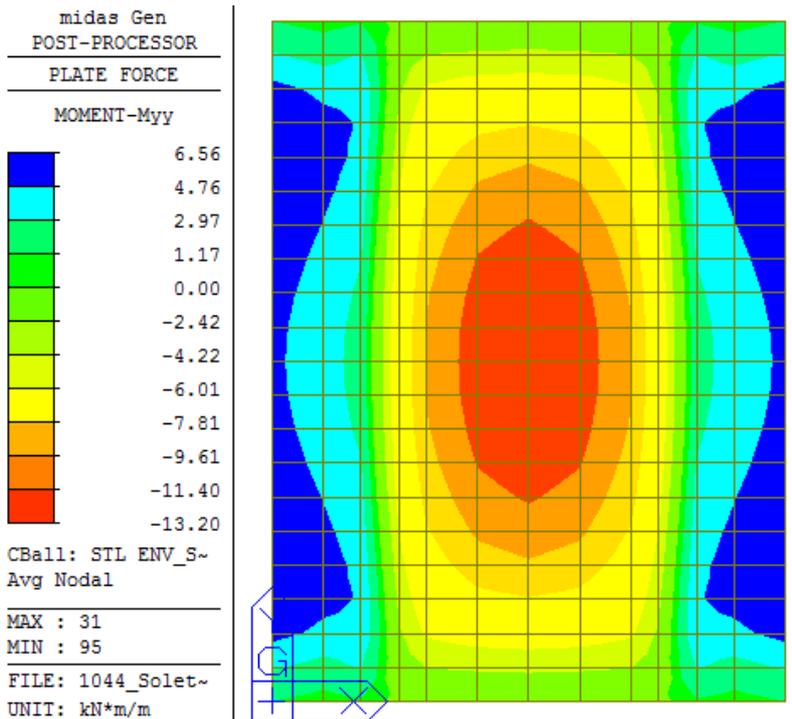
**5.6.2.2 Verifica a flessione allo SLU e SLV**

Il dimensionamento della platea di fondazione di spessore  $\neq 500\text{mm}$  ed il relativo calcolo dell'armatura viene condotto agli Stati Limite Ultimi (SLU) considerando l'involuppo delle combinazioni. Si riportano quindi sotto forma di mappe cromatiche i momenti flettenti sollecitanti in direzione XX e YY:

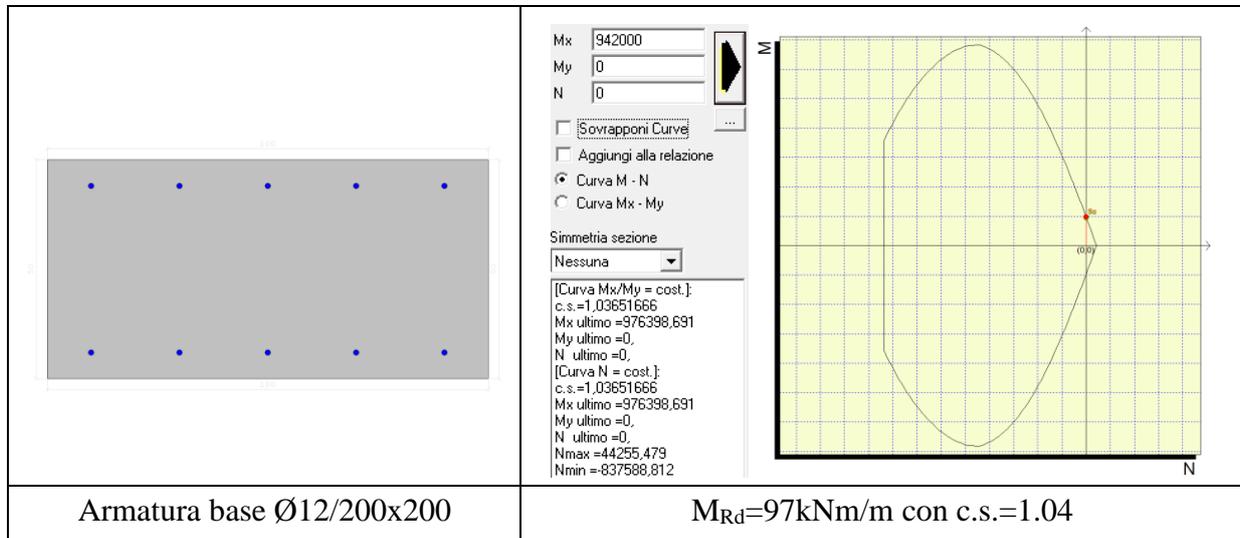
Momento  $M_{xx}$



Momento  $M_{yy}$



La sezione di progetto viene armata con armatura diffusa  $\varnothing 12/200 \times 200$  superiormente e inferiormente, la quale restituisce un momento resistente di  $M_{Rd}=47 \text{ kNm/m}$ .



Il momento resistente è pari a  $97.63 \text{ kNm}$  ed il coefficiente di sicurezza vale  $1.04 > 1$ , pertanto la verifica risulta soddisfatta.

### 5.6.2.3 Verifica delle tensioni di esercizio agli SLE

La verifica alle tensioni di esercizio condotta agli Stati Limite di Esercizio (SLE) considerando la combinazione rara e quasi permanente e verificando che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio rispettino le seguenti limitazioni:

Combinazione RARA:

$$\sigma_c < 0.6 f_{ck} = 0.60 \cdot 35 = 21 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

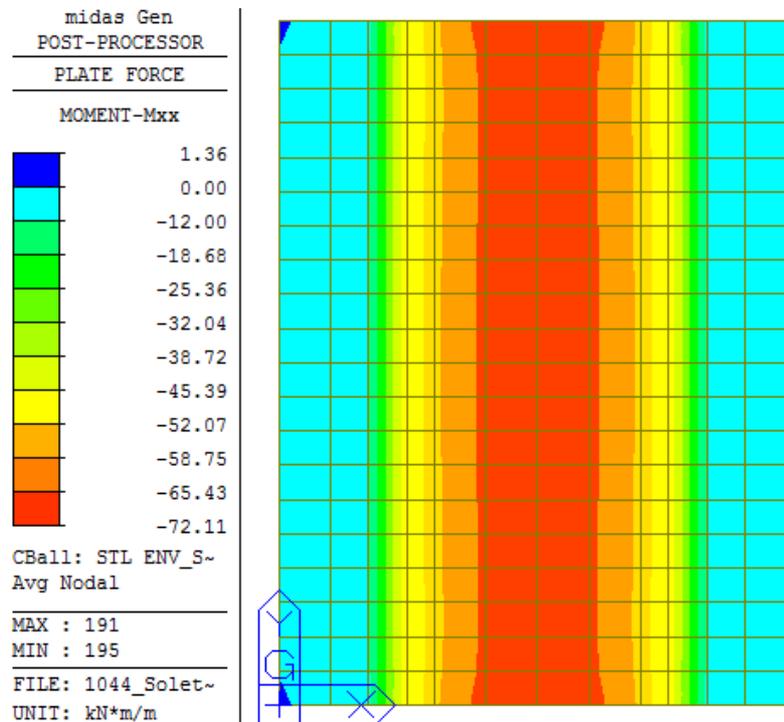
Combinazione QUASI PERMANENTE:

