

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

Gallerie Artificiali

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 78 CL GA0800 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Gen-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Gen-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Gen-2020	D. Tiberti Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Apr-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Apr-2020	

ITA Ferrovie S.p.A.
 Direzione Regionale Sicilia
 UO Infrastrutture Sud
 Dott. Ing. Paolo Tiberti
 Ordine degli Ingegneri Prov. di Palermo n. 1187/8

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 002</td> <td>B</td> <td>1 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	1 di 121
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	1 di 121								

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	8
5	FASE CONOSCITIVA.....	9
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
5.2	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA	12
5.2.1	<i>Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi</i>	<i>12</i>
5.2.2	<i>Il regime idraulico</i>	<i>12</i>
5.3	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	12
6	SOLUZIONI PROGETTUALI	15
6.1	GALLERIA ARTIFICIALE GA08.....	15
6.1.1	<i>Opere di sostegno.....</i>	<i>15</i>
7	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	17
8	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE.....	18
8.1	OPERE DI SOSTEGNO	18
8.1.1	<i>Azioni.....</i>	<i>18</i>
8.1.2	<i>Approcci progettuali e metodi di verifica</i>	<i>18</i>
8.1.3	<i>Tiranti di ancoraggio.....</i>	<i>20</i>
8.1.4	<i>Stabilità globale.....</i>	<i>21</i>
9	VERIFICA DELLE OPERE.....	22
9.1	OPERE DI SOSTEGNO	22
9.1.1	<i>Paratia frontale H=31m – 6 tiranti + puntone.....</i>	<i>23</i>
9.1.2	<i>Paratia frontale H=29m – 4 tiranti.....</i>	<i>52</i>

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 002</td> <td>B</td> <td>2 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	2 di 121
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	2 di 121								

9.1.3	<i>Paratia frontale H=26m – 3 tiranti</i>	77
9.1.4	<i>Paratia frontale H=24m – 2 tiranti</i>	94
9.1.5	<i>Paratia frontale H=21m – no tiranti</i>	111

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 002</td> <td>B</td> <td>3 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	3 di 121
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	3 di 121								

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il dimensionamento delle opere di sostegno provvisionali atte alle costruzioni della Galleria Artificiale GA08, inquadrata all'interno della Progettazione Definitiva della Diretrice Ferroviaria Messina – Catania - Palermo, nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Lercara DIR - Caltanissetta Xirbi (Lotto 3) dalla progressiva chilometrica 34+854 alla 35+070 km.

2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Le opere di sostegno in esame consistono in paratie tirantate di pali trivellati CFA con diametro nominale di 1000 mm ed interasse 0.90 m.

In accordo con la Normativa vigente, al fine di valutare i parametri di azione sismica dell'area, si utilizzano le seguenti coordinate: lat = 37.556110 e long.= 13.941372

Si riporta inoltre di seguito in figura la posizione geografica dell'opera in esame.

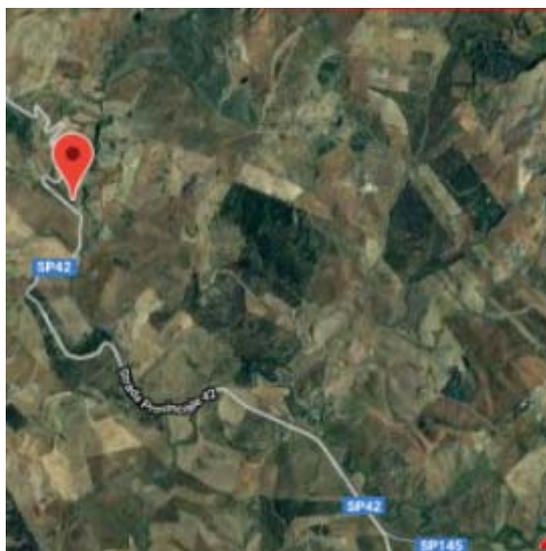


Figura 1. Posizione Geografica della GA8

Di seguito si riporta l'inquadratura dell'opera nel progetto, la vista planimetrica, il profilo longitudinale e la sezione.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	4 di 121

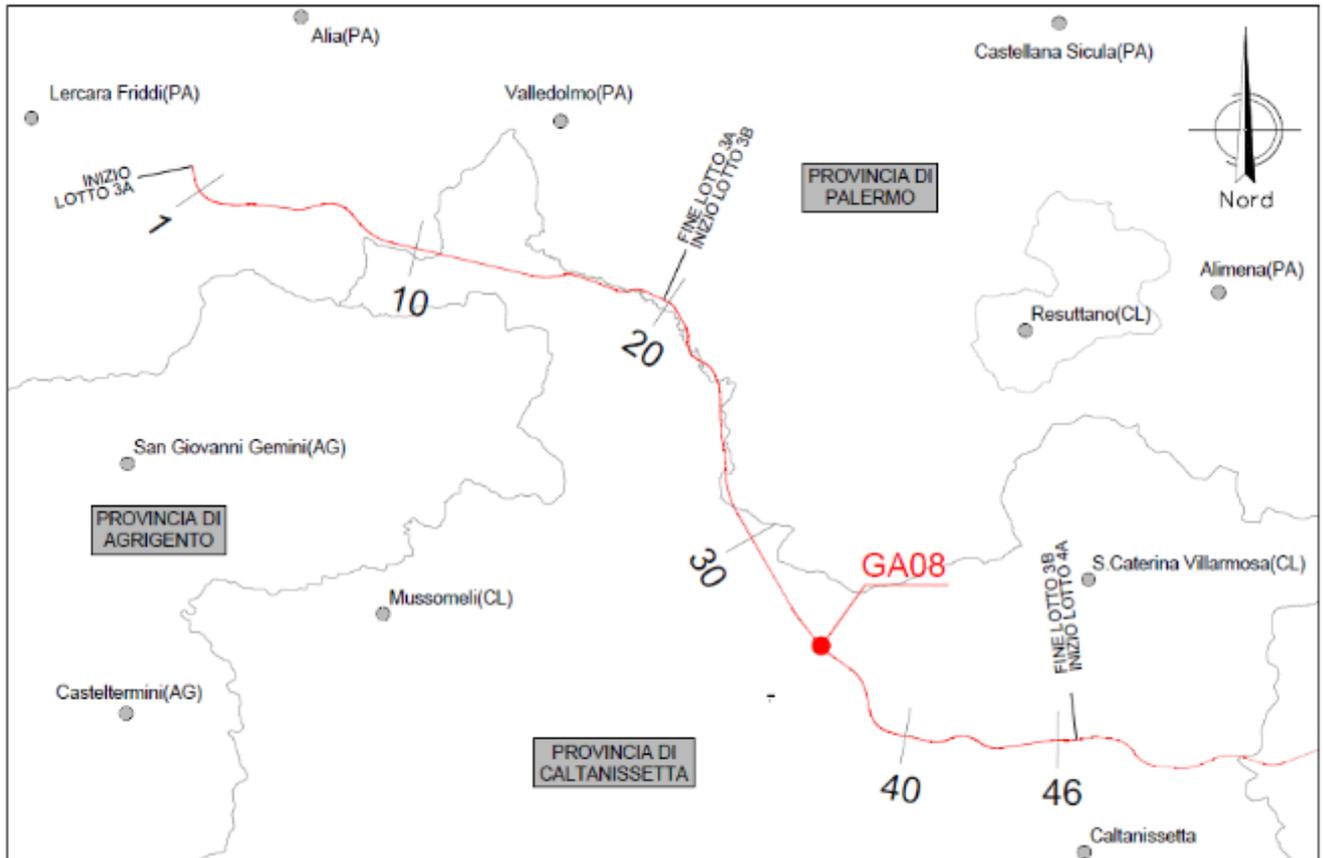


Figura 2 – Inquadramento della GA08 all'interno del lotto di progettazione.

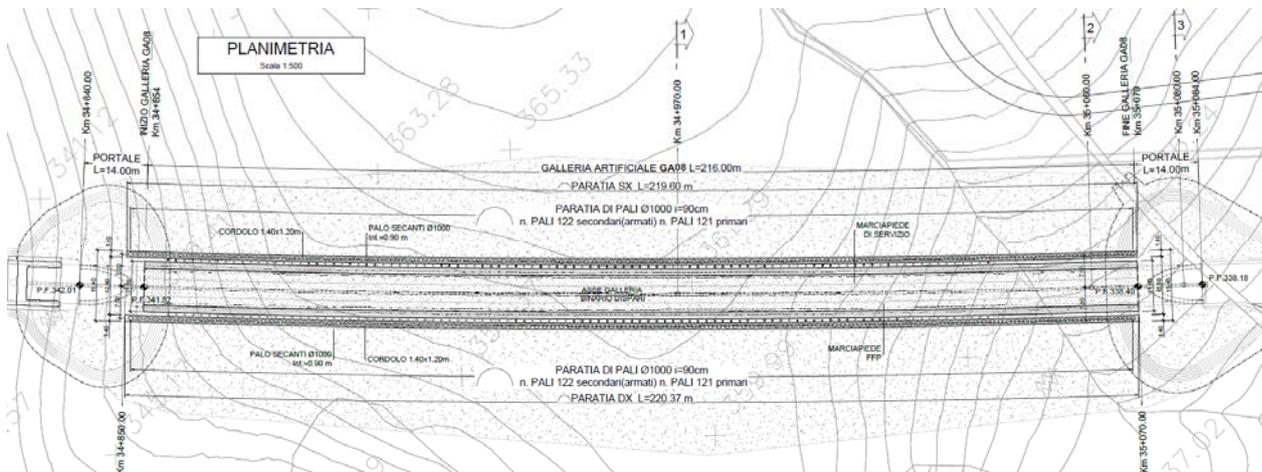


Figura 3 – Vista planimetrica della paratia di pali provvisionali della GA08.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	5 di 121

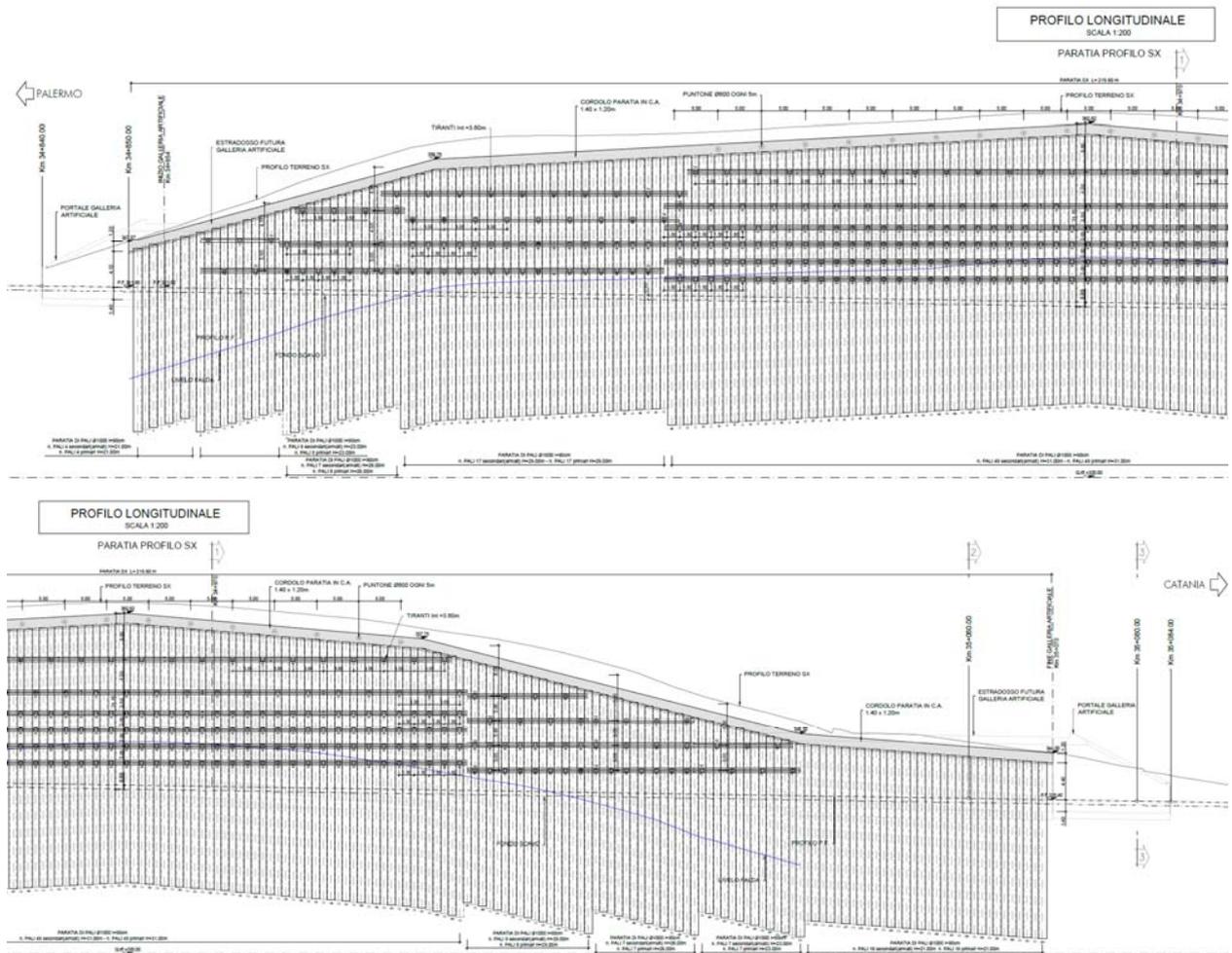


Figura 4 – Profilo della paratia di pali provvisionali della GA08 – lato sx.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	6 di 121

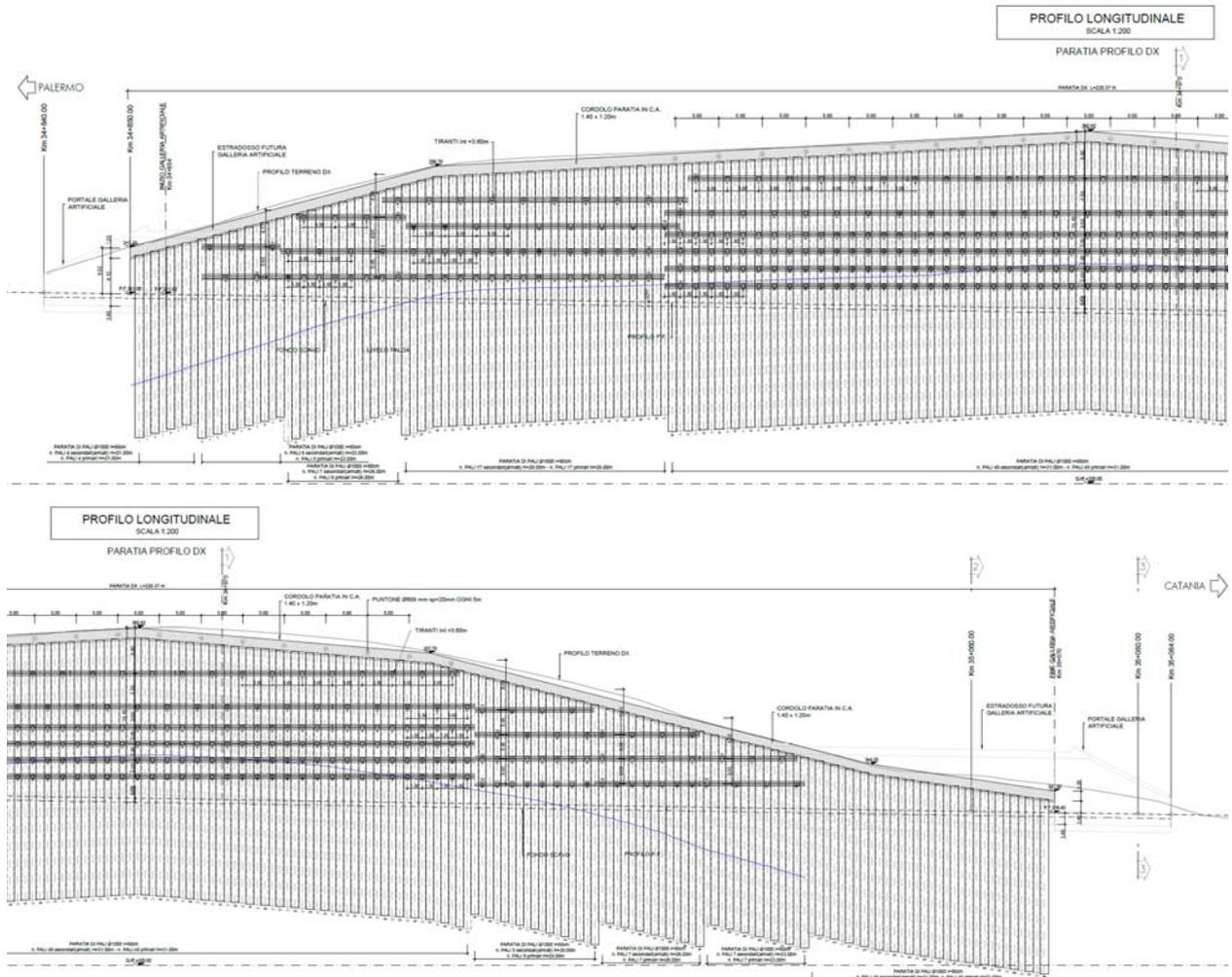


Figura 5 – Profilo della paratia di pali provvisionali della GA08 – lato dx.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	7 di 121

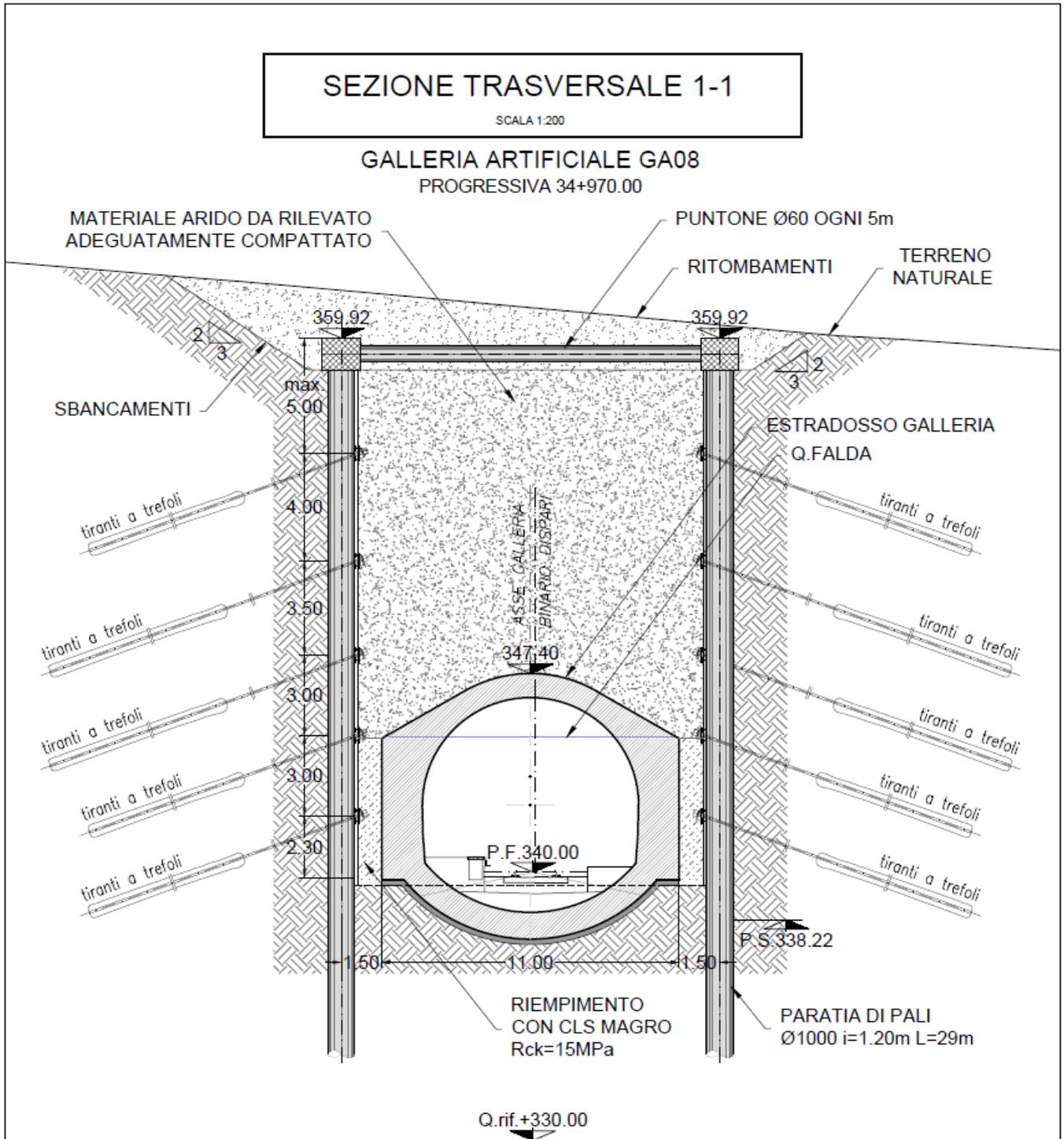


Figura 6 – Sezione trasversale della GA08.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 8 di 121

Nel seguito si mostrano le principali verifiche strutturali e geotecniche delle opere di sostegno secondo normativa NTC2018.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera non presenta interferenza con l'esercizio ferroviario della linea esistente.

La realizzazione della galleria è prevista secondo le seguenti fasi costruttive:

1. Preparazione del piano di lavoro
2. Perforazione pali dal piano di lavoro
3. scavo successivo a seguito della realizzazione di un ordine di puntoni e differenti ordini di tiranti
4. Realizzazione policentrica
5. Ritombamento

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 9 di 121

5 FASE CONOSCITIVA

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo del mezzo interessato dall'opera. Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica con specifico riferimento al volume significativo interessato dalle opere.

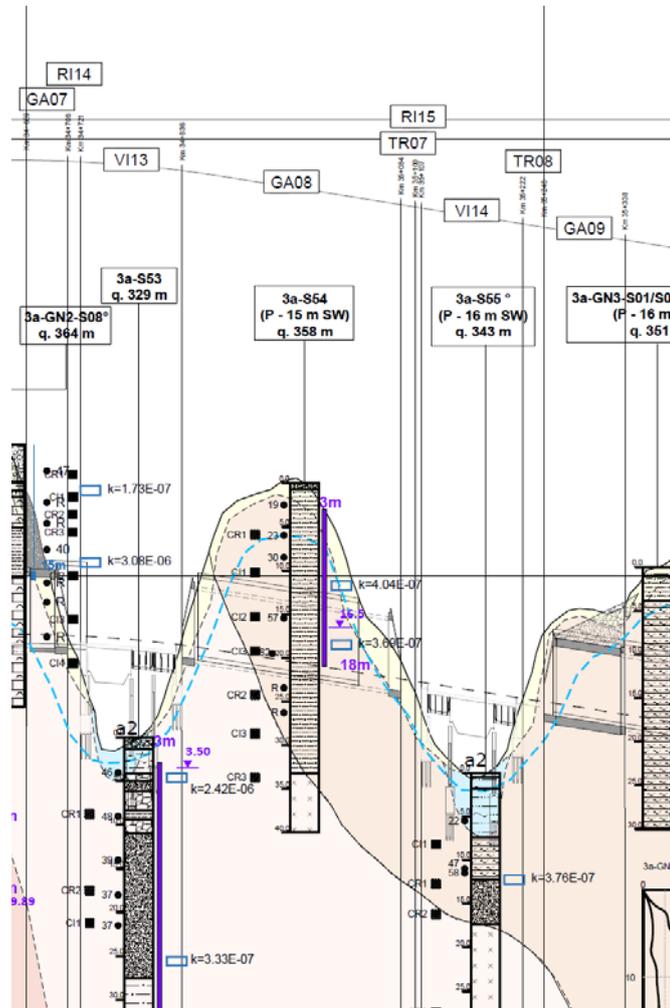
5.1 Inquadramento geologico

La Galleria Artificiale (GA08) si estende per una lunghezza di circa 220m, a partire dal piano campagna si incontrano le litologie del C (Coltri) e del GPQ (unità di Pasquasia).

