

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VIADOTTI IN INTERFERENZA

IV01 - CAVALCAFERROVIA SU NV07

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL IV0100 007 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Feb-2020	A.Ferr 	Feb-2020	A.Barreca 	Feb-2020	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Paolo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A 20783
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Mag-2020	A.Ferr 	Mag-2020	A.Barreca 	Mag-2020	

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3	MATERIALI.....	7
3.1	ACCIAIO S275	7
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	8
4.1	TERRENO DI FONDAZIONE	8
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	9
6	CRITERI DI PROGETTO	10
7	CRITERI DI MODELLAZIONE.....	12
7.1	PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA	12
7.2	MODELLI DI CALCOLO	12
7.1	PARATIA.....	12
7.1	PUNTO.....	14
8	ANALISI DEI CARICHI.....	15
8.1	PESO PROPRIO	15
8.2	SPINTA STATICA DELLE TERRE.....	15
8.3	SPINTA STATICA DELL'ACQUA.....	17
8.4	SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE	17
9	RISULTATI.....	18

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	3 di 55

9.1	VERIFICHE SLU PARETI.....	18
9.1	VERIFICHE SLU GEO	20
9.1	VERIFICHE SLU PUNTONI.....	20
9.1	VERIFICHE SLE	25
10	ALLEGATI.....	26

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo lungo la direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo del nuovo collegamento Palermo-Catania.

Le analisi e verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento al viadotto IV01.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

La palancola provvisoria prevista al fine di eseguire gli scavi necessari alla realizzazione delle opere di fondazione del viadotto, viene realizzata in metallo con sezioni di tipo AZ 46, unite da giunti di tipo Larsenn. La palancola ha lunghezza di 12.0m. Si prevede l'inserimento di puntoni diagonali, costituiti da sezione tubolare in acciaio (D300 s=15mm, L=4.0), collegati da una trave di ripartizione in acciaio di tipo HEB240 (2 profili accoppiati), al fine di contenere cedimenti del p.c..

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

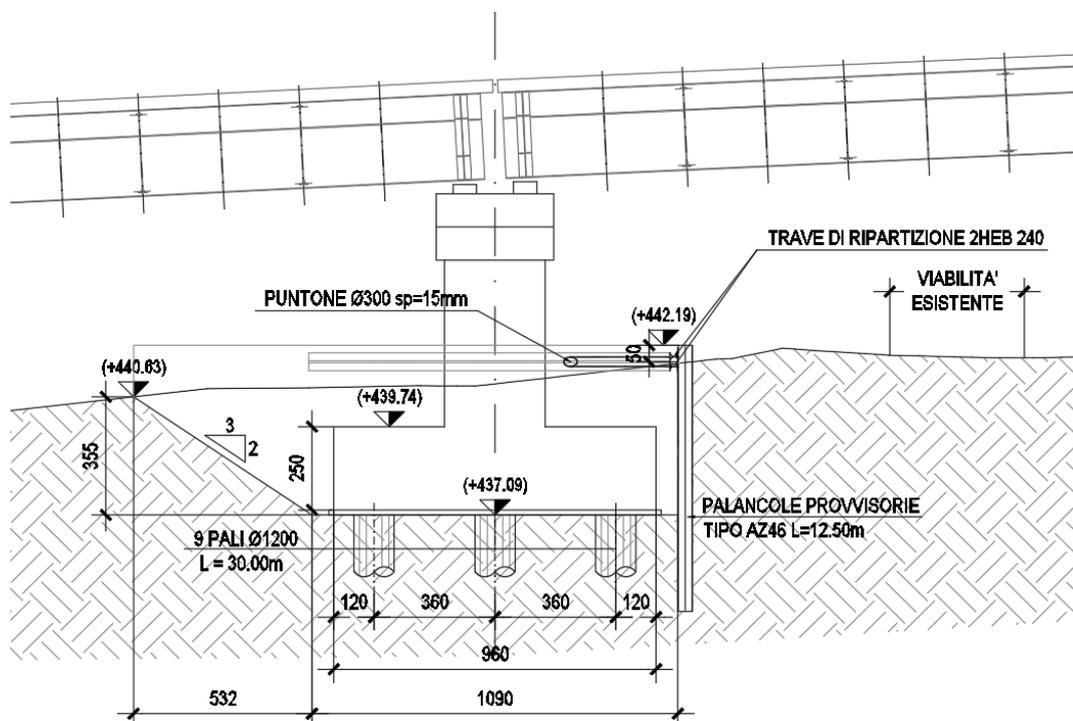


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche 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 modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- RFI DTC SI MA IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- RFI DTC SI SP IFS 001 B – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- UNI EN 206-1:2006 Parte 1: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- EUROCODICE 7: progettazione geotecnica
- Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

2.1 Documenti di riferimento

- Relazione geotecnica generale RS3T30D26GEGE0000001B.
- Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni IV01- RS3T30D09RHIV0100001A.
- Carpenteria IV01- RS3T30D09BBIV0100002A.
- Carpenteria fondazioni e pianta fondazioni IV01- A0RS3T30D09B9IV0100001A.

3 MATERIALI

3.1 Acciaio S275

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio tipo S275 conforme alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018 e presentare le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura a trazione $f_t \geq 430 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento $f_y \geq 275 \text{ MPa}$
- allungamento (lamiere) $\epsilon_t \geq 21\%$
- modulo elastico $E_a = 210.000 \text{ MPa}$

4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

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

4.1 Terreno di fondazione

Per il terreno esistente sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

	zi [m]	zf[m]	γ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Eop[MPa]
a2	0	11	19	13	29	30
TRV	11	40	21	35	20	80

I sondaggi di riferimento sono: 3Av07-3aV09

Falda a fondo scavo.

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	9 di 55

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

In quanto l'opera è provvisoria, non si applica l'azione sismica

6 CRITERI DI PROGETTO

Per le paratie si devono considerare almeno i seguenti stati limite ultimi:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)
 - collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
 - collasso per carico limite verticale;
 - sfilamento di uno o più ancoraggi;
 - instabilità del fondo scavo in terreni a grana fine in condizioni non drenate;
 - instabilità del fondo scavo per sollevamento;
 - sifonamento del fondo scavo;
 - instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
 - SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
 - raggiungimento della resistenza in uno o più puntoni o di sistemi di contrasto;
 - raggiungimento della resistenza strutturale della paratia,
- accertando che la condizione (6.2.1) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II e 6.8.I.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate considerando le seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Fermo restando quanto specificato nel § 6.5.3.1.1 per il calcolo delle spinte, per valori dell'angolo d'attrito tra terreno e parete $\delta > \varphi'/2$ ai fini della valutazione della resistenza passiva è necessario tener conto della non planarità delle superfici di scorrimento.

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_E (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tabella 1– Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab. 6.2.I NTC2018)

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

Tabella 2– Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab.6.2.II NTC2018)

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella 3: Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo (Tabella 6.8.I – NTC 2018)

7 CRITERI DI MODELLAZIONE

7.1 Programmi per l'analisi automatica

Lo stato tenso-deformativo della paratia è stato investigato mediante il software di calcolo *PARATIEPLUS*.

7.2 Modelli di calcolo

Lo stato tenso-deformativo dell'opera è stato investigato mediante il software di calcolo *PARATIE PLUS*, programma non lineare agli elementi finiti per l'analisi di strutture di sostegno flessibili.

Si è considerato un comportamento piano nelle deformazioni, analizzando una striscia di parete di larghezza unitaria. La realizzazione dello scavo sostenuto da paratie è seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una quota di scavo, da un insieme di puntoni e tiranti applicati e da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

7.1 Paratia

Palancola è costituita profili di tipo AZ 46 L=12m.

Si incrementa l'altezza di scavo del 10% secondo quanto riportato al cap.6.5.2.2 delle NTC(4.6m*1.1= 5.1m).

Nella modellazione è implementata la seguente successione di step:

Step 0. Inizializzazione geostatica.

Step 1. Esecuzione palancola.

Step 2. Scavo intermedio.