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} = 0.45 \cdot 35 = 15.75 \text{ MPa}$$

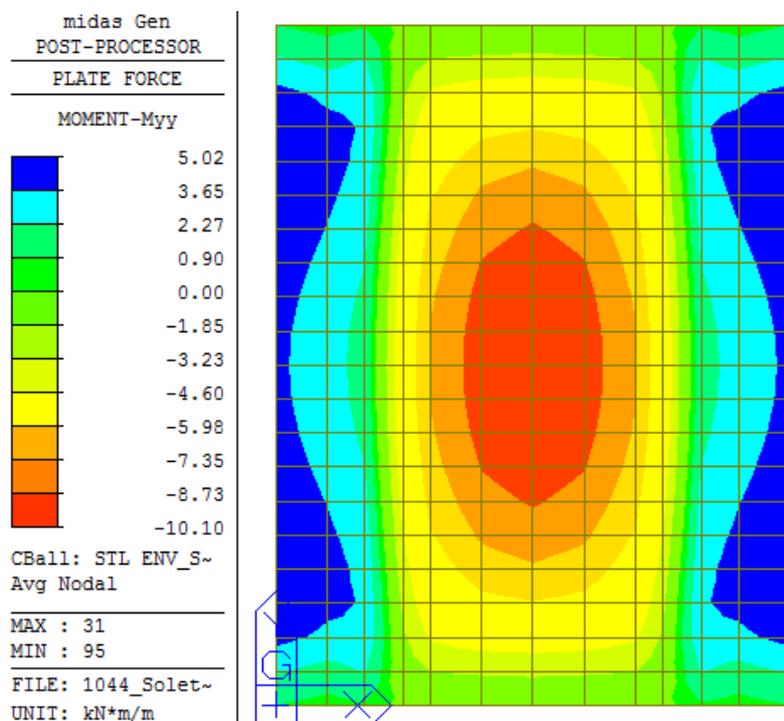
$$\sigma_s < 0.8 f_{yk} = 0.80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

Si riportano quindi sotto forma di mappe cromatiche i momenti flettenti sollecitanti in direzione XX e YY.

Momento  $M_{xx}$



Momento  $M_{yy}$



La sezione viene quindi verificata imponendo il massimo valore sollecitante, pari a  $72.11kN$ .

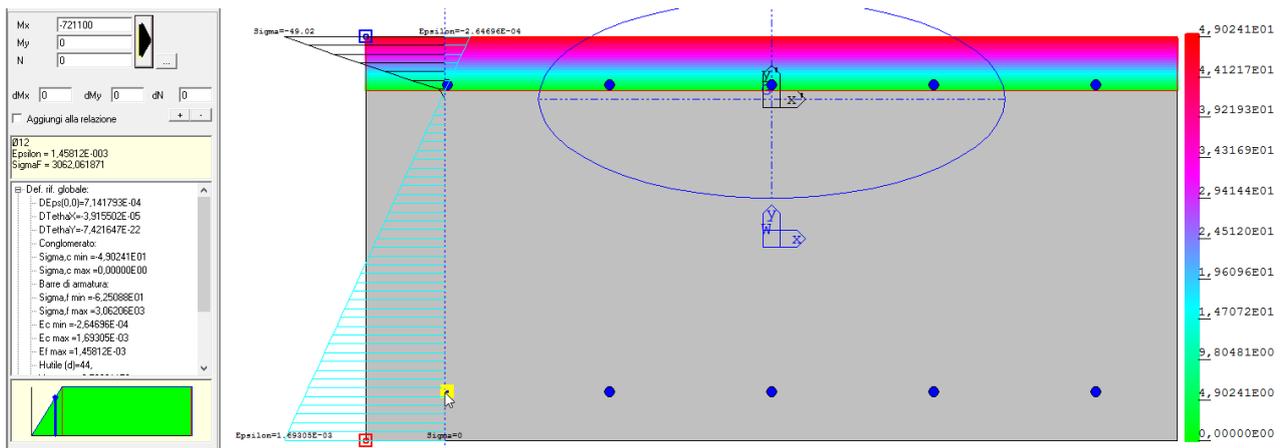


Figura 46 – Tensioni nell'acciaio:  $\sigma_{s,max} = 306 \text{ MPa} < 360 \text{ MPa}$

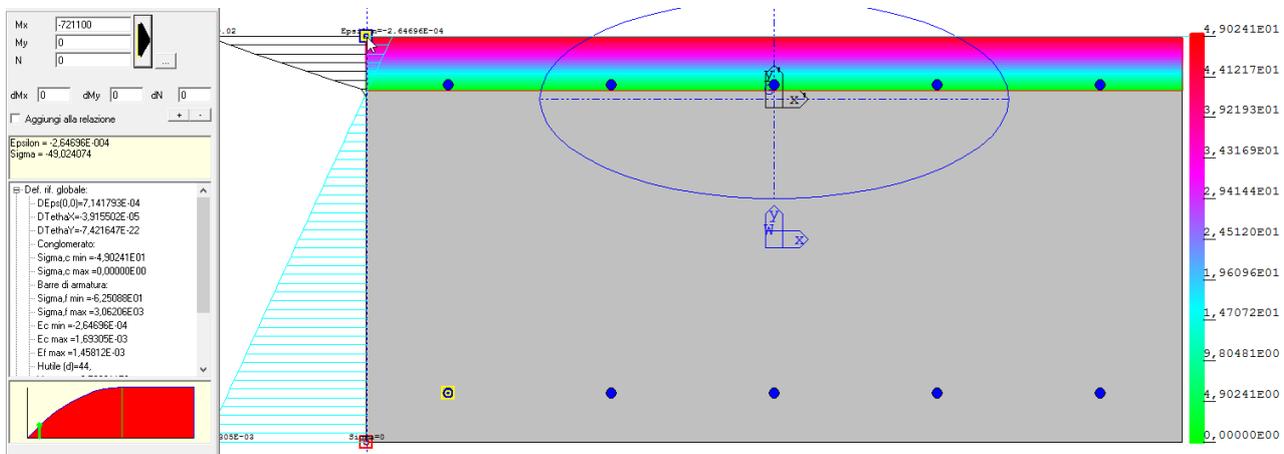


Figura 47 - Tensioni nel calcestruzzo:  $\sigma_{c,max} = 4.90 \text{ MPa} < 15.75 \text{ MPa}$

La verifica è quindi soddisfatta.

