

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)

VIABILITA' - VIADOTTI

NW04 – VIADOTTO STRADALE SU NV62A

Relazione di calcolo opere provvisionali 1/3

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL NW0400 005 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	

File: RS3T.3.0.D.09.CL.NW.04.0.0.005.B

n. Elab.: 09_685_1

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

9.1	VERIFICHE SLU PARETI.....	18
9.2	VERIFICHE SLU GEO	20
9.3	VERIFICHE SLU PUNTONI.....	20
9.4	VERIFICHE SLE.....	25
9.5	VERIFICHE SLU UPL E HYD.....	25
10	ALLEGATI.....	30

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 NW04.

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 infissione di 14.0m. Si prevede l'inserimento di puntone diagonali, costituiti da sezione tubolare in acciaio (D300 s=15mm, L=5.4), collegati da due travi di ripartizione in acciaio di tipo HEB240 (due 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.

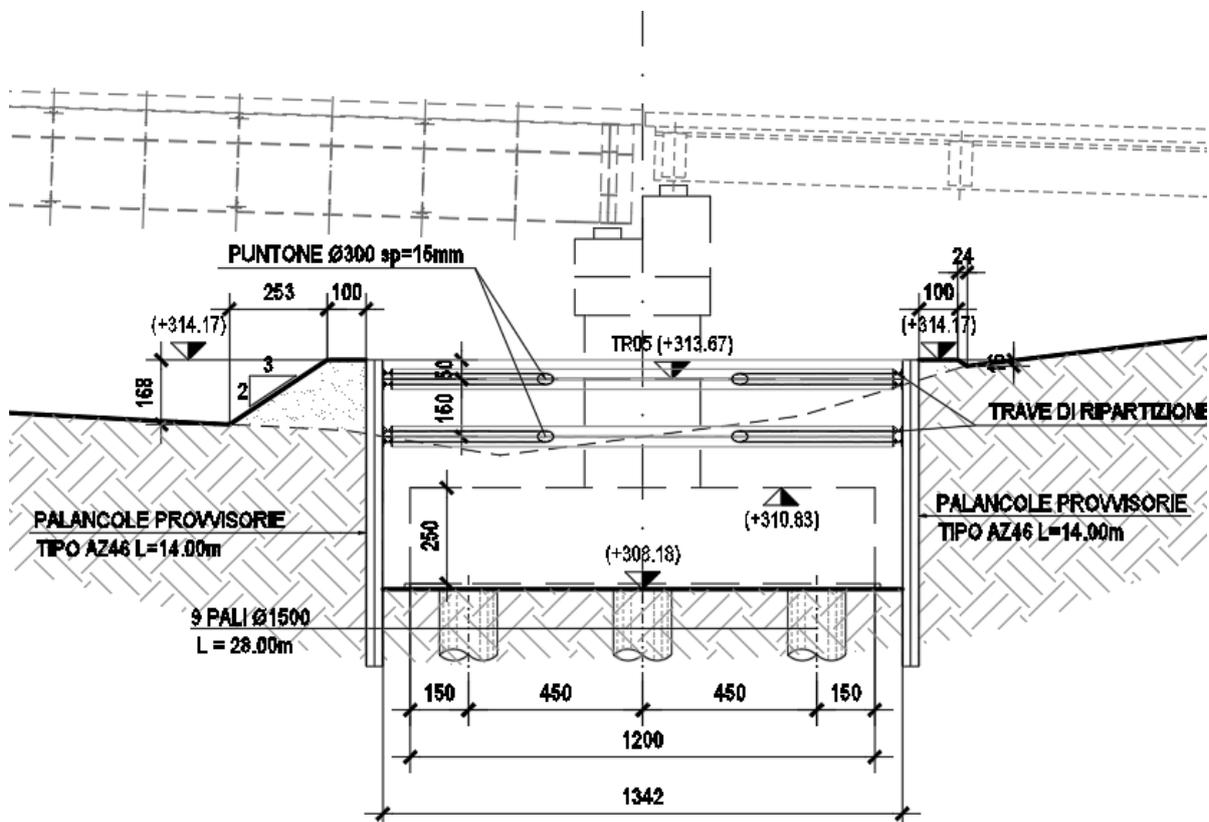


Fig. 1 – Sezione trasversale dell'opera

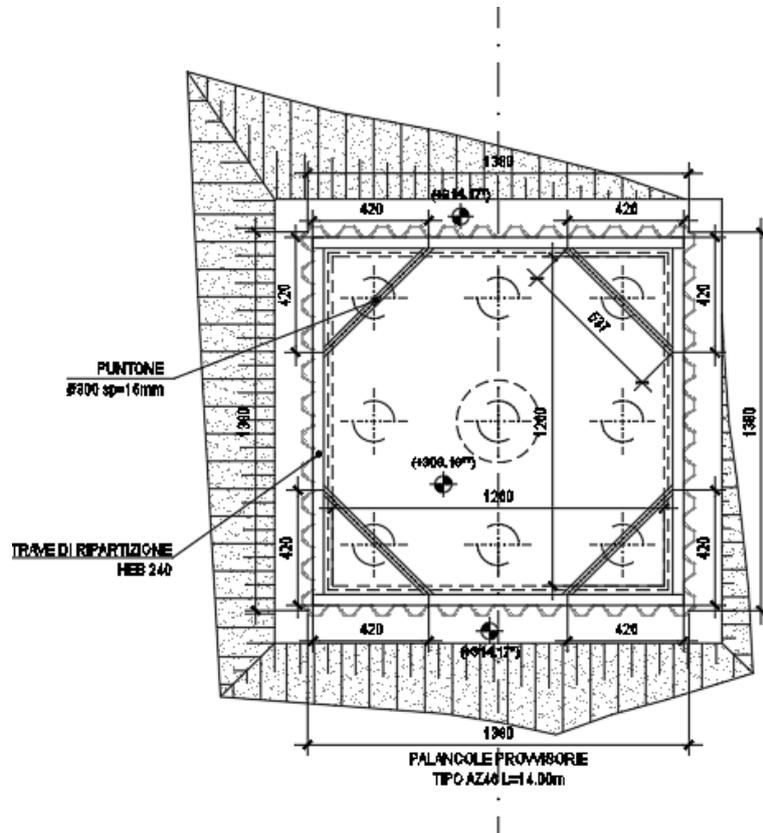


Fig. 2 –Pianta dell'opera

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 NW04- RS3T30D09RHNW0400001A.
- Carpenteria NW04- RS3T30D09BBNW0400002A.
- Carpenteria fondazioni e pianta fondazioni NW04- A0RS3T30D09B9NW0400001A.

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) $\varepsilon_t \geq 21\%$
- 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	6	19	10	23	40
FYN4	6	40	21	48	21	80

I sondaggi di riferimento sono: 3bS06

Dato il livello di piena TR05 con tirante massimo pari 1.32m sopra il piano campagna, si considera un franco di 0.5m prolungando la palancola sino a 1.82m sopra p.c. Si prevede la realizzazione di un argine. La falda viene posta a p.c..

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_F (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
Coazione 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=14m.

Si incrementa l'altezza di scavo del 10% secondo quanto riportato al cap.6.5.2.2 delle NTC($6.0 * 1.1 = 6.6m$).

Nella modellazione è implementata la seguente successione di step:

Step 1. Inizializzazione geostatica.

Step 2. Esecuzione palancola.

Step 3. Scavo intermedio.

Step 4. Inserimento puntone.

Step 5. Scavo intermedio.

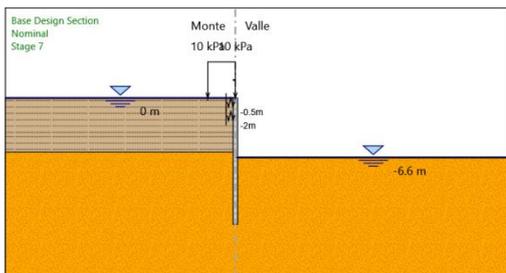
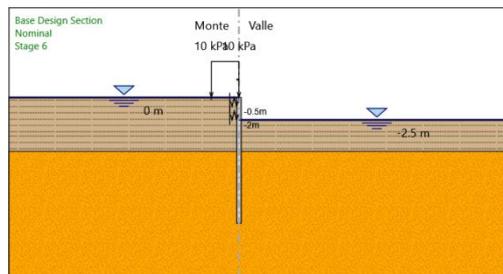
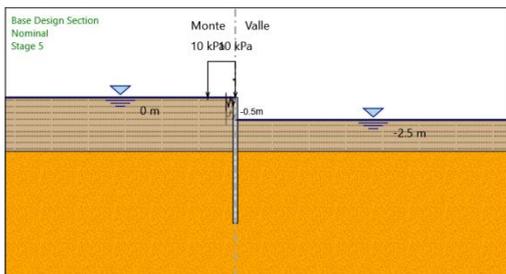
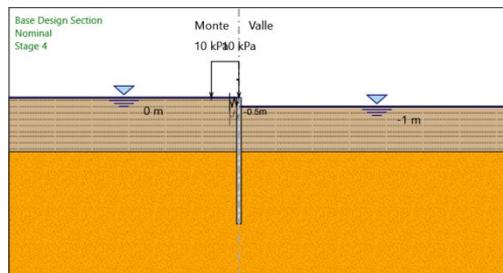
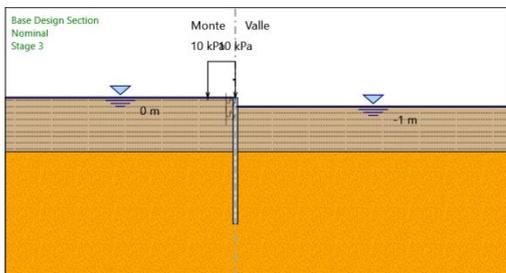
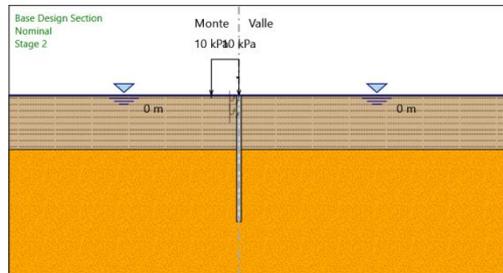
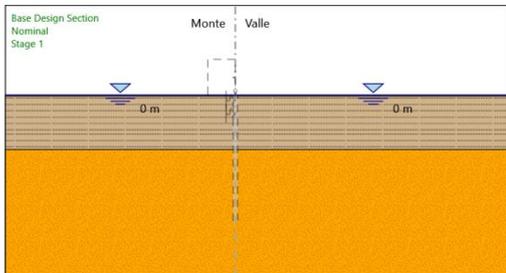
Step 6. Inserimento puntone.