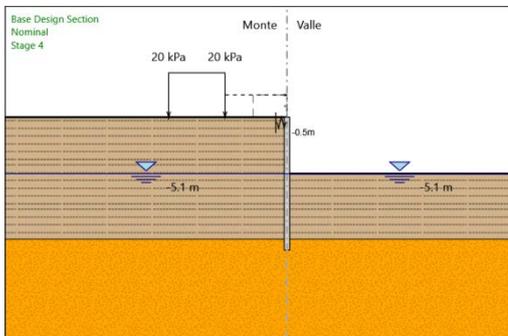
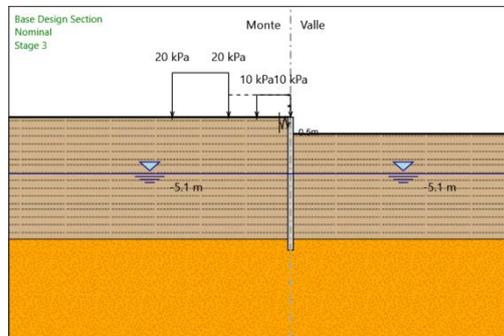
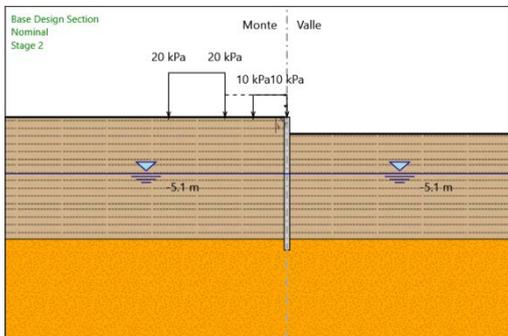
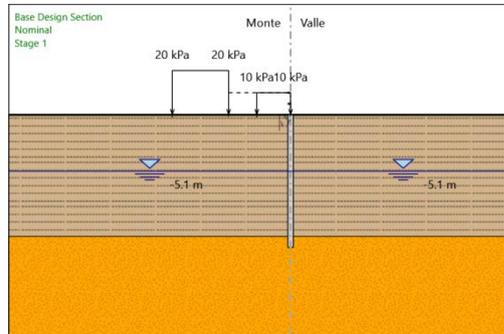
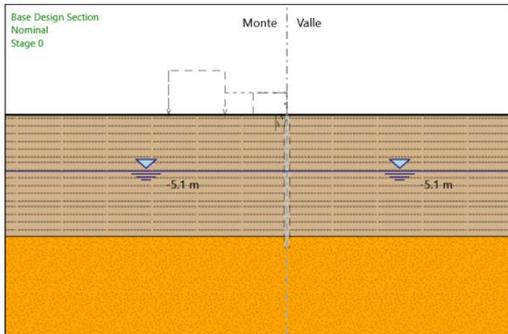
Step 3. Inserimento puntone.

Step 4. Scavo.

Di seguito si riportano le immagini relative alle fasi di calcolo:

Relazione di calcolo opera provvisoriale

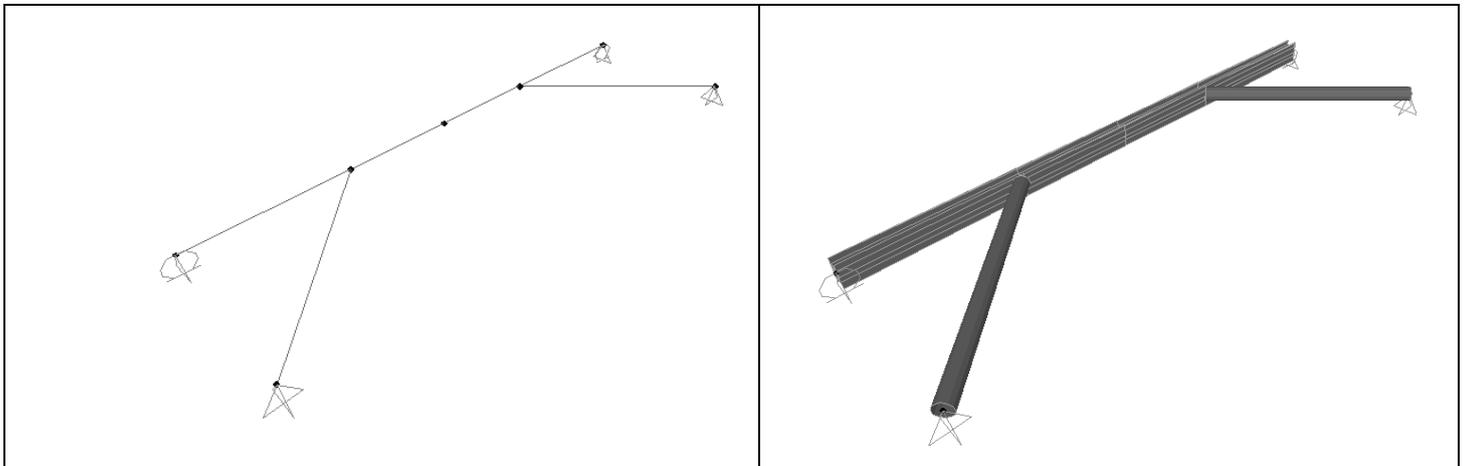
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	13 di 55



7.1 Puntone

I puntone sono sezioni circolari cave in acciaio (S275) aventi $\Phi 300$ mm inclinati di circa 45° ; la trave è un profilo accoppiato HEB240.

La rigidezza del sistema trave ripartizione/puntone è stata valutata tramite una modellazione agli elementi finiti. Alla trave di ripartizione è stato applicato un carico uniformemente distribuito di 1 kN/m e si è letto lo spostamento in corrispondenza della mezzeria $u = 6.0005 \cdot 10^{-5}$ m. Tramite la formula $k = 1/u$ si valuta la rigidezza $k \approx 16652$ kN/m da applicare alle molle nel modello in Paratie Plus. La figura successiva mostra lo schema statico utilizzato:



8 ANALISI DEI CARICHI

8.1 Peso Proprio

Il peso proprio della struttura è calcolato in base alla geometria degli elementi strutturali e al peso specifico assunto per i materiali:

$$\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$$

8.2 Spinta statica delle terre

Nel modello di calcolo impiegato dal software di calcolo PARATIE, la spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra terreno e la struttura deformabile a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo K_0 , il coefficiente di spinta attiva K_a e il coefficiente di spinta passiva K_p .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace σ'_h a quella verticale σ'_v attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

K_0 dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace ϕ' e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot (\text{OCR})^m$$

dove

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen } \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ($\text{OCR}=1$). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

I coefficienti di spinta attiva e passiva sono forniti dalla teoria di Rankine per una parete liscia dalle seguenti espressioni:

$$K_a = \tan^2(45 - \phi'/2)$$

$$K_p = \tan^2(45 + \phi'/2)$$

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per K_a e K_p la formulazione rispettivamente di Coulomb e Lancellotta.

Formulazione di Coulomb per k_a

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\delta + \phi') \cdot \sin(\phi' - i)}}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)} \right]^2}$$

dove:

ϕ' è l'angolo di attrito del terreno

β è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Il valore limite della tensione orizzontale sarà pari a

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \cdot \sigma'_v + 2 \cdot c' \cdot \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente. c' è la coesione drenata del terreno.

Formulazione di Lancellotta per k_p

$$K_p = \left[\frac{\cos \delta}{1 - \sin \Phi'} (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \Phi' - \sin^2 \delta}) \right] e^{2\theta \tan \Phi'}$$

dove:

$$2\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\sin \delta}{\sin \Phi'}\right) + \delta$$

8.3 Spinta statica dell'acqua

La spinta dell'acqua è proporzionale alla profondità a partire dalla quota di falda.