#### 5.6.2.4 Verifica a fessurazione agli SLE

La verifica di fessurazione della platea di fondazione viene condotta agli Stati Limite di Esercizio (SLE) considerando la condizione ambientale molto aggressiva corrispondente alla combinazione quasi permanente e frequente con apertura di fessure di ampiezza massima pari a:

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.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione**

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
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	$\leq w_1$

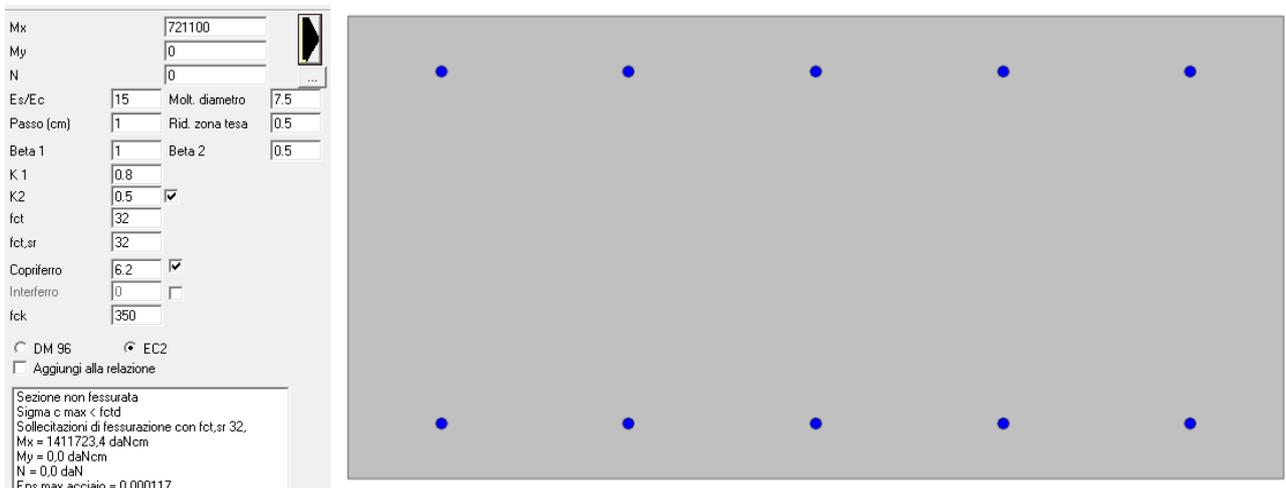
$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$  è definito al § 4.1.2.2.4.6.

- c) stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$w_1 = 0,2 \text{ mm}$

$w_2 = 0,3 \text{ mm}$

$w_3 = 0,4 \text{ mm}$



**Figura 48 - Calcolo della fessurazione**

Poiché non si produce fessurazione, la verifica è soddisfatta.

### 5.6.3 Verifica opere di sostegno

Il dimensionamento delle opere di sostegno previste in corrispondenza dell'attraversamento della statale SS n.114 sono stati eseguiti con l'ausilio del codice di calcolo Paratie Plus 2016.

Il sostegno del terreno verrà realizzato con una paratia di pali f600 interasse 600 vincolata in sommità dall'impalcato e a quota fondo alveo da una platea in calcestruzzo.

Durante le fasi di scavo prima della posa dell'impalcato verranno utilizzati dei puntoni in acciaio posti ad interasse 3.5 m mediante dei profili in acciaio  $\phi$  244.5 x 14.2

Il modello prevede la schematizzazione della paratia di pali con degli elementi plate a cui viene assegnata un'area e un momento di inerzia equivalenti per tener conto dell'interasse reale tra i pali.

I vincoli orizzontali sono stati schematizzati come vincoli fissi.

#### 5.6.3.1 Modello geotecnico

Come riportato nella relazione geotecnica, elaborato A006R\_1, il modello geotecnico assunto per il dimensionamento delle opere di progetto è lo stesso utilizzato per le strutture di banchina di riva ed è il seguente:

BANCHINA DI RIVA					
$z_{top}$	$z_{bottom}$	$\gamma$	$\phi$	$c'$	E
(m)	(m)	(kN/m <sup>3</sup> )	(°)	(kPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )
0	-10	19.5	35	0	350
-10	-30	19.5	40	0	500

### 5.6.3.2 Sezione Tipologica

#### Fasi realizzative

- Realizzazione pali fino a quota 2.7 m s.l.m.
- Prescavo fino a quota imposta puntone.
- Installazione puntoni provvisoriale  $\phi 244.5 \times 14.2$  interasse 3.5 m
- Scavo fino a quota estradosso platea di fondo
- Realizzazione platea di fondo
- Realizzazione impalcato
- Rimozione puntoni provvisoriale
- Applicazioni azione sismica

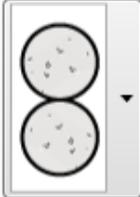
#### Caratteristiche terreni

Parametro	Valore
Name	sabbia 1
InitialStressK0nc	0.5
InitialStressNocr	0.5
UnitWeightGammaDry	19 kN/m <sup>3</sup>
UnitWeightGammaSat	19.5 kN/m <sup>3</sup>
PermeabilityKz	0.0001 m/s
ResistanceMohrCoulombC	0 kPa
ResistanceMohrCoulombFi	35 °
ElasticConstantEvc	35000 kPa
ElasticConstantEur	56000 kPa