Step 7. Scavo.

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

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

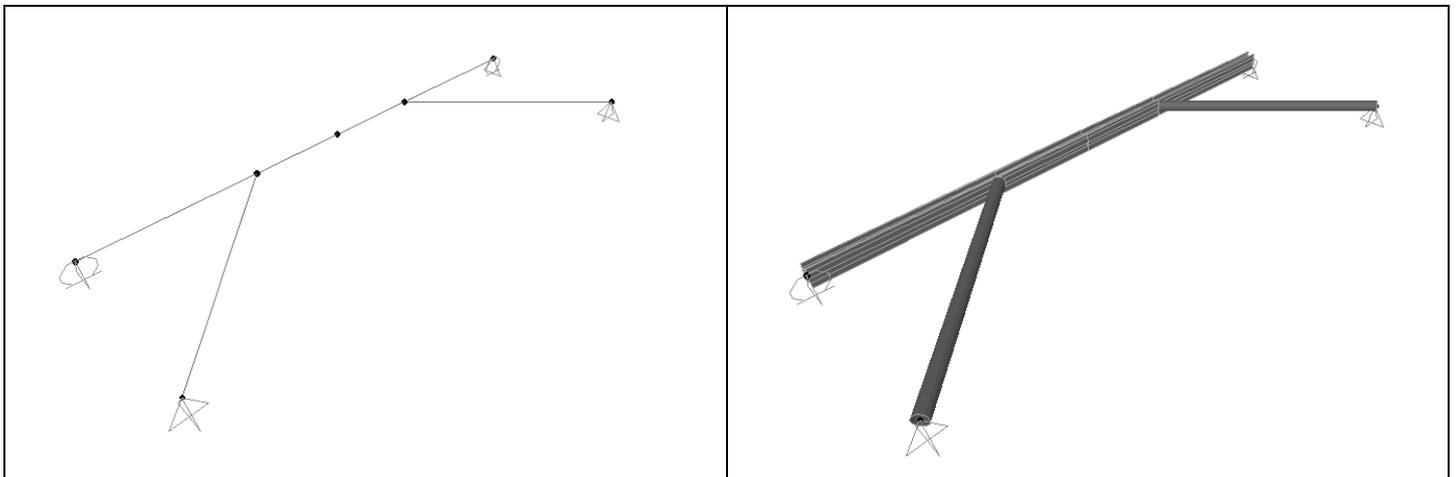
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	13 di 68



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 $u = 7.1 \cdot 10^{-5}$ m. Tramite la formula $k = 1/u$ si valuta la rigidezza $k \approx 14084$ 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.

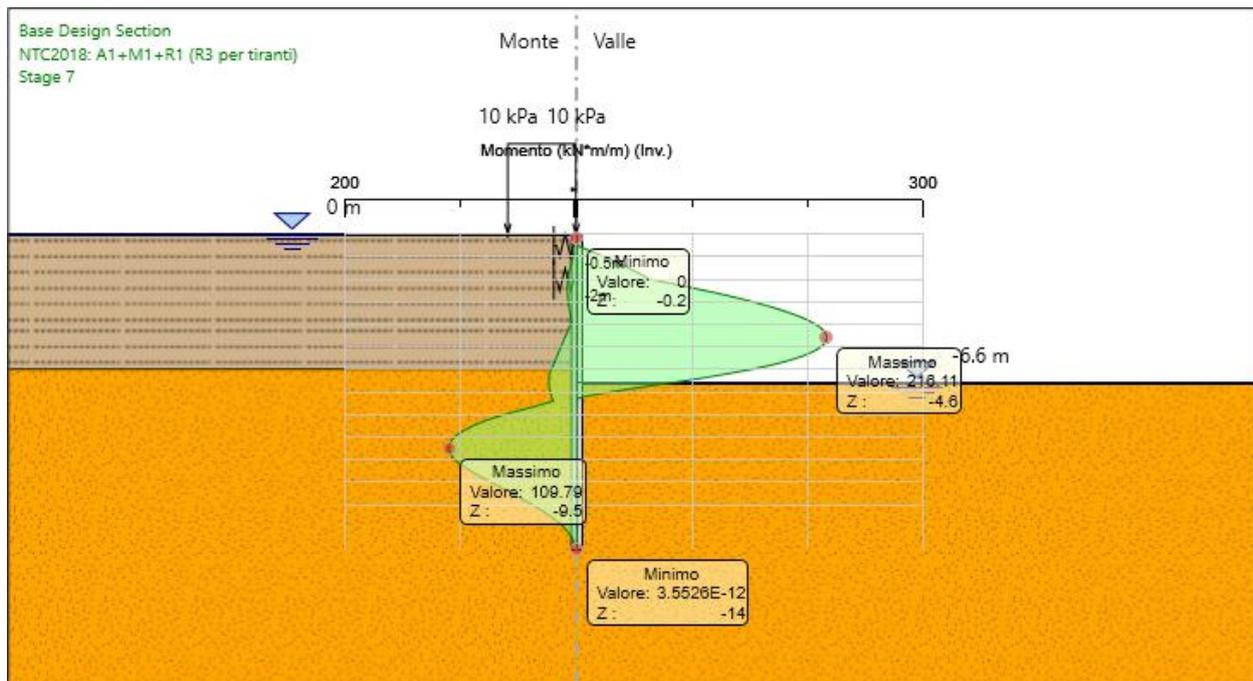
8.4 Spinta da sovraccarico accidentale

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

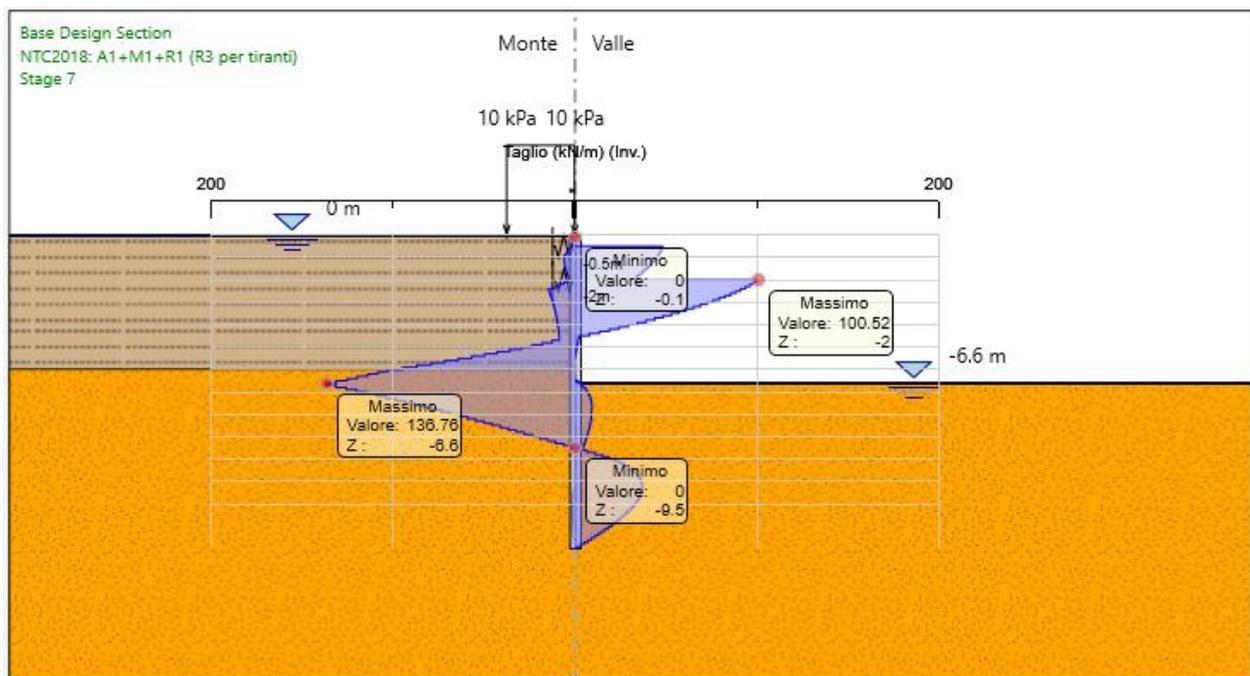
9 RISULTATI

9.1 Verifiche SLU pareti

Dall'involuppo del momento flettente si osserva che il massimo valore risulta pari a 216 kNm/m.