Per una dettagliata descrizione del modello geologico del sito si rimanda al documento "Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica".

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	10 di 121



GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	11 di 121

LEGENDA GEOTECNICA	
DEPOSITI DI VERSANTE	
Coltre detritico-colluviale e/o eluvio-colluviale	
C	(c): Argille limose e sabbiose localmente sabbie limose.
Depositi di versante	
d	(d): Ghiaie in matrice sabbioso-limosa
DEPOSITI ALLUVIONALI	
Depositi alluvionali	
a2	(a2): Limi e limi argillosi con subordinate sabbie limose
a	(a): Ghiaie, sabbie, sabbie limose
Formazione di Enna	
ENNb	(ENNb): Calcareniti e arenarie
ENNa	(ENNa): Argille mamose e marne
Trubi	
TRB	(TRB): Marne calcaree e calcari mamosi, argille, limi argillosi
Formazione di Pasquasia	
GRQ	(GRQ): marne, marne argillose e argille mamose
Formazione di Caltolica	
GTL3	Membero salifero (GTL3): salgemma con intercalati livelli di sali potassico-magnesiaci (kainite)
GTL2	Membero selenitico (GTL2): gessi e gessi massivi alternati ad argille gassose
GTL1	Membero del Calcare di Base (GTL1): calcari contenenti livelli di calcari brecciati e peliti
Tripoli	
TPL	(TPL): diatomiti e marne diatomitiche
Formazione Terravecchia	
TRV	(TRV): argille limose e argille mamose
TRVa	(TRVa): sabbie e arenarie con intercalazioni di conglomerati
TRVb	(TRVb): argille, argille limose e limi argillosi di colore grigio e marrone a struttura brecciata
Membero di Nicosia	
FYN4	(FYN4) alternanza di prevalenti argille e argille silteose di colore da bruno a bruno tabacco con siltiti e quarzoareniti torbiditiche
Gruppo delle Argille Variegata	
AV	Argilliti scagliettate con intercalazioni di radiolariti, arenarie e calcareniti

Figura 7. Profilo geotecnico della Galleria Artificiale GA08

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

5.2 Caratterizzazione e modellazione geotecnica

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dall'opera in oggetto.

5.2.1 Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi

Si definiscono dunque i parametri geotecnici caratteristici utilizzati nelle analisi numeriche mostrate nel seguito.

Tabella 1. Parametri geotecnici caratteristici

U.G.	Distanza da p.c.	γ	c'	ϕ'	Eop
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
C	0-2.0	19	0	20	15
GPQ	2.0-40	21	18.5	25	110
falda a -5.22 m					

5.2.2 Il regime idraulico

Secondo quanto riportato sul profilo geologico, la falda di riferimento può essere posta a circa 5.22 m da piano campagna.

5.3 Caratteristiche del sito e definizione dell'azione sismica

Le opere in progetto della Galleria GA08 interessano un sito con le seguenti coordinate geografiche: lat = 37.556110 e long. = 13.941372

Alle strutture di sostegno, trattandosi di opere provvisionali, si attribuisce un periodo di riferimento $V_R = 35$ anni (cfr. tab. C2.4.I della Circolare 7/19).

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica, P_{VR} , attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo V_R dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno T_R del sisma di progetto:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato con approccio semplificato (cfr. § 3.2.2 del DM 17/01/2018) basato sulla classificazione del sottosuolo sulla base dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, poiché le

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.3.II del DM 17/01/2018.

La categoria di suolo di riferimento è la categoria di suolo B.

Pertanto, tenendo conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (cfr. cap. 7 DM 17/01/2018):

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)$$

dove:

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;

S_s è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici F_0 e a_g/g (Tabella 3.2.IV del D.M. 17/01/2018);

S_T è il fattore di amplificazione che tiene conto delle condizioni topografiche, il cui valore dipende dalla categoria topografica e dall'ubicazione dell'opera (Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018).

I valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica per le opere sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 1 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto

	Galleria Artificiale GA08	
	Strutture di sostegno	
Coord. geografiche	Latitudine: 37.556110	Longitudine: 13.941372
T_R	332 (SLV)	
a_g/g	0.067	
F_0	2.578	
Categoria sottosuolo	B	
S_s	1.20	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	14 di 121

Categoria topografica	1
S_T	1.00
a_{max}/g	0.080

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 15 di 121

6 SOLUZIONI PROGETTUALI

6.1 Galleria artificiale GA08

6.1.1 Opere di sostegno

L'opera di sostegno GA08 comprende:

a) Una paratia puntonata in testa e tirantata su sei ordini realizzata con pali CFA di 31 m di lunghezza e di diametro 1000 mm e interasse pari a 0.9 m. L'altezza massima di scavo è di circa 20.00 m da estradosso cordolo.

I puntoni sono costituiti da tubi metallici di diametro 609 mm spessore 20 mm posti in corrispondenza del cordolo a passo 5 m. I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 8.00 m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

b) Una paratia tirantata su quattro ordini realizzata con pali CFA di 29 m di lunghezza e di diametro 1000 mm e interasse pari a 0.9 m. L'altezza massima di scavo è di circa 17.80 m da estradosso cordolo.

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 8.00 m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

c) Una paratia tirantata su tre ordini realizzata con pali CFA di 26 m di lunghezza e di diametro 1000 mm e interasse pari a 0.9 m. L'altezza massima di scavo è di circa 14.30 m da testa palo.

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 8.00 m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

d) Una paratia tirantata su tre ordini realizzata con pali CFA di 23 m di lunghezza e di diametro 1000 mm e interasse pari a 0.9 m. L'altezza massima di scavo è di circa 11.80 m da testa palo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 16 di 121

I tiranti saranno disposti su più ordini a passo variabile (al fine di rispettare il passo dei pali della paratia). Tali tiranti si comporranno di più trefoli (da 4 e da 5) con un diametro del bulbo di 18 cm. La lunghezza massima del bulbo sarà di circa 8.00 m. La lunghezza libera è valutata in base all'inclinazione del tirante di 20°, alla sua distanza dal piede della paratia e al valore di accelerazione massima in situ.

e) Una paratia non tirantata realizzata con pali CFA di 21 m di lunghezza e di diametro 1000 mm e interasse pari a 0.90 m. L'altezza massima di scavo è di circa 9.30

Le strutture di sostegno verranno realizzate tramite l'esecuzione di pali trivellati di lunghezza variabile e successivamente per fasi di ribasso si eseguirà l'installazione degli ordini di tiranti attivi, che verranno opportunamente pretirati secondo le esigenze progettuali descritte negli allegati di calcolo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

7 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 17/01/2018 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 C.

Strutture di sostegno provvisionali

Calcestruzzo per pali	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 14.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 29962 \text{ MPa}$

Acciaio per tubi e profilati	
Tipo	S 355 JR / S 275 JR
Tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 510 / 430 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento di calcolo	cfr. 4.2.4 a 4.2.8 del D.M. 17/01/18

Acciaio armonico per tiranti	
Tipo	Trefoli da 0,6"
Tensione di rottura caratteristica	$f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa}$
Tensione elastica all'1% di deformazione	$f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa}$

Acciaio per barre di armatura	
Tipo	B450C
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (DM 17/01/2018)	$\sigma_{lim} = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 18 di 121

8 CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

Le verifiche sono state condotte in accordo con le prescrizioni e le indicazioni del DM 17/01/2018 e della Circolare n.7/19.

8.1 Opere di sostegno

8.1.1 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

- **azioni permanenti:** peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera, carico fittizio simulante l'inclinazione del pendio a monte dell'opera opportunamente discretizzato in modo da simulare fedelmente il reale andamento del profilo topografico del pendio.
- **azioni variabili:** carico variabile sul piano campagna a monte della struttura di sostegno, Q_{1M} , atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere.
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 8.4.

8.1.2 Approcci progettuali e metodi di verifica

Le verifiche delle strutture di sostegno sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU):

- collasso del complesso opera-terreno;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi,
- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Per le strutture di sostegno flessibili si adotta l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 17/01/2018):

- combinazione 1: $A1 + M1 + R1$
- combinazione 2: $A2 + M2 + R1$.

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 ($A2+M2+R1$). Per le verifiche di stati limite ultimi STR

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 19 di 121

l'analisi è stata condotta con la combinazione 1 (A1+M1+R1), applicando i coefficienti parziali A1 ($\gamma = 1,3$) all'effetto delle azioni. A tale scopo, nelle analisi, i valori caratteristici dei carichi variabili sfavorevoli sono stati amplificati di un coefficiente pari a $1,5/1,3 = 1,15$.

Al fine di rispettare le richieste della Normativa in merito al modello geometrico di riferimento (§6.5.2.2 DM 17/01/2018) nel caso di opere in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota di valle è diminuita della quantità prevista, per opere vincolate:

$$\Delta h = \min (0.5; 10\% \Delta t)$$

in cui Δt è la differenza di quota tra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo.

Il corretto dimensionamento nei confronti degli SLU assicura che gli spostamenti dell'opera siano compatibili con le esigenze di funzionalità della stessa; pertanto, trattandosi di opere provvisionali, in assenza di fabbricati o altre opere da salvaguardare a ridosso delle stesse, non si ritengono necessarie ulteriori valutazioni di verifica nei confronti degli SLE.

Per le verifiche di stabilità globale è stato applicato l'Approccio 1- Combinazione 2 (A2+M2+R2 – tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 17/01/2018).

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera di sostegno. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono pari all'unità. Si adotta il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale secondo le prescrizioni della normativa (DM 17/01/2018):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right)$$

dove:

- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- α è il coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 17/01/2018);
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 17/01/2018).

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda al paragrafo 7.4. L'effetto del sisma sulle strutture di sostegno è ottenuto applicando un incremento di spinta (cfr § 7.11.6.3.1 del D.M. 17/01/2018 e § C7.11.6.3 della Circolare 7/19) del terreno valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 002</td> <td>B</td> <td>20 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	20 di 121
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	20 di 121								

$$\Delta S_E = \left[\frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{aE} - K_a) \right] / H,$$

dove: γ rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce, H rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso), K_{aE} e K_a rappresentano i coefficienti di spinta attiva in condizioni sismiche e statiche rispettivamente.

Per la valutazione della spinta passiva si assume $\alpha=1$ (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018). Il coefficiente sismico verticale, k_v , si assume pari a 0 (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018).

I coefficienti di spinta attiva sono determinati attraverso la relazione di Mononobe (1929) e Okabe (1926). I coefficienti di spinta passiva sono determinati attraverso la relazione di Lancellotta (2007). L'angolo di attrito terreno/struttura, δ , si assume pari a 2/3 della resistenza al taglio del terreno naturale.

Le verifiche sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE (Paratie Plus 2014.1).

Le verifiche di stabilità globale sono state condotte con il codice di calcolo SLOPE/W (GEO-SLOPE/W 2007).

8.1.3 Tiranti di ancoraggio

Gli Stati Limite Ultimi per questa tipologia di opere si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e del raggiungimento della resistenza dei materiali strutturali da cui sono composti.

Per il dimensionamento geotecnico, deve risultare verificata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

con specifico riferimento allo stato limite di sfilamento della fondazione dell'ancoraggio. La verifica di tale condizione è da effettuarsi con riferimento alla combinazione A1+M1+R3, utilizzando per i coefficienti A1 ed M1 i valori riportati nelle Tab. 6.2.I e Tab 6.2.II del DM 17/01/2018 e per le resistenze i valori riportati in Tab. 6.6.I del DM17/01/2018.

La verifica a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si esegue confrontando la massima azione di progetto (E_d) con la resistenza di progetto R_{ad} , determinata applicando alla resistenza caratteristica R_{sk} i coefficienti parziali Y_R riportati nella tabella precedente, in funzione del tipo di ancoraggio.

Il valore caratteristico della resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio è stato determinato utilizzando metodi analitici, pertanto il valore di questa deve essere assunto come il minore dei valori derivanti dall'applicazione dei fattori di correlazione ξ_{a3} e ξ_{a4} riportati in Tab. 6.6.II del DM 17/01/2018, in funzione del numero di verticali di indagine che consentono la completa

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 21 di 121

identificazione del modello geotecnico del sottosuolo per il terreno interessato dalle fondazioni degli ancoraggi.

Nella valutazione analitica della resistenza allo sfilamento degli ancoraggi, inoltre, si fa riferimento ai coefficienti parziali di sicurezza del terreno M1 (pertanto non vengono ridotte le caratteristiche dei terreni in cui le fondazioni degli ancoraggi verranno realizzate).

La lunghezza libera del tirante, in assenza di evento sismico è definita dall'intersezione con un piano inclinato di $(45^\circ - \phi/2)$ sulla verticale, parallelo al piano passante per il piede della paratia e da esso distante 0.20 h.

In presenza di evento sismico, con i tiranti attivi, secondo quanto proposto dal DM 17/01/2018 al § 7.11.6.4, la lunghezza libera da considerare è:

$$L_E = L_L \times (1 + 1.5 \times a_{\max}/g)$$

dove:

L_E : lunghezza libera in condizioni sismiche

L_L : lunghezza libera in condizioni statiche

8.1.4 Stabilità globale

In accordo con le indicazioni del DM 17/01/2018 § 6.8.2, le verifiche di sicurezza SLU sono state condotte secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), in cui A2 sono i coefficienti moltiplicativi delle azioni e M2 e R2 sono i coefficienti riduttivi dei parametri di resistenza dei materiali e della resistenza globale del sistema. Il rapporto tra R_d ed E_d dovrà risultare sempre maggiore o uguale a $\gamma_R = 1.1$ in condizioni statiche per assicurare che la verifica di sicurezza richiesta da normativa sia rispettata.

Per le verifiche sismiche si applicano gli stessi criteri ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§7.11.1 e § 7.11.4 del DM 17/01/2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$. (§ 7.11.4 del DM 17/01/2018).

Per la valutazione della superficie di scorrimento critica (ed in generale di tutte le superfici di scorrimento) è stato utilizzato il metodo di Morgenstern & Price.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi SLV, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_h = k_h \cdot W \quad \text{ed} \quad F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v pari rispettivamente ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max}/g \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B	FOGLIO 22 di 121

in cui:

- β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito (cfr. §7.4).
- g: accelerazione di gravità.

Il valore di β_s è assunto pari a 0.38 coerentemente con le indicazioni del §7.11.4 delle DM 17/01/2018.

9 VERIFICA DELLE OPERE

9.1 Opere di sostegno

Sono state verificate le seguenti sezioni:

- a: paratia frontale H= 31 m: 6 tiranti e puntone in testa
- b: paratia frontale H= 29 m: 4 tiranti
- c: paratia frontale H=26 m: 3 tiranti
- d: paratia frontale H=23 m: 2 tiranti
- e: paratia frontale H=21 m: no tiranti

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	23 di 121

9.1.1 Paratia frontale $H=31\text{m}$ – 6 tiranti + puntone

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

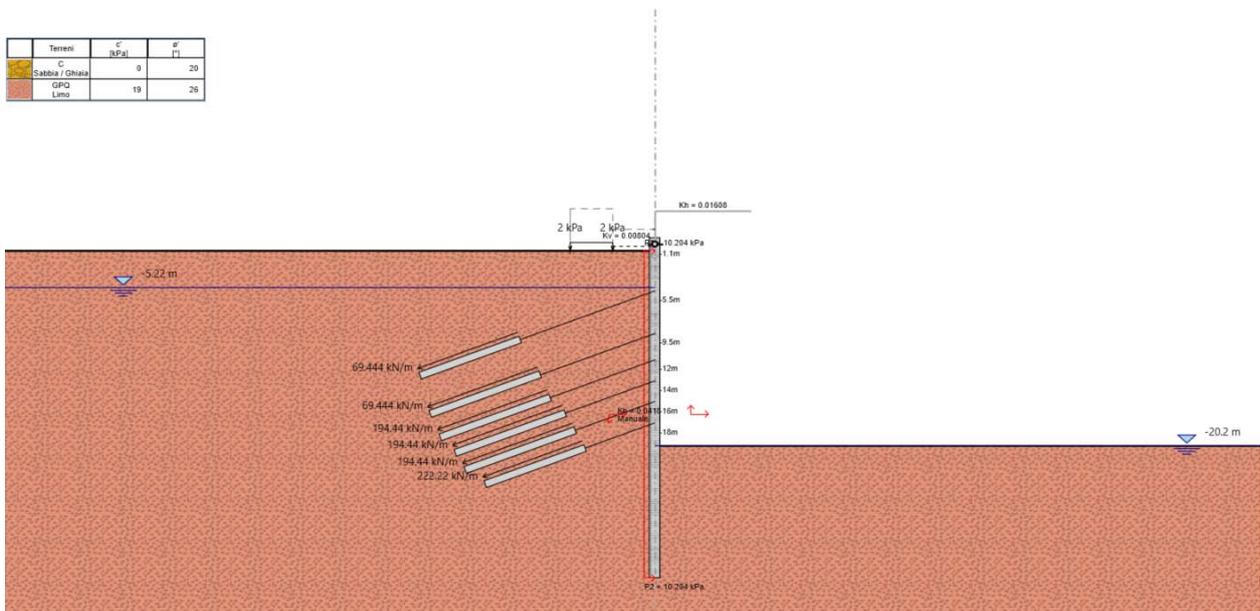


Figura 8. Schema di calcolo paratia

Tabella 2. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali CFA $\phi 1000$ ad interasse 0.90 m
Altezza totale paratia	$H_{\text{tot}} = 32.20 \text{ m} = 31\text{m (palo)} + 1.2 \text{ m (cordolo)}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 20.00 \text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 20.20 \text{ m}$
Ordini di tiranti (n°)	6
Passo orizzontale tiranti	da 1.80 m a 3.60 m
Passo verticale dei tiranti	da 2.00 a 4.00 m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0 \text{ kPa}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0 \text{ kPa}$
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 10 \text{ kPa}$
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0 \text{ kPa}$

Tabella 3. Parametri geotecnici di calcolo

Terreno	z_f	γ	c'	φ	E_{op}
	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
<i>c</i>	2	19	0	20	15
<i>GPQ</i>	-	21	18.5	25	110

Tabella 4. Parametri per l'analisi sismica

Terreno	Condizione	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	$ag(g)$	S	a_{max}/g	u_s	θ
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
<i>c</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52
<i>GPQ</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52

Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 5.22 m da p.c.;
- 2) Prescavo di ribasso di 1.00 m da estradosso cordolo
- 3) Posa del puntone a 0.5m;
- 4) Primo scavo fino a quota $z = 6.00 \text{ m}$;
- 5) Posa del primo ordine di tiranti a $z = 5.50\text{m}$;
- 6) Secondo scavo fino a quota $z = 10.50\text{m}$;
- 7) Posa del secondo ordine a $z = 9.50$;
- 8) Terzo scavo fino a quota $z = 13.00\text{m}$;
- 9) Posa del terzo ordine di tiranti a $z = 12.50\text{m}$;
- 10) Quarto scavo fino a quota $z = 15.00\text{m}$;
- 11) Posa del quarto ordine di tiranti a $z = 14.00\text{m}$;
- 12) Quinto scavo fino a quota $z = 16.50\text{m}$;
- 13) Posa del quinto ordine di tiranti a $z = 16.00\text{m}$;
- 14) Sesto scavo fino a quota $z = 18.50\text{m}$;

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	25 di 121

15) Posa del sesto ordine di tiranti a quota $z=18.00\text{m}$

16) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la “Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)” di 19.65 m da testa cordolo, posizione della falda a monte a $z=-5.22\text{m}$ dal p.c., posizione della falda a valle sotto quota piano di scavo.

Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti.

1) Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

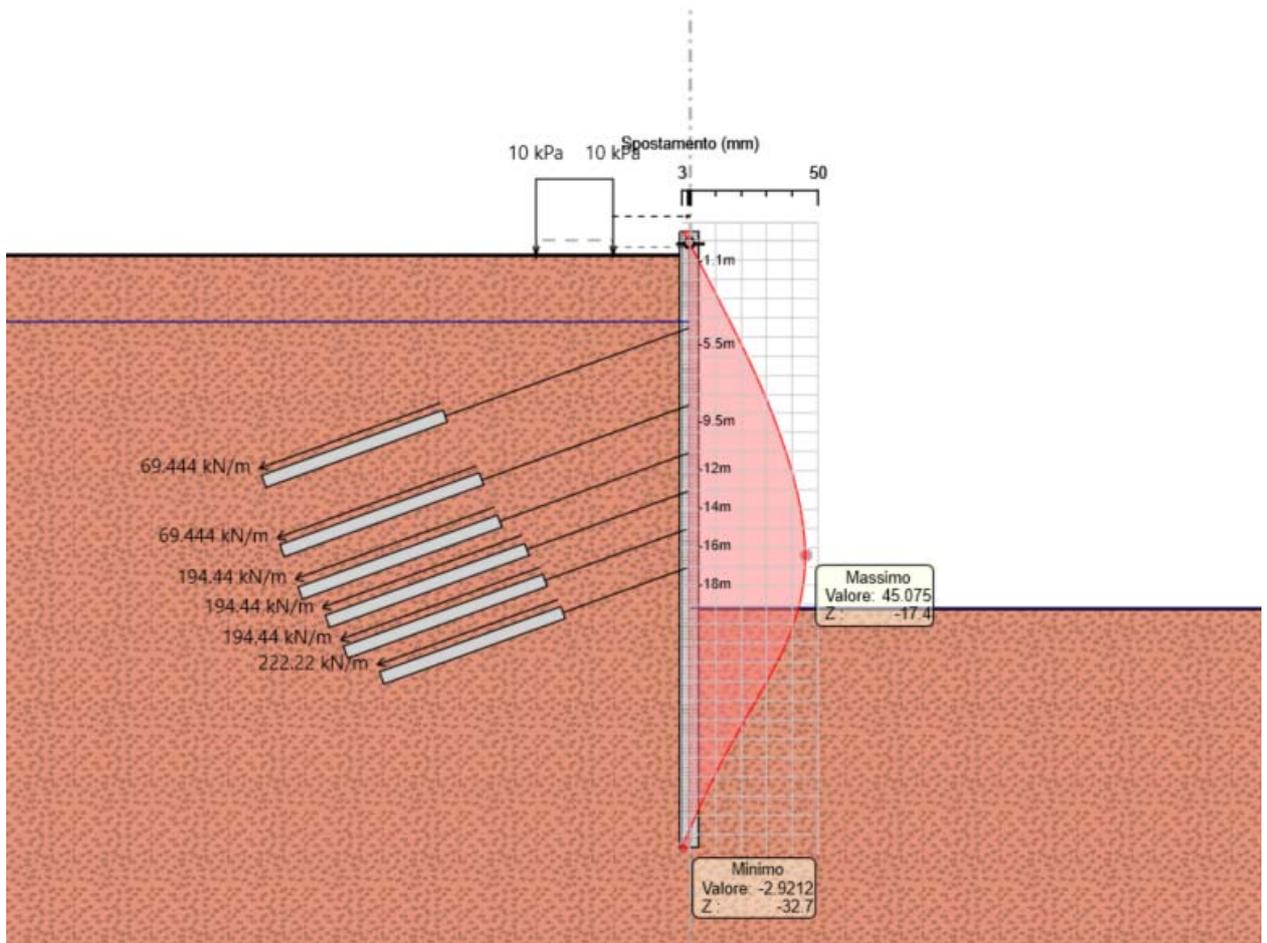


Figura 9. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	26 di 121

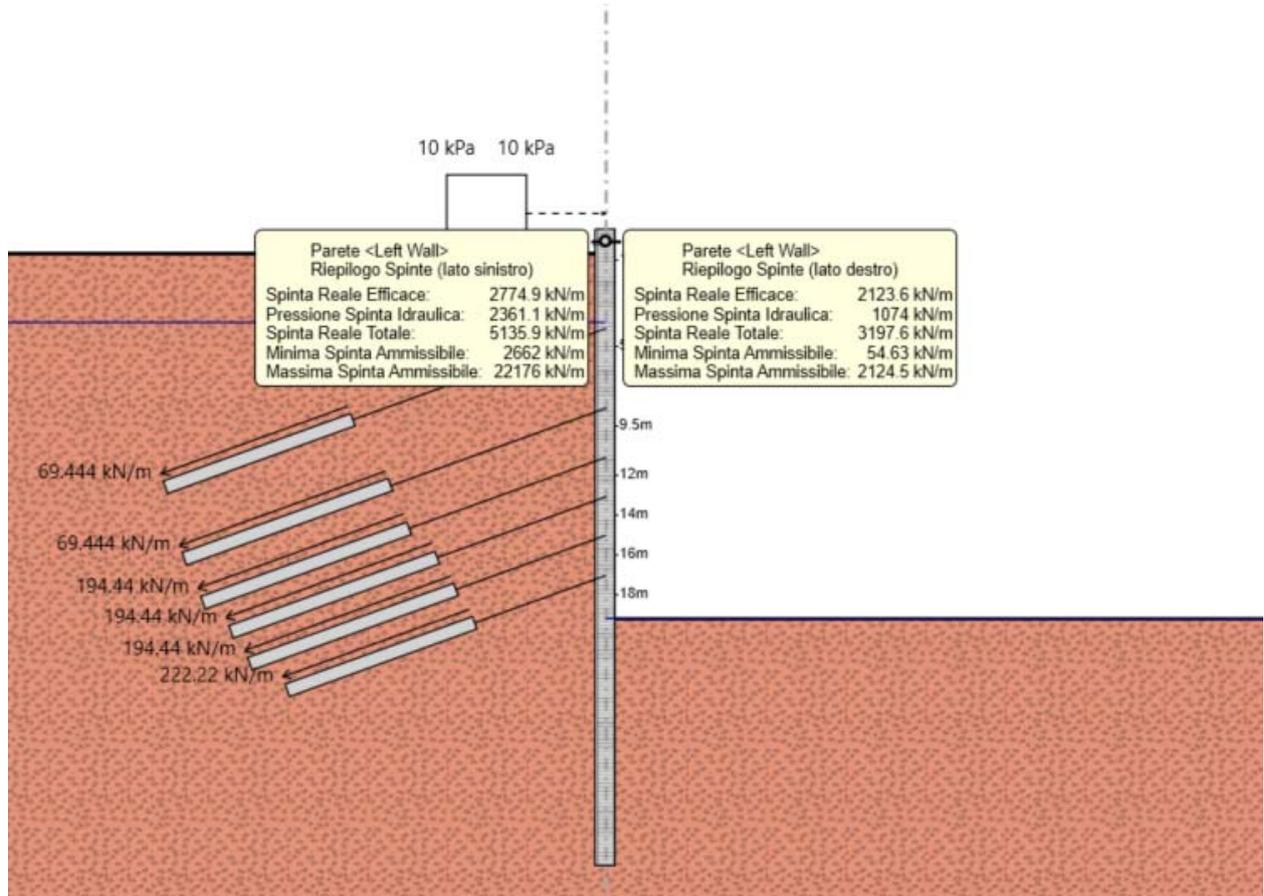


Figura 10. Riepilogo spinte SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	27 di 121

1) Momento di involucro SLU

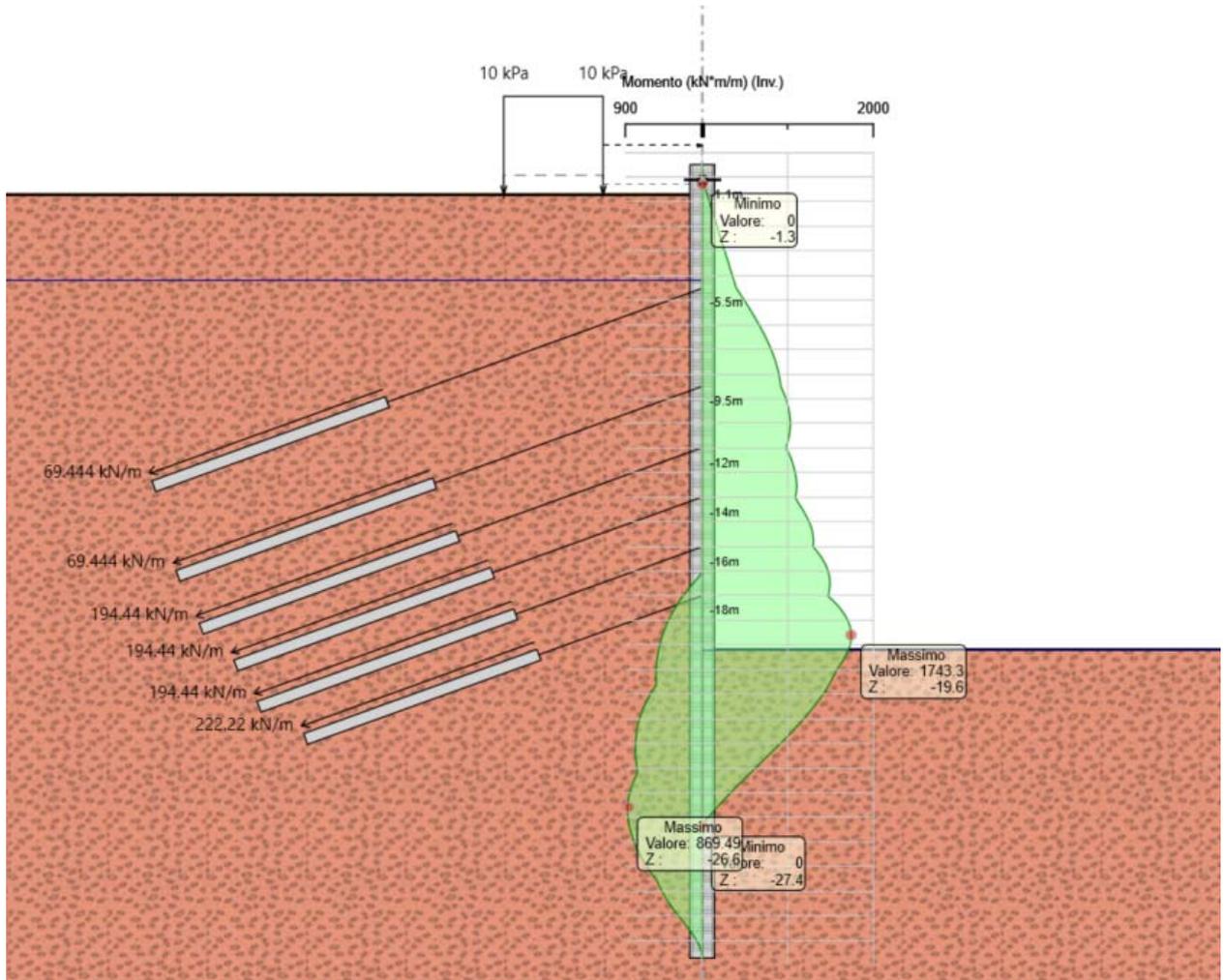


Figura 11. Momento di involucro SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	28 di 121

2) Taglio di involuppo SLU

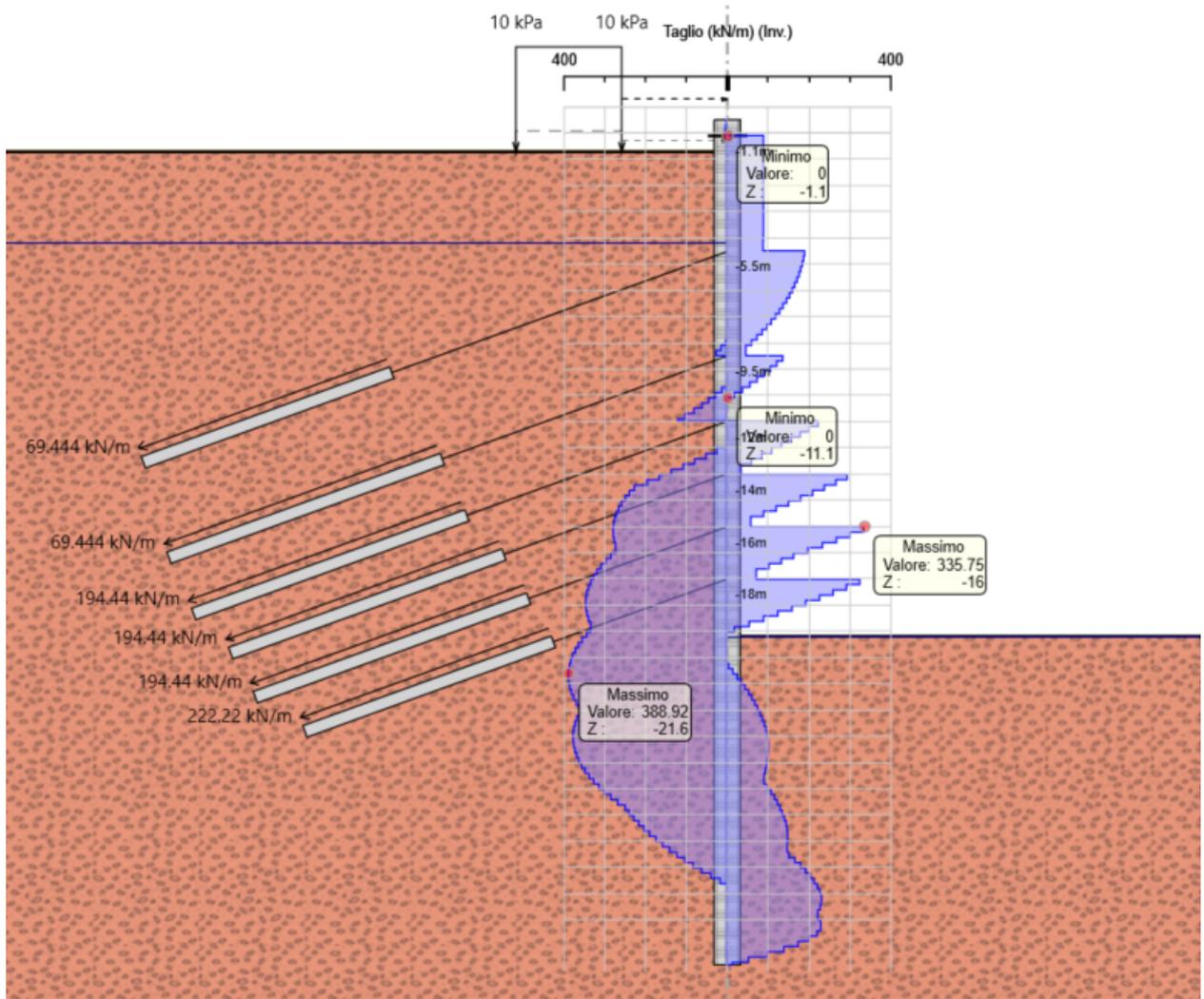


Figura 12. Taglio di involuppo SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	29 di 121

– Verifica tiranti

Tabella 5. Geometrie ordini tiranti a trefoli

Ordine tirante	i	Quota da testa paratia	n° trefoli	Llibera	Lfondazione	Ltotale	pretiro
					bulbo		
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[KN]
A1	20	5.5	4	13.5	10	23.5	250
A2	20	9.5	4	11.5	11	22.5	250
A3	20	12	5	10.5	11	21.5	350
A4	20	14	5	9	11	20	350
A5	20	16	5	8	11	19	350
A6	20	18	5	7	10	17	350

Tabella 6. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	τ k [kPa]	ξ
A1	18	1.2	150	1.8
A2	18	1.2	150	1.8
A3	18	1.2	200	1.8
A4	18	1.2	200	1.8
A5	18	1.2	200	1.8
A6	18	1.2	200	1.8

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	30 di 121

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr-fond.	Diametro perf.	γ_R	αD	γ_{azioni}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.6	117.06	10	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	491.7	421.4	1.167	si	si
2	3.6	138.05	11	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	540.9	497.0	1.088	si	si
3	1.8	353.89	11	200	18	1.15	21.6	1.3	1.2	721.2	637.0	1.132	si	si
4	1.8	333.56	11	200	18	1.15	21.6	1.3	1.2	721.2	600.4	1.201	si	si
5	1.8	364.41	11	200	18	1.15	21.6	1.3	1.2	721.2	655.9	1.099	si	si
6	1.8	356.45	10	200	18	1.15	21.6	1.3	1.2	655.6	641.6	1.022	si	si

Figura 13. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

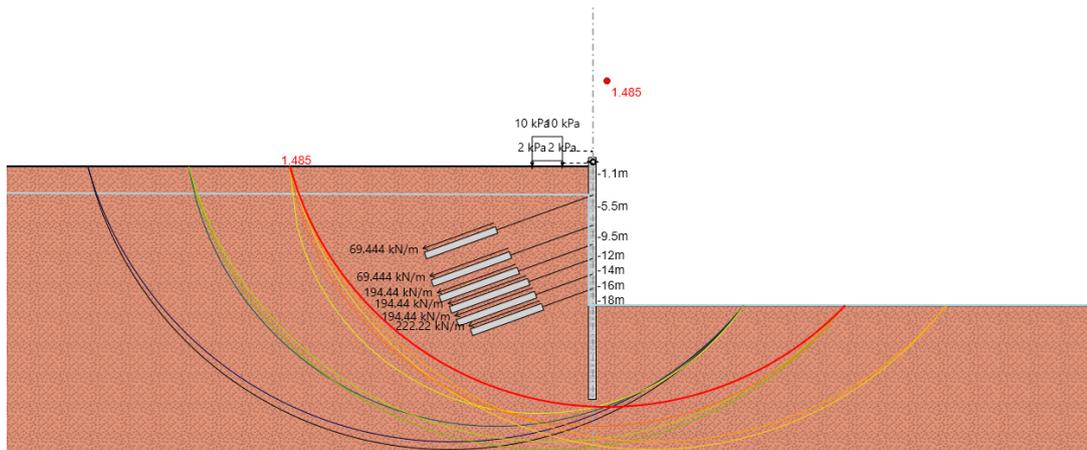
Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr-fond.	Diametro perf.	γ_R	αD	γ_{azioni}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.60	97.188	10	150	18	1.15	21.6	1	1.2	491.7	349.9	1.405	si	si
2	3.60	118.68	11	150	18	1.15	21.6	1	1.2	540.9	427.2	1.266	si	si
3	1.80	311.07	11	200	18	1.15	21.6	1	1.2	721.2	559.9	1.288	si	si
4	1.80	302.79	11	200	18	1.15	21.6	1	1.2	721.2	545.0	1.323	si	si
5	1.80	332.93	11	200	18	1.15	21.6	1	1.2	721.2	599.3	1.203	si	si
6	1.80	336.84	10	200	18	1.15	21.6	1	1.2	655.6	606.3	1.081	si	si

Figura 14. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche

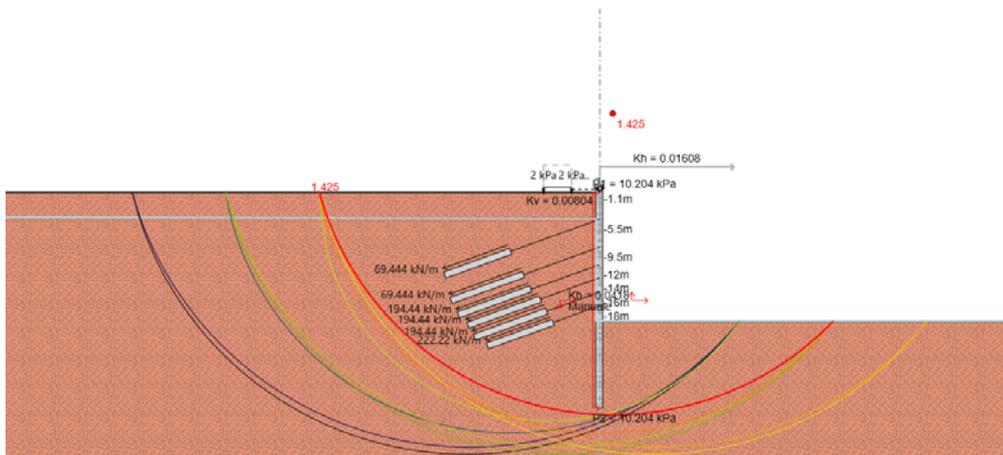


FS=1.485

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	31 di 121



FS=1.425

3) Verifiche SLU STR

Le verifiche sono state condotte prendendo in considerazione le due sezioni critiche:

- SEZ. A: zona centrale del palo (da z=13.00m a z= 25.00m)

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a. SEZ.A , avente diametro 1000 mm, passo 0.9m (1.80 per il palo armato) , armato con 2 ordini di barre di diametro 26 mm (30 + 28 = 58 totali) con copriferro di 85 mm.

	Nmax	Mmax		Tmax
	<i>daN</i>	<i>daNm</i>		<i>daN</i>
SLU- A1+MI	72650	292900		3350
SLU- A1+MI	65380	151510		49930
SLV	72650	292900		3350
SLV	65384	151510		49928

Tabella 7. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a. – SEZ.A

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resist. compr. di progetto fcd: 141.60 daN/cm²
 Resist. compr. ridotta fcd': 70.80 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 314750 daN/cm²
 Resist. media a trazione fctm: 26.00 daN/cm²

ACCIAIO -Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di progetto fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di progetto ftd: 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	30	26
2	0.0	0.0	34.0	28	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

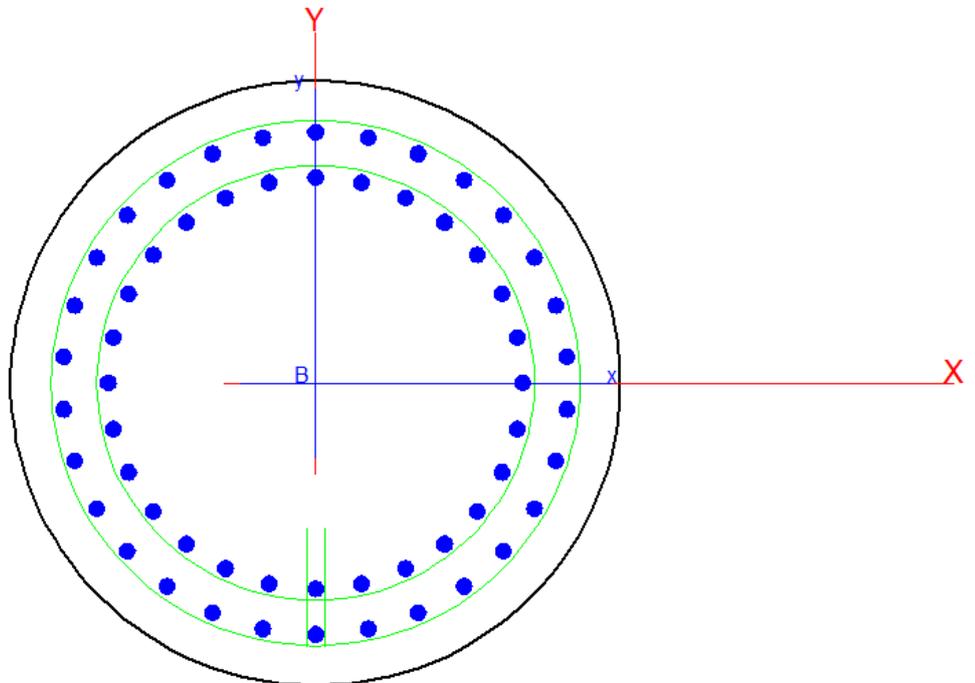
N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	33 di 121

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	72650	292900	0	3350	0
2	65380	151510	0	49930	0
3	72650	292900	0	3350	0
4	65380	151510	0	49930	0



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	34 di 121

 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	72650	292900	0	72665	353049	0	1.21	307.9(23.6)
2	S	65380	151510	0	65375	352229	0	2.32	307.9(23.6)
3	S	72650	292900	0	72665	353049	0	1.21	307.9(23.6)
4	S	65380	151510	0	65375	352229	0	2.32	307.9(23.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00275	0.0	41.5	-0.00459	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00274	0.0	41.5	-0.00463	0.0	-41.5
3	0.00350	0.0	50.0	0.00275	0.0	41.5	-0.00459	0.0	-41.5
4	0.00350	0.0	50.0	0.00274	0.0	41.5	-0.00463	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	0.000088387	-0.000919369	----	----
2	0.00000000	0.000088896	-0.000944808	----	----
3	0.00000000	0.000088387	-0.000919369	----	----
4	0.00000000	0.000088896	-0.000944808	----	----

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	35 di 121

Tabella 8. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	30	ϕ	26.0
Asl	15928	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.025					
ρ_1	0.020		Vrd	429.8	kN	
vmin	0.325		Ved	679	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.63	-	
Vrd	429793	N				
Occorre armatura a taglio						

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Tabella 9. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	600	mm				
c	85	mm				
rs	515	mm				
α	0.58	rad				
Atot	1130973	mm ²				
A	938352	mm ²				
h	1118.3	mm	Rck	30		
d	927.9	mm	fck	24.9		
bw	1011.3	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.464			N.ro		area_ferro
k	1.464		As	30	ϕ	26.0
Asl	15928	mm ²				
Asl/(bw· d)	0.017					
ρ_1	0.017		Vrd	574.3	KN	
vmin	0.309		Ved	499	KN	
vmin·bw·d	290380	N	Vrd/Ved	1.15	-	
Vrd	574336	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche non risultano essere soddisfatte in condizioni statiche, quindi è necessario armare a taglio: si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm, armata al 100% delle barre longitudinali per la zona interessata.

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vvd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	3350	151820	257873	76.6 64.1 91.1		2.500	1.065	0.5	41.2(0.0)
2	S	49930	151118	258211	76.6 64.1 91.1		2.500	1.059	8.0	41.2(0.0)
3	S	3350	151820	257873	76.6 64.1 91.1		2.500	1.065	0.5	41.2(0.0)
4	S	49930	151118	258211	76.6 64.1 91.1		2.500	1.059	8.0	41.2(0.0)

SEZ. B: interessa la zona (da testa palo a z=13.00m ; da z=25.00 fino a z=31.00m)

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a. SEZ. B , avente diametro 1000 mm, passo 0.9m (1.80 per il palo armato) , armato con 1 ordine di barre di diametro 26 mm (20 in totale) con copriferro di 85 mm.