#### Caratteristiche paratia

**Diagramma o Pali**

**Calcestruzzo**



Materiale C35/45 ▾

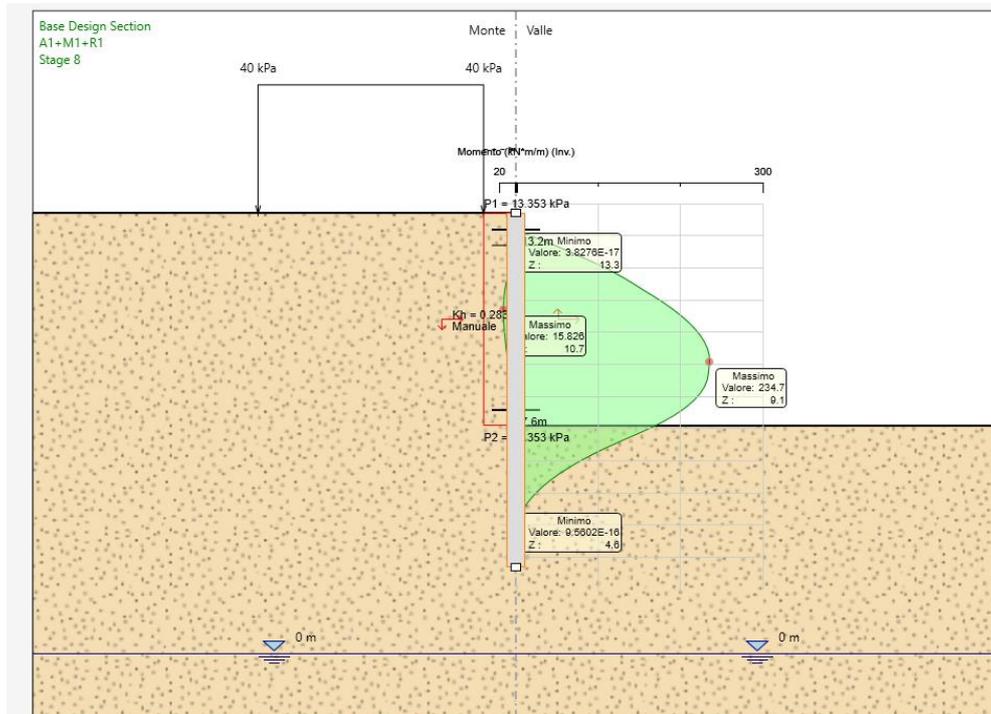
Spessore Ct  m

Diametro Cd  m

Passo Cs  m

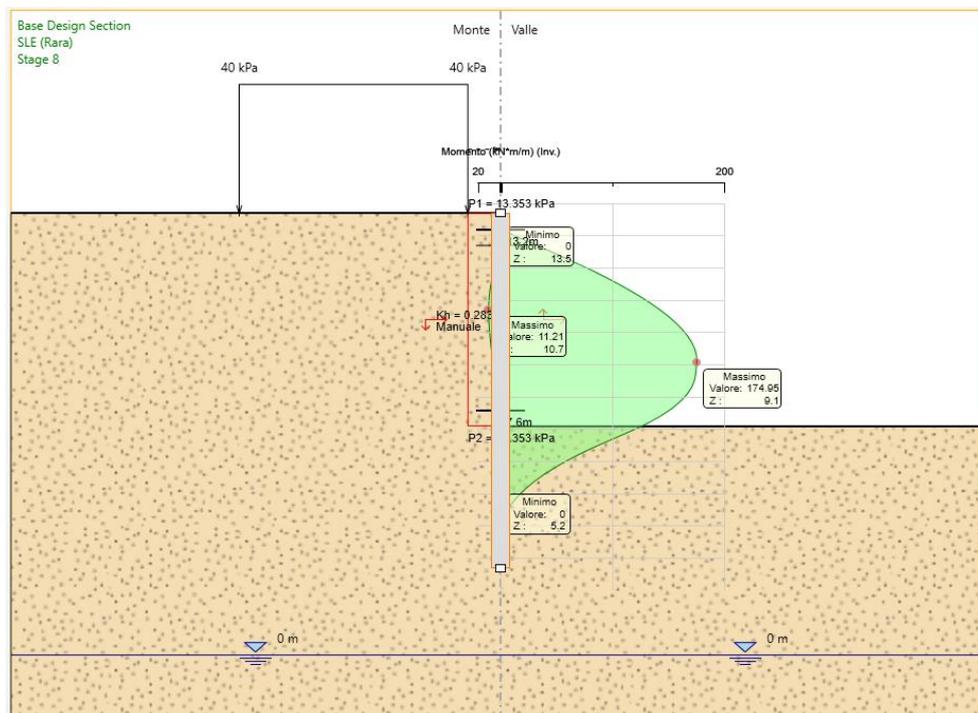
Efficacia del calcestruzzo per il calcolo della rigidezza [0-1]

Inviluppo momento flettente SLU/SLV



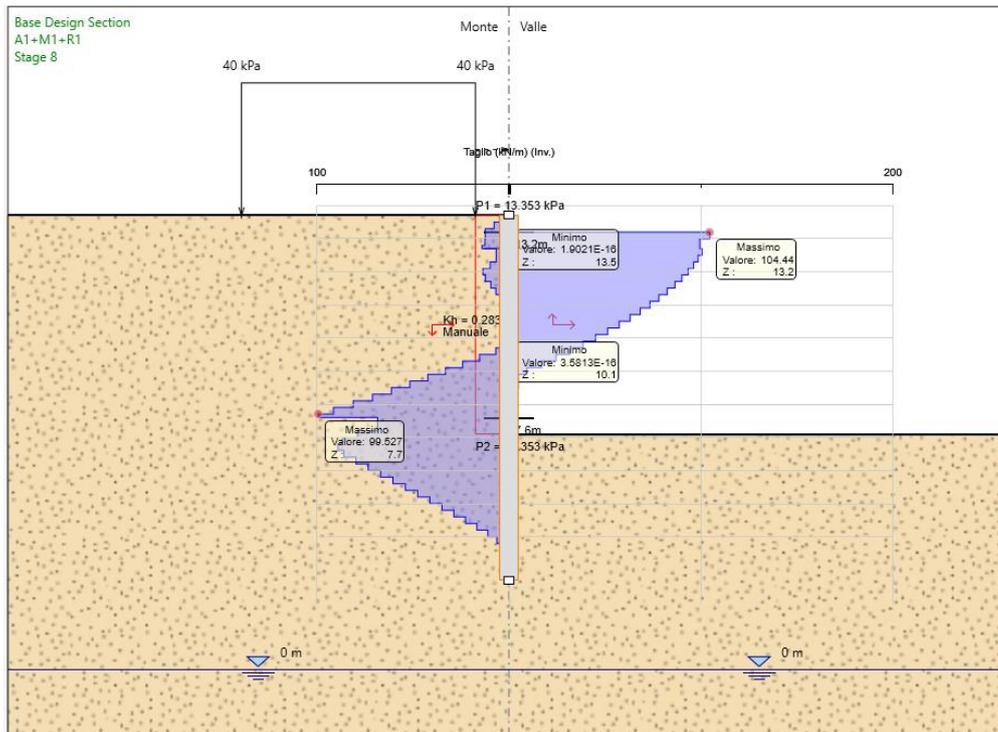
Il momento massimo sollecitante allo SLU è  $M_{Ed} = 234.7 \text{ kNm/m}$ .  
 Massimo momento agente sul singolo palo  $M_{Ed} = 234.7 \times 0.6 = 140.8 \text{ kNm}$