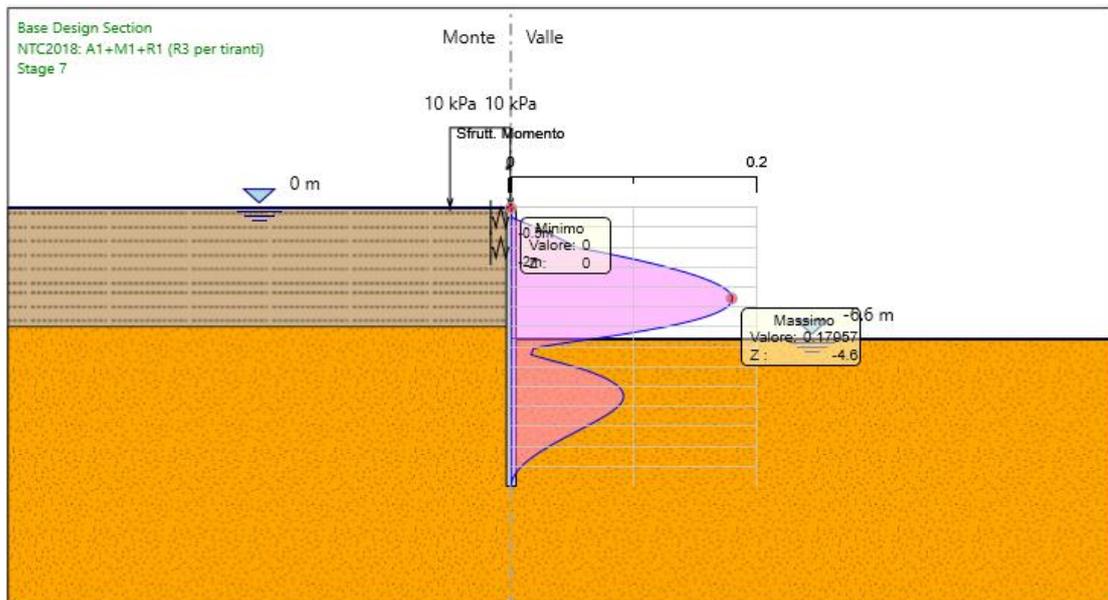


Dall'involuppo del taglio si osserva che il massimo valore risulta pari a 136 kN/m.

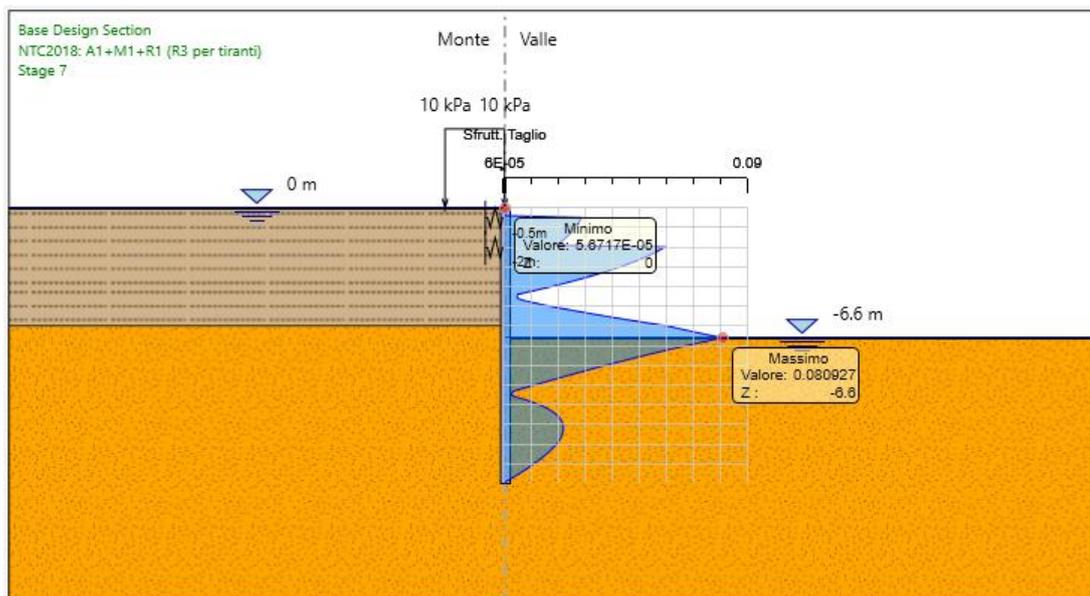


Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali delle palancole metalliche a flessione e a taglio condotte mediante l'ausilio di Paratie plus. In particolare si riportano i diagrammi dei tassi di sfruttamento sulle palancole, ottenuti come rapporto tra sollecitazione presente e resistenza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

Tasso di sfruttamento a momento nelle palancole metalliche $T.S.F.max = 0.18 < 1$

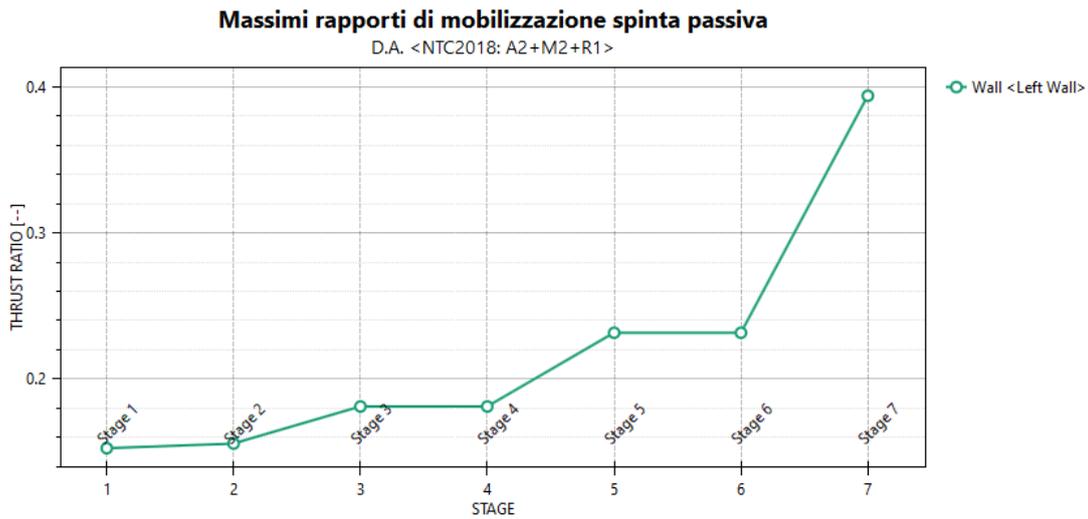


Tasso di sfruttamento a taglio nelle palancole metalliche $T.S.F.max = 0.081 < 1$