8.4 Spinta da sovraccarico accidentale

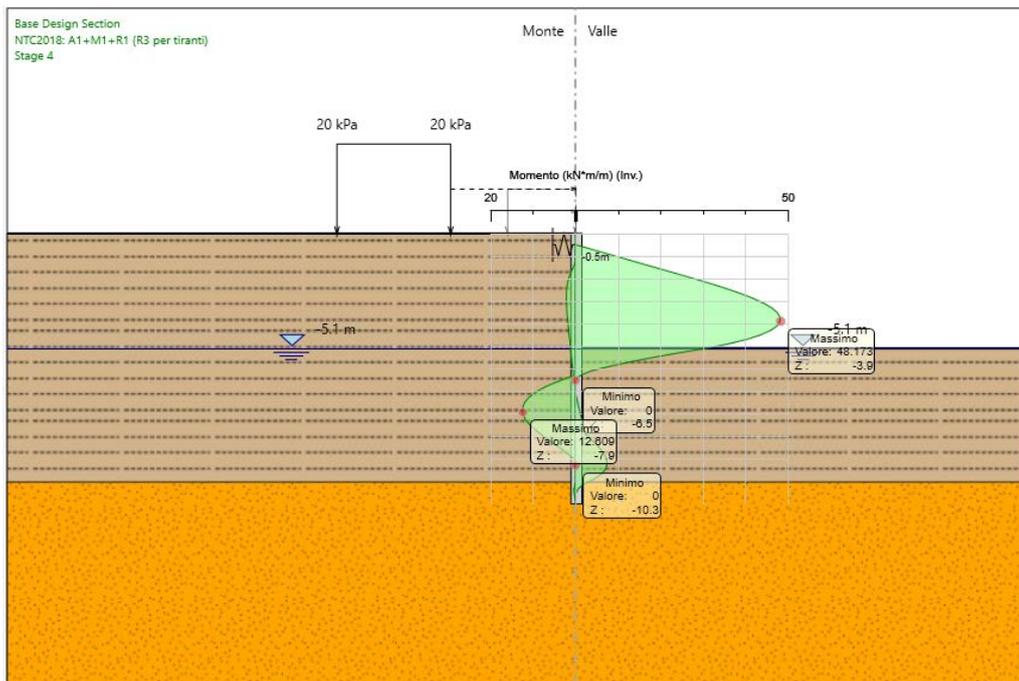
I carichi variabili associati al passaggio dei mezzi di cantiere, vengono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi $q_{vk}=10$ kPa.

I carichi variabili associati al passaggio dei veicoli, vengono schematizzati, ai fini del calcolo, con dei carichi uniformi $q_{vk}=20$ kPa.

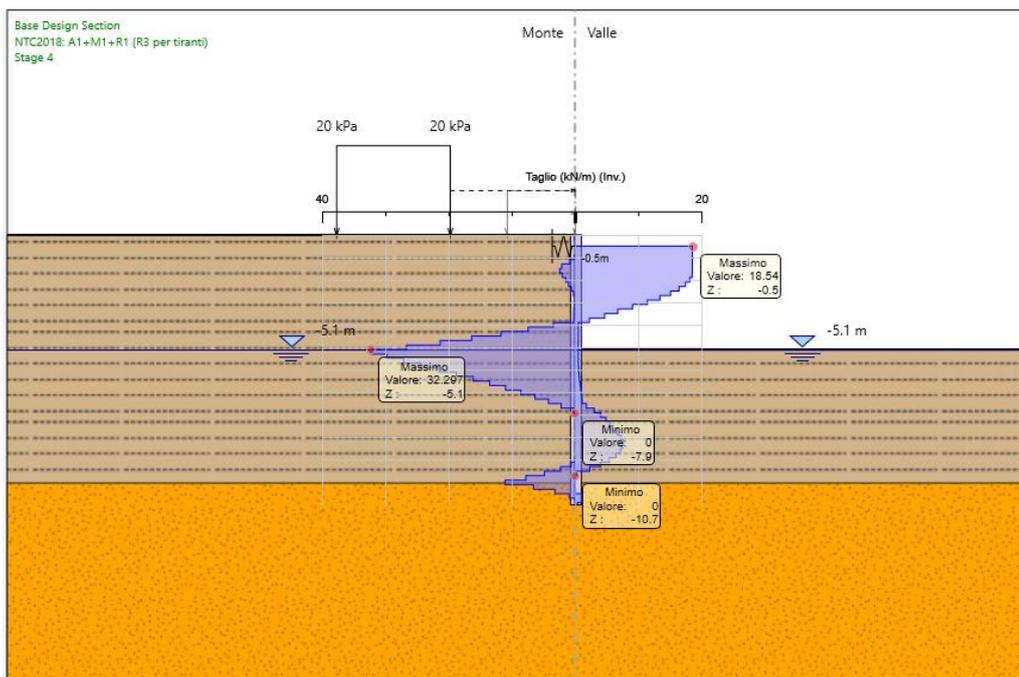
9 RISULTATI

9.1 Verifiche SLU pareti

Dall'involuppo del momento flettente si osserva che il massimo valore risulta pari a 48.17 kNm/m.

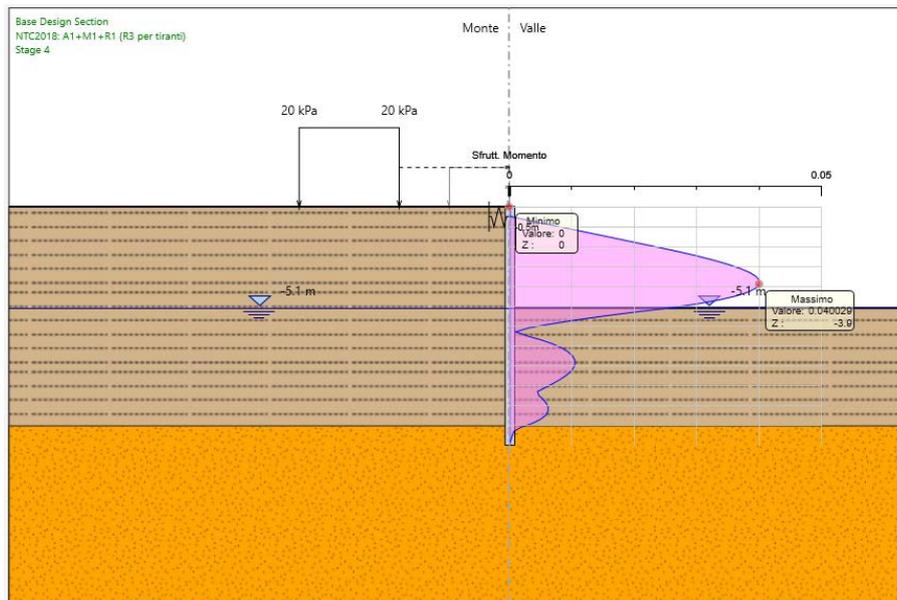


Dall'involuppo del taglio si osserva che il massimo valore risulta pari a 32.3 kN/m.

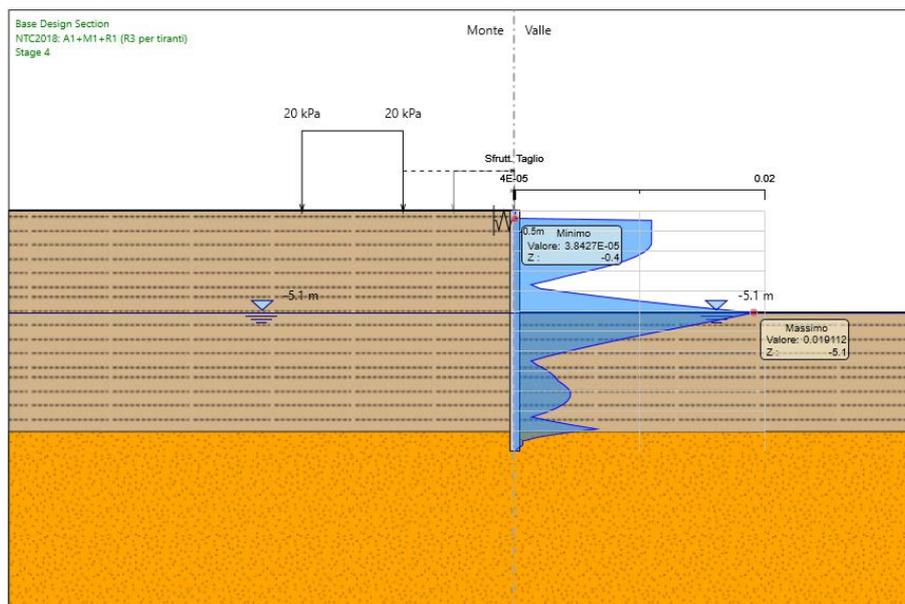


Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali delle palancole metalliche a flessione e a taglio condotte mediante l'ausilio di Paratie plus. In particolare si riportano i diagrammi dei tassi di sfruttamento sulle palancole, ottenuti come rapporto tra sollecitazione presente e resistenza disponibile in ogni sezione delle palancole.