Inviluppo momento flettente SLE



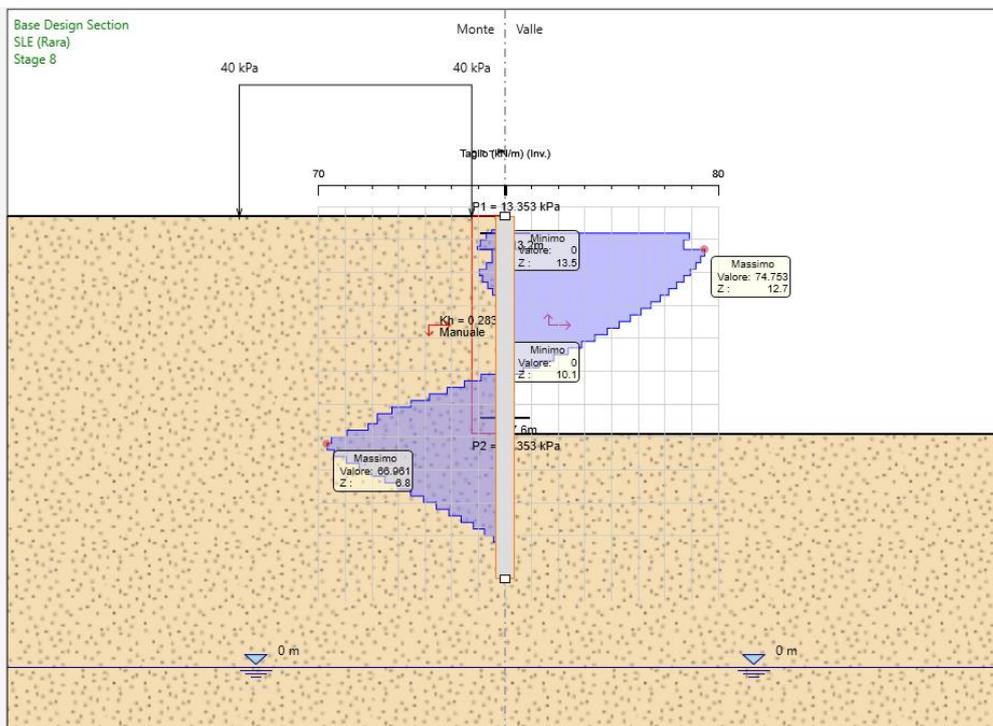
Il momento massimo sollecitante allo SLE è  $M_{Ed} = 175 \text{ kNm/m}$ .  
 Massimo momento agente sul singolo palo  $M_{Ed} = 175 \times 0.6 = 105 \text{ kNm}$

**Inviluppo taglio SLU/SLV**



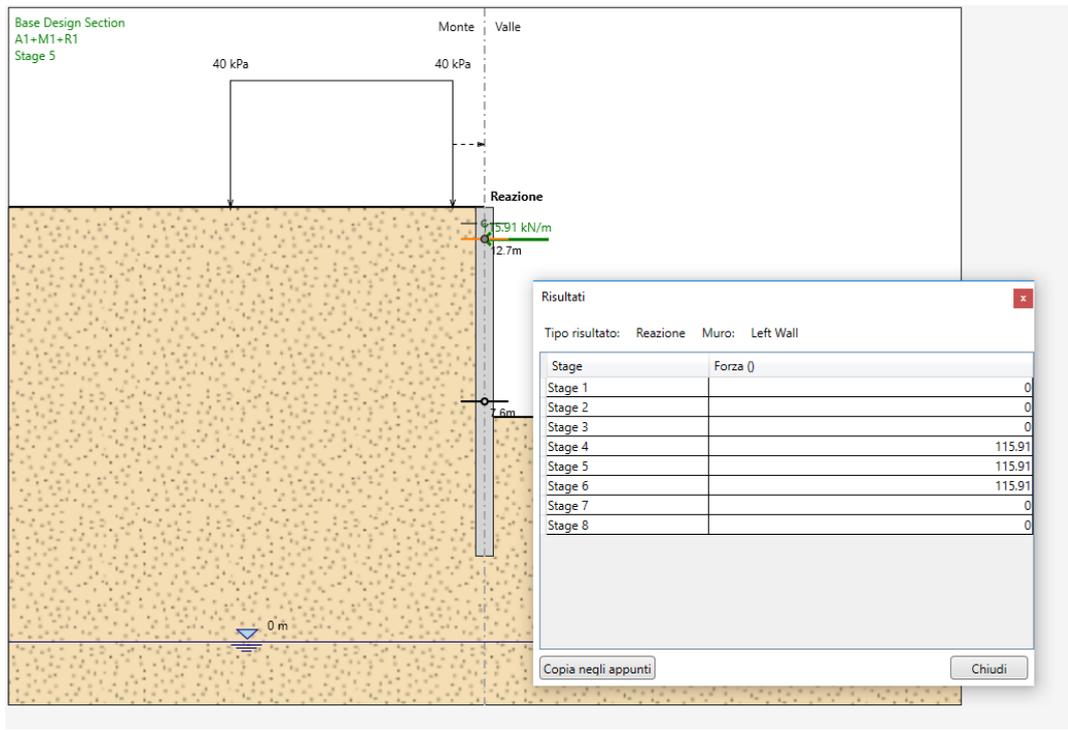
Il taglio massimo sollecitante allo SLU è  $V_{Ed} = 104.5 \text{ kN/m}$ .  
 Massimo taglio agente sul singolo palo  $V_{Ed} = 104.5 \times 0.6 = 62.7 \text{ kN}$ .

**Inviluppo taglio SLE**



Il taglio massimo sollecitante allo SLE è  $V_{Ed} = 74.8 \text{ kN/m}$ .  
 Massimo taglio agente sul singolo palo  $V_{Ed} = 74.8 \times 0.6 = 44.9 \text{ kN}$ .

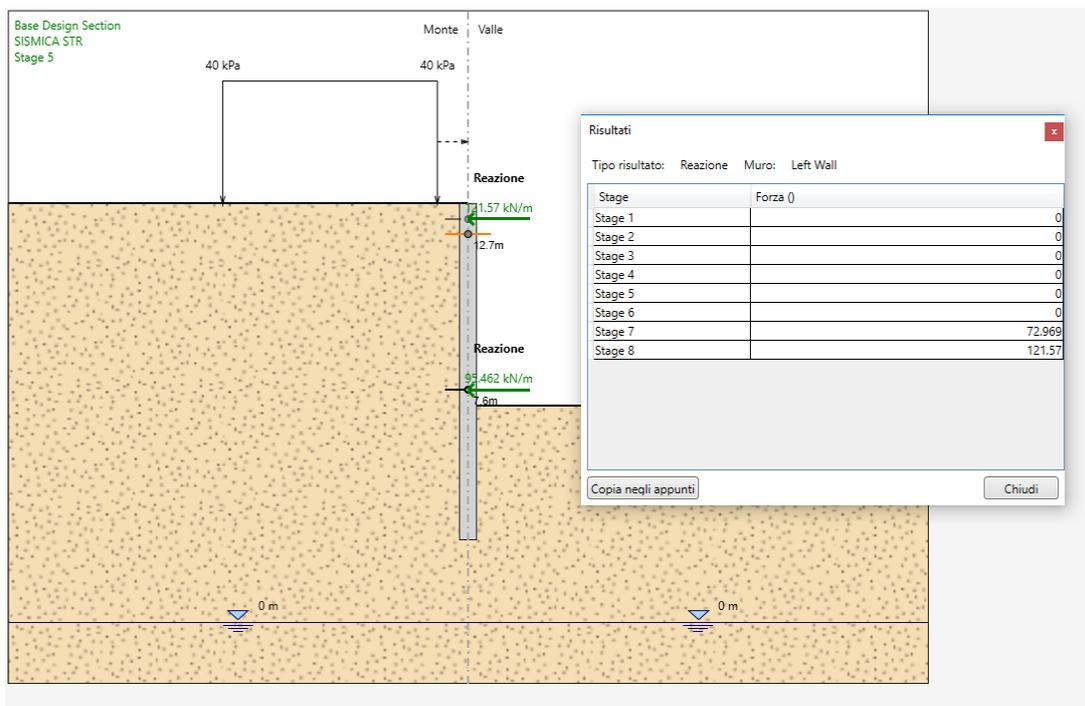
Inviluppo reazioni orizzontali puntoni provvisionali SLU



La massima sollecitante allo SLU è  $F_{Ed} = 115.9 \text{ kN/m}$ .