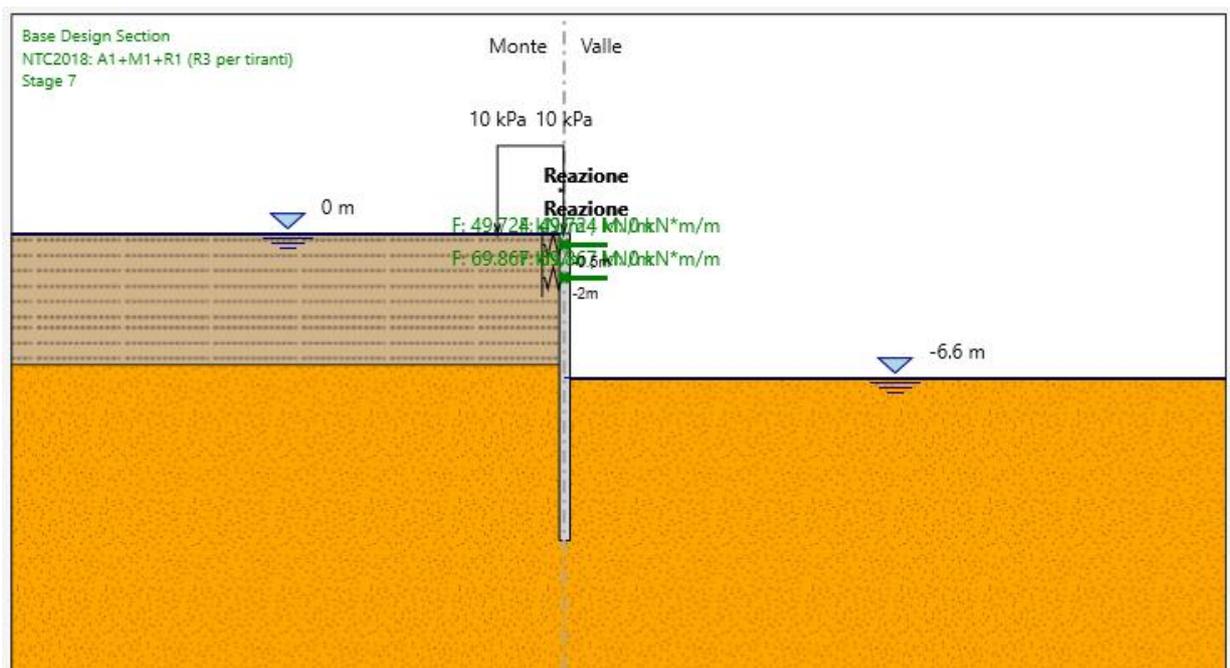
9.2 Verifiche SLU geo

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



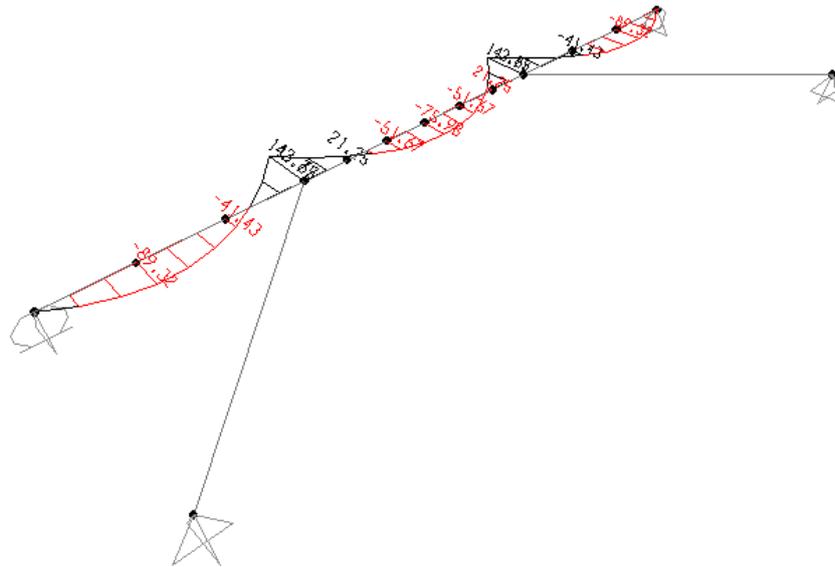
9.3 Verifiche SLU puntoni

Tramite il programma di calcolo Paratie Plus è stata valutata la reazione massima nella molla che risulta essere pari a 69 kN/m

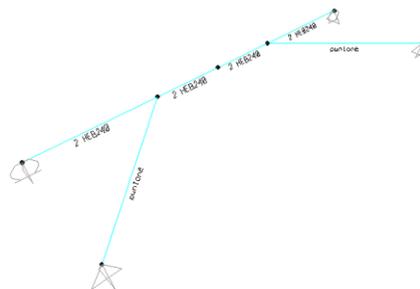


Tale reazione è stata utilizzata come moltiplicatore del carico unitario nel modello agli elementi finiti.

- Momento kNm



Le verifiche delle sezioni vengono svolte direttamente dal software di calcolo; il coefficiente massimo di sfruttamento è pari ad 0.46:



Tabulati:

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

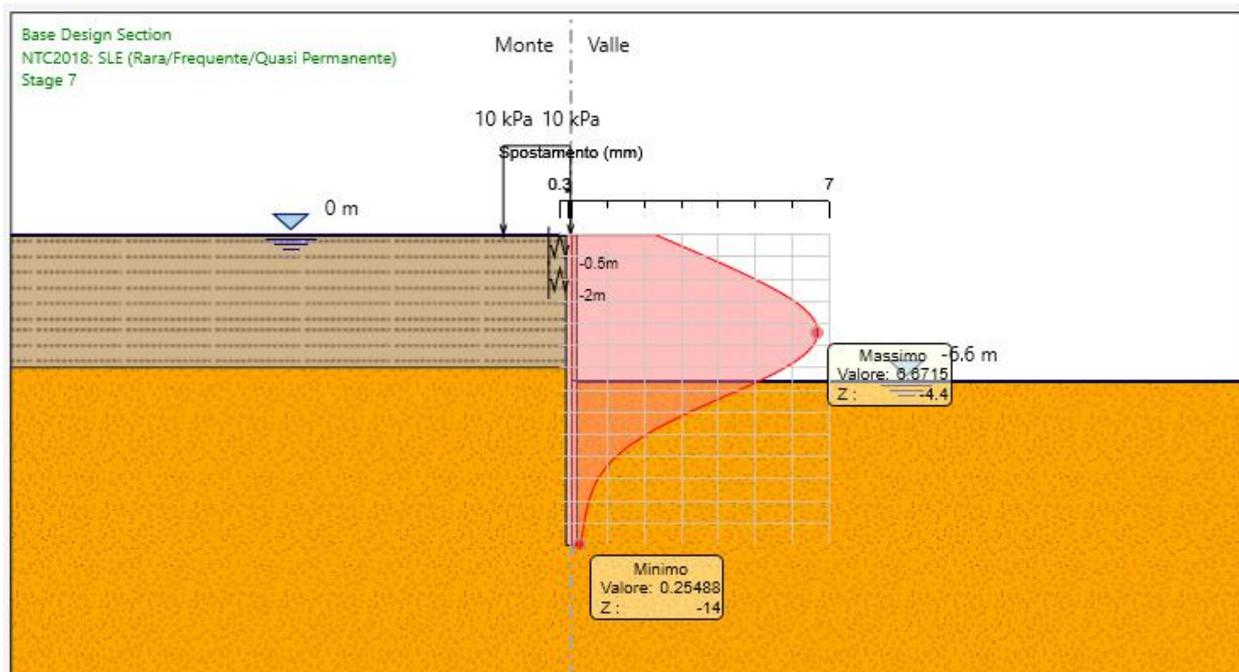
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	23 di 68

Frame	: 6	Design Sect:	2 HEB240						
X Mid	: 5.450	Design Type:	Beam						
Y Mid	: 0.000	Frame Type :	Ductility Class High Moment Resisting Frame						
Z Mid	: 0.000	Sect Class :	Class 3						
Length	: 2.500	Major Axis :	0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc	: 0.000	RLLF	: 1.000						
Area	: 0.020	SMajor	: 0.002	rMajor	: 0.103	AUMajor	: 0.005		
IMajor	: 2.179E-04	SMinor	: 0.002	rMinor	: 0.135	AUMinor	: 0.013		
IMinor	: 3.727E-04	ZMajor	: 0.002	E	: 210000000.00				
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 0.002	Fy	: 275000.000				
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS									
Location		P	M33	M22	U2	U3	T		
0.000		-355.994	142.773	0.000	175.000	0.000	0.000		
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO									
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check			
(6.62)	0.455	= 0.144	+ 0.311	+ 0.000	0.950	OK			
AXIAL FORCE DESIGN									
	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor				
Axial	-355.994	2472.386	4496.800	5353.333	2472.386				
MOMENT DESIGN									
	Med Moment	Mc,Rd Capacity	Mv,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity					
Major Moment	142.773	475.482	475.482	475.482					
Minor Moment	0.000	406.723	406.723						
	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor			
Major Moment	1.000	2.000	1.022	0.990		1.000			
Minor Moment	1.000	5.360	1.086		1.086				
SHEAR DESIGN									
	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion				
Major Shear	175.000	726.055	0.241	OK	0.000				
Minor Shear	0.000	2029.409	0.000	OK	0.000				
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS									
	UMajor Left	UMajor Right							
Major (U2)	175.000	0.000							

Frame	: 5	Design Sect:	puntone						
X Mid	: 2.100	Design Type:	Beam						
Y Mid	: -2.100	Frame Type :	Ductility Class High Moment Resisting Frame						
Z Mid	: 0.000	Sect Class :	Class 1						
Length	: 5.940	Major Axis :	0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc	: 5.940	RLLF	: 1.000						
Area	: 0.013	SMajor	: 9.116E-04	rMajor	: 0.101	AUMajor	: 0.007		
IMajor	: 1.367E-04	SMinor	: 9.116E-04	rMinor	: 0.101	AUMinor	: 0.007		
IMinor	: 1.367E-04	ZMajor	: 0.001	E	: 210000000.00				
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 0.001	Fy	: 275000.000				
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS									
Location		P	M33	M22	U2	U3	T		
5.940		-503.599	0.000	-0.876	0.000	0.148	0.000		
PMH DEMAND/CAPACITY RATIO									
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check			
(6.62)	0.169	= 0.167	+ 0.000	+ 0.002	0.950	OK			
AXIAL FORCE DESIGN									
	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor				
Axial	-503.599	3017.279	2954.668	3017.279	3017.279				
MOMENT DESIGN									
	Med Moment	Mc,Rd Capacity	Mu,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity					
Major Moment	0.000	319.393	319.393	319.393					
Minor Moment	-0.876	319.393	319.393						
	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor			
Major Moment	1.000	1.000	1.000	0.985		1.000			
Minor Moment	1.000	1.000	0.680		0.400				
SHEAR DESIGN									
	Ued Force	Uc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion				
Major Shear	0.000	1017.277	0.000	OK	0.000				
Minor Shear	0.148	1017.277	0.000	OK	0.000				
CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS									
	UMajor Left	UMajor Right							
Major (U2)	0.000	0.000							

9.4 Verifiche SLE

Dall'involuppo degli spostamenti in combinazione SLE si osserva che lo spostamento massimo orizzontale della paratia vale 6.67mm:



9.5 Verifiche SLU UPL E HYD

Il § 6.2.3.2. del DM 17.01.2018 specifica che le opere geotecniche devono essere verificate, ove ricorrano le condizioni, anche che nei riguardi di possibili stati limite di sollevamento o di sifonamento.