Tasso di sfruttamento a momento nelle palancole metalliche $T.S.F.max = 0.04 < 1$



Tasso di sfruttamento a taglio nelle palancole metalliche $T.S.F.max = 0.019 < 1$

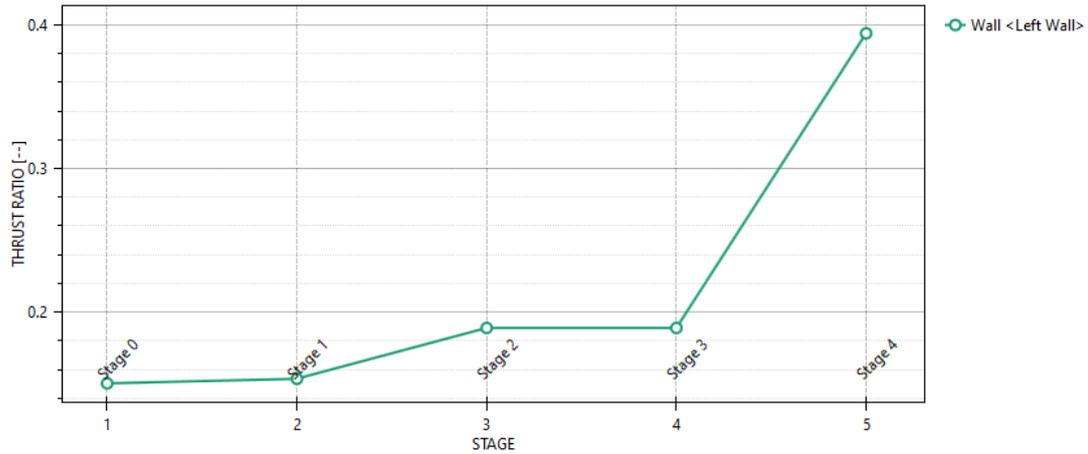


9.1 Verifiche SLU geo

Il massimo rapporto di mobilitazione della spinta passiva è circa il 39%.

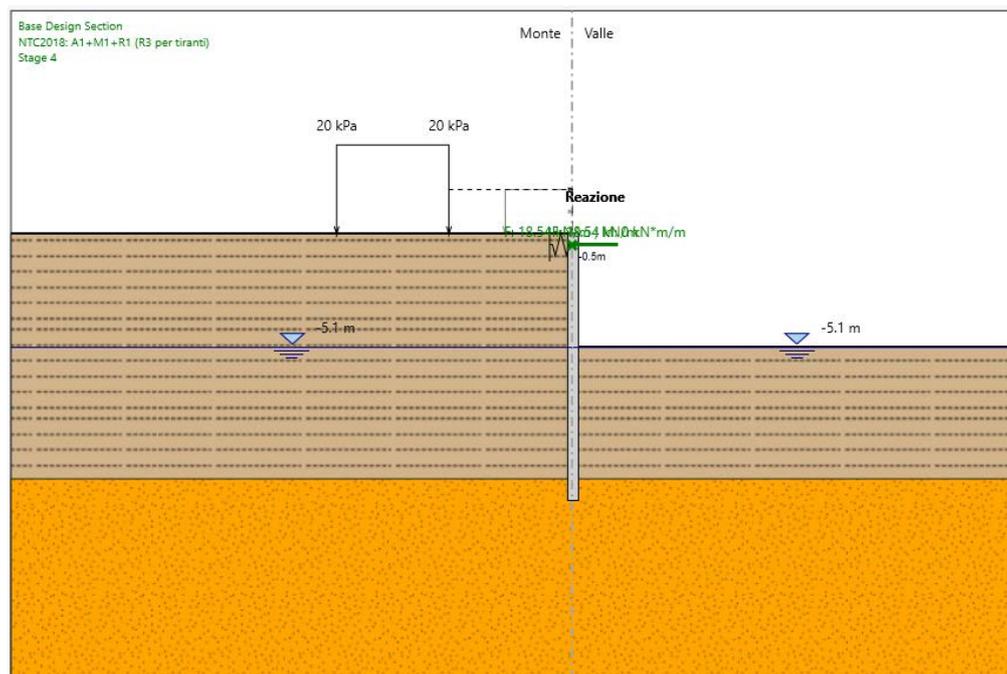
Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <NTC2018: A2+M2+R1>



9.1 Verifiche SLU puntoni

Tramite il programma di calcolo Paratie Plus è stata valutata la reazione massima nella molla che risulta essere pari a 18.54 kN/m



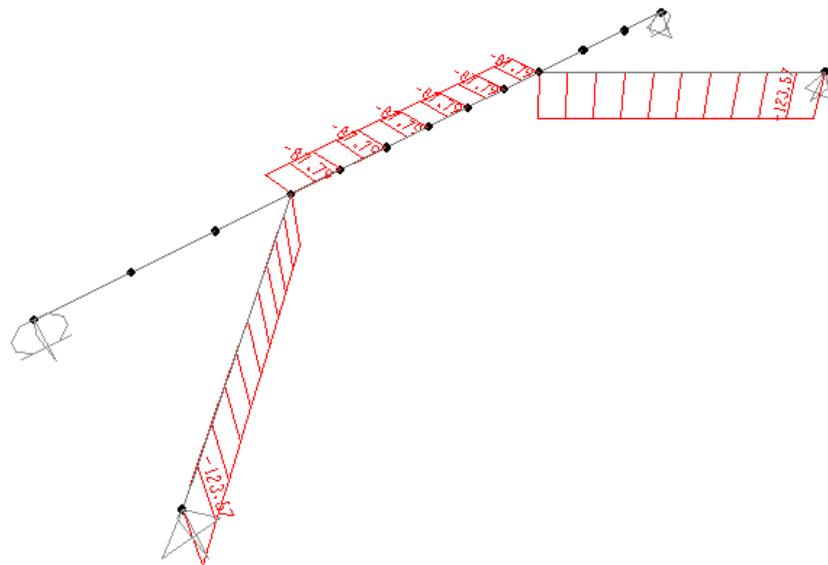
Tale reazione è stata utilizzata come moltiplicatore del carico unitario nel modello agli elementi finiti.

Relazione di calcolo opera provvisoriale

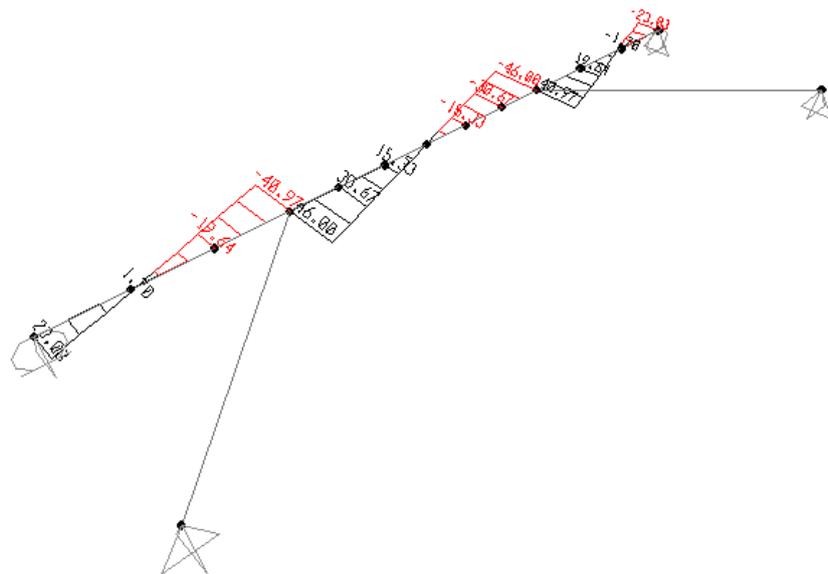
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	21 di 55