Massima sollecitazione su singolo puntone  $F_{Ed} = 115.9 \times 3.5 = 405.65 \text{ kN}$

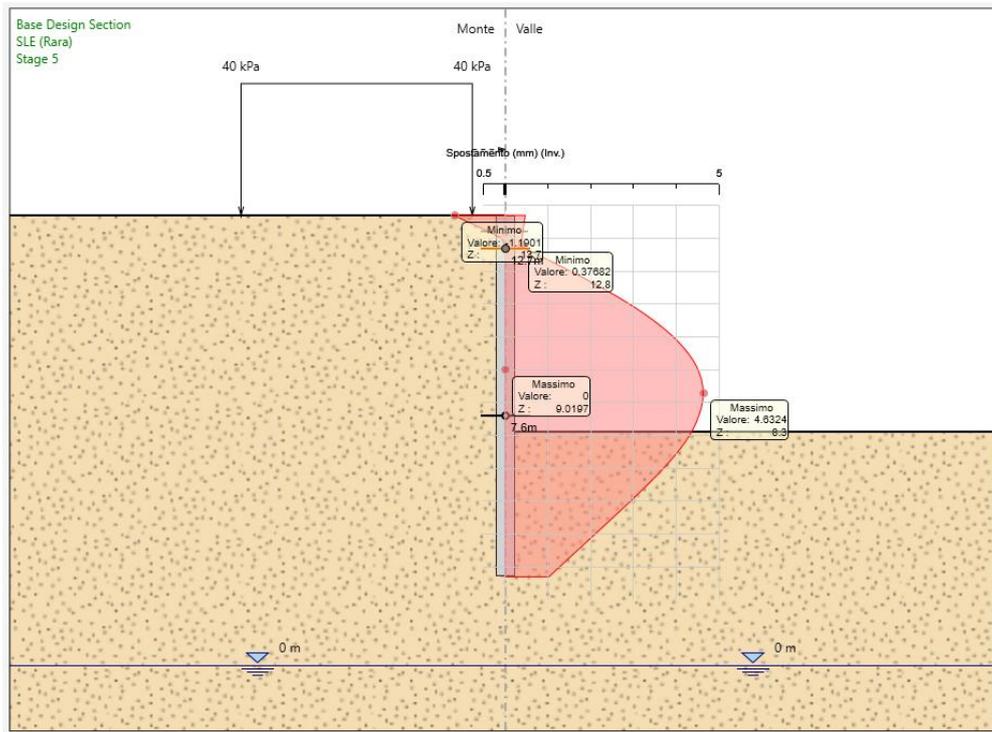
Inviluppo reazioni orizzontali solaio e platea SLU/SLV



Massimo reazione sul solaio allo SLU è  $F_{Ed} = 121.6 \text{ kN/m}$ .

Massimo reazione sulla platea allo SLU è  $F_{Ed} = 95.5 \text{ kN/m}$ .

Inviluppo deformazioni orizzontali SLE



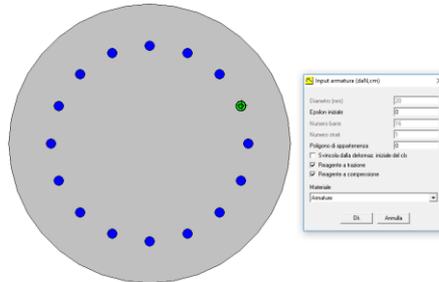
Lo spostamento orizzontale massimo allo SLE è di circa 4.6 mm.

### Verifica armatura pali

Caratteristiche geometriche:

Diametro palo = 60 cm

Armatura corrente: 20  $\phi$  16



Armatura elicoidale a taglio:  $\phi$ 12/250

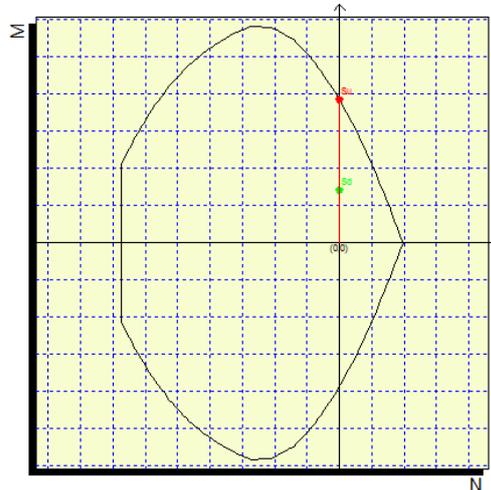
### Verifica a flessione:

Mx: 1408000  
 My: 0  
 N: 0

Sovrapponi Curve  
 Aggiungi alla relazione  
 Curva M - N  
 Curva Mx - My

Simmetria sezione  
 Nessuna

[Curva Mx/My = cost.]:  
 c.s. = 2.7388558  
 Mx ultimo = 3856308.971  
 My ultimo = 0  
 N ultimo = 0  
 [Curva N = cost.]:  
 c.s. = 2.7388558  
 Mx ultimo = 3856308.971  
 My ultimo = 0  
 N ultimo = 0  
 Nmax = 196691.018  
 Nmin = 673005.191



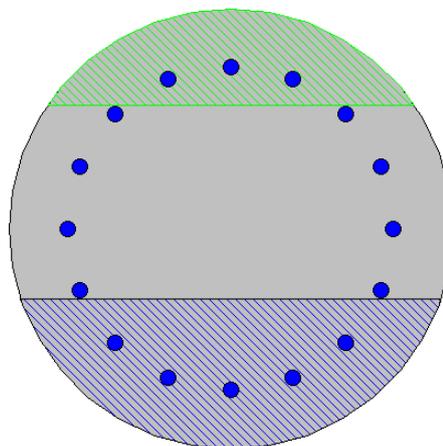
### Verifica a fessurazione:

Mx: 1050000  
 My: 0  
 N: 0

Es/Ec: 15 Molt. diametro: 7.5  
 Passo (cm): 1 Rid. zona tesa: 0.5  
 Beta 1: 1 Beta 2: 0.8  
 K1: 0.4  
 K2: 0.125   
 fct: 15  
 fct,sr: 15  
 Copriferro: 6.89   
 Interferro: 8.58   
 fck: 350