A tal fine, nella valutazione delle pressioni interstiziali e delle quote piezometriche caratteristiche, si devono assumere le condizioni più sfavorevoli, considerando i possibili effetti delle condizioni stratigrafiche.

Per la **stabilità al sollevamento** deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante ($V_{inst,d}$) ovvero sia della risultante delle pressioni idrauliche ottenuta considerando separatamente la parte permanente ($G_{inst,d}$) e quella variabile ($Q_{inst,d}$), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti ($G_{stb,d}$) e delle resistenze (R_d), ovvero:

$$V_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d \quad [6.2.4]$$

$$V_{inst,d} = G_{inst,d} + Q_{inst,d} \quad [6.2.5]$$

Per le verifiche di stabilità al sollevamento, i relativi coefficienti parziali sulle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.III.

Tab. 6.2.III – Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevole		1,5
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0
	Sfavorevole		1,5

⁽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_G

Al fine del calcolo della resistenza di progetto R_d , tali coefficienti devono essere combinati in modo opportuno con quelli relativi ai parametri geotecnici (M_2).

Ove necessario, il calcolo della resistenza va eseguito in accordo a quanto indicato negli specifici paragrafi della normativa dedicata alle fondazioni su pali e per gli ancoraggi.

In presenza di scavi a valle di opere di sostegno di terreni in falda, quando il piano finale di scavo da progetto è inferiore al livello della falda in sito, si configurano due potenziali meccanismi di instabilità della zona a valle delle opere, e che vanno indagati, ovvero :

- *Instabilità del fondo scavo per “sifonamento”*
- *Instabilità del fondo scavo per “sollevamento”*

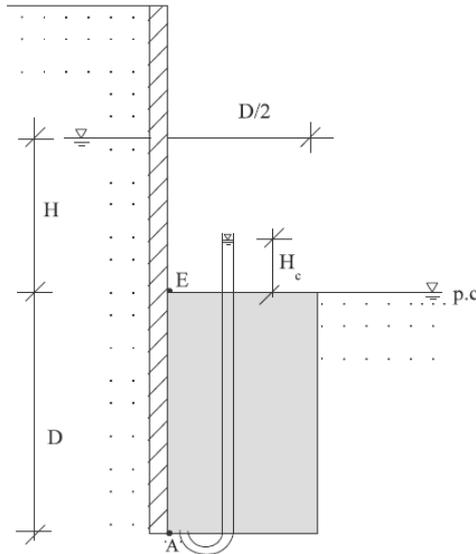
I fenomeni sono legati essenzialmente ai processi di filtrazione che si innescano verso la zona di fondo scavo a completamento degli scavi, che avvengono “a breve termine” per terreni a grana grossa, ovvero a “lungo termine” per terreni a grana fine, o comunque, in quest’ultimo caso, alla sovrappressione di tipo idrostatico che agisce a piede del cuneo di terreno potenzialmente instabile immediatamente a ridosso dell’opera.

- Forza instabilizzante (forze di filtrazione dovute alla componente idrodinamica della pressione interstiziale):

$$S_w = \gamma_w \cdot H_c \cdot D/2$$

- Forza stabilizzante (peso immerso del cuneo di terreno):

$$W' = \gamma' \cdot D \cdot D/2$$



In favore di sicurezza si adotterà $H_c = H/2$.

Pertanto si ha:

$$W' = \gamma_{G1} * (\gamma - \gamma_w) * D * D/2 = 0.9 * 11 * 7.4 * 7.4/2 = 271 \text{ kN}$$

$$S_w = \gamma_{G1} * \gamma_w * H/2 * D/2 = 1.1 * 10 * 6.6/2 * 7.4/2 = 134 \text{ kN}$$

Essendo le forze stabilizzanti maggiori di quelle instabilizzanti, la verifica a sollevamento del fondo scavo è soddisfatta.

In aggiunta al meccanismo di sollevamento, la normativa al § 6.2.3.2. prescrive di effettuare verifiche specifiche nei riguardi del rischio di “**sifonamento**”, che riguarda specificamente le condizioni di filtrazione che si innescano a valle degli scavi, per effetto dei quali, a seguito dell’incremento delle pressioni interstiziali nella zona di valle, si può determinare un annullamento delle tensioni verticali efficaci e quindi la completa perdita di resistenza del terreno che determina un trasporto delle particelle da parte dell’acqua in movimento, dando origine ad un fenomeno progressivo di erosione che conduce al collasso della struttura del terreno.

Il controllo della stabilità al sifonamento si esegue verificando che il valore di progetto della pressione interstiziale instabilizzante ($u_{inst,d}$) risulti non superiore al valore di progetto della tensione totale stabilizzante ($\sigma_{sstb,d}$), tenendo conto dei coefficienti parziali della Tab. 6.2.IV:

$$u_{inst,d} \leq \sigma_{sstb,d} \quad (6.2.6)$$

In entrambe le verifiche, nella valutazione delle pressioni interstiziali, si devono assumere le condizioni più sfavorevoli, considerando i possibili effetti delle successioni stratigrafiche sul regime di pressione dell’acqua.

Nelle verifiche al sifonamento, in presenza di adeguate conoscenze sul regime delle pressioni interstiziali, i coefficienti di sicurezza minimi sono indicati nella Tab. 6.2.IV. Valori superiori possono essere assunti e giustificati tenendo presente della pericolosità del fenomeno in relazione

Tabella 6.2.IV – Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sifonamento.

CARICHI	EFFETTO	COEFFICIENTE PARZIALE γ_F (o γ_E)	SIFONAMENTO (HYD)
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,3
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0
	Sfavorevole		1,5
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0
	Sfavorevole		1,5

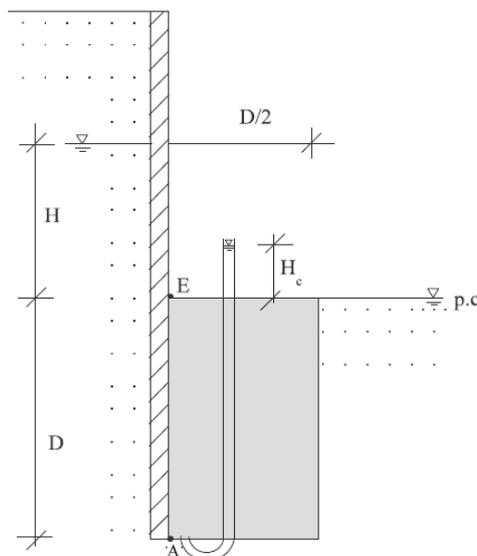
(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

- Forza instabilizzante (valore di progetto della pressione interstiziale):

$$u_{inst,d} = \gamma_{G1} \gamma_w \cdot (D + H_c)$$

- Forza stabilizzante (peso immerso del cuneo di terreno):

$$\sigma_{sstb,d} = \gamma_{G1} \gamma_{sat} \cdot D$$



In favore di sicurezza si adotterà $H_c = H/2$.

Pertanto si ha:

Relazione di calcolo opera provvisoria 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	29 di 68

$$u_{inst,d} = \gamma_{G1} \gamma_w \cdot (D + H_c) = 1.3 \cdot 10 \cdot (7.4 + 6.6/2) = 139 \text{ kN}$$

$$\sigma_{sstb,d} = \gamma_{G1} \gamma_{sat} \cdot D = 0.9 \cdot 21 \cdot 7.4 = 139.8 \text{ kN}$$

Essendo le forze stabilizzanti maggiori di quelle instabilizzanti, la verifica risulta pertanto soddisfatta.