	Nmax	Mmax		Tmax
	<i>daN</i>	<i>daNm</i>		<i>daN</i>
SLU- A1+MI	87179	107100		28841
SLU- A1+MI	87179	107246		67896
SLV	72649	100789		50890
SLV	65384	141984		53226

Tabella 10. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a. – SEZ.B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	26.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	38 di 121

Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	20	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

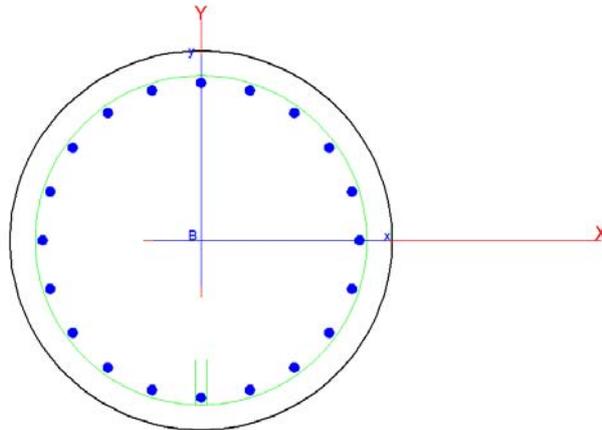
CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	87179	107100	0	28841	0
2	87179	107246	0	67896	0
3	72649	100789	0	50890	0
4	65384	141984	0	53226	0

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	39 di 121



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	87179	107100	0	87208	169620	0	1.58	106.2(23.6)
2	S	87179	107246	0	87208	169620	0	1.58	106.2(23.6)
3	S	72649	100789	0	72639	166338	0	1.65	106.2(23.6)
4	S	65384	141984	0	65364	164679	0	1.16	106.2(23.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	40 di 121

1	0.00350	0.0	50.0	0.00254	0.0	41.5	-0.00680	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00254	0.0	41.5	-0.00680	0.0	-41.5
3	0.00350	0.0	50.0	0.00252	0.0	41.5	-0.00710	0.0	-41.5
4	0.00350	0.0	50.0	0.00250	0.0	41.5	-0.00726	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000112537	-0.002126860	----	----
2	0.000000000	0.000112537	-0.002126860	----	----
3	0.000000000	0.000115850	-0.002292494	----	----
4	0.000000000	0.000117557	-0.002377856	----	----

Tabella 11. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	20	ϕ	26.0
Asl	10619	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.016					
ρ_1	0.016		Vrd	403.0	kN	
vmin	0.325		Ved	679	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.59	-	
Vrd	402999	N				
Occorre armatura a taglio						

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Tabella 12. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	600	mm				
c	85	mm				
rs	515	mm				
α	0.58	rad				
Atot	1130973	mm ²				
A	938352	mm ²				
h	1118.3	mm	Rck	30		
d	927.9	mm	fck	24.9		
bw	1011.3	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.464			N.ro		area_ferro
k	1.464		As	20	ϕ	26.0
Asl	10619	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.011					
ρ_1	0.011		Vrd	501.7	kN	
vmin	0.309		Ved	532	KN	
vmin·bw·d	290380	N	Vrd/Ved	0.94	-	
Vrd	501729	N				
Occorre armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche non risultano essere soddisfatte in condizioni statiche, quindi è necessario armare a taglio: si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm, armata al 100% delle barre longitudinali per la zona interessata.

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	42 di 121

 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz. del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	28841	158713	150963	77.9 68.2	88.4	2.500	1.078	4.3	22.6(0.0)
2	S	67896	158713	150963	77.9 68.2	88.4	2.500	1.078	10.2	22.6(0.0)
3	S	50890	157641	151718	77.9 68.6	88.4	2.500	1.065	7.6	22.6(0.0)
4	S	53226	157092	152090	77.9 68.7	88.4	2.500	1.059	7.9	22.6(0.0)

Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p13}k$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Eds	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	117.06	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	421.4	1.916	si
2	4	3.60	138.05	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	497.0	1.625	si
3	5	1.80	353.89	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	637.0	1.584	si
4	5	1.80	333.56	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	600.4	1.681	si
5	5	1.80	364.41	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	655.9	1.539	si
6	5	1.80	356.45	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	641.6	1.573	si

Figura 15. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p13}k$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Eds	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	97.188	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	349.9	2.308	si
2	4	3.60	118.68	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	427.2	1.890	si
3	5	1.80	311.07	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	559.9	1.802	si
4	5	1.80	302.79	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	545.0	1.852	si
5	5	1.80	332.93	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	599.3	1.684	si
6	5	1.80	336.84	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	606.3	1.665	si

Figura 16. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{m0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	117.06	3.6	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	97.188						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t _f	(235/f _y) ^{0.5}
STATICO	75.85488	105.354	1.3	98.61134	136.9602	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.21	>1	2.5084	>1
SISMICO	62.977824	87.4692	1	62.97782	87.4692	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.90	>1	3.927679	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1

Figura 17. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>					
	<p>GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<p>COMMESSA RS3T</p>	<p>LOTTO 30</p>	<p>CODIFICA D 78 CL</p>	<p>DOCUMENTO GA 08 00 002</p>	<p>REV. B</p>

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	numero	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	138.05	3.60	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	118.68						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ _f	(235/f _y) ^{0.5}		
STATICO	89.4564	124.245	1.3	116.2933	161.5185	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.03	>1	2.127007	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	76.90464	106.812	1	76.90464	106.812	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.56	>1	3.216407	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1

Figura 18. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	numero	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	353.89	1.80	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	311.07						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t _f	(235/f _y) ^{0.5}		
STATICO	57.33018	159.2505	1.3	74.52923	207.0257	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.61	>1	1.659461	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	50.39334	139.9815	1	50.39334	139.9815	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.38	>1	2.454259	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1

Figura 19. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 4 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	numero	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	333.56					338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	302.79	1.80	S355	355	1.05		2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)				
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,Rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y			
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]					
STATICO	54.03672	150.102	1.3	70.24774	195.1326	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.70	>1	1.760602	>1	4.69	(235/f _y) ^{0.5}	7.322548621
SISMICO	49.05198	136.2555	1	49.05198	136.2555	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.44	>1	2.521373	>1			

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f _y 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
Classificazione dell'anima	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione	CLASSE 1
Classificazione delle ali	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t _f 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	CLASSE 1

Figura 20. Verifica della trave di ripartizione del quarto ordine di tiranti

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 5 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e	b	t flangia	t_web	r	hweb	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	numero	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	364.41						HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	332.93	1.80	S355	355	1.05	338.0952	2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)				
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y			
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]					
STATICO	59.03442	163.9845	1.3	76.74475	213.1799	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.56	>1	1.611554	>1	4.69	(235/f _y) ^{0.5}	7.322548621
SISMICO	53.93466	149.8185	1	53.93466	149.8185	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.22	>1	2.293114	>1			

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f _y 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
Classificazione dell'anima	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione	CLASSE 1
Classificazione delle ali	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t _f 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	CLASSE 1

Figura 21. Verifica della trave di ripartizione del quinto ordine di tiranti

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 6 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	356.45	1.80	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	336.84															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)				
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y			
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]					
STATICO	57.7449	160.4025	1.3	75.06837	208.5233	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.59	>1	1.647542	>1	4.69	(235/f _y) ^{0.5}	7.322548621
SISMICO	54.56808	151.578	1	54.56808	151.578	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.19	>1	2.266496	>1			

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f _y 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
Classificazione dell'anima	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione	CLASSE 1
Classificazione delle ali	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t _f 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	CLASSE 1

Figura 22. Verifica della trave di ripartizione del sesto ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

– Verifica del puntone:

La forza normale massima agente nel puntone è quella in fase sismica ed è pari a 93.68 kN/m moltiplicando per l'interasse tra i puntoni di 5 metri si ottiene una forza pari a 468.4 kN con cui sono state svolte le verifiche di resistenza ed instabilità del puntone in acciaio phi 609.6 mm di spessore 20 mm, considerando una lunghezza di calcolo di 14 m.

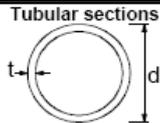
Diametro esterno nominale	D	609.60 [mm]
Spessore nominale	T	20.00 [mm]
Diametro interno nominale	d	569.60 [mm]

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Area della sezione trasversale	A	370.5 [cm ²]
Momento d'inerzia	I	161162 [cm ⁴]
Raggio d'inerzia	i	20.86 [cm]
Modulo di resistenza elastico	W _{el,yy}	5287 [cm ³]
Modulo di resistenza plastico attorno all'asse forte	W _{pl,yy}	6955 [cm ³]
Momento d'inerzia torsionale	I _t	322323 [cm ⁴]
Modulo di torsione	C _t	10575 [cm ³]

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	275 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.92 [-]
<u>Classificazione</u>		
Diametro	d	609.60 [mm]
Spessore	t	20.00 [mm]
Rapporto tra diametro e spessore	d/t	30.48 [-]
<i>Classificazione della sezione</i>		CLASSE 1

 Tubular sections						
Class	Section in bending and/or compression					
1	d / t ≤ 50ε ²					
2	d / t ≤ 70ε ²					
3	d / t ≤ 90ε ²					
	NOTE For d / t > 90ε ² see EN 1993-1-6.					
ε = √(235 / f _y)	f _y	235	275	355	420	460
	ε	1.00	0.92	0.81	0.75	0.71
	ε ²	1.00	0.85	0.66	0.56	0.51

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	50 di 121

VERIFICHE DI RESISTENZA per sezioni di classe 1,2

$\gamma_{M0} =$	1.05
$\gamma_{M1} =$	1.1

Sollecitazioni di progetto	$N_{ed} =$	468.4	KN
	$M_{ed} =$	0.0	KNm
	$V_{ed} =$	0.00	KN
Resistenze di calcolo	$N_{c,rd} =$	9702.44	KN
	$M_{c,rd} =$	1738.81	KNm
	$V_{c,rd} =$	3566.16	KN

Condizione
 $V_{ed} \leq 0.5 \cdot V_{c,rd}$ SI \Rightarrow taglio non influenza la resistenza a flessione
 $\Rightarrow \rho = (2V_{ed}/V_{c,rd}-1)^2 = 0$

Compressione $N_{ed}/N_{c,rd} = 0.048276536 \leq 1$

Flessione $M_{ed}/M_{c,rd} = 0 \leq 1$

Taglio $V_{ed}/V_{c,rd} = 0 \leq 1$

Flessione e Taglio

$$M_{v,rd} = (1-\rho)M_{c,rd} = 1738.807467 \text{ KNm}$$

$$M_{ed}/M_{v,rd} = 0 \leq 1$$

 Presso-Flessione $n = N_{ed}/N_{c,rd} = 0.048276536$

$$M_{N,rd} = 1.04 \cdot M_{c,rd} \cdot (1-n^{1.7}) = 1797.897 \text{ KNm}$$

$$M_{ed}/M_{N,rd} = 0 \leq 1$$

Presso-Flessione e Taglio

$$M_{N,rd} = 1.04 \cdot M_{v,rd} \cdot (1-n^{1.7}) = 1797.897 \text{ KNm}$$

$$M_{ed}/M_{N,rd} = 0 \leq 1$$

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	51 di 121

VERIFICA DI STABILITA'

E =	210000	MPa	$\alpha =$	0.21	vedi Tab. 4.2.VI N.T.C.
$f_{yk} =$	275	MPa	$v =$	0.3	
A =	0.037046	m ²	G =	80769	MPa
$J_y = J_z =$	0.00161162	m ⁴	$K_c =$	0.94	vedi Tab. 4.2.VIII N.T.C.
$J_t =$	0.00322323	m ⁴	$K =$	1	vedi Prosp. F1.1 e F1.2 EC3 Appen. F
$J_w =$	0.000280122	m ⁶	$K_w =$	1	vedi EC3 App. F par F1.2 P(4)
i =	0.2086	m	$C_1 =$	1.132	vedi Prosp. F1.1 e F1.2 EC3 Appen. F
l =	14	m	$\alpha_{LT} =$	0.76	vedi Tab. 4.2.VII N.T.C.
$\beta =$	1		$\alpha_{my} =$	0.9	vedi Tab. C4.2.VI Circolare 617/09
$l_0 =$	14	m			
$\lambda =$	67				
$N_{cr,y,z} =$	17.042	MN			
$\lambda^* =$	0.773	< 0.2	NO	considero instabilità a compressione	
		$N_{ed} < 0.04N_{cr}$	SI	trascuro instabilità a compressione	
$\Phi =$	0.859				
$\chi_y = \chi_z =$	0.81067				
$M_{cr} =$	75.8288	MNm			
$\lambda_{LT} =$	0.159	≤ 0.4	SI	trascuro instabilità flessionale	

$\Phi_{LT} =$	0.633				
f =	0.995				
$\chi_{LT} =$	0.80435	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>≤ 0.1</td> </tr> <tr> <td>≤ 1/($\lambda_{LT}^2 \cdot f$)</td> </tr> </table>	≤ 0.1	≤ 1/($\lambda_{LT}^2 \cdot f$)	NO
≤ 0.1					
≤ 1/($\lambda_{LT}^2 \cdot f$)					
$k_{yy} =$	0.945		SI		

$$\frac{N_{ed} \cdot Y_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,ed} \cdot Y_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_{ply} \cdot f_{yk}} = 0.06239 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

$$\frac{N_{ed} \cdot Y_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} = 0.062 \leq 1 \quad \text{VERIFICATO}$$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

9.1.2 Paratia frontale H=29m – 4 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

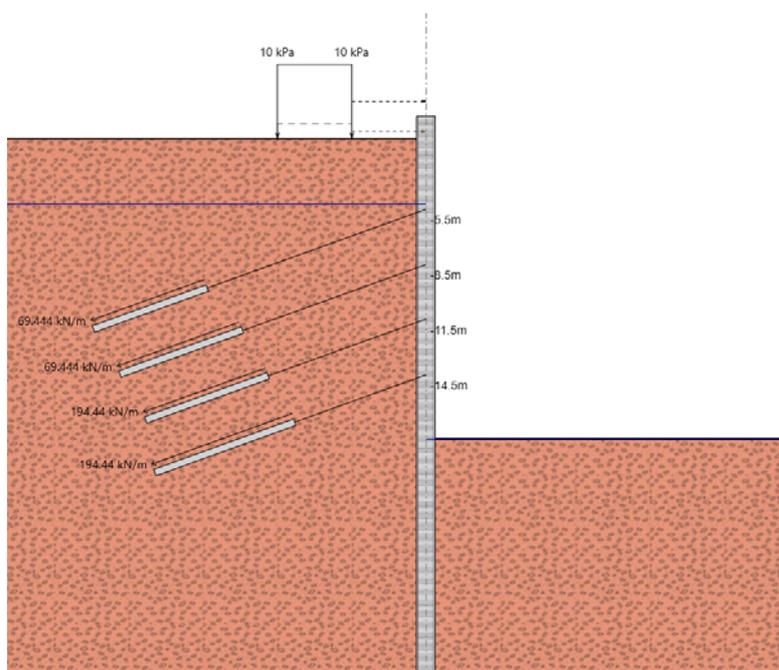


Figura 23. Schema di calcolo paratia

Tabella 13. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali CFA ϕ 1000 ad interasse 0.90 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 29.00\text{m (palo)} + 1.2\text{ m (cordolo)}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 17.80\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\%\Delta t] = 18.00\text{m}$
Ordini di tiranti (n°)	4
Passo orizzontale tiranti	da 1.80 m a 3.60 m
Passo verticale dei tiranti	3.00m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 10$ kPa
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0$ kPa

Tabella 14. Parametri geotecnici di calcolo

<i>Terreno</i>	z_f	γ	c'	φ	E_{op}
	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
<i>c</i>	2	19	0	20	15
<i>GPQ</i>	-	21	18.5	25	110

Tabella 15. Parametri per l'analisi sismica

<i>Terreno</i>	<i>Condizione</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	$a_g(g)$	S	a_{max}/g	u_s	θ
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
<i>c</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52
<i>GPQ</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52

Fasi di calcolo

- 17) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 5.22 m da p.c.;
- 1) Prescavo di ribasso di 1.00 m da estradosso cordolo
- 2) Primo scavo fino a quota $z = 6.00$ m;
- 3) Posa del primo ordine di tiranti a $z = 5.50$ m;
- 4) Secondo scavo fino a quota $z = 9.00$ m;
- 5) Posa del secondo ordine a $z = 8.50$;
- 6) Terzo scavo fino a quota $z = 12.00$ m;
- 7) Posa del terzo ordine di tiranti a $z = 11.50$ m;
- 8) Quarto scavo fino a quota $z = 15.00$ m;
- 9) Posa del quarto ordine di tiranti a $z = 14.50$ m;
- 10) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)" di 19.65 m da testa cordolo, posizione della falda a monte a $z = -5.22$ m dal p.c., posizione della falda a valle sotto quota piano di scavo.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	54 di 121

Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti.

2) Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

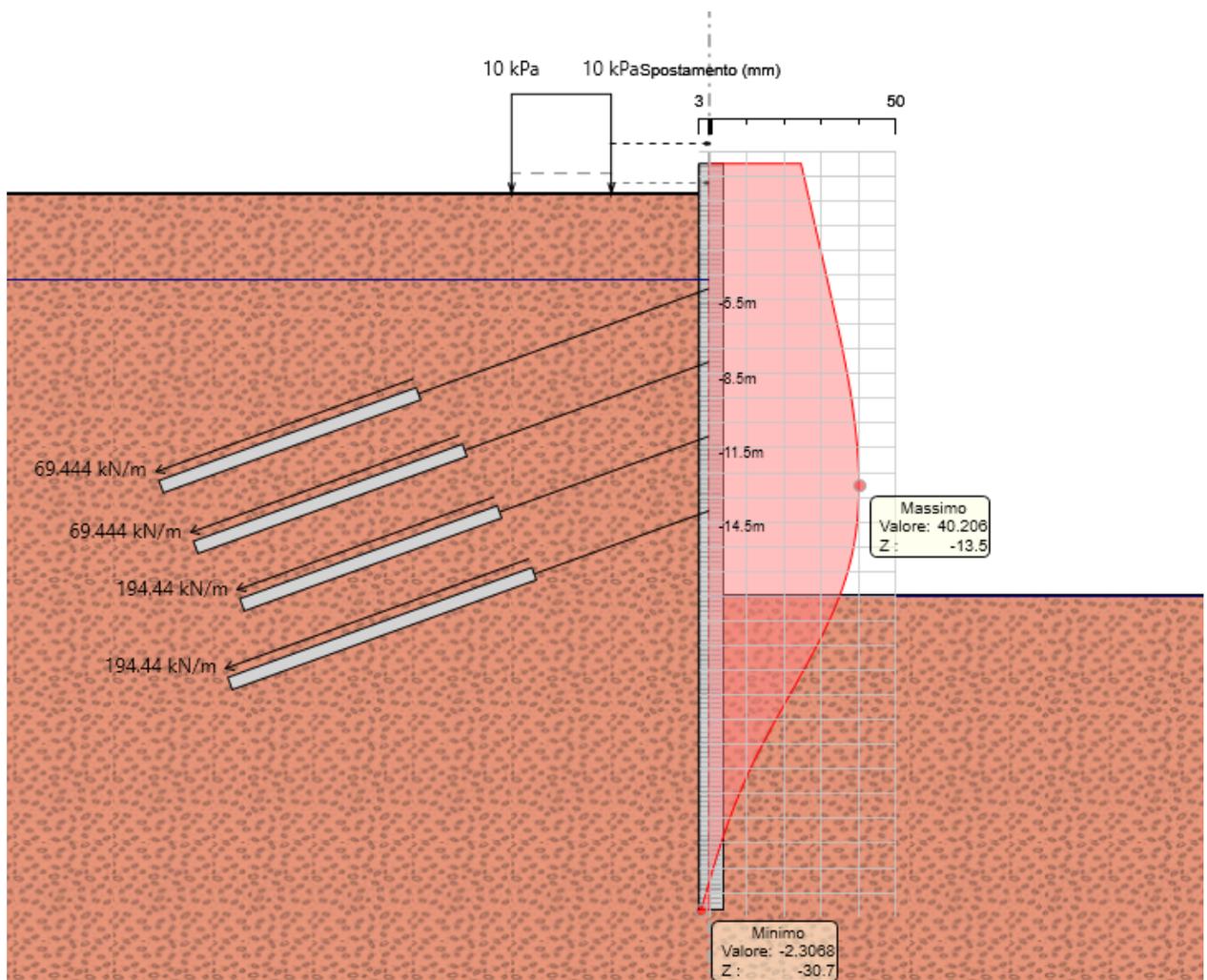


Figura 24. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	55 di 121

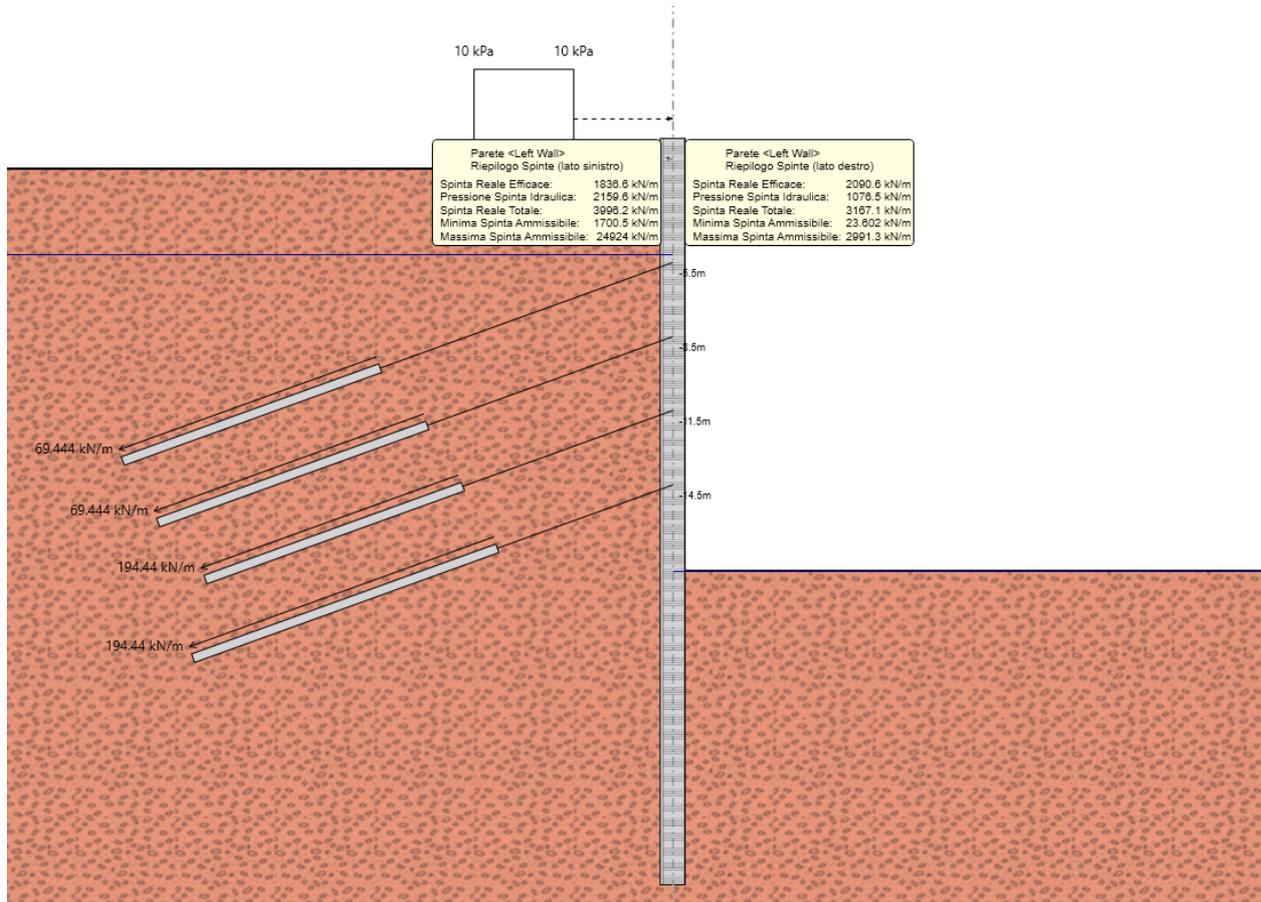


Figura 25. Riepilogo spinte SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	56 di 121