Le sollecitazioni risultanti valgono:

- Sforzo normale kN



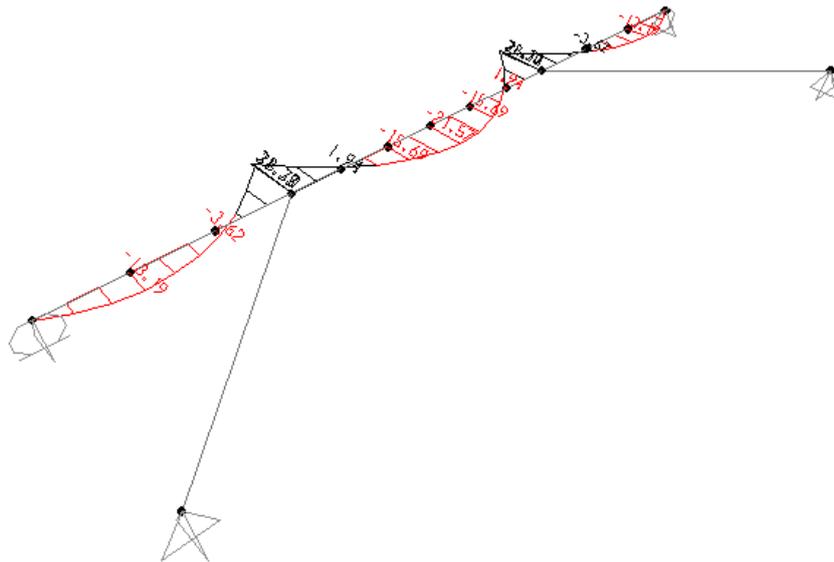
- Taglio kN



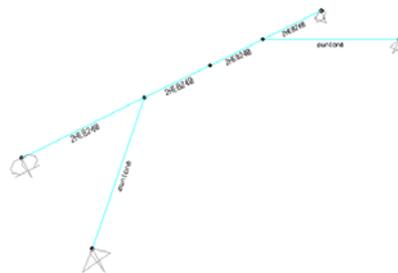
Relazione di calcolo opera provvisionale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	22 di 55

- Momento kNm



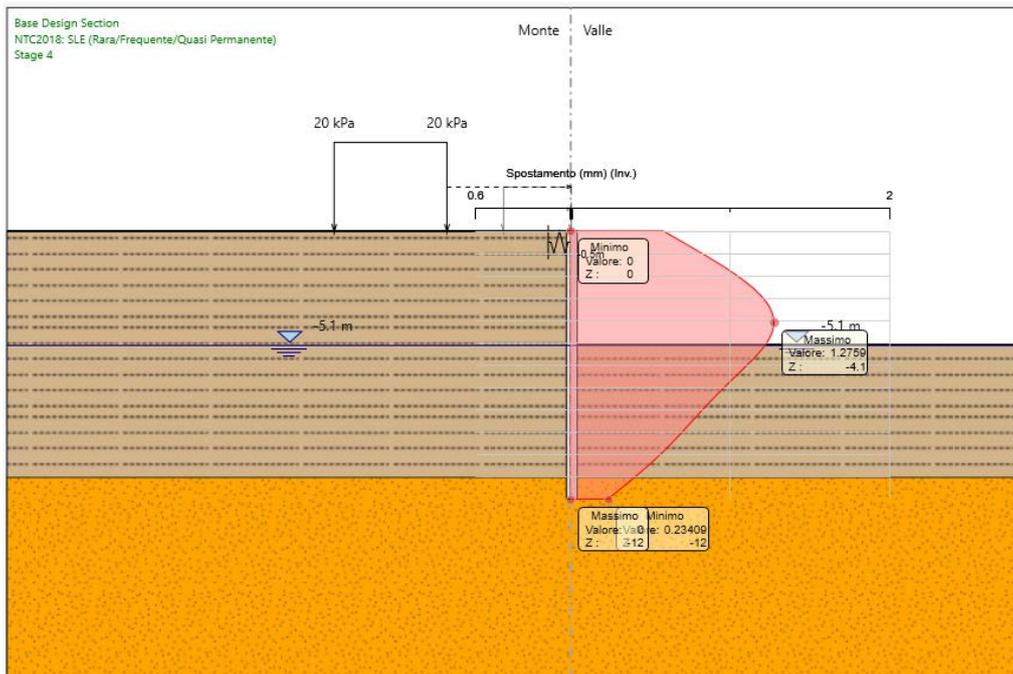
Le verifiche delle sezioni vengono svolte direttamente dal software di calcolo; il coefficiente massimo di sfruttamento è pari ad 0.1:



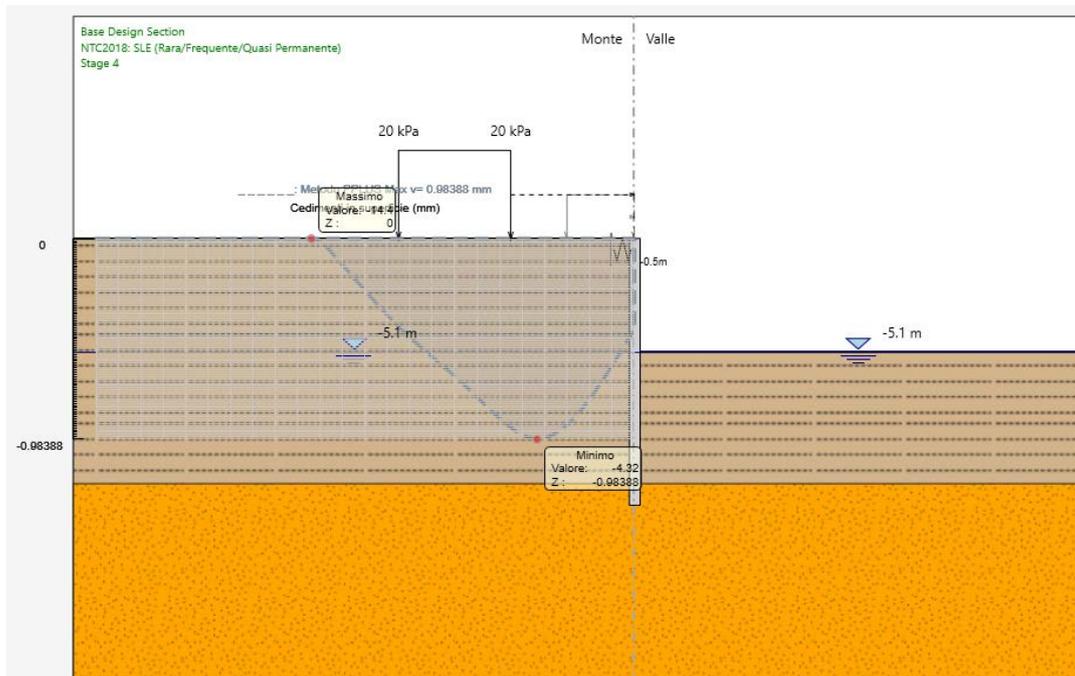
Tabulati:

9.1 Verifiche SLE

Dall'inviluppo degli spostamenti in combinazione SLE si osserva che lo spostamento massimo orizzontale della paratia vale 1.3 mm:



Il cedimento massimo, pari a 0.98mm, risulta compatibile con l'esercizio della strada.



Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	27 di 55

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Muro di sinistra

Sezione : palanca

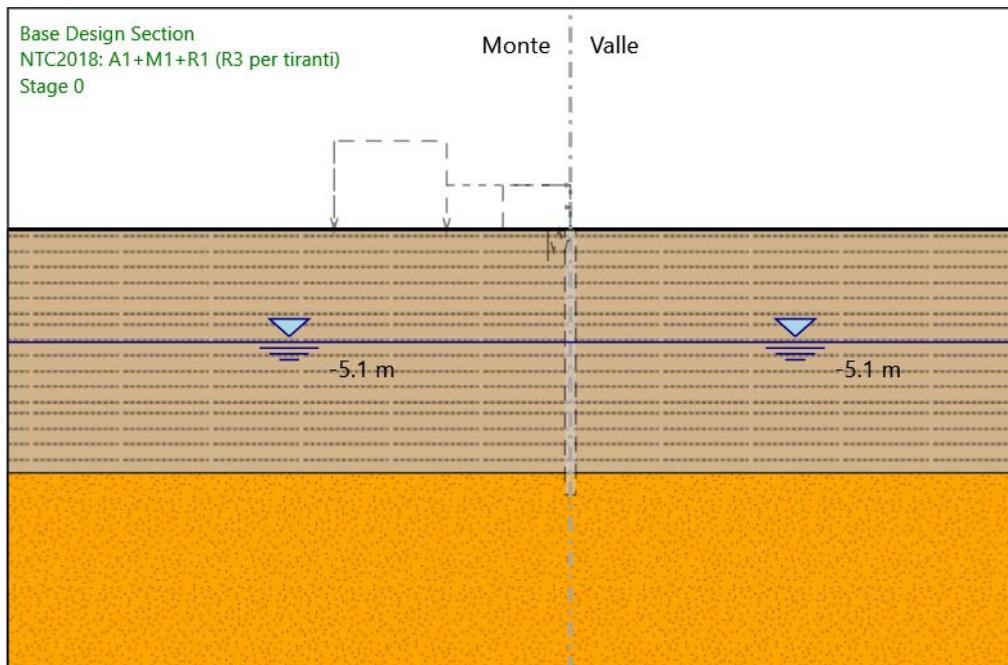
Area equivalente : 0.0291 m

Inerzia equivalente : 0.0011 m⁴/m

Profilo palanca : AZ 46

Fasi di Calcolo

Stage 0



Stage 0

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.1 m



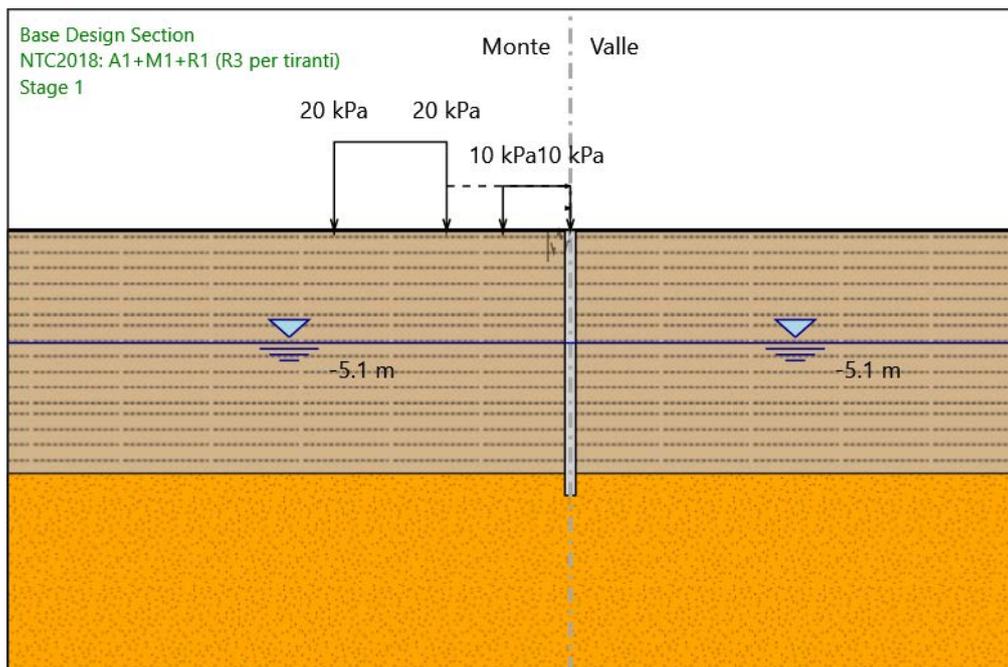
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto IV01

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	29 di 55

Falda di destra : -5.1 m

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.1 m

Falda di destra : -5.1 m

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	31 di 55

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10.5 m

X finale : -5.5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

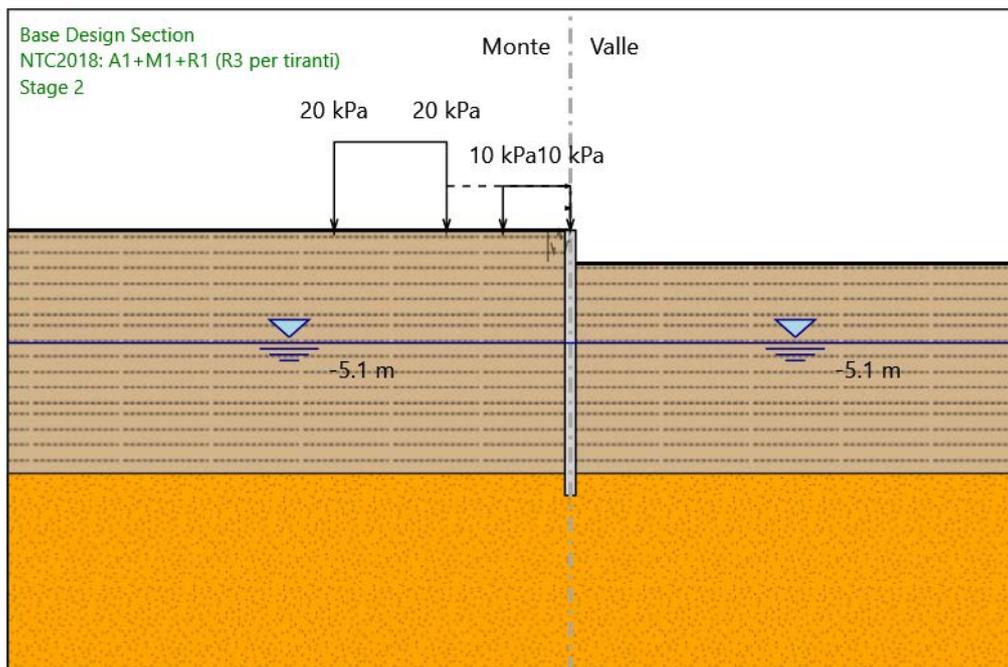
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : palanca

Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.1 m

Falda di destra : -5.1 m

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	33 di 55

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10.5 m

X finale : -5.5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

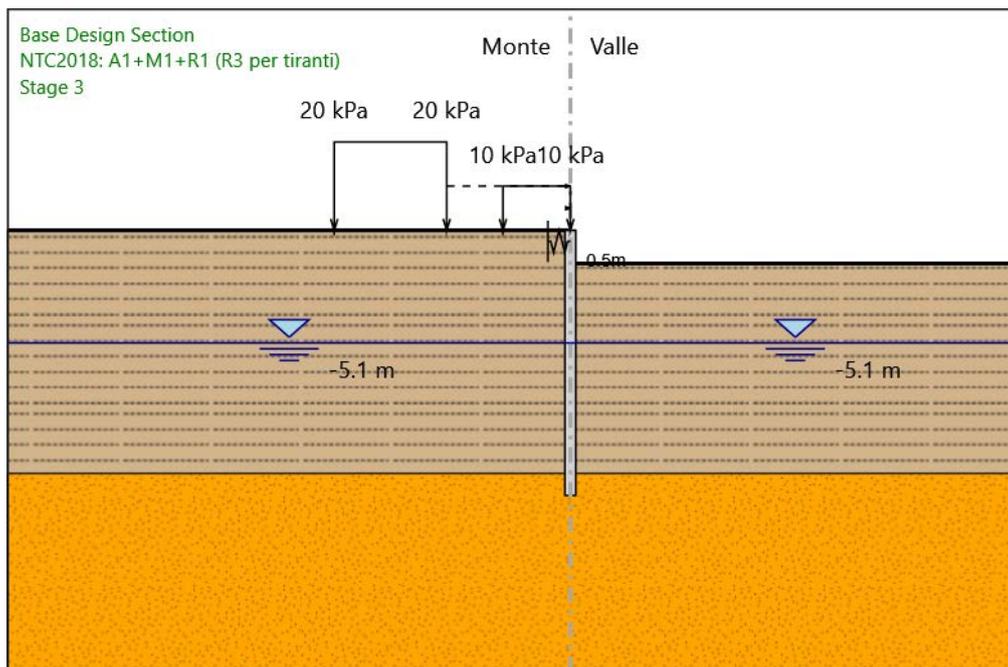
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : palanca