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	31 di 68

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Muro di sinistra

Sezione : palanca

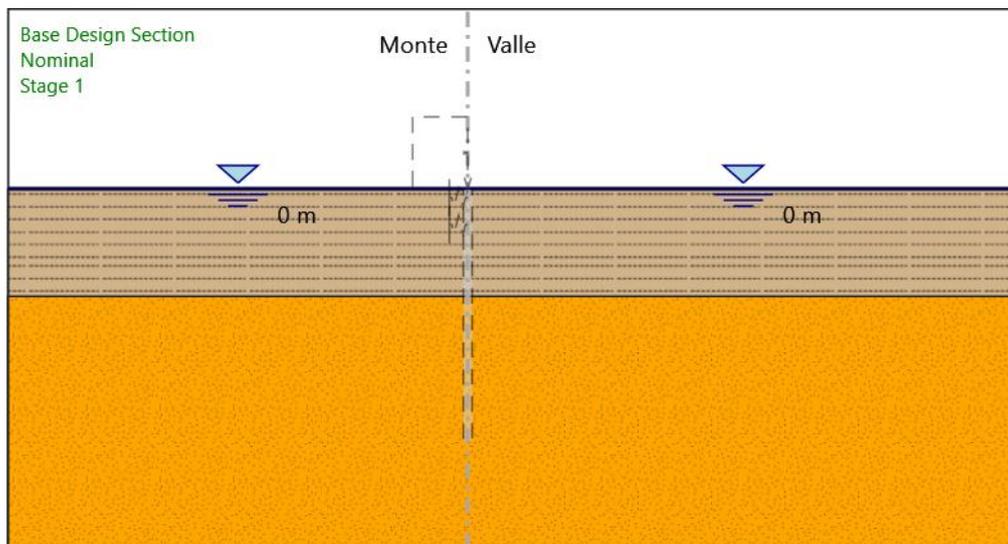
Area equivalente : 0.0291 m

Inerzia equivalente : 0.0011 m⁴/m

Profilo palanca : AZ 46

Fasi di Calcolo

Stage 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 : 0 m

Falda di destra : 0 m

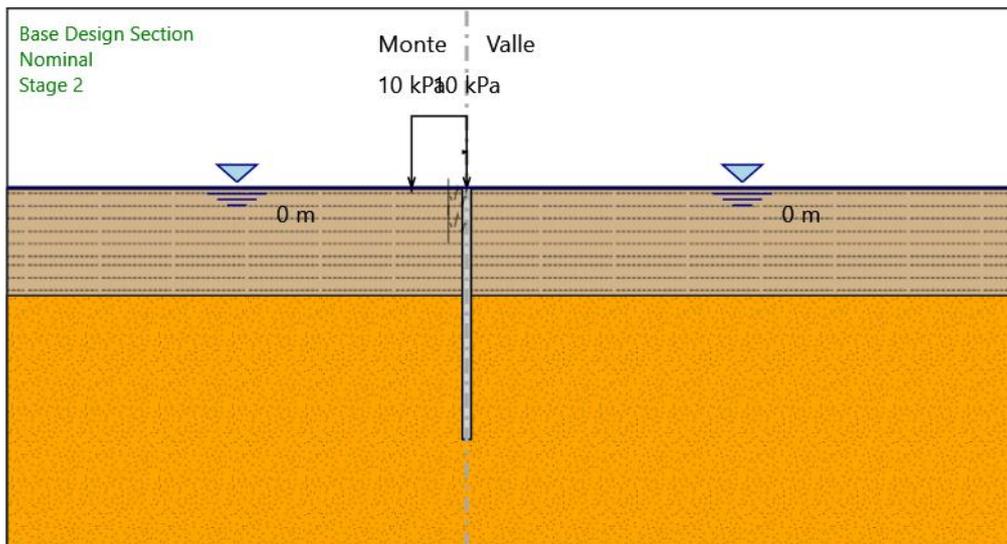


DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)
Viadotto NW04

Relazione di calcolo opera provvisionale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	33 di 68

Stage 2



Stage 2

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 : 0 m

Falda di destra : 0 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	35 di 68

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

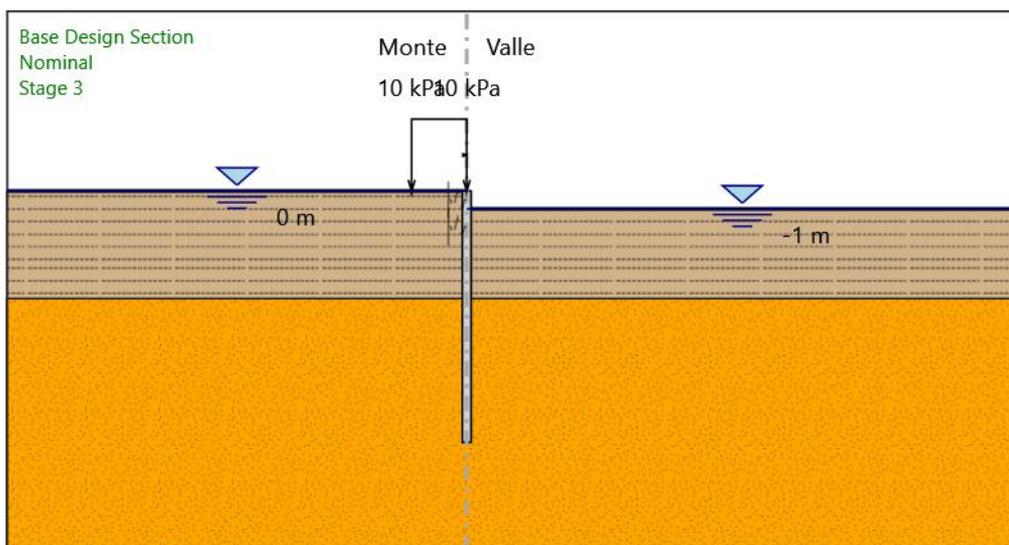
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : palancaola

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : -1 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)
Viadotto NW04

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	37 di 68

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

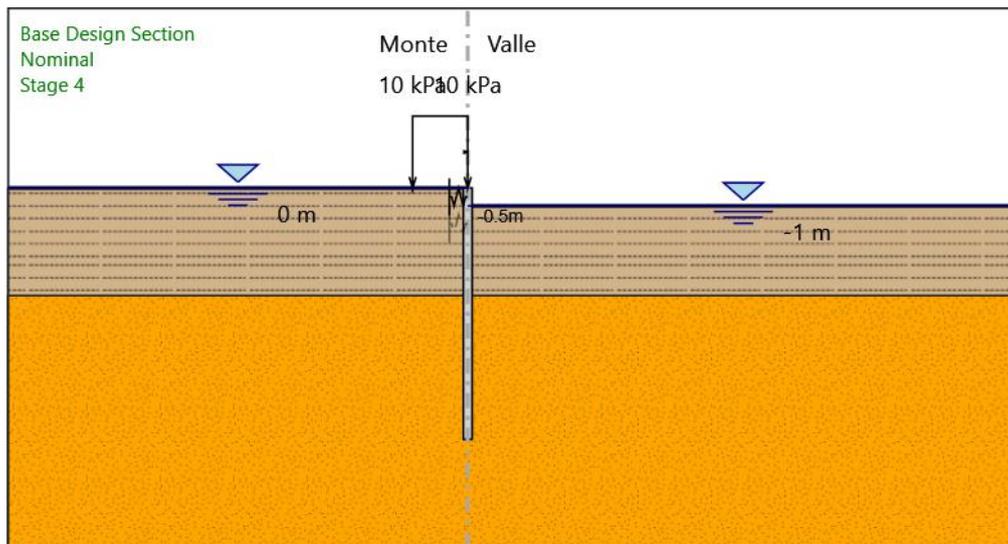
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : palanca

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : -1 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	39 di 68

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : palanca

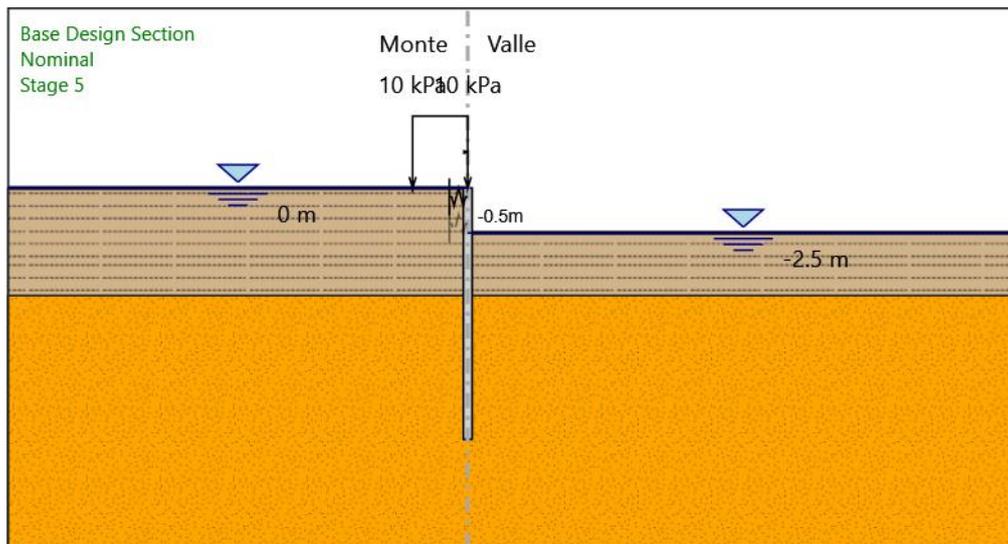
Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -0.5 m

Angolo : 0 °

Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : -2.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	41 di 68