4) Momento di involucro SLU

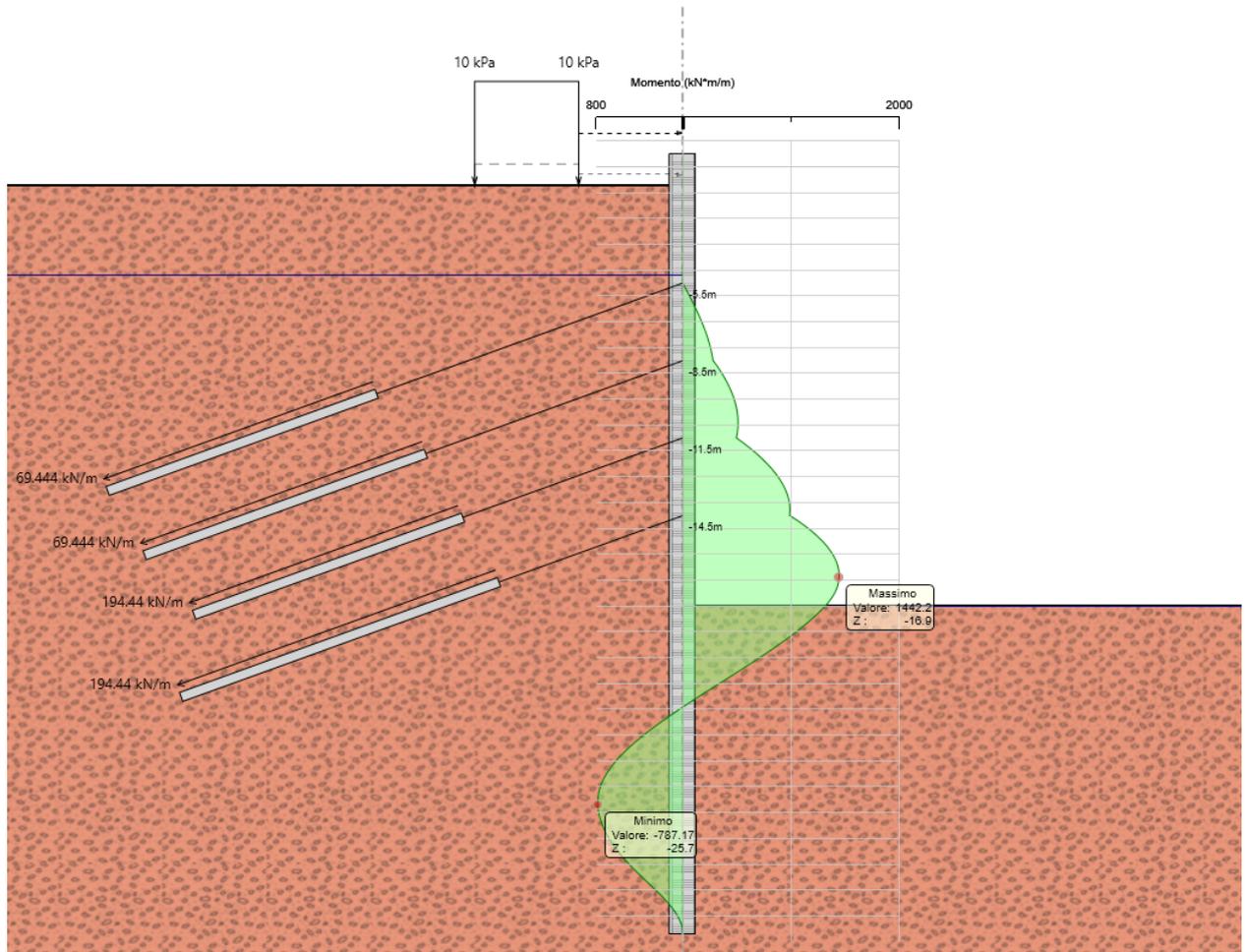


Figura 26. Momento di involucro SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	57 di 121

5) Taglio di involuppo SLU

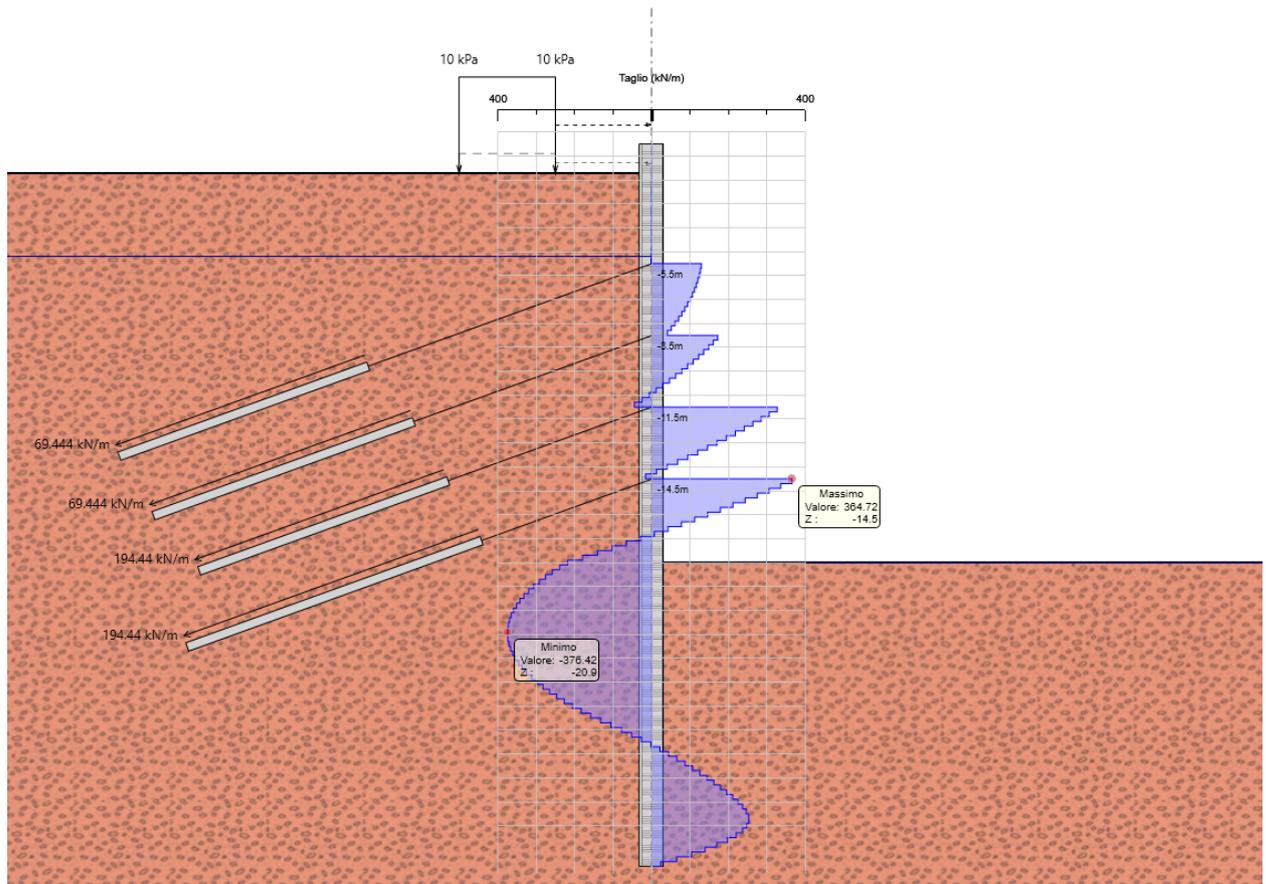


Figura 27. Taglio di involuppo SLU

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

- Verifica tiranti

Tabella 16. Geometrie ordini tiranti a trefoli

Ordine tirante	i	Quota da testa paratia	n° trefoli	L _{libera}	L _{fondazione}	L _{totale}	pretiro
					bulbo		
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[KN]
I	20	5.5	4	12.5	11	23.5	250
II	20	8.5	4	10.5	11.5	22	250
III	20	11.5	5	9	11	20	350
IV	20	14.5	5	7.5	13	20.5	350

Tabella 17. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	τ k [kPa]	ξ
I	18	1.2	150	1.8
II	18	1.2	150	1.8
III	18	1.2	200	1.8
IV	18	1.2	200	1.8

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA- A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr-fond.	Diametro perf.	γ_R	αD	γ_{azioni}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.6	141.41	11	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	540.9	509.1	1.063	si	si
2	3.6	151.36	11.5	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	565.5	544.9	1.038	si	si
3	1.8	416.93	11	200	19	1.15	22.8	1.3	1.2	761.3	750.5	1.014	si	si
4	1.8	436.94	13	200	18	1.15	21.6	1.3	1.2	852.3	786.5	1.084	si	si

Figura 28. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA- A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr-fond.	Diametro perf.	γ_R	αD	γ_{azioni}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.60	152.32	11	150	18	1.15	21.6	1	1.2	540.9	548.4	0.986	no	si
2	3.60	155.19	11.5	150	18	1.15	21.6	1	1.2	565.5	558.7	1.012	si	si
3	1.8	409.89	11	200	19	1.15	22.8	1	1.2	761.3	737.8	1.032	si	si
4	1.8	410.16	13	200	18	1.15	21.6	1.3	1.2	852.3	738.3	1.154	si	si

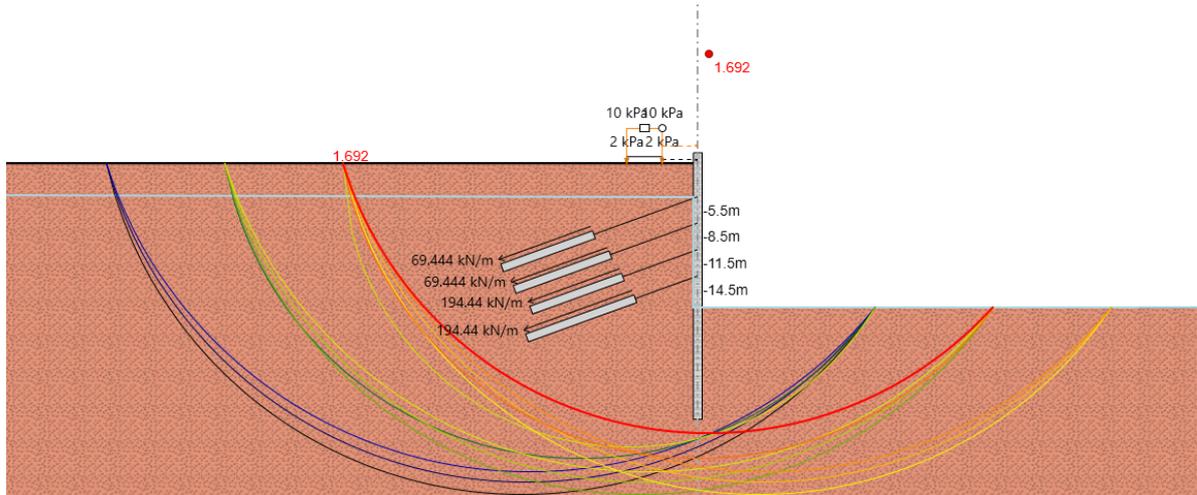
Figura 29. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	59 di 121

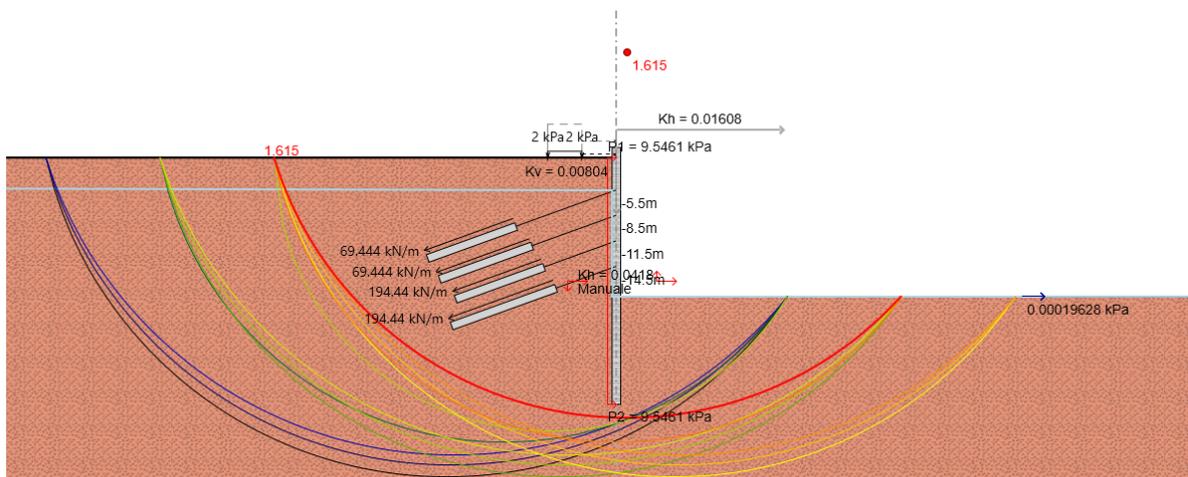
Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=1.692

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS= 1.615

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

6) Verifiche SLU STR

Le verifiche sono state condotte prendendo in considerazione le due sezioni critiche:

- SEZ. A: zona centrale del palo (da z=13.00m a z= 24.00m)

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a. SEZ.A, avente diametro 1000 mm, passo 0.9m (1.80 per il palo armato) , armato con 2 ordini di barre di diametro 26 mm (30 + 10 = 40 totali) con copriferro di 85 mm.

	Nmax	Mmax		Tmax
	<i>daN</i>	<i>daNm</i>		<i>daN</i>
<i>SLU- A1+MI</i>	30827	259596		5400
<i>SLU- A1+MI</i>	38681	67880		67756
<i>SLV</i>	32005	207306		2381
<i>SLV</i>	26114	133357		66704

Tabella 18. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a. – SEZ.A

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	61 di 121

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	30	26
2	0.0	0.0	34.0	10	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

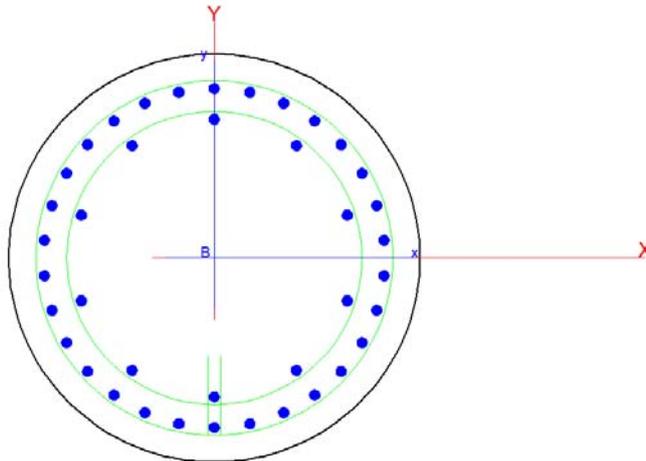
CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	30827	259596	0	5400	0
2	38681	67880	0	67756	0
3	32005	207306	0	2381	0
4	26114	133357	0	66704	0

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	62 di 121



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	30827	259596	0	30834	266594	0	1.03	212.4(23.6)
2	S	38681	67880	0	38699	267860	0	3.95	212.4(23.6)
3	S	32005	207306	0	31978	266802	0	1.29	212.4(23.6)
4	S	26114	133357	0	26115	265729	0	1.99	212.4(23.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	63 di 121

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00264	0.0	41.5	-0.00571	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00265	0.0	41.5	-0.00563	0.0	-41.5
3	0.00350	0.0	50.0	0.00265	0.0	41.5	-0.00569	0.0	-41.5
4	0.00350	0.0	50.0	0.00264	0.0	41.5	-0.00576	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000100621	-0.001531029	----	----
2	0.000000000	0.000099773	-0.001488631	----	----
3	0.000000000	0.000100485	-0.001524245	----	----
4	0.000000000	0.000101192	-0.001559577	----	----

Tabella 19. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	20	ϕ	26.0
Asl	10619	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.016					
ρ_1	0.016		Vrd	403.0	kN	
vmin	0.325		Ved	678	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.59	-	
Vrd	402999	N				
Occorre armatura a taglio						

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Tabella 20. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	20	ϕ	26.0
Asl	10619	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.016					
ρ_1	0.016		Vrd	403.0	KN	
vmin	0.325		Ved	667	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.60	-	
Vrd	402999	N				
Occorre armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche non risultano essere soddisfatte in condizioni statiche, quindi è necessario armare a taglio: si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm, armata al 100% delle barre longitudinali per la zona interessata.

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	65 di 121

ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	5400	150341	266176	77.0 66.1	90.6	2.500	1.028	0.8	41.2(0.0)
2	S	67756	151088	265728	77.0 66.0	90.6	2.500	1.035	10.5	41.2(0.0)
3	S	2381	150451	266105	77.0 66.1	90.6	2.500	1.029	0.4	41.2(0.0)
4	S	66704	149910	266473	77.0 66.2	90.6	2.500	1.023	10.3	41.2(0.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

- SEZ. B: interessa la zona (da testa palo a $z=13.00\text{m}$; da $z=24.00$ fino a $z=31.00\text{m}$).

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a. SEZ. B, avente diametro 1000 mm, passo 0.9m (1.80 per il palo armato) , armato con 1 ordine di barre di diametro 26 mm (20 in totale) con copriferro di 85 mm.

	Nmax	Mmax		Tmax
	<i>daN</i>	<i>daNm</i>		<i>daN</i>
<i>SLU- A1+MI</i>	48106	141691		3690
<i>SLU- A1+MI</i>	20617	100458		58680
<i>SLV</i>	49676	105885		1975
<i>SLV</i>	20224	20160		54049

Tabella 21. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a. – SEZ.B

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto f_{cd} :	141.60	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	70.80	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza $ec2$:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale E_c :	314750	daN/cm ²
Resis. media a trazione f_{ctm} :	26.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. f_{yk} :	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura f_{tk} :	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto f_{yd} :	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto f_{td} :	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068	
	Modulo Elastico E_f :	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	67 di 121

Raggio circ.: 50.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	20	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

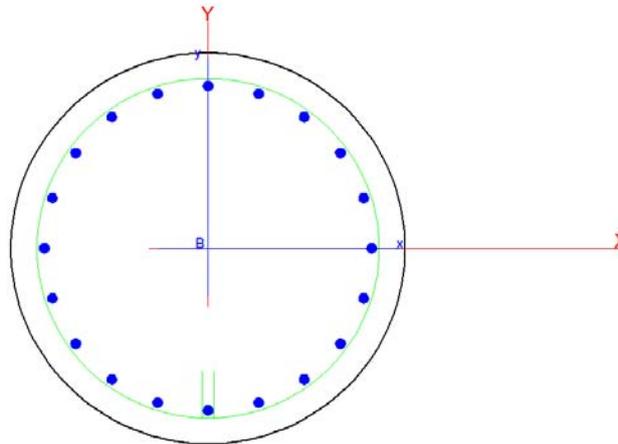
CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	48106	141691	0	3690	0
2	20617	100458	0	58680	0
3	49676	105885	0	1975	0
4	20224	20160	0	54049	0

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	68 di 121



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	48106	141691	0	48094	160691	0	1.13 106.2(23.6)	
2	S	20617	100458	0	20589	154213	0	1.54 106.2(23.6)	
3	S	49676	105885	0	49670	161057	0	1.52 106.2(23.6)	
4	S	20224	20160	0	20215	154124	0	7.65 106.2(23.6)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	69 di 121

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00247	0.0	41.5	-0.00764	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00240	0.0	41.5	-0.00829	0.0	-41.5
3	0.00350	0.0	50.0	0.00247	0.0	41.5	-0.00761	0.0	-41.5
4	0.00350	0.0	50.0	0.00240	0.0	41.5	-0.00830	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000121752	-0.002587584	----	----
2	0.000000000	0.000128863	-0.002943160	----	----
3	0.000000000	0.000121367	-0.002568363	----	----
4	0.000000000	0.000128965	-0.002948248	----	----

Tabella 22. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	ϕ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.008					
ρ_1	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	587	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.55	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Tabella 23. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	ϕ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.008					
ρ_1	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	540	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.59	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche non risultano essere soddisfatte in condizioni statiche, quindi è necessario armare a taglio: si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm, armata al 100% delle barre longitudinali per la zona interessata.