DM 96  EC2  
 Aggiungi alla relazione

Ac,eff = 455.2 cm<sup>2</sup>  
 As,eff = 9.4 cm<sup>2</sup>  
 Wm = 0.1682 mm  
 Wd = Wm = 0.1682 mm  
 Sm = 398.3 mm  
 Eps = 0.0004221  
 Copriferro = 6.9  
 Interferro = 8.6  
 Sollecitazioni di fessurazione con fct,sr 15.  
 Mx = 406103.0 daNcm  
 My = 0.0 daNcm  
 N = 0.0 daN



Verifica armatura a taglio:

**RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO (NTC08 §4.1.2.1.3.2)**

**Sollecitazioni**

sforzo di taglio sollecitante	$V_{Ed}$	<b>62.70</b>	<b>kN</b>
sforzo assiale sollecitante(+compressione;- trazione)	$N_{Ed}$	<b>0.00</b>	<b>kN</b>

**Geometria della sezione**

diametro del palo	D	60.00	cm
(NTC08 §7.9.5.2.2) d equivalente $d = D/2 + D/\pi$	d	49.10	cm
area totale di calcestruzzo	$A_c$	1893.34	cmq

**Resistenza a taglio**

classe di resistenza del calcestruzzo		C35/45	
resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck}$	35.00	MPa
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	19.83	MPa
resistenza di calcolo a compressione ridotta	$f'_{cd}$	9.92	MPa
tipo di acciaio		B450C	
resistenza di calcolo	$f_{yd}$	391.30	MPa
armatura longitudinale tesa	$A_{SL,tot}$	0.000	cmq
n° braccia armatura trasversale	$n_{b,sw}$	2	
diametro armatura trasversale	$\Phi_{sw}$	12	mm
passo armatura trasversale	s	25.00	cm
area armatura trasversale	$A_{sw}$	226.19	mm <sup>2</sup>
angolo armatura trasversale rispetto asse elemento	$\alpha$	90	°
angolo puntoni di cls rispetto asse elemento	$\vartheta$	45.0	°
	ctg $\alpha$	0.00	
$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.50$	ctg $\vartheta$	1.00	
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \leq 0,2 \times f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	0.00	MPa
coeff. maggiorativo	$\alpha_c$	1	
coeff. riduttivo per fessurazione a taglio	$\nu$	0.5	
resistenza a taglio-trazione	$V_{Rsd}$	156.45	kN
resistenza a taglio-compressione	$V_{Rcd}$	844.90	kN
limite superiore della resistenza a taglio	$V_{Rd,max}$	938.78	kN
<b>Resistenza a taglio con armatura specifica</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>156.45</b>	<b>kN</b>

**≥ VEd - VERIFICATO**

### 5.6.3.3 Verifica puntoni di contrasto provvisionali

#### MATERIALI

Acciaio		S 355 J0	
Tensione a snervamento	$f_{yk} \text{ [kN/cm}^2\text{]} =$	35.5	
Modulo di elasticità	$E \text{ [kN/cm}^2\text{]} =$	21000	
Coefficiente di sicurezza	$\gamma_{M1} =$	1.05	
	$\epsilon =$	0.814	$\text{radq}(23.5/f_{yk})$
		33.10	$50\epsilon^2$
		46.34	$70\epsilon^2$
		59.58	$90\epsilon^2$

#### GEOMETRIA

Lunghezza puntone	$L \text{ [cm]} =$	800	
Interassi puntoni	$i \text{ [m]} =$	3.5	
Coeff	$\beta =$	1	
Lunghezza libera di inflessione	$L_0 \text{ [cm]} =$	800	$L*\beta$
Raggio d'inerzia calcolato	$\rho^* \text{ [cm]} =$	6.67	
Diametro del tubolare scelto	$\Phi \text{ [mm]} =$	244.5	
Spessore del tubolare scelto	$s \text{ [mm]} =$	14.2	
Rapporto diametro/spessore	$\Phi/s =$	17.21830986	
Classe		1	
Sezione del tubolare scelto	$A \text{ [cm}^2\text{]} =$	102.7	
Momento d'inerzia	$J \text{ [cm}^4\text{]} =$	6837	
Raggio d'inerzia scelto	$\rho \text{ [cm]} =$	8.16	
Snellezza	$\lambda =$	98.07	$L_0/\rho$
Forza critica euleriana	$N_{cr} \text{ [kN]} =$	2213.08	$\pi^2 * E * A / \lambda^2$
Snellezza adimensionale	$\lambda' =$	1.28	$\text{radq}(\beta * A * f_{yk} / N_{cr})$
Coeff	$\chi =$	0.4882	$\frac{1}{\lambda'}$
<b>Resistenza a compressione di progetto</b>	<b><math>N_{c,Rd} \text{ [kN]} =</math></b>	<b>1694.93</b>	<b><math>\chi * \beta * A * f_{yk} / \gamma_{M1}</math></b>
Carico agente (SLU)	$N_{c,Ed} \text{ [kN/m]} =$	405.65	
	<b><math>N_{c,Ed} \text{ [kN]} =</math></b>	<b>1419.78</b>	

**Verificato**

### 5.6.4 Verifica cordolo

#### 5.6.4.1 Armatura trave di coronamento in configurazione provvisoria

Si riportano di seguito le verifiche della trave di coronamento in testa ai pali in fase provvisoria. Si riportano le caratteristiche geometriche del cordolo:

$H = 72 \text{ cm}$

$B = 90 \text{ cm}$

Il singolo puntone trasferisce al cordolo le seguenti sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU):

Momento flettente:  $M_{Ed} = (q \cdot l^2)/8 \cdot = (115.9 \cdot 3.5^2)/8 = 177.47 \text{ kNm}$

Taglio:  $V_{Ed} = q \cdot l = 115.9 \cdot 3.5 = 405.65 \text{ kN}$

#### Verifica a flessione

Il cordolo è armato con 4+4  $\phi 16$ . Di seguito si riporta la verifica eseguita mediante software di calcolo:

**Titolo :** 1044\_Cordolo - configurazione provvisoria

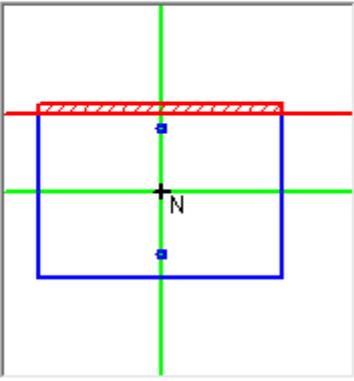
N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	72

N°	As [cm²]	d [cm]
1	8,04	10
2	8,04	62

**Tipo Sezione**

Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.