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : palanca

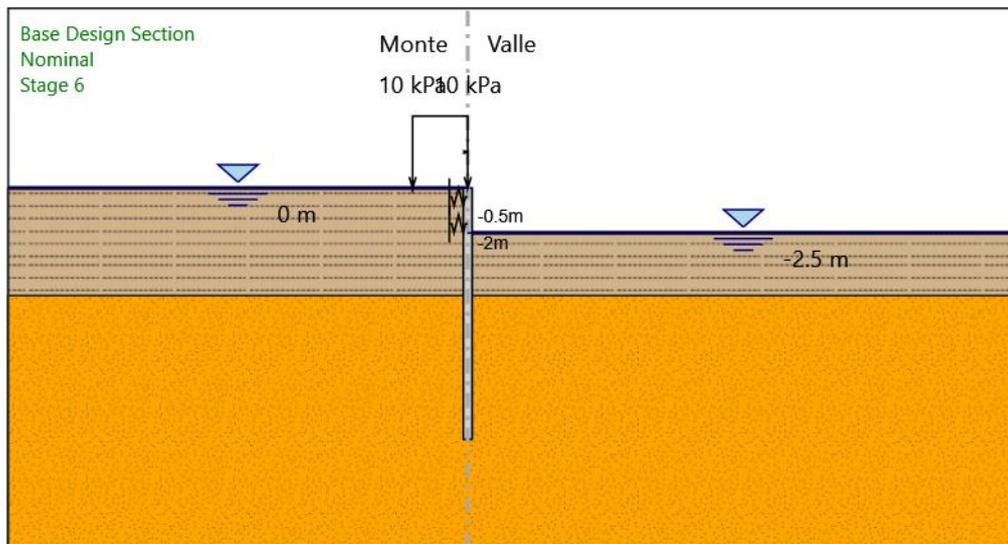
Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -0.5 m

Angolo : 0 °

Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : -2.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	43 di 68

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : palanca

Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -0.5 m

Angolo : 0 °

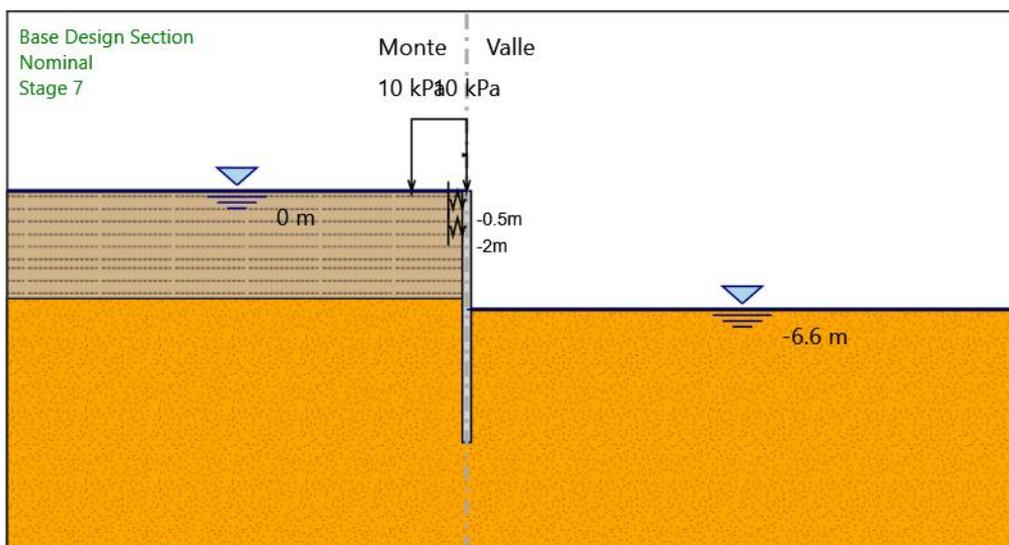
Vincolo elastico : Spring_New

X : 0 m

Z : -2 m

Angolo : 0 °

Stage 7



Stage 7

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.6 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : 0 m

Falda di destra : -6.6 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -3 m

X finale : 0 m

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	45 di 68

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -14 m

Sezione : palanca

Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -0.5 m

Angolo : 0 °

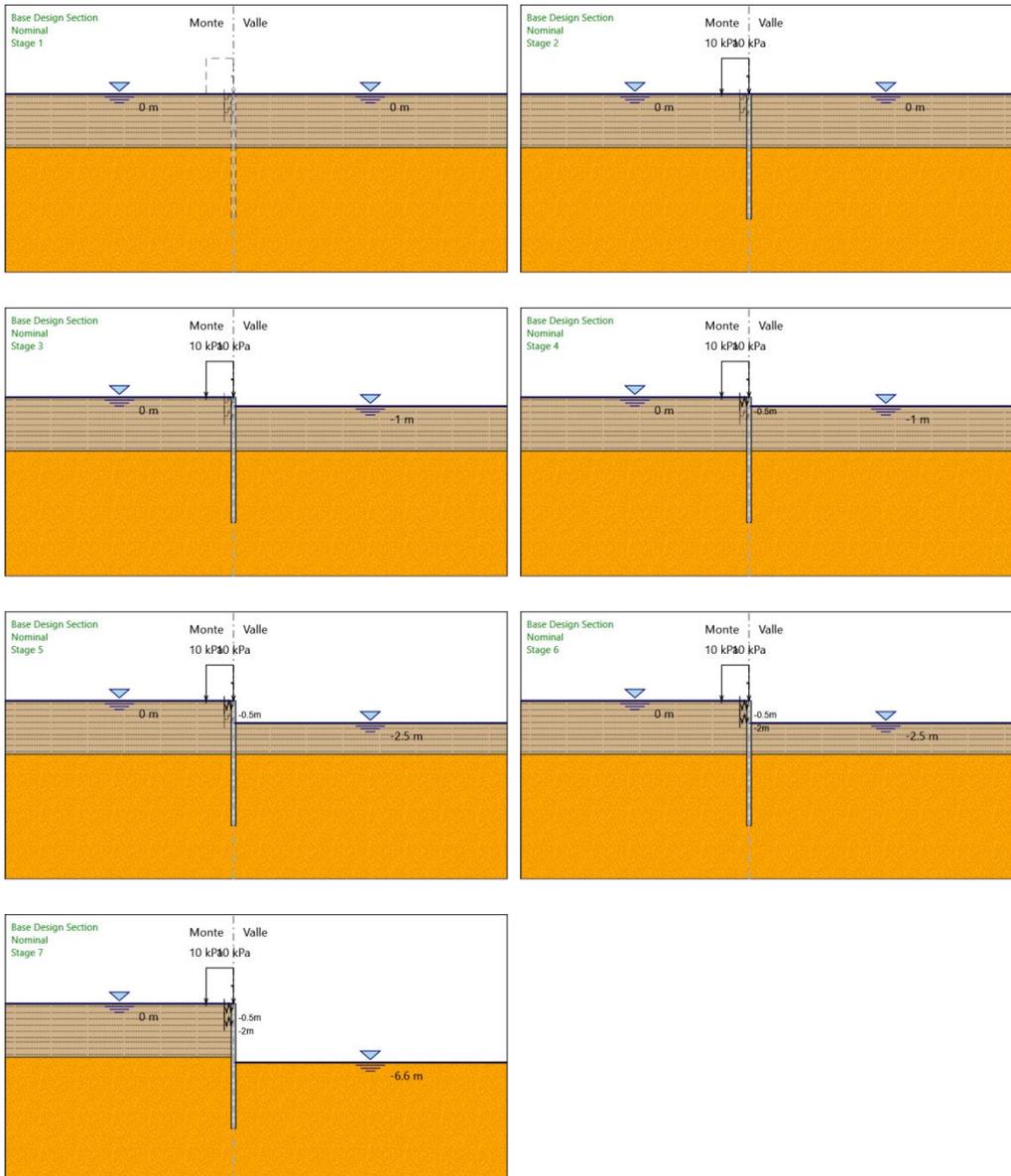
Vincolo elastico : Spring_New

X : 0 m

Z : -2 m

Angolo : 0 °

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	47 di 68

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 permanenti (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

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	2.272	
-0.1	0	2.411	
-0.2	0	2.549	
-0.3	0	2.688	
-0.4	0	2.827	
-0.5	0	2.966	
-0.6	0	3.105	
-0.7	0	3.244	
-0.8	0	3.382	
-0.9	0	3.52	
-1	0	3.658	
-1.1	0	3.794	
-1.2	0	3.93	
-1.3	0	4.065	
-1.4	0	4.198	
-1.5	0	4.33	
-1.6	0	4.461	
-1.7	0	4.59	
-1.8	0	4.717	
-1.9	0	4.843	
-2	0	4.967	
-2.1	0	5.088	
-2.2	0	5.207	
-2.3	0	5.324	
-2.4	0	5.437	
-2.5	0	5.547	
-2.6	0	5.654	
-2.7	0	5.756	
-2.8	0	5.855	
-2.9	0	5.949	
-3	0	6.038	
-3.1	0	6.122	
-3.2	0	6.201	
-3.3	0	6.274	
-3.4	0	6.342	
-3.5	0	6.404	
-3.6	0	6.46	
-3.7	0	6.51	
-3.8	0	6.553	
-3.9	0	6.59	
-4	0	6.62	
-4.1	0	6.643	
-4.2	0	6.66	
-4.3	0	6.669	
-4.4	0	6.671	
-4.5	0	6.667	
-4.6	0	6.655	
-4.7	0	6.636	
-4.8	0	6.61	
-4.9	0	6.577	
-5	0	6.537	
-5.1	0	6.49	
-5.2	0	6.436	