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	71 di 121

ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	3690	154058	153834	78.4 69.5	87.0	2.500	1.043	0.5	22.6(0.0)
2	S	58680	149983	156090	79.0 70.5	85.5	2.500	1.019	8.5	22.6(0.0)
3	S	1975	154183	153756	78.4 69.5	87.0	2.500	1.045	0.3	22.6(0.0)
4	S	54049	149950	156108	79.0 70.5	85.5	2.500	1.018	7.8	22.6(0.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	141.41	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	509.1	1.586	si
2	4	3.60	151.36	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	544.9	1.482	si
3	5	1.80	416.93	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	750.5	1.345	si
4	5	1.80	436.94	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	786.5	1.283	si

Figura 30. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	152.32	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	548.4	1.472	si
2	4	3.60	155.19	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	558.7	1.445	si
3	5	1.80	409.89	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	737.8	1.368	si
4	5	1.80	410.16	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	738.3	1.367	si

Figura 31. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie			Tipo di acciaio			Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{m0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]	HEB 160	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	141.41	3.6	S355	355	1.05	338.0952	2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	152.32															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t _f	(235/f _y) ^{0.5}
STATICO	91.63368	127.269	1.3	119.1238	165.4497	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.00	>1	2.076467	>1
SISMICO	98.70336	137.088	1	98.70336	137.088	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.21	>1	2.506061	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
<i>Classificazione dell'anima per flessione</i>		CLASSE 1
<i>Classificazione dell'anima per compressione</i>		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
<i>Classificazione delle ali per flessione</i>		CLASSE 1

Figura 32. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	74 di 121

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	151.36					338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	155.19	3.60	S355	355	1.05		2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f _y) ^{0.5}		
STATICO	90.44042	136.224	1.3	117.5725	177.0912	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.02	>1	1.939966	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	100.56312	139.671	1	100.5631	139.671	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.19	>1	2.459715	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio

 f_y 355 [MPa]

Coefficiente ε

ε 0.81 [-]

Classificazione dell'anima

Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature

c 104.00 [mm]

Spessore dell'anima

 t_w 8.00 [mm]

Rapporto tra altezza e spessore

 c/t_w 13.00 [-]

Classificazione dell'anima per flessione

CLASSE 1

Classificazione dell'anima per compressione

CLASSE 1

Classificazione delle ali

Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature

c 61 [mm]

Spessore delle ali

 t_f 13.00 [mm]

Rapporto tra semi larghezza e spessore

 c/t_f 4.69 [-]

Classificazione delle ali per flessione

CLASSE 1

Figura 33. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	416.93					338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	409.89	1.80	S355	355	1.05		2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,Rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f _y) ^{0.5}		
STATICO	67.54266	187.6185	1.3	87.80546	243.9041	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.36	>1	1.408549	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	66.40218	184.4505	1	66.40218	184.4505	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.80	>1	1.862564	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE		
Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1

Figura 34. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 4 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	293.01		S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	243.01	1.80					2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ _f	(235/f _y) ^{0.5}
STATICO	47.46762	131.8545	1.3	61.70791	171.4109	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.94	>1	2.004254	>1
SISMICO	39.36762	109.3545	1	39.36762	109.3545	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	3.04	>1	3.141626	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE	
Valore di snervamento dell'acciaio	f _y 355 [MPa]
Coefficiente ε	ε 0.81 [-]
Classificazione dell'anima	
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c 104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w 8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w 13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione	CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione	CLASSE 1
Classificazione delle ali	
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c 61 [mm]
Spessore delle ali	t _f 13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f 4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione	CLASSE 1

Figura 35. Verifica della trave di ripartizione del quarto ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

9.1.3 Paratia frontale H=26m – 3 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

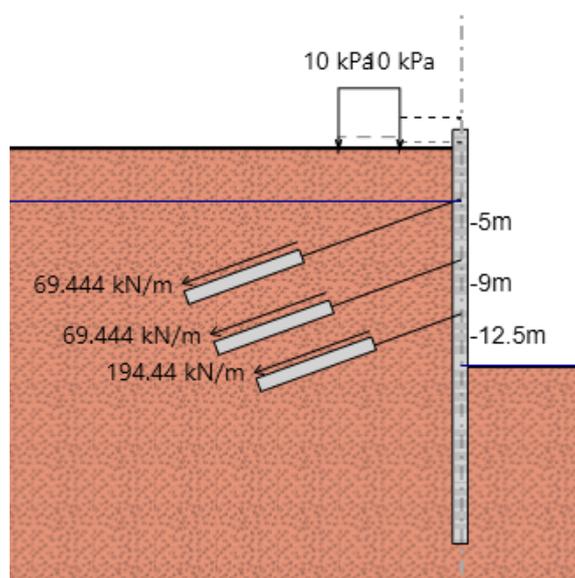


Figura 36. Schema di calcolo paratia

Tabella 24. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali CFA $\phi 1000$ ad interasse 0.90 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 26.00\text{m (palo)} + 1.2 \text{ m (cordolo)}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 14.30 \text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 14.50\text{m}$
Ordini di tiranti (n°)	3
Passo orizzontale tiranti	da 3.60m a 1.80m
Passo verticale dei tiranti	Da 3.50m a 4.00m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 10$ kPa
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0$ kPa

Tabella 25. Parametri geotecnici di calcolo

Terreno	z_f	γ	c'	φ	E_{op}
	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
<i>c</i>	2	19	0	20	15
<i>GPQ</i>	-	21	18.5	25	110

Tabella 26. Parametri per l'analisi sismica

Terreno	Condizione	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	$a_g(g)$	S	a_{max}/g	u_s	β
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
<i>c</i>	SLV	B	T1	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52
<i>GPQ</i>	SLV	B	T1	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52

Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 5.22 m da p.c.;
- 2) Prescavo di ribasso di 1.00 m da estradosso cordolo
- 3) Primo scavo fino a quota $z = 6.00$ m;
- 4) Posa del primo ordine di tiranti a $z = 5.00$ m;
- 5) Secondo scavo fino a quota $z = 9.50$ m;
- 6) Posa del secondo ordine a $z = 9.00$;
- 7) Terzo scavo fino a quota $z = 13.00$ m;
- 8) Posa del terzo ordine di tiranti a $z = 12.50$ m;
- 9) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)" di 19.65 m da testa cordolo, posizione della falda a monte a $z = -5.22$ m dal p.c., posizione della falda a valle sotto quota piano di scavo.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	79 di 121

Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti.

3) Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

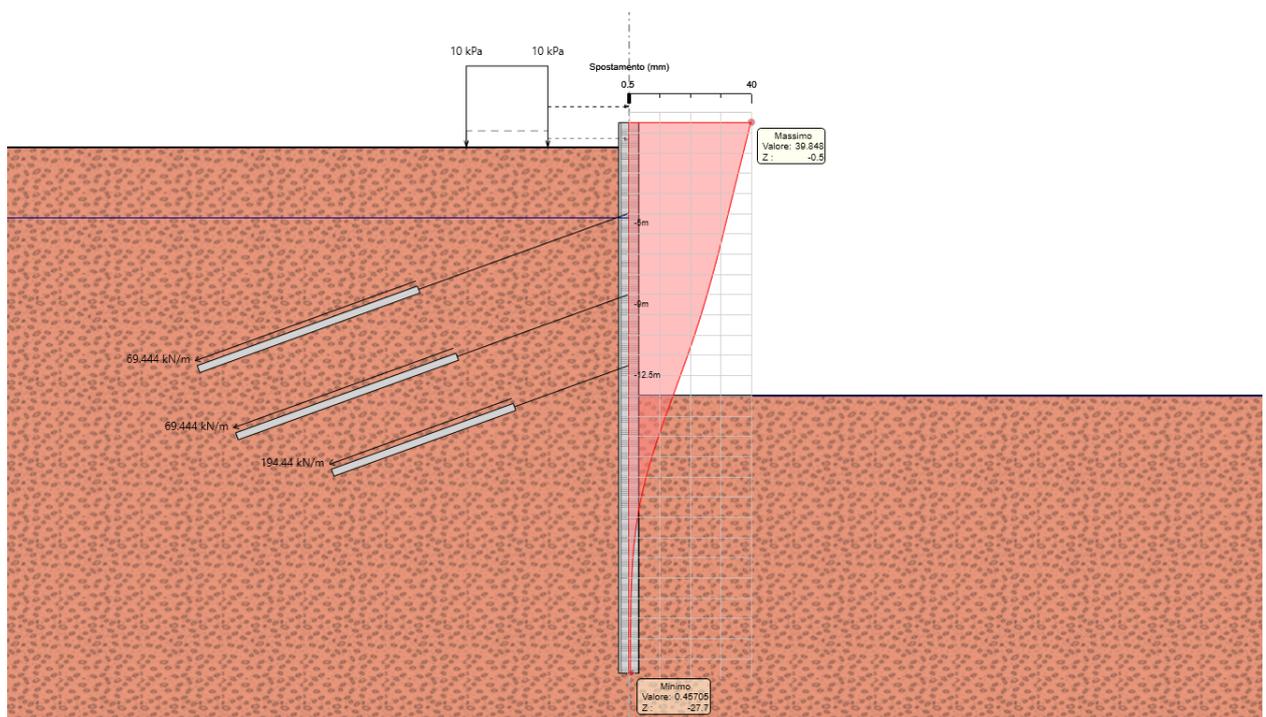


Figura 37. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	80 di 121

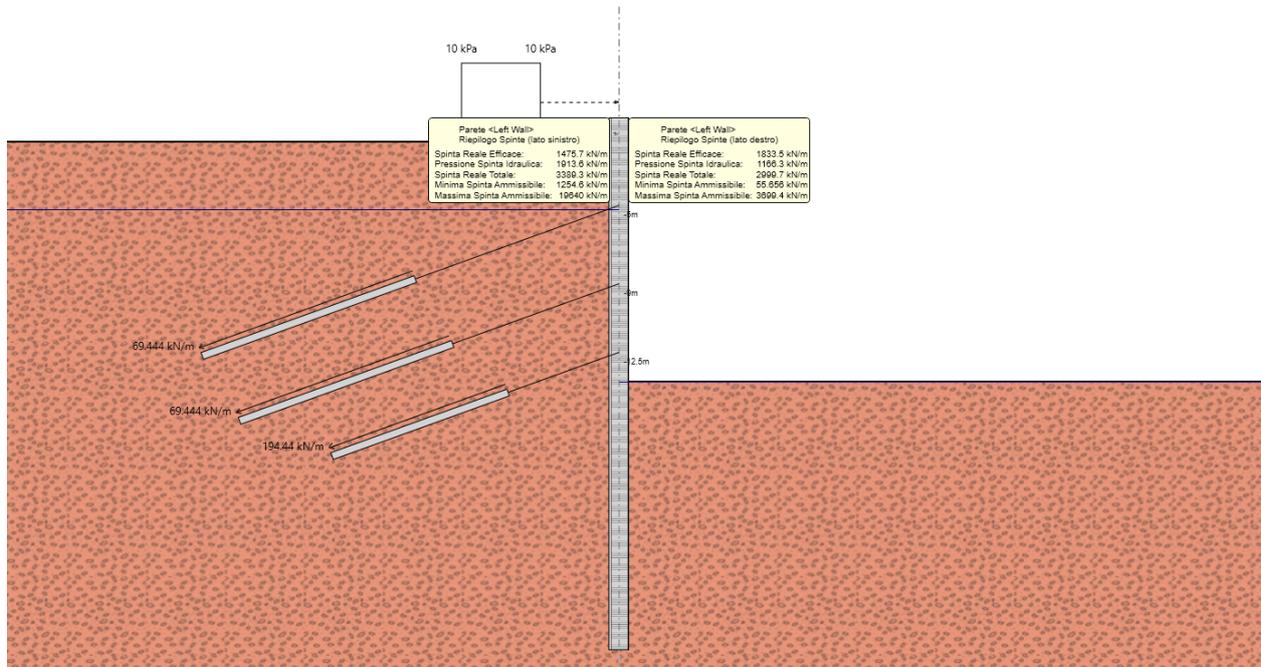


Figura 38. Riepilogo spinte SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	81 di 121

7) Momento di involucro SLU

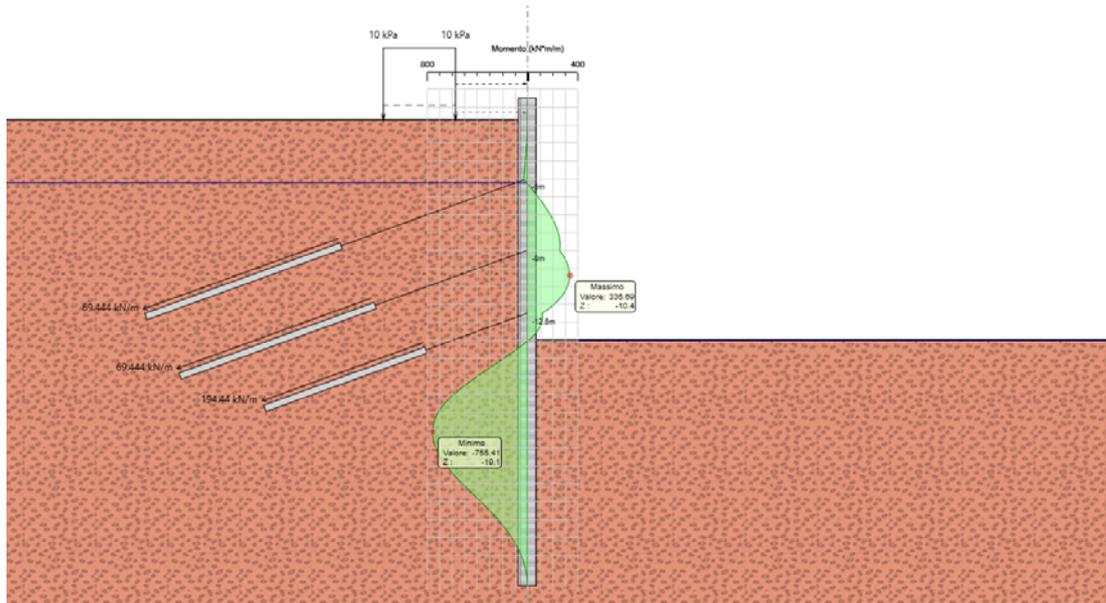


Figura 39. Momento di involucro SLU

8) Taglio di involucro SLU

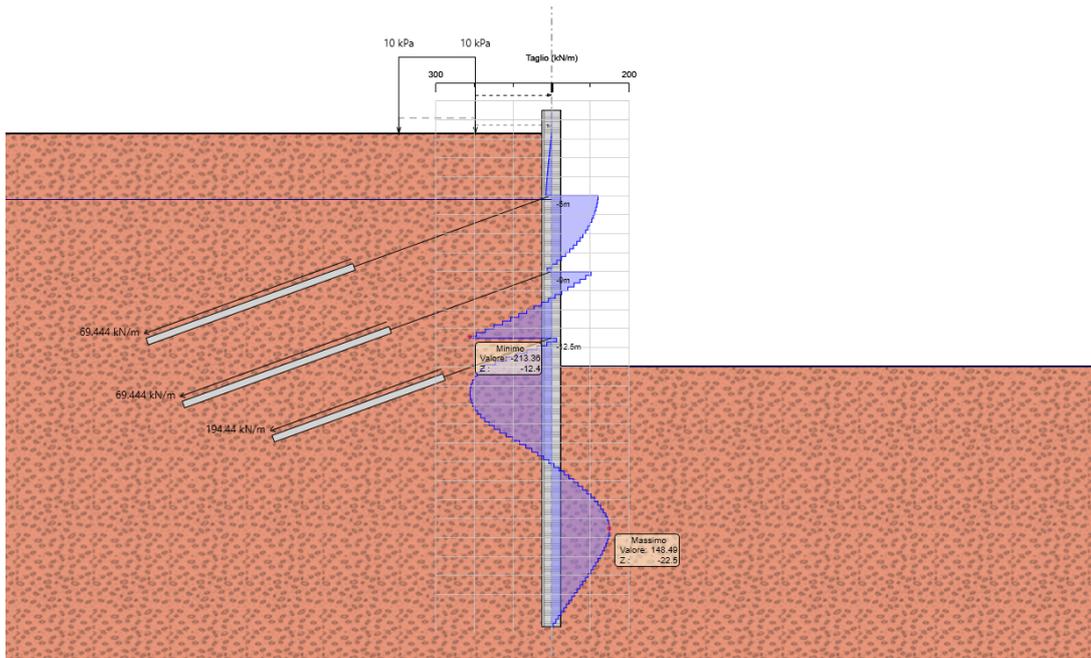


Figura 40. Taglio di involucro SLU

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

- Verifica tiranti

Tabella 27. Geometrie ordini tiranti a trefoli

Ordine tirante	i	Quota da testa paratia	n° trefoli	L _{libera}	L _{fondazione}	L _{totale}	pretiro
					bulbo		
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[KN]
I	20	5	4	11	11.5	22.5	250
II	20	9	4	9	11.5	20.5	250
III	20	12.5	5	6	9.5	15.5	350

Tabella 28. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	τ k [kPa]	ξ
I	18	1.2	150	1.8
II	18	1.2	150	1.8
III	18	1.2	200	1.8

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr.fond.	Diametro perf.	γ_R	αD	γ_{azione}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.6	144.71	11.5	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	565.5	521.0	1.085	si	si
2	3.6	135.59	11.5	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	565.5	488.1	1.158	si	si
3	1.80	258.55	9.5	200	18	1.15	21.6	1.3	1.2	622.9	465.4	1.338	si	si

Figura 41. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA- A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr.fond.	Diametro perf.	γ_R	αD	γ_{azione}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.sfilamento	V. g. resistenza (*)
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.60	146.89	11.5	150	18	1.15	21.6	1	1.2	565.5	528.8	1.069	si	si
2	3.60	131.42	11.5	150	18	1.15	21.6	1	1.2	565.5	473.1	1.195	si	si
3	1.80	258.54	9.5	200	18	1.15	21.6	1	1.2	622.9	465.4	1.338	si	si

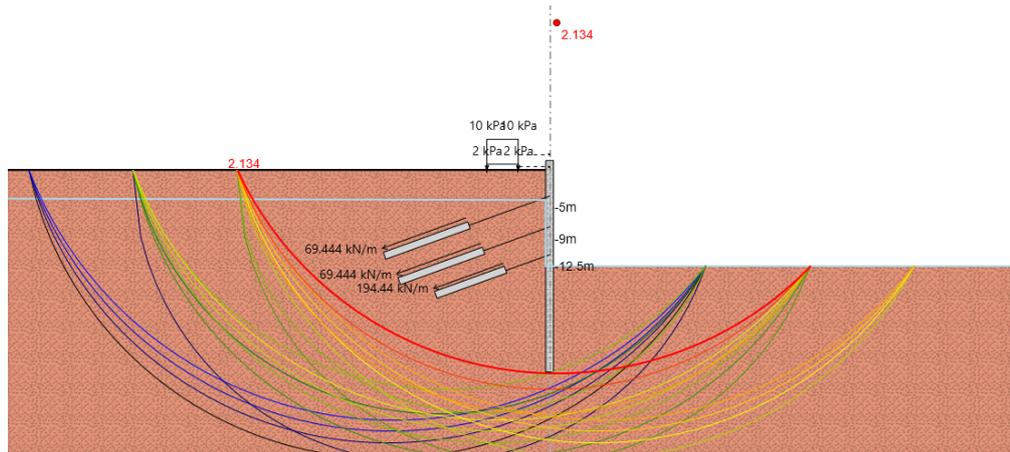
Figura 42. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

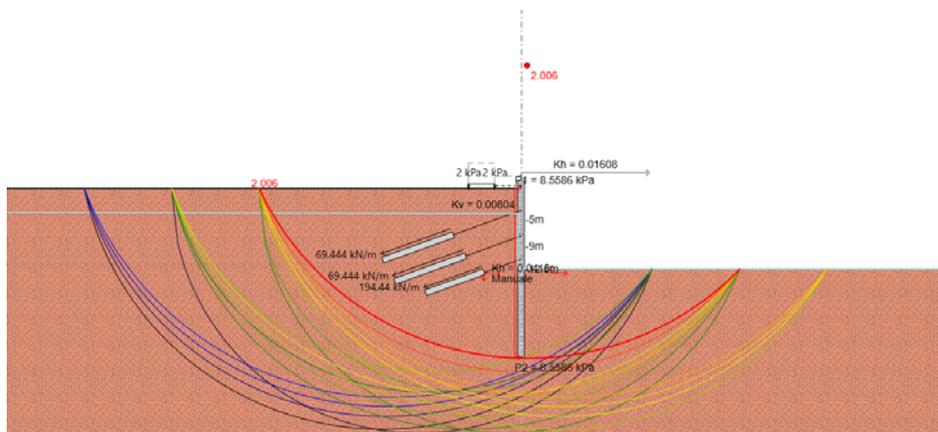
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	83 di 121

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=2.134

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS= 2.006

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

9) Verifiche SLU STR

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 0.9m (1.80 per il palo armato), armato con 1 ordine di barre di diametro 26 mm (28 totali) con copriferro di 85 mm.

	Nmax	Mmax		Tmax
	<i>daN</i>	<i>daNm</i>		<i>daN</i>
SLU- A1+MI	35147	135974		1483
SLU- A1+MI	21991	60604		38340
SLV	36325	152257		1975
SLV	21991	12182		34981

Tabella 29. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	85 di 121

Raggio circ.: 50.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	28	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

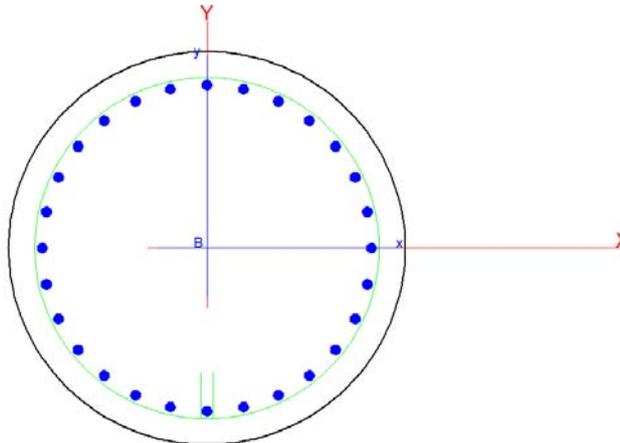
CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	35147	135974	0	1483	0
2	21991	60604	0	38340	0
3	36325	152257	0	1975	0
4	21991	12182	0	34981	0

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	86 di 121



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.7 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	35147	135974	0	35151	207026	0	1.52	148.7(23.6)
2	S	21991	60604	0	21990	204246	0	3.37	148.7(23.6)
3	S	36325	152257	0	36327	207273	0	1.36	148.7(23.6)
4	S	21991	12182	0	21990	204246	0	16.77	148.7(23.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	87 di 121

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00254	0.0	41.5	-0.00680	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00252	0.0	41.5	-0.00703	0.0	-41.5
3	0.00350	0.0	50.0	0.00255	0.0	41.5	-0.00678	0.0	-41.5
4	0.00350	0.0	50.0	0.00252	0.0	41.5	-0.00703	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000112549	-0.002127426	----	----
2	0.000000000	0.000115092	-0.002254619	----	----
3	0.000000000	0.000112322	-0.002116119	----	----
4	0.000000000	0.000115092	-0.002254619	----	----

Tabella 30. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	14	ϕ	26.0
Asl	7433	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.012					
ρ_1	0.012		Vrd	357.8	kN	
vmin	0.325		Ved	383	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.93	-	
Vrd	357824	N				
Occorre armatura a taglio						

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Tabella 31. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	14	ϕ	26.0
Asl	7433	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.012					
ρ_1	0.012		Vrd	357.8	kN	
vmin	0.325		Ved	350	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	1.02	-	
Vrd	357824	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche non risultano essere soddisfatte in condizioni statiche, quindi è necessario armare a taglio: si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm, armata al 100% delle barre longitudinali per la zona interessata.