**Sollecitazioni**

S.L.U.    $\leftrightarrow$    Metodo n

$N_{Ed}$   kN  
 $M_{xEd}$   kNm  
 $M_{yEd}$

**P.to applicazione N**

Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN   
yN

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

B450C		C35/45	
$\epsilon_{su}$	67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391,3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$	3,5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm²	$f_{cd}$	19,83
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0,8
$\epsilon_{syd}$	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	13,5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{co}$	0,8
		$\tau_{c1}$	2,257

$M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x       x/d   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**

Retta    Deviata

N° rett.

Calcola MRd    Dominio M-N

$L_0$   cm    Col. modello

Precompresso

Poiché  $M_{Ed} = 177.47 \text{ kNm} < 216.2 \text{ kNm}$ , la verifica è soddisfatta.

Verifica a taglio

A taglio sono inseriti  $\phi 12/150$ : di seguito si riporta la verifica con foglio di calcolo.

<b>RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO</b>			
<b>Sollecitazioni</b>			
sforzo di taglio sollecitante	$V_{Ed}$	405.65	kN
sforzo assiale sollecitante (+ comp, - traz)	$N_{Ed}$	0.00	kN
<b>Geometria della sezione</b>			
larghezza minima	$b_w$	100.00	cm
altezza	$h$	72.00	cm
copriferro al centro barra	$c$	5.00	cm
altezza utile	$d$	67.00	cm
area totale di calcestruzzo	$A_c$	7200.00	cmq
<b>Resistenza a taglio</b>			
classe di resistenza del calcestruzzo		C35/45	
resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck}$	37.35	MPa
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	21.17	MPa
resistenza di calcolo a compressione ridotta	$f'_{cd}$	10.58	MPa
tipo di acciaio		B450C	
resistenza di calcolo	$f_{yd}$	391.30	MPa
n° bracci armatura trasversale	$n_{b,sw}$	2	
diámetro armatura trasversale	$\Phi_{sw}$	12	mm
passo armatura trasversale	$s$	15.00	cm
area armatura trasversale	$A_{sw}$	226.19	mmq
angolo armatura trasversale rispetto asse elemento	$\alpha$	90.00	°
angolo puntoni di cls rispetto asse elemento	$\vartheta$	40.00	°
	$\text{ctg } \alpha$	0.00	
$1 \leq \text{cot } \vartheta \leq 2.50$	$\text{ctg } \vartheta$	1.19	
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \leq 0,2 \times f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	0.00	MPa
coeff. maggiorativo	$\alpha_c$	1	
coeff. riduttivo per fessurazione a taglio	$\nu$	0.5	
resistenza a taglio-trazione	$V_{Rsd}$	424.04	kN
resistenza a taglio-compressione	$V_{Rcd}$	3142.15	kN
limite superiore della resistenza a taglio	$V_{Rd,max}$	3545.14	kN
<b>Resistenza a taglio con armatura specifica</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>424.04</b>	<b>kN</b>
<b><math>\geq V_{Ed}</math> - VERIFICATO</b>			

La verifica è quindi soddisfatta.

### 5.6.4.2 Armatura paraghiaia in configurazione di esercizio

In configurazione di esercizio l'armatura del cordolo paraghiaia viene dimensionata in funzione della spinta prodotta dai tegoli dell'impalcato, applicata ad un'altezza di 50cm. Si riportano le caratteristiche geometriche dell'elemento:

H = 78 cm  
 B = 60 cm

Le sollecitazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU) per il dimensionamento e la verifica risultano:

Momento flettente:  $M_{Ed} = F \cdot l = 121.60 \cdot 0.50 = 60.80 \text{ kNm}$

Taglio:  $V_{Ed} = F = 121.60 \text{ kN}$

#### Verifica a flessione

Il cordolo è armato con  $\phi 10/150$ . Di seguito si riporta la verifica eseguita mediante software di calcolo:

**Titolo :** 1044\_Cordolo - configurazione di esercizio

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	60	78	1	3.93	10
			2	3.93	68

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Barre**  
 N°   $\phi$    
   
   
 As

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

**P.to applicazione N**  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN    yN

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**

<b>B450C</b>	<b>C35/45</b>
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67.5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$ <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3.5"/> ‰
$E_s$ <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	$f_{cd}$ <input type="text" value="19.83"/> ‰
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0.8"/> ?
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="13.5"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm²	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0.8"/>
	$\tau_{c1}$ <input type="text" value="2.257"/>

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x    x/d   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta    Deviata

L<sub>0</sub>  cm   
 Precompresso

Poiché  $M_{Ed} = 60.80 \text{ kNm} < 115.8 \text{ kNm}$ , la verifica è soddisfatta.

Verifica a taglio

A taglio sono inseriti  $\phi 12/150$ : di seguito si riporta la verifica con foglio di calcolo.

<b>RESISTENZA DI ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO</b>			
<b>Sollecitazioni</b>			
sforzo di taglio sollecitante	$V_{Ed}$	<b>121.60</b>	<b>kN</b>
sforzo assiale sollecitante (+ comp, - traz)	$N_{Ed}$	<b>0.00</b>	<b>kN</b>
<b>Geometria della sezione</b>			
larghezza minima	$b_w$	100.00	cm
altezza	$h$	72.00	cm
copriferro al centro barra	$c$	5.00	cm
altezza utile	$d$	67.00	cm
area totale di calcestruzzo	$A_c$	7200.00	cmq
<b>Resistenza a taglio</b>			
classe di resistenza del calcestruzzo		C35/45	
resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck}$	37.35	MPa
resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd}$	21.17	MPa
resistenza di calcolo a compressione ridotta	$f'_{cd}$	10.58	MPa
tipo di acciaio		B450C	
resistenza di calcolo	$f_{yd}$	391.30	MPa
n° bracci armatura trasversale	$n_{b,sw}$	<b>2</b>	
diámetro armatura trasversale	$\Phi_{sw}$	<b>12</b>	mm
passo armatura trasversale	$s$	<b>15.00</b>	cm
area armatura trasversale	$A_{sw}$	226.19	mmq
angolo armatura trasversale rispetto asse elemento	$\alpha$	<b>90.00</b>	°
angolo puntoni di cls rispetto asse elemento	$\vartheta$	<b>40.00</b>	°
	$\text{ctg } \alpha$	0.00	
$1 \leq \text{cot } \vartheta \leq 2.50$	$\text{ctg } \vartheta$	1.19	
$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c \leq 0,2 \times f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	0.00	MPa
coeff. maggiorativo	$\alpha_c$	1	
coeff. riduttivo per fessurazione a taglio	$\nu$	0.5	
resistenza a taglio-trazione	$V_{Rsd}$	424.04	kN
resistenza a taglio-compresione	$V_{Rcd}$	3142.15	kN
limite superiore della resistenza a taglio	$V_{Rd,max}$	3545.14	kN
<b>Resistenza a taglio con armatura specifica</b>	<b><math>V_{Rd}</math></b>	<b>424.04</b>	<b>kN</b>
<b><math>\geq V_{Ed}</math> - VERIFICATO</b>			

La verifica è quindi soddisfatta.