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.1 m

Falda di destra : -5.1 m

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	35 di 55

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10.5 m

X finale : -5.5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : palanca

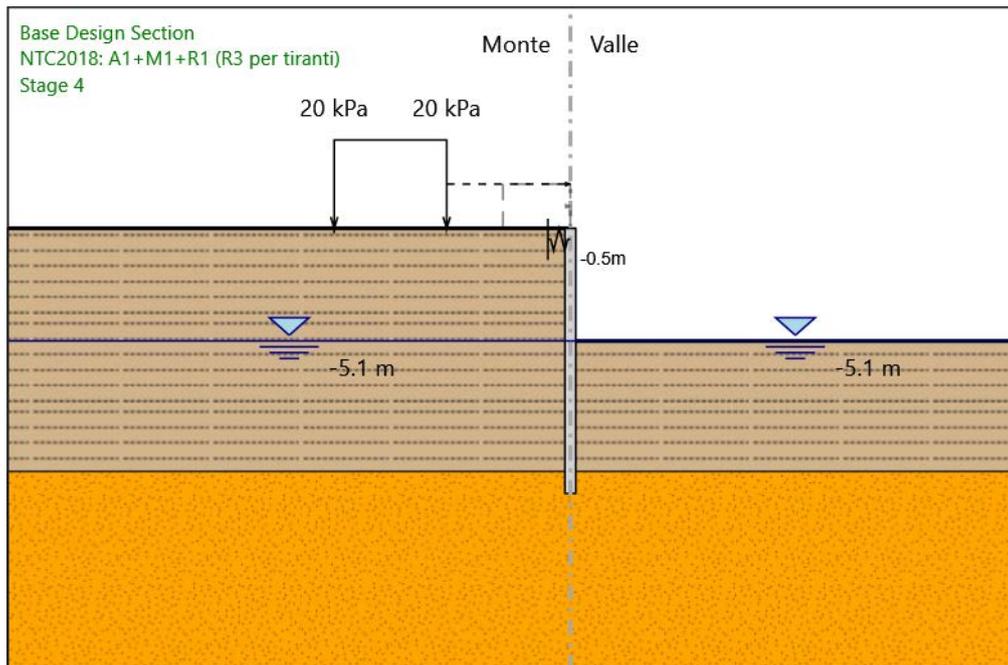
Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -0.5 m

Angolo : 0 °

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.1 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.1 m

Falda di destra : -5.1 m

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	37 di 55

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10.5 m

X finale : -5.5 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : palanca

Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

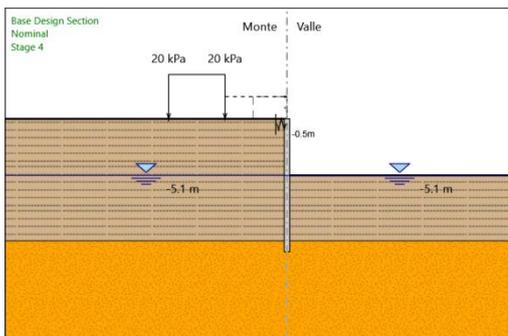
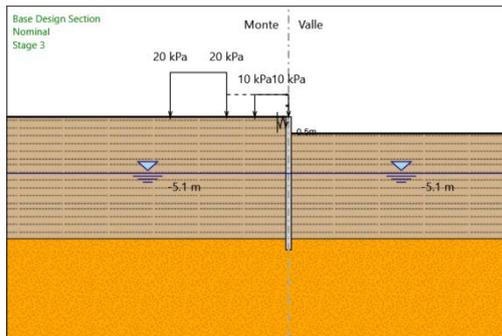
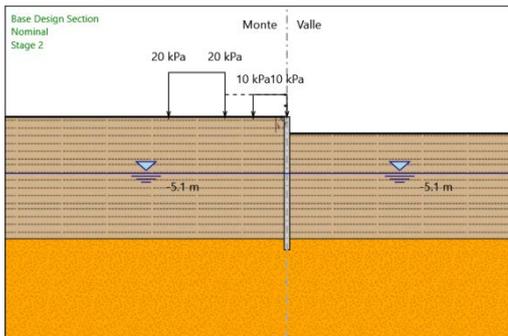
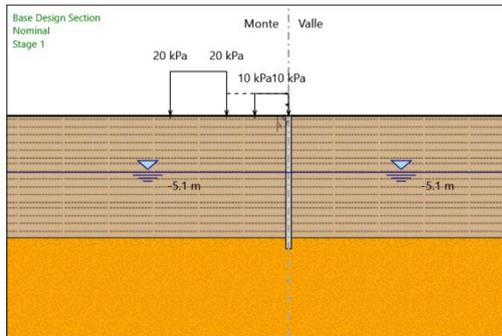
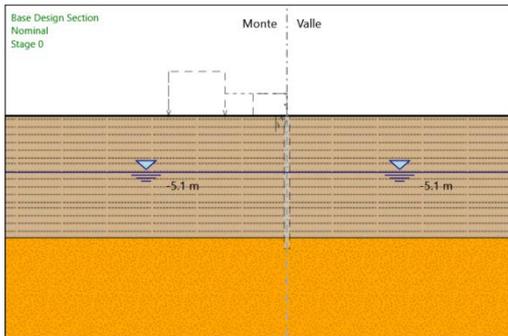
Z : -0.5 m

Angolo : 0 °

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	38 di 55

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	39 di 55

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_ unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_ _favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_ unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_ _favour)	Carico Sismico (F_seism _load)	Pressio ni Acqua Lato Monte (F_Wat erDR)	Pressio ni Acqua Valle (F_Wat erRes)	Carichi Permane nti Destabiliz zanti (F_UPL_G DStab)	Carichi Permane nti Stabilizz anti (F_UPL_ GStab)	Carichi Variabili Destabiliz zanti (F_UPL_Q DStab)	Carichi Permane nti Destabiliz zanti (F_HYD_G DStab)	Carichi Permane nti Stabilizza nti (F_HYD_ GStab)	Carichi Variabili Destabiliz zanti (F_HYD_Q DStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Freque nte/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanententi (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	40 di 55

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
0	0	0.581
-0.2	0	0.63
-0.4	0	0.678
-0.5	0	0.703
-0.7	0	0.751
-0.9	0	0.799
-1.1	0	0.847
-1.3	0	0.894
-1.5	0	0.939
-1.7	0	0.983
-1.9	0	1.025
-2.1	0	1.065
-2.3	0	1.102
-2.5	0	1.137
-2.7	0	1.168
-2.9	0	1.196
-3.1	0	1.22
-3.3	0	1.24
-3.5	0	1.255
-3.7	0	1.267
-3.9	0	1.274
-4.1	0	1.276
-4.3	0	1.274
-4.5	0	1.267
-4.7	0	1.256
-4.9	0	1.241
-5.1	0	1.222
-5.3	0	1.2
-5.5	0	1.176
-5.7	0	1.15
-5.9	0	1.122
-6.1	0	1.094
-6.3	0	1.065
-6.5	0	1.036
-6.7	0	1.007
-6.9	0	0.978
-7.1	0	0.95
-7.3	0	0.922
-7.5	0	0.894
-7.7	0	0.868
-7.9	0	0.841
-8.1	0	0.815
-8.3	0	0.789
-8.5	0	0.764
-8.7	0	0.738
-8.9	0	0.713
-9.1	0	0.687
-9.3	0	0.66
-9.5	0	0.633
-9.7	0	0.606
-9.9	0	0.577
-10.1	0	0.548
-10.3	0	0.517