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	89 di 121

L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1483	151830	150965	77.9 68.2	88.4	2.500	1.032	0.2	22.6(0.0)
2	S	38340	150719	151549	77.9 68.5	88.4	2.500	1.020	5.7	22.6(0.0)
3	S	1975	151928	150912	77.9 68.2	88.4	2.500	1.033	0.3	22.6(0.0)
4	S	34981	150719	151549	77.9 68.5	88.4	2.500	1.020	5.2	22.6(0.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(L)k}$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	144.71	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	521.0	1.550	si
2	4	3.60	135.59	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	488.1	1.654	si
3	5	1.80	258.55	1.39	1670	1.3	1.15	1	1009.3	465.4	2.169	si

Figura 43. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(L)k}$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	146.89	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	528.8	1.527	si
2	4	3.60	131.42	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	473.1	1.707	si
3	5	1.80	258.54	1.39	1670	1	1.15	1	1009.3	465.4	2.169	si

Figura 44. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE																
A1+M1	Dati da Paratie			Tipo di acciaio			Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{mo}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	144.71	3.60	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160 2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	146.89															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)	
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/t _f	(235/f _y) ^{0.5}
STATICO	90.5826	130.239	1.3	117.7574	169.3107	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.02	>1	2.029115	>1
SISMICO	95.18472	132.201	1	95.18472	132.201	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.26	>1	2.598701	>1

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
<i>Classificazione dell'anima per flessione</i>		CLASSE 1
<i>Classificazione dell'anima per compressione</i>		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
<i>Classificazione delle ali per flessione</i>		CLASSE 1

Figura 45. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e	b	t _{flangia}	t _{web}	r	h _{web}	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	[MPa]	[MPa]	[-]	[MPa]	numero	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	135.59	3.60	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	131.42						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	M _{el,Rd}	M _{pl,Rd}	M _{rd}	V _{pl,Rd}	M _{rd} /M _{ed}	V _{rd} /V _{ed}	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ _f	(235/f _y) ^{0.5}		
STATICO	87.86232	122.031	1.3	114.221	158.6403	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.05	>1	2.165597	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	85.16016	118.278	1	85.16016	118.278	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.41	>1	2.904605	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1

Figura 46. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 3 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie [kN/m]	passo [m]	Tipo acciaio	f _{yk} [MPa]	γ _{M0} [-]	f _{yd} [MPa]	Tipo e numero	b [cm]	t flangia [cm]	t web [cm]	r [cm]	hweb [cm]	W _{el} [cm ³]	W _{pl} [cm ³]	A [cm ²]	Av [cm ²]
CASO	258.55	1.8	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160 2	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
STATICO	258.55															
SISMICO	258.54															

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti					Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk [kN/m]	Vsk [kN]	γ _A [-]	Msd [kN/m]	Vsd [kN]	M _{el,Rd} [kN/m]	M _{pl,Rd} [kN/m]	M _{rd} [kN/m]	V _{pl,rd} [kN]	M _{rd/Med} [-]	V _{rd/Ved} [-]	X	Y			
STATICO	41.8851	116.3475	1.3	54.45063	151.2518	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.20	>1	2.271385	>1	4.69	(235/f _y) ^{0.5}	7.322548621
SISMICO	41.88348	116.343	1	41.88348	116.343	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	2.86	>1	2.952914	>1			

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1

Figura 47. Verifica della trave di ripartizione del terzo ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

9.1.4 Paratia frontale H=24m – 2 tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

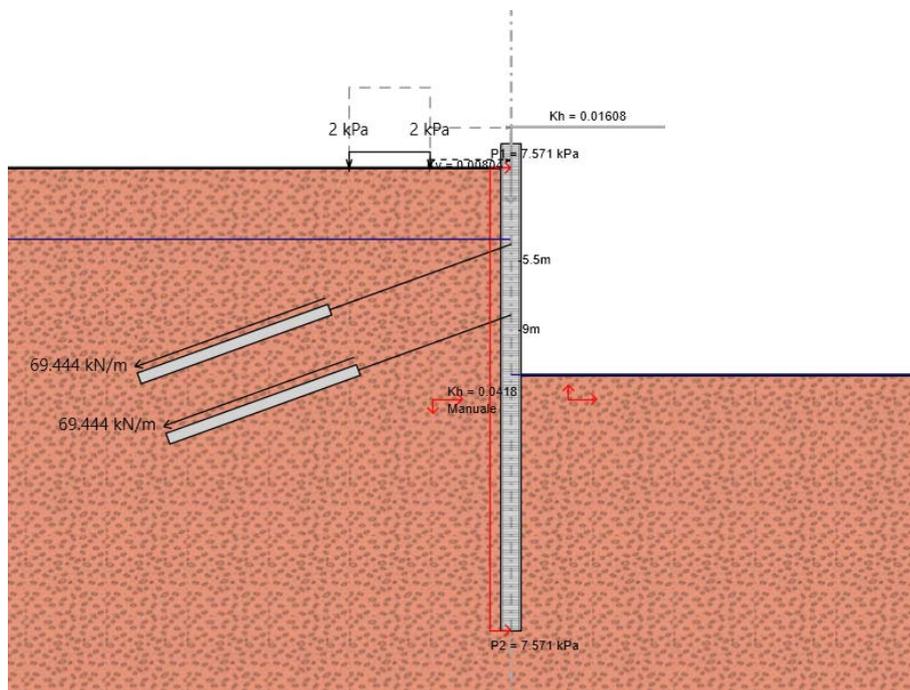


Figura 48. Schema di calcolo paratia

Tabella 32. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali CFA $\phi 1000$ ad interasse 0.90 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 24.00\text{m (palo)} + 1.2\text{ m (cordolo)}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 11.80\text{ m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 12.00\text{m}$
Ordini di tiranti (n°)	2
Passo orizzontale tiranti	da 3.60m
Passo verticale dei tiranti	3.50m

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	g = 0 kPa
Sovraccarichi permanenti a valle	g = 0 kPa
Sovraccarichi accidentali a monte	q = 10 kPa
Sovraccarichi variabili a valle	q = 0 kPa

Tabella 33. Parametri geotecnici di calcolo

Terreno	z_f [m]	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	φ [°]	E_{op} [MPa]
<i>c</i>	2	19	0	20	15
<i>GPQ</i>	-	21	18,5	25	110

Tabella 34. Parametri per l'analisi sismica

Terreno	Condizione	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	$ag(g)$	S	a_{max}/g	u_s [m]	θ [-]
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
<i>c</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52
<i>GPQ</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52

Fasi di calcolo

- 10) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 5.22 m da p.c.;
- 1) Prescavo di ribasso di 1.00 m da estradosso cordolo
- 2) Primo scavo fino a quota $z = 5.90$ m;
- 3) Posa del primo ordine di tiranti a $z = 5.40$ m;
- 4) Secondo scavo fino a quota $z = 9.40$ m;
- 5) Posa del secondo ordine a $z = 8.90$;
- 6) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)" di 19.65 m da testa cordolo, posizione della falda a monte a $z = -5.22$ m dal p.c., posizione della falda a valle sotto quota piano di scavo.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	96 di 121

Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti.

4) Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

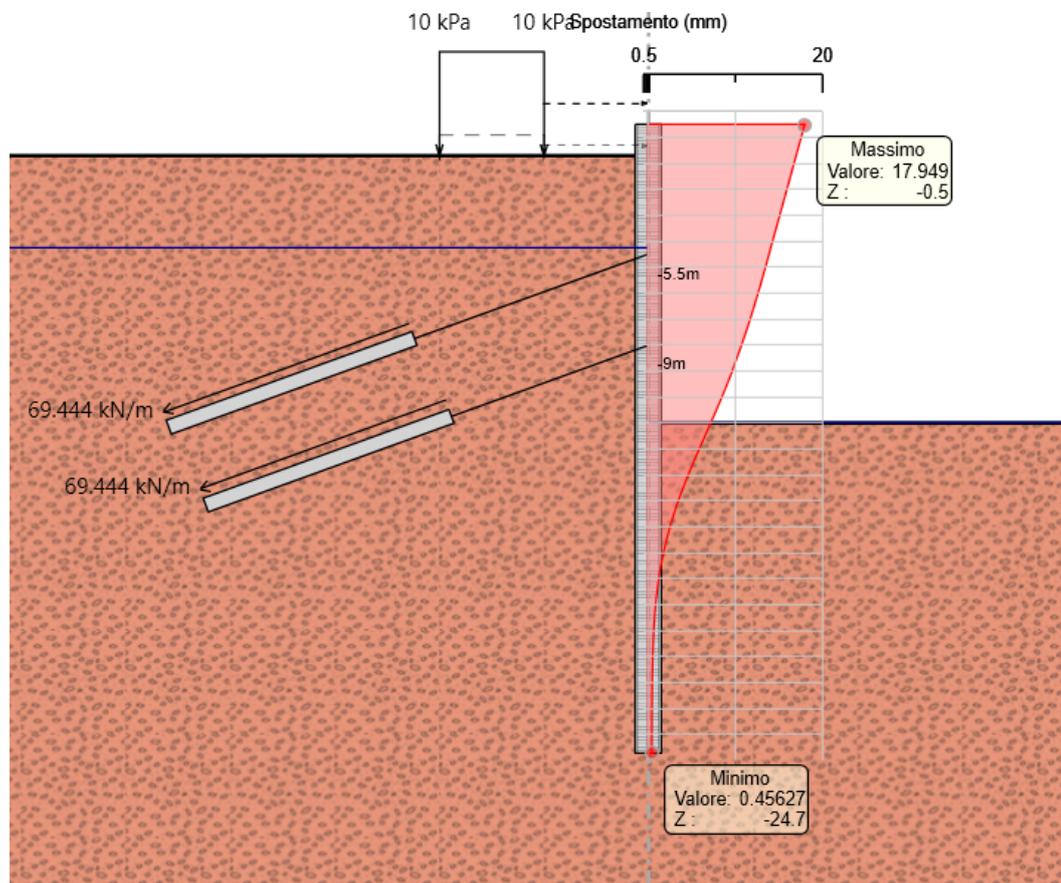


Figura 49. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	97 di 121

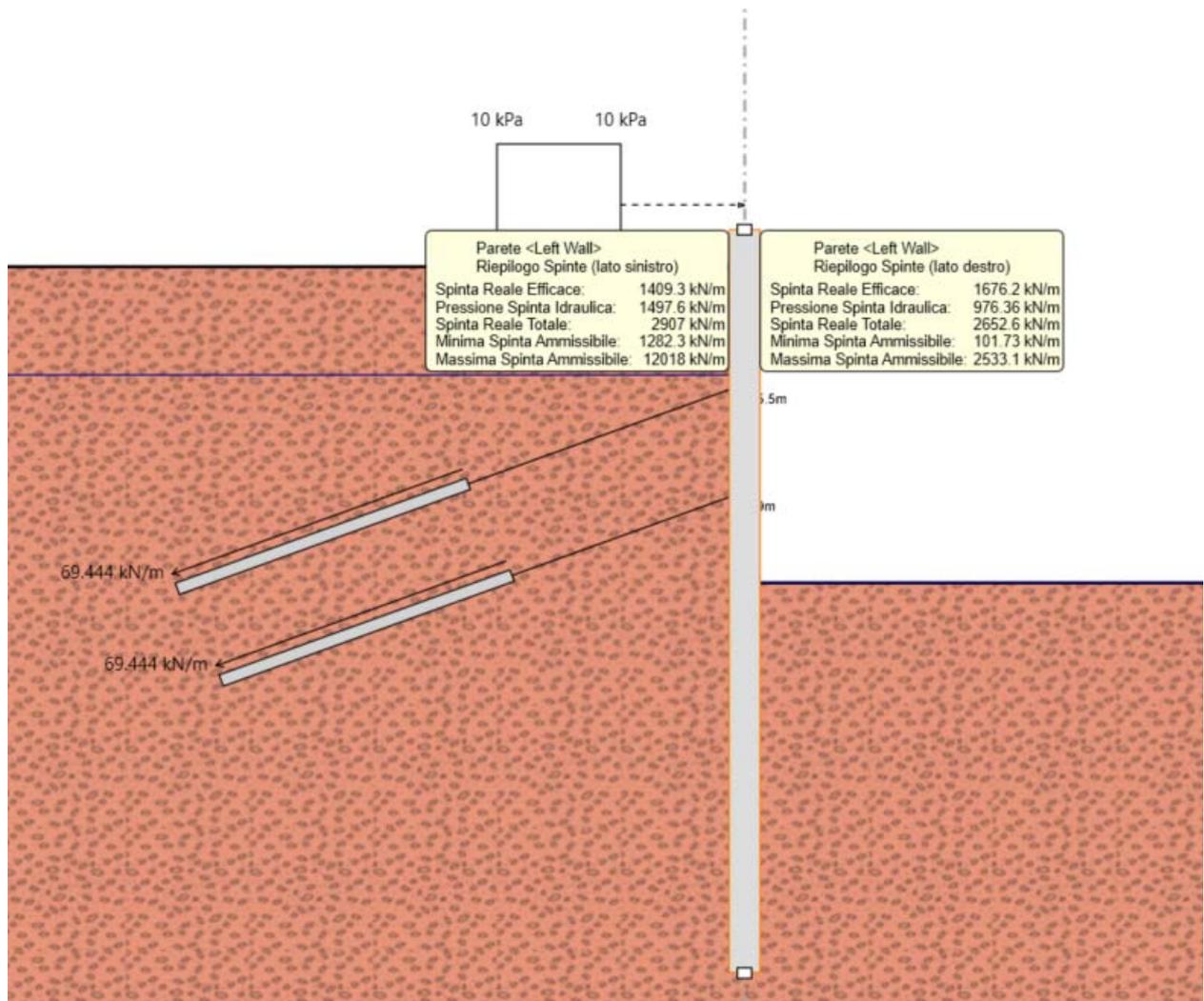


Figura 50. Riepilogo spinte SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	98 di 121

10) Momento di involucro SLU

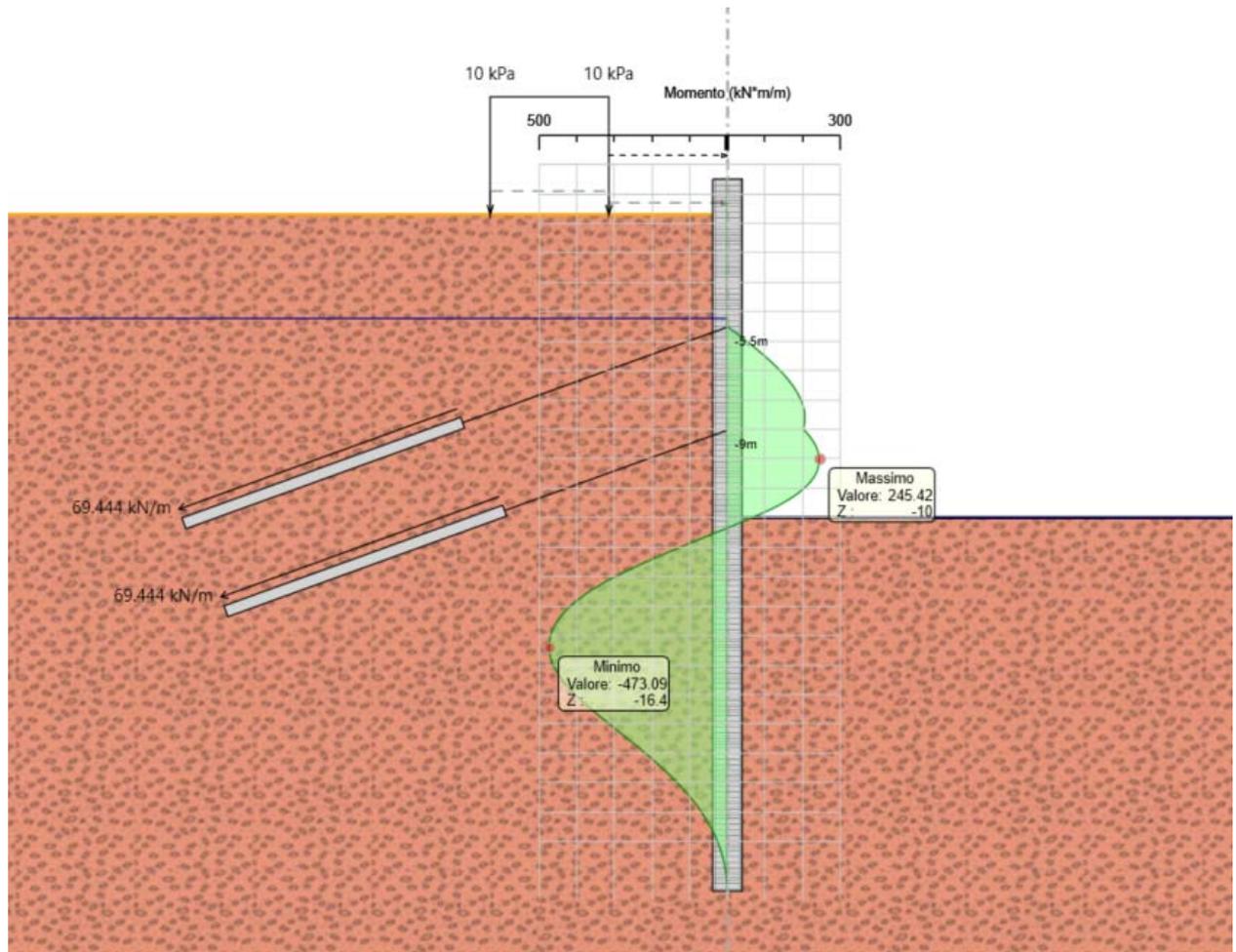


Figura 51. Momento di involucro SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	99 di 121

11) Taglio di involuppo SLU

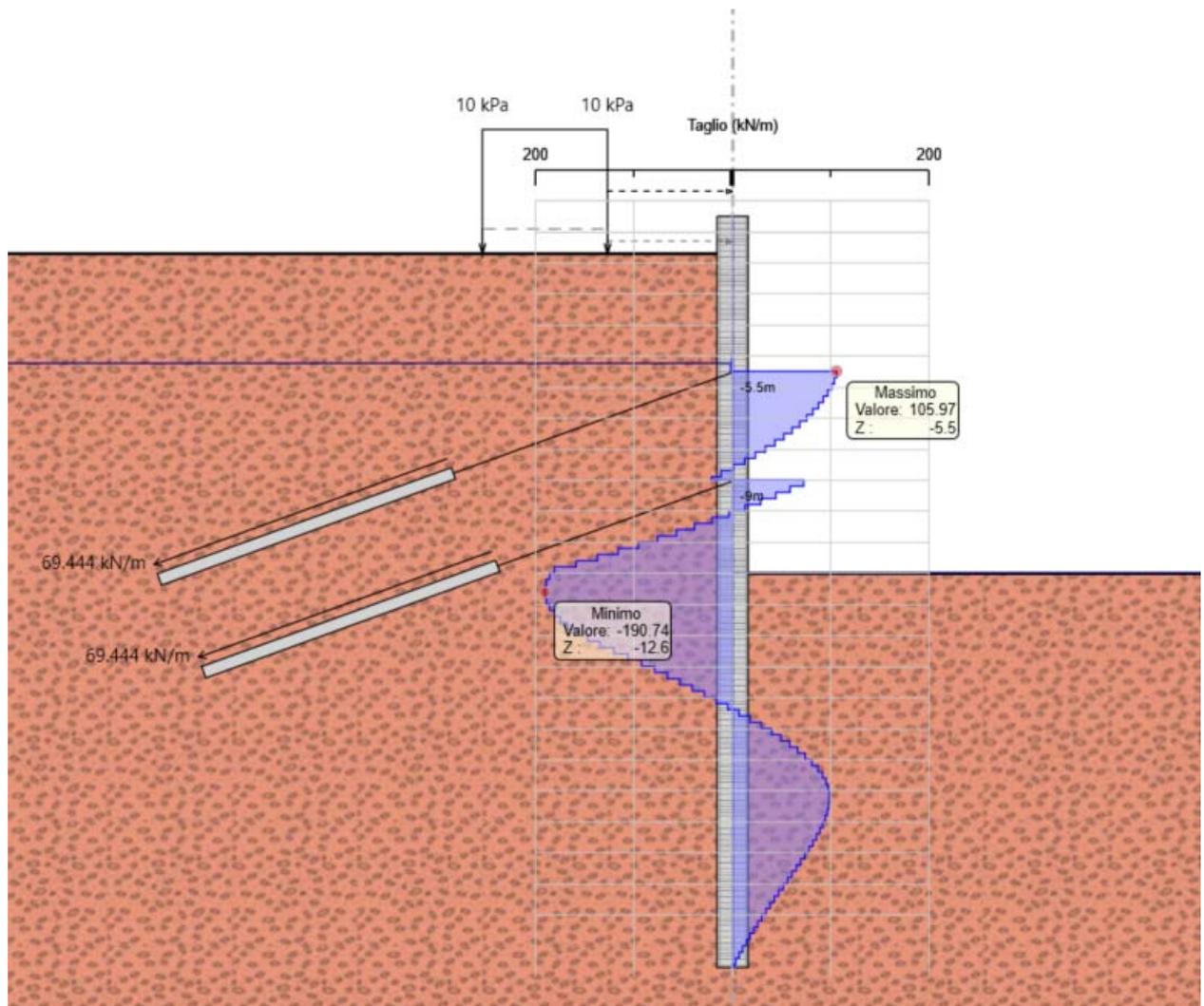


Figura 52. Taglio di involuppo SLU

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

- Verifica tiranti

Tabella 35. Geometrie ordini tiranti a trefoli

Ordine tirante	i	Quota da testa paratia	n° trefoli	L _{libera di progetto}	L _{fondazione}	L _{totale}	pretiro
					bulbo		
[-]	[°]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[KN]
I	20	5.5	4	9.5	8	17.5	250
II	20	9.0	4	8	8	16	250

Tabella 36. Tensioni di aderenza bulbi di ancoraggio

ordine	Diam.Perf. [cm]	coeff. sbulbam.	τ_k [kPa]	ξ
I	18	1.2	150	1.8
II	18	1.2	150	1.8

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE STATICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr.fond.	Diametro perf.	γ_k	αD	γ_{azioni}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.filamento	V.g.resistenza
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.6	116.85	10	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	491.7	420.7	1.169	si	si
2	3.6	110.39	10	150	18	1.15	21.6	1.3	1.2	491.7	397.4	1.237	si	si

Figura 53. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni statiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA ANCORAGGIO S.L.U. - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1														
ordine	passo tiranti	Tiro max paratie	L	τ terr.fond.	Diametro perf.	γ_k	αD	γ_{azioni}	α	Rsd	Esd	Rsd/Esd	V.filamento	V.g.resistenza
[-]	[m]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[cm]	[-]	[cm]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]		
1	3.60	130.12	10	150	18	1.15	21.6	1	1.2	491.7	468.4	1.050	si	si
2	3.60	113.95	10	150	18	1.15	21.6	1	1.2	491.7	410.2	1.199	si	si

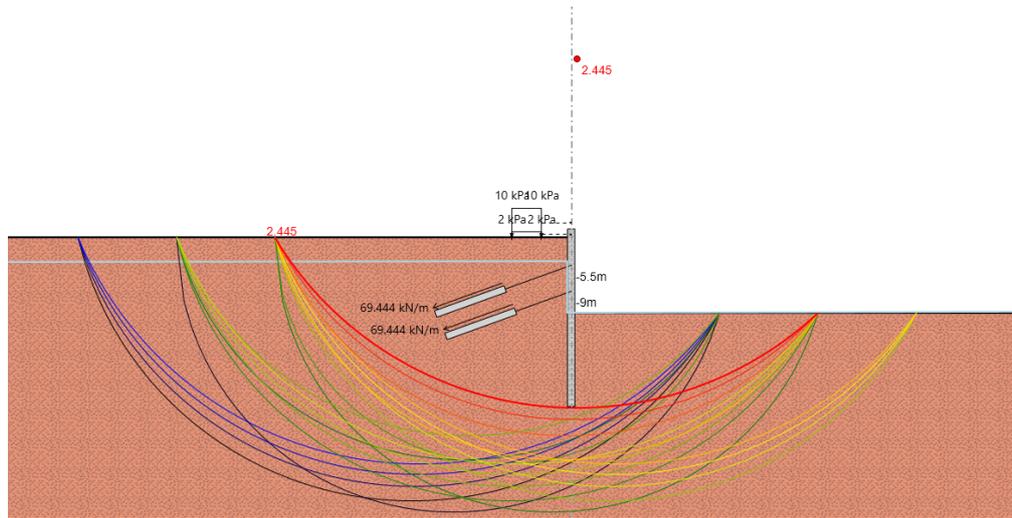
Figura 54. Verifica dell'ancoraggio dei tiranti a trefoli in condizioni sismiche

Le verifiche dell'ancoraggio dei tiranti in condizioni sismiche sono soddisfatte.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

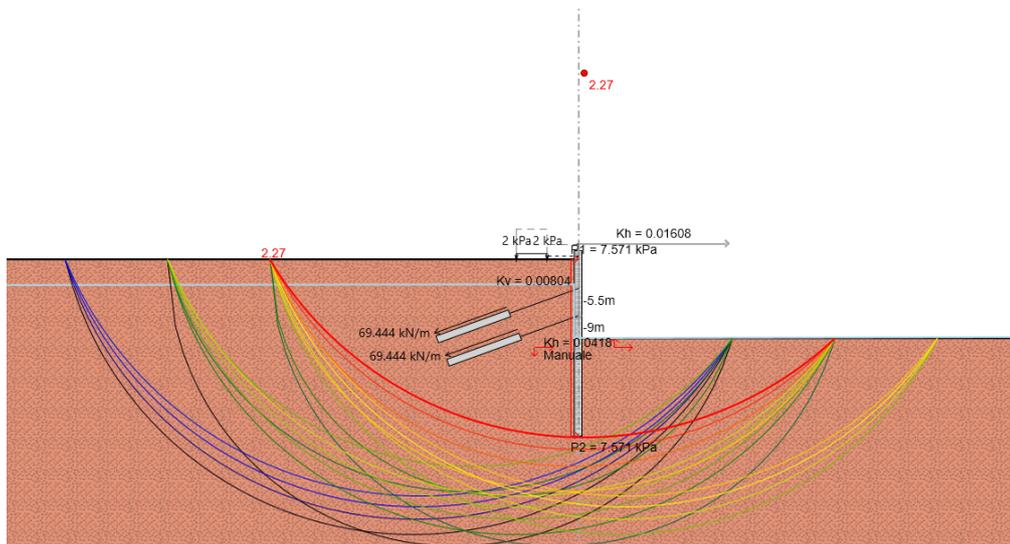
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	101 di 121

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=2.445

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS= 2.270

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

12) Verifiche SLU STR

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 0.9m (1.80 per il palo armato) , armato con 1 ordine di barre di diametro 26 mm (20 totali) con copriferro di 85 mm.