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	41 di 55

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-10.5	0	0.486
-10.7	0	0.454
-10.9	0	0.421
-11.1	0	0.387
-11.3	0	0.353
-11.5	0	0.319
-11.7	0	0.285
-11.9	0	0.251
-12	0	0.234

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	42 di 55

Tabella Involuppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.038	0
-0.4	0.059	0
-0.5	0.066	0
-0.7	0.069	3.708
-0.9	0.063	7.415
-1.1	0.047	11.123
-1.3	0.218	14.831
-1.5	0.629	18.539
-1.7	1.131	22.247
-1.9	1.544	25.948
-2.1	1.857	29.575
-2.3	2.073	33.066
-2.5	2.205	36.353
-2.7	2.27	39.372
-2.9	2.281	42.057
-3.1	2.255	44.342
-3.3	2.203	46.162
-3.5	2.129	47.451
-3.7	2.04	48.143
-3.9	1.939	48.173
-4.1	1.832	47.473
-4.3	1.721	45.979
-4.5	1.608	43.623
-4.7	1.497	40.341
-4.9	1.386	36.066
-5.1	1.277	30.731
-5.3	1.169	24.272
-5.5	1.06	18.309
-5.7	0.95	12.884
-5.9	0.837	8.013
-6.1	0.717	3.697
-6.3	0.588	1.171
-6.5	3.299	0
-6.7	6.007	0
-6.9	8.214	0
-7.1	9.945	0.093
-7.3	11.224	0.307
-7.5	12.078	0.536
-7.7	12.531	0.779
-7.9	12.609	1.035
-8.1	12.336	1.301
-8.3	11.735	1.574
-8.5	10.83	1.852
-8.7	9.674	2.128
-8.9	8.333	2.397
-9.1	6.872	3.446
-9.3	5.355	4.586
-9.5	3.848	5.611
-9.7	2.415	6.465
-9.9	1.122	7.087
-10.1	0.036	7.414
-10.3	0	7.378
-10.5	0	6.908
-10.7	0	5.927
-10.9	0	4.362

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	43 di 55

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.1	0.125	2.135
-11.3	0.508	0.808
-11.5	0.487	0.157
-11.7	0.263	0.018
-11.9	0.038	0.001
-12	0	0

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	44 di 55

Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.192	0
-0.2	0.192	0
-0.4	0.104	0
-0.5	0.065	18.54
-0.7	0.016	18.54
-0.9	0.209	18.54
-1.1	0.883	18.54
-1.3	2.173	18.54
-1.5	2.509	18.54
-1.7	2.509	18.54
-1.9	2.065	18.502
-2.1	1.564	18.14
-2.3	1.082	17.451
-2.5	0.663	16.436
-2.7	0.322	15.094
-2.9	0.107	13.425
-3.1	0.185	11.427
-3.3	0.239	9.101
-3.5	0.273	6.77
-3.7	0.291	4.691
-3.9	3.498	2.262
-4.1	7.472	0.556
-4.3	11.777	0.562
-4.5	16.412	0.562
-4.7	21.377	0.559
-4.9	26.672	0.553
-5.1	32.297	0.546
-5.3	32.297	0.542
-5.5	29.814	0.549
-5.7	27.124	0.567
-5.9	24.356	0.599
-6.1	21.578	0.647
-6.3	18.833	0.714
-6.5	16.147	0.803
-6.7	13.541	0.899
-6.9	11.037	0.987
-7.1	8.654	1.069
-7.3	6.398	1.146
-7.5	4.269	1.801
-7.7	2.266	3.035
-7.9	0.388	4.067
-8.1	0	4.893
-8.3	0	5.509
-8.5	0	5.908
-8.7	0	6.707
-8.9	0	7.306
-9.1	0	7.582
-9.3	0	7.582
-9.5	0	7.535
-9.7	0	7.164
-9.9	0.134	6.465
-10.1	0.699	5.433
-10.3	2.351	4.061
-10.5	4.904	2.339
-10.7	7.826	0.259
-10.9	11.134	0

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	45 di 55

Design Assumption: Nominal Involuppi: Taglio Muro: WallElement

Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.1	11.134	0
-11.3	6.636	0.105
-11.5	3.254	1.119
-11.7	0.995	1.126
-11.9	0.083	1.126
-12	0.01	0.376



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto IV01

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	46 di 55

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 0 Left Wall		LEFT	LEFT	15.03
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 4 Left Wall		RIGHT	RIGHT	39.42



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto IV01

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	47 di 55

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 4 Left Wall	LEFT			14081.02
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 0 Left Wall	RIGHT			23259.13

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	48 di 55

Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Forza kN/m
Spring	NTC2018: A2+M2+R1	Stage 4	18.54

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Momento kN*m/m
Spring	NTC2018: A2+M2+R1	Stage 4	0

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	49 di 55

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NONE

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	50 di 55

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 0	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	51 di 55

Risultati SteelWorld

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.2	0
-0.4	0
-0.5	0
-0.7	0.003
-0.9	0.006
-1.1	0.009
-1.3	0.012
-1.5	0.015
-1.7	0.018
-1.9	0.022
-2.1	0.025
-2.3	0.027
-2.5	0.03
-2.7	0.033
-2.9	0.035
-3.1	0.037
-3.3	0.038
-3.5	0.039
-3.7	0.04
-3.9	0.04
-4.1	0.039
-4.3	0.038
-4.5	0.036
-4.7	0.034
-4.9	0.03
-5.1	0.026
-5.3	0.02
-5.5	0.015
-5.7	0.011
-5.9	0.007
-6.1	0.003
-6.3	0.001
-6.5	0.003
-6.7	0.005
-6.9	0.007
-7.1	0.008
-7.3	0.009
-7.5	0.01
-7.7	0.01
-7.9	0.01
-8.1	0.01
-8.3	0.01
-8.5	0.009
-8.7	0.008
-8.9	0.007
-9.1	0.006
-9.3	0.004
-9.5	0.005
-9.7	0.005
-9.9	0.006
-10.1	0.006
-10.3	0.006
-10.5	0.006

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	52 di 55

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-10.7	0.005
-10.9	0.004
-11.1	0.002
-11.3	0.001
-11.5	0
-11.7	0
-11.9	0
-12	0

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	53 di 55

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
0	0	
-0.2	0	
-0.4	0	
-0.5	0.011	
-0.7	0.011	
-0.9	0.011	
-1.1	0.011	
-1.3	0.011	
-1.5	0.011	
-1.7	0.011	
-1.9	0.011	
-2.1	0.01	
-2.3	0.01	
-2.5	0.009	
-2.7	0.008	
-2.9	0.007	
-3.1	0.005	
-3.3	0.004	
-3.5	0.003	
-3.7	0.001	
-3.9	0.002	
-4.1	0.004	
-4.3	0.007	
-4.5	0.01	
-4.7	0.013	
-4.9	0.016	
-5.1	0.019	
-5.3	0.018	
-5.5	0.016	
-5.7	0.014	
-5.9	0.013	
-6.1	0.011	
-6.3	0.01	
-6.5	0.008	
-6.7	0.007	
-6.9	0.005	
-7.1	0.004	
-7.3	0.003	
-7.5	0.001	
-7.7	0.002	
-7.9	0.002	
-8.1	0.003	
-8.3	0.003	
-8.5	0.003	
-8.7	0.004	
-8.9	0.004	
-9.1	0.004	
-9.3	0.004	
-9.5	0.004	
-9.7	0.004	
-9.9	0.003	
-10.1	0.002	
-10.3	0.001	
-10.5	0.003	
-10.7	0.005	
-10.9	0.007	
-11.1	0.004	

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	54 di 55

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-11.3	0.002
-11.5	0.001
-11.7	0.001
-11.9	0
-12	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
Viadotto IV01

Relazione di calcolo opera provvisoria

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	IV 01 00 007	B	55 di 55