	Nmax	Mmax		Tmax
	<i>daN</i>	<i>daNm</i>		<i>daN</i>
SLU- A1+MI	55577	85156		1170
SLU- A1+MI	9444	1528		34333
SLV	61025	142490		1170
SLV	47222	62059		32936

Tabella 37. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.: 50.0 cm

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	103 di 121

 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	20	26

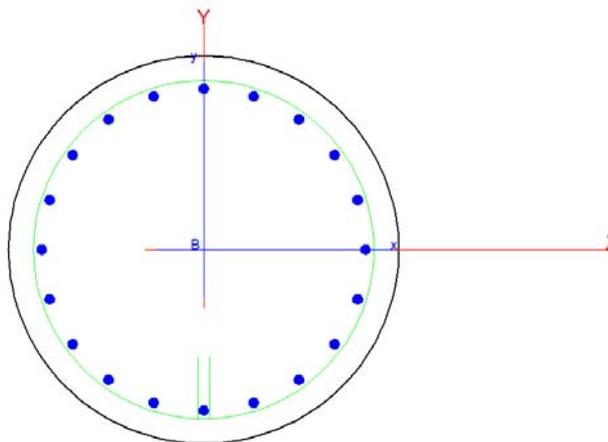
ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	55577	85156	0	1170	0
2	9444	1528	0	34333	0
3	61025	142490	0	1170	0
4	47222	62059	0	32936	0



GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	104 di 121

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	55577	85156	0	55597	162431	0	1.91	106.2(23.6)
2	S	9444	1528	0	9463	151556	0	99.19	106.2(23.6)
3	S	61025	142490	0	61045	163687	0	1.15	106.2(23.6)
4	S	47222	62059	0	47249	160494	0	2.59	106.2(23.6)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	50.0	0.00248	0.0	41.5	-0.00747	0.0	-41.5
2	0.00350	0.0	50.0	0.00238	0.0	41.5	-0.00857	0.0	-41.5
3	0.00350	0.0	50.0	0.00249	0.0	41.5	-0.00735	0.0	-41.5
4	0.00350	0.0	50.0	0.00246	0.0	41.5	-0.00766	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000119909	-0.002495439	----	----

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	105 di 121

2	0.000000000	0.000131893	-0.003094662	----	----
3	0.000000000	0.000118597	-0.002429864	----	----
4	0.000000000	0.000121966	-0.002598324	----	----

Tabella 38. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	ϕ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.008					
ρ_1	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	343	kN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.93	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Tabella 39. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	ϕ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw· d)	0.008					
ρ_1	0.008		Vrd	319.9	KN	
vmin	0.325		Ved	329	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.97	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche non risultano essere soddisfatte in condizioni statiche, quindi è necessario armare a taglio: si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm, armata al 100% delle barre longitudinali per la zona interessata.

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	107 di 121

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1170	154643	153457	78.4 69.4	87.0	2.500	1.050	0.2	22.6(0.0)
2	S	34333	149044	156626	79.3 70.8	85.5	2.500	1.008	5.0	22.6(0.0)
3	S	1170	156758	152312	77.9 68.8	88.4	2.500	1.055	0.2	22.6(0.0)
4	S	32936	153987	153877	78.4 69.5	87.0	2.500	1.042	4.8	22.6(0.0)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	108 di 121

– Verifica dei trefoli in acciaio dei tiranti

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE STATICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	116.85	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	420.7	1.919	si
2	4	3.60	110.39	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	397.4	2.032	si

Figura 55. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni statiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni statiche sono soddisfatte.

VERIFICA DEI TREFOLI A TRAZIONE - CONDIZIONE SISMICA - A1+M1												
ordine	num. trefoli	passo tiranti	Tiro max paratie	Area trefolo	$f_{p(1)k}$	γ_{azioni}	γ_s	γ_R	Rd	Ed	Rsd/Esd	verifica >1
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[cm ²]	[MPa]	[-]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[-]	
1	4	3.60	130.12	1.39	1670	1	1.15	1	807.4	468.4	1.724	si
2	4	3.60	113.95	1.39	1670	1.3	1.15	1	807.4	410.2	1.968	si

Figura 56. Verifiche dei trefoli dei tiranti in condizioni sismiche

Le verifiche dei trefoli in acciaio a trazione in condizioni sismiche sono soddisfatte.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

– Verifica travi di ripartizione

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 1 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{m0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	116.85	3.60	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	130.12						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/tf	(235/f _y) ^{0.5}		
STATICO	75.7188	105.165	1.3	98.43444	136.7145	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.22	>1	2.512908	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	84.31776	117.108	1	84.31776	117.108	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.42	>1	2.933625	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
Classificazione dell'anima per flessione		CLASSE 1
Classificazione dell'anima per compressione		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
Classificazione delle ali per flessione		CLASSE 1

Figura 57. Verifica della trave di ripartizione del primo ordine di tiranti

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	110 di 121

VERIFICA DI PROFILATI TIPO "H" A FLESSIONE E TAGLIO - 2 ORDINE

A1+M1	Dati da Paratie		Tipo di acciaio				Profilato									
	T.Paratie	passo	Tipo	f _{yk}	γ _{M0}	f _{yd}	Tipo e numero	b	t flangia	t web	r	hweb	W _{el}	W _{pl}	A	Av
CASO	[kN/m]	[m]	acciaio	[MPa]	[-]	[MPa]		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ³]	[cm ³]	[cm ²]	[cm ²]
STATICO	110.39	3.60	S355	355	1.05	338.0952	HEB 160	16	1.3	0.8	1.5	13.4	311.5	354	54.25	17.6
SISMICO	113.95						2									

CASO	Azioni sollecitanti					Azioni resistenti				Verifiche		controllo classe sezione (*)			
	Msk	Vsk	γ _A	Msd	Vsd	Mel,Rd	Mpl,Rd	Mrd	Vpl,rd	Mrd/Med	Vrd/Ved	X	Y		
	[kN/m]	[kN]	[-]	[kN/m]	[kN]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN]	[-]	[-]	C/τ _f	(235/f _y) ^{0.5}		
STATICO	71.53272	99.351	1.3	92.99254	129.1563	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.29	>1	2.659962	>1	4.69	7.322548621
SISMICO	73.8396	102.555	1	73.8396	102.555	105.3167	119.6857	119.6857	343.5509	1.62	>1	3.349919	>1		

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE

Valore di snervamento dell'acciaio	f _y	355 [MPa]
Coefficiente ε	ε	0.81 [-]
Classificazione dell'anima		
Altezza dell'anima depurata dei raccordi o delle saldature	c	104.00 [mm]
Spessore dell'anima	t _w	8.00 [mm]
Rapporto tra altezza e spessore	c/t _w	13.00 [-]
<i>Classificazione dell'anima per flessione</i>		CLASSE 1
<i>Classificazione dell'anima per compressione</i>		CLASSE 1
Classificazione delle ali		
Semi larghezza delle ali depurata dei raccordi o delle saldature	c	61 [mm]
Spessore delle ali	t _f	13.00 [mm]
Rapporto tra semi larghezza e spessore	c/t _f	4.69 [-]
<i>Classificazione delle ali per flessione</i>		CLASSE 1

Figura 58. Verifica della trave di ripartizione del secondo ordine di tiranti

Le verifiche delle travi di ripartizione in condizioni statiche e sismiche sono soddisfatte.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

9.1.5 Paratia frontale H=21m – no tiranti

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

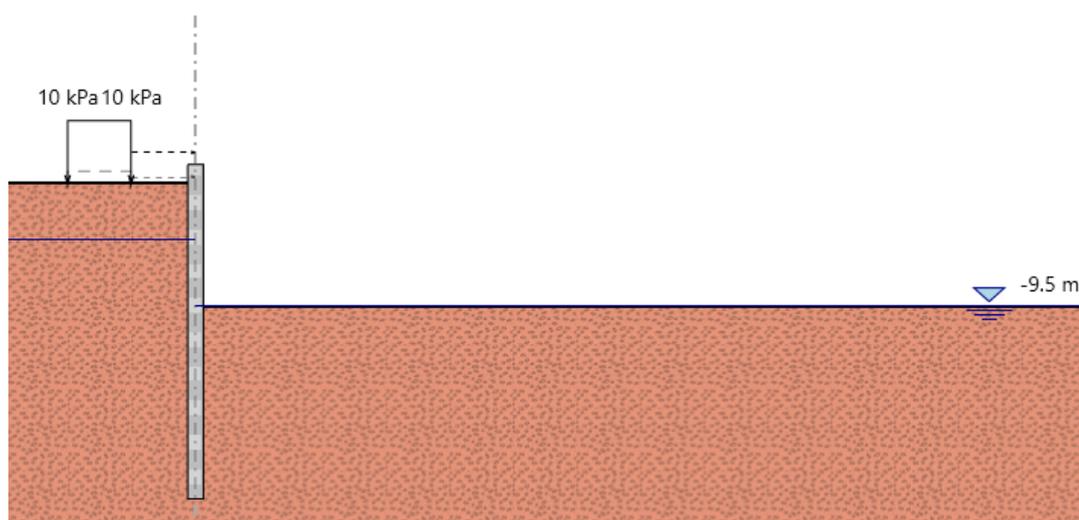


Figura 59. Schema di calcolo paratia

Tabella 40. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali CFA $\phi 1000$ ad interasse 0.90 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 21.00 + 1.2$ m (cordolo)
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 9.30$ m
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 9.50$ m
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0$ kPa
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 10$ kPa
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0$ kPa

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Tabella 41. Parametri geotecnici di calcolo

<i>Terreno</i>	<i>zf</i>	<i>γ</i>	<i>c'</i>	<i>φ</i>	<i>Eop</i>
	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
<i>c</i>	2	19	0	20	15
<i>GPQ</i>	-	21	18.5	25	110

Tabella 42. Parametri per l'analisi sismica

<i>Terreno</i>	<i>Condizione</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>	<i>Categoria topografica</i>	<i>ag(g)</i>	<i>S</i>	<i>amax/g</i>	<i>us</i>	<i>θ</i>
		[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]
<i>c</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52
<i>GPQ</i>	<i>SLV</i>	<i>B</i>	<i>T1</i>	0.067	1.2	0.080	0.1	0.52

Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 5.22 m da p.c.;
- 2) Prescavo di ribasso di 1.00 m da estradosso cordolo
- 3) Primo step scavo;
- 4) Secondo step di scavo;
- 5) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)" di 19.65 m da testa cordolo, posizione della falda a monte a z=-5.22 m dal p.c., posizione della falda a valle sotto quota piano di scavo.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 002</td> <td>B</td> <td>113 di 121</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	113 di 121
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	113 di 121								

Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti.

5) Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

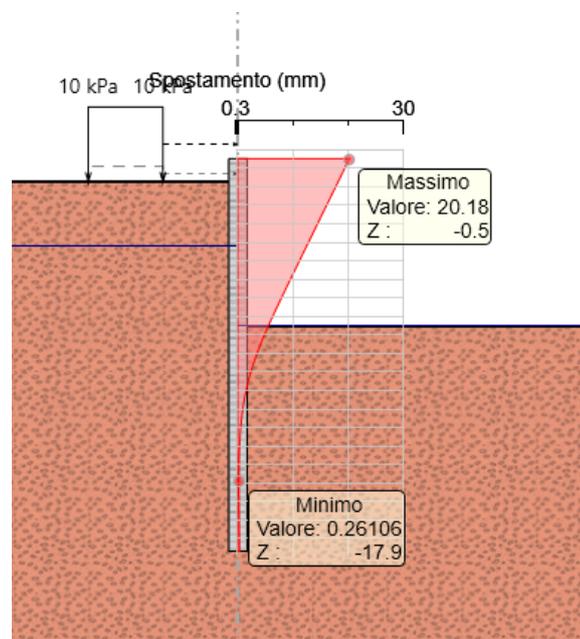


Figura 60. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	114 di 121

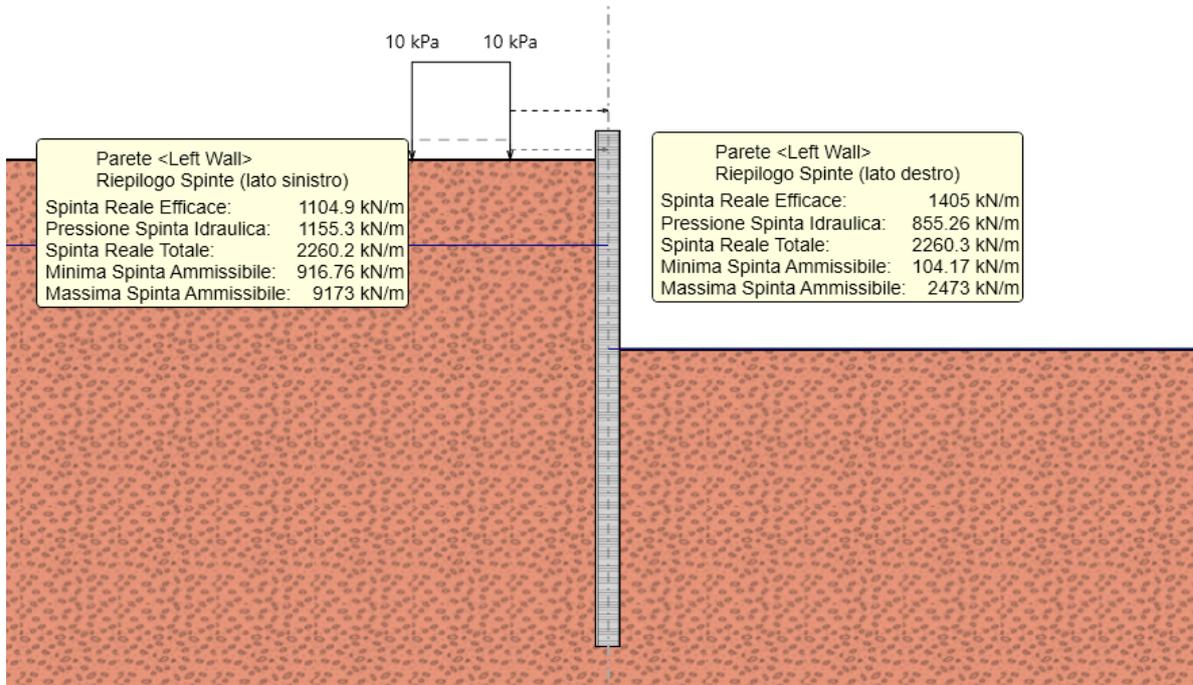


Figura 61. Riepilogo spinte SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	115 di 121

13) Momento di involuppo SLU

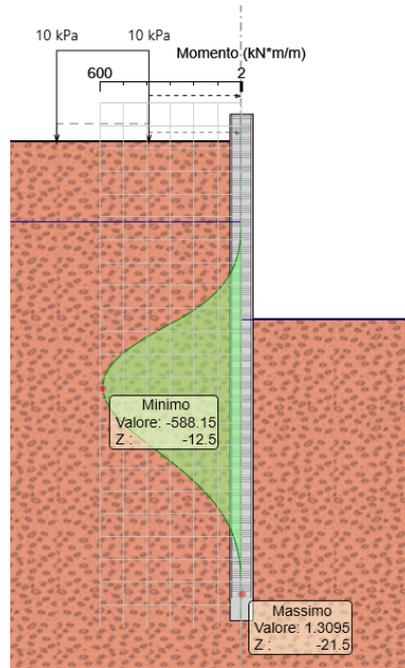


Figura 62. Momento di involuppo SLU

14) Taglio di involuppo SLU

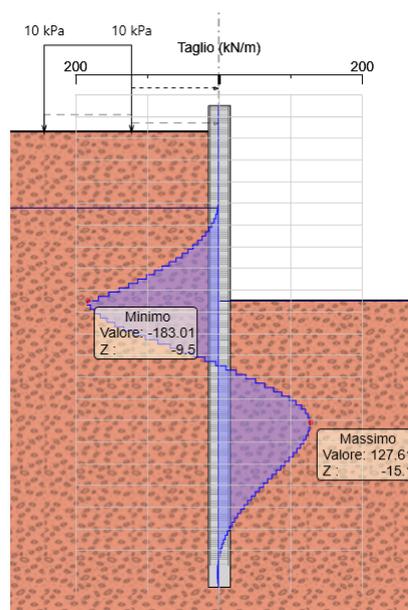
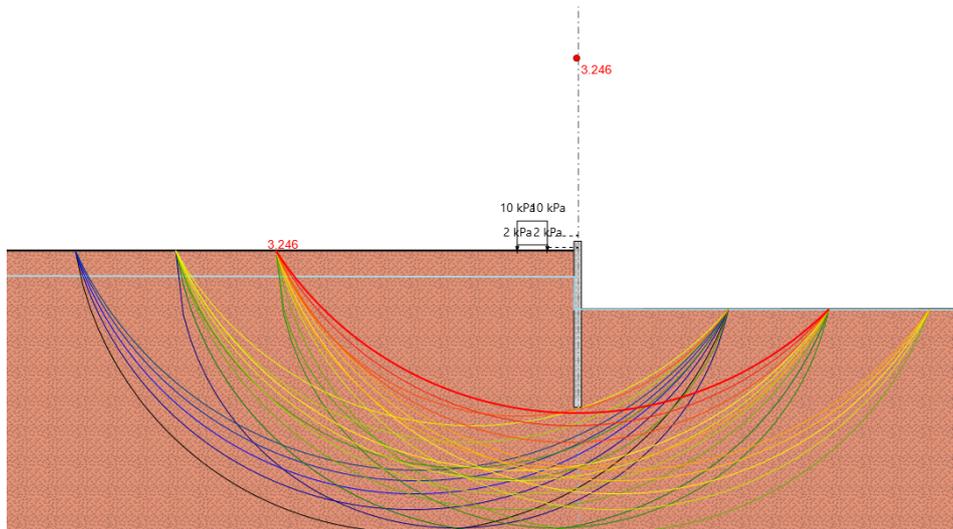


Figura 63. Taglio di involuppo SLU

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

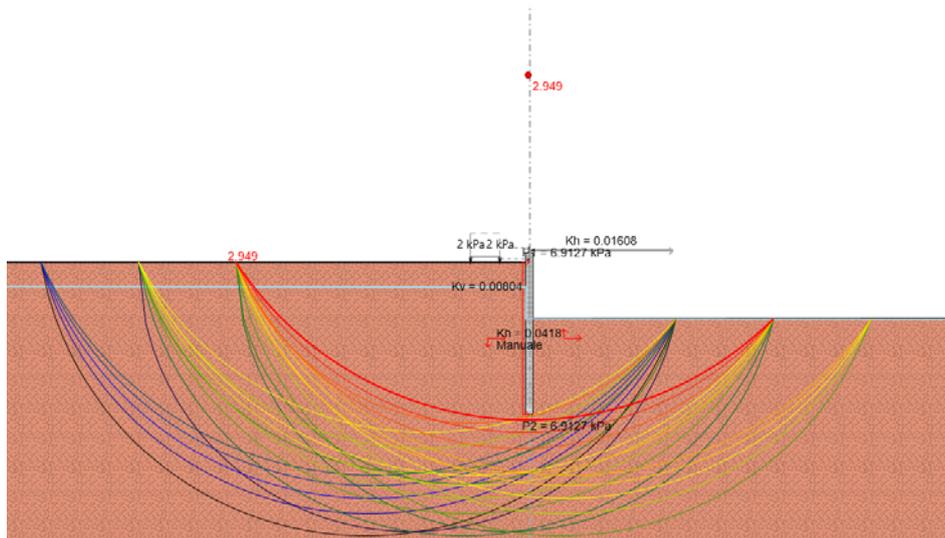
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	116 di 121

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=3.246

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS= 2.949

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

15) Verifiche SLU STR

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 0.9m (1.80 per il palo armato) , armato con 1 ordine di barre di diametro 26 mm (20 totali) con copriferro di 85 mm.

	Nmax	Mmax		Tmax
	<i>daN</i>	<i>daNm</i>		<i>daN</i>
SLU- A1+MI	22187	105867		1894
SLU- A1+MI	16297	47855		32942
SLV	24151	186480		2534
SLV	16297	92912		37670

Tabella 43. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

DATI GENERALI

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	141.60	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	70.80	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	26.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	118 di 121

Raggio circ.: 50.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	41.5	20	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	22187	105867	0	1894	0
2	16297	47855	0	32942	0
3	24151	186480	0	2534	0
4	16297	92912	0	37670	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
--------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------	---------

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	119 di 121

1	S	22187	105867	0	22167	154589	0	1.46	69.0(11.8)
2	S	16297	47855	0	16325	153197	0	3.20	69.0(11.8)
3	S	24151	186480	0	24160	155061	0	0.83	69.0(11.8)
4	S	16297	92912	0	16325	153197	0	1.65	69.0(11.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.298	0.0	50.0	0.00241	0.0	41.5	-0.00825	0.0	-41.5
2	0.00350	0.294	0.0	50.0	0.00239	0.0	41.5	-0.00840	0.0	-41.5
3	0.00350	0.299	0.0	50.0	0.00241	0.0	41.5	-0.00820	0.0	-41.5
4	0.00350	0.294	0.0	50.0	0.00239	0.0	41.5	-0.00840	0.0	-41.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000128434	-0.002921679	0.298	0.812
2	0.000000000	0.000130016	-0.003000821	0.294	0.808
3	0.000000000	0.000127913	-0.002895675	0.299	0.814
4	0.000000000	0.000130016	-0.003000821	0.294	0.808

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:
 Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 002	B	120 di 121

Tabella 44. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	ϕ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.008					
ρ_1	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	329	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.97	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

Tabella 45. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	85	mm				
rs	415	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	644028	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	764.2	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.512			N.ro		area_ferro
k	1.512		As	10	ϕ	26.0
Asl	5309	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.008					
ρ_1	0.008		Vrd	319.9	kN	
vmin	0.325		Ved	377	KN	
vmin·bw·d	209035	N	Vrd/Ved	0.85	-	
Vrd	319860	N				
Occorre armatura a taglio						

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 002	REV. B

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche non risultano essere soddisfatte in condizioni statiche, quindi è necessario armare a taglio: si predispone un'armatura a taglio avente diametro 12mm, passo 10 cm, armata al 100% delle barre longitudinali per la zona interessata.

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1894	152867	156133	78.4	87.0	2.500	1.020	0.3	22.6(0.0)
2	S	32942	150333	157137	78.9	85.5	2.500	1.015	4.7	22.6(0.0)
3	S	2534	153132	156133	78.4	87.0	2.500	1.022	0.4	22.6(0.0)
4	S	37670	150333	157137	78.9	85.5	2.500	1.015	5.4	22.6(0.0)