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	49 di 68

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT

Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-5.3	0	6.376
-5.4	0	6.308
-5.5	0	6.235
-5.6	0	6.155
-5.7	0	6.069
-5.8	0	5.977
-5.9	0	5.88
-6	0	5.777
-6.1	0	5.67
-6.2	0	5.558
-6.3	0	5.441
-6.4	0	5.321
-6.5	0	5.197
-6.6	0	5.07
-6.7	0	4.941
-6.8	0	4.809
-6.9	0	4.675
-7	0	4.54
-7.1	0	4.404
-7.2	0	4.268
-7.3	0	4.131
-7.4	0	3.995
-7.5	0	3.858
-7.6	0	3.723
-7.7	0	3.588
-7.8	0	3.455
-7.9	0	3.324
-8	0	3.194
-8.1	0	3.066
-8.2	0	2.94
-8.3	0	2.817
-8.4	0	2.697
-8.5	0	2.579
-8.6	0	2.464
-8.7	0	2.352
-8.8	0	2.243
-8.9	0	2.138
-9	0	2.036
-9.1	0	1.937
-9.2	0	1.842
-9.3	0	1.751
-9.4	0	1.663
-9.5	0	1.578
-9.6	0	1.498
-9.7	0	1.42
-9.8	0	1.347
-9.9	0	1.277
-10	0	1.21
-10.1	0	1.147
-10.2	0	1.088
-10.3	0	1.031
-10.4	0	0.978
-10.5	0	0.928
-10.6	0	0.88
-10.7	0	0.836
-10.8	0	0.795
-10.9	0	0.756
-11	0	0.719
-11.1	0	0.685
-11.2	0	0.654
-11.3	0	0.624

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	50 di 68

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT

Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-11.4	0	0.597
-11.5	0	0.571
-11.6	0	0.548
-11.7	0	0.526
-11.8	0	0.505
-11.9	0	0.486
-12	0	0.469
-12.1	0	0.452
-12.2	0	0.437
-12.3	0	0.422
-12.4	0	0.409
-12.5	0	0.396
-12.6	0	0.385
-12.7	0	0.373
-12.8	0	0.363
-12.9	0	0.352
-13	0	0.343
-13.1	0	0.333
-13.2	0	0.324
-13.3	0	0.315
-13.4	0	0.306
-13.5	0	0.298
-13.6	0	0.289
-13.7	0	0.28
-13.8	0	0.272
-13.9	0	0.263
-14	0	0.255

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
-0.1	0.01	0
-0.2	0.028	0
-0.3	0.07	0
-0.4	0.139	0
-0.5	0.25	0
-0.6	0.438	4.643
-0.7	0.701	9.423
-0.8	1.052	14.14
-0.9	1.502	18.785
-1	2.066	23.349
-1.1	2.625	27.823
-1.2	3.173	32.199
-1.3	3.703	36.466
-1.4	4.211	40.617
-1.5	4.693	44.642
-1.6	5.143	48.532
-1.7	5.559	52.278
-1.8	5.935	55.871
-1.9	6.266	59.303
-2	6.548	62.559
-2.1	6.777	72.611
-2.2	6.948	82.457
-2.3	7.057	92.08
-2.4	7.097	101.465
-2.5	7.073	110.595
-2.6	6.992	119.455
-2.7	6.862	128.029
-2.8	6.688	136.301
-2.9	6.479	144.255
-3	6.239	151.876
-3.1	5.975	159.147
-3.2	5.691	166.054
-3.3	5.391	172.581
-3.4	5.078	178.715
-3.5	4.757	184.44
-3.6	4.429	189.74
-3.7	4.1	194.602
-3.8	3.77	199.009
-3.9	3.444	202.948
-4	4.261	206.402
-4.1	5.153	209.357
-4.2	6.03	211.797
-4.3	6.893	213.707
-4.4	7.743	215.073
-4.5	8.583	215.877
-4.6	9.414	216.107
-4.7	10.239	215.745
-4.8	11.059	214.777
-4.9	11.875	213.187
-5	12.69	210.961
-5.1	13.506	208.082
-5.2	14.322	204.536
-5.3	15.143	200.306
-5.4	15.967	195.378
-5.5	16.798	189.736

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	52 di 68

Design Assumption: Nominal **Inviluppi: Momento** **Muro: WallElement**

Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-5.6	17.635	183.365
-5.7	18.481	176.249
-5.8	19.336	168.372
-5.9	20.201	159.72
-6	21.077	150.276
-6.1	21.965	140.026
-6.2	22.591	129.227
-6.3	22.975	117.871
-6.4	23.143	105.948
-6.5	23.118	93.45
-6.6	23.028	80.367
-6.7	23.012	66.691
-6.8	22.831	53.589
-6.9	22.506	41.053
-7	22.054	29.078
-7.1	21.495	17.656
-7.2	20.845	6.778
-7.3	20.119	0
-7.4	19.332	0
-7.5	25.739	0
-7.6	32.811	0
-7.7	39.735	0
-7.8	47.519	0
-7.9	54.816	0
-8	61.633	0
-8.1	67.976	0
-8.2	73.851	0
-8.3	79.266	0
-8.4	84.225	0
-8.5	88.734	0
-8.6	92.796	0
-8.7	96.418	0
-8.8	99.601	0
-8.9	102.348	0
-9	104.663	0
-9.1	106.547	0
-9.2	108.002	0
-9.3	109.027	0
-9.4	109.623	0
-9.5	109.79	0
-9.6	109.526	0
-9.7	108.83	0
-9.8	107.698	0
-9.9	106.166	0
-10	104.276	0
-10.1	102.067	0
-10.2	99.576	0.048
-10.3	96.84	0.195
-10.4	93.89	0.324
-10.5	90.758	0.432
-10.6	87.472	0.52
-10.7	84.059	0.59
-10.8	80.544	0.644
-10.9	76.949	0.683
-11	73.296	0.708
-11.1	69.603	0.721
-11.2	65.89	0.746
-11.3	62.171	0.766
-11.4	58.462	0.775
-11.5	54.776	0.774
-11.6	51.126	0.764

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	53 di 68

Design Assumption: Nominal Involuppi: Momento Muro: WallElement

Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.7	47.521	0.746
-11.8	43.977	0.722
-11.9	40.508	0.692
-12	37.125	0.658
-12.1	33.842	0.619
-12.2	30.668	0.578
-12.3	27.612	0.534
-12.4	24.683	0.489
-12.5	21.889	0.442
-12.6	19.235	0.395
-12.7	16.728	0.349
-12.8	14.372	0.303
-12.9	12.175	0.259
-13	10.143	0.217
-13.1	8.28	0.177
-13.2	6.592	0.14
-13.3	5.086	0.107
-13.4	3.765	0.078
-13.5	2.634	0.054
-13.6	1.698	0.034
-13.7	0.963	0.019
-13.8	0.431	0.008
-13.9	0.109	0.002
-14	0	0

Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.096	0
-0.1	0.218	0
-0.2	0.428	0
-0.3	0.751	0.02
-0.4	1.252	0.046
-0.5	1.878	48.338
-0.6	2.629	48.338
-0.7	3.505	47.797
-0.8	4.507	47.167
-0.9	5.633	46.449
-1	5.633	45.643
-1.1	5.596	44.744
-1.2	5.474	43.755
-1.3	5.301	42.676
-1.4	5.082	41.507
-1.5	4.817	40.249
-1.6	4.508	38.9
-1.7	4.154	37.461
-1.8	3.756	35.933
-1.9	3.313	34.315
-2	3.206	100.522
-2.1	5.668	100.522
-2.2	8.247	98.457
-2.3	10.985	96.23
-2.4	13.896	93.845
-2.5	13.896	91.303
-2.6	13.526	88.6
-2.7	13.109	85.739
-2.8	12.697	82.721
-2.9	12.304	79.542
-3	11.929	76.205
-3.1	11.574	72.711
-3.2	11.233	69.068
-3.3	10.906	65.277
-3.4	10.596	61.337
-3.5	10.302	57.247
-3.6	10.026	53.007
-3.7	9.769	48.617
-3.8	9.53	44.076
-3.9	9.31	39.385
-4	9.11	34.542
-4.1	8.929	29.547
-4.2	8.768	24.401
-4.3	8.626	19.103
-4.4	8.503	13.652
-4.5	8.399	8.048
-4.6	8.321	2.423
-4.7	12.155	2.224
-4.8	17.627	2.006
-4.9	23.225	1.77
-5	28.95	1.517
-5.1	35.464	1.247
-5.2	42.295	0.96
-5.3	49.28	0.681
-5.4	56.42	0.455
-5.5	63.714	0.21

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	55 di 68

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Taglio Muro: WallElement

Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-5.6	71.162	0
-5.7	78.766	0
-5.8	86.524	0
-5.9	94.436	0
-6	102.504	0
-6.1	107.989	0
-6.2	113.563	0
-6.3	119.227	0
-6.4	124.981	0.384
-6.5	130.825	1.943
-6.6	136.759	3.425
-6.7	136.759	4.707
-6.8	131.029	5.803
-6.9	125.354	6.728
-7	119.75	7.495
-7.1	114.224	8.117
-7.2	108.778	8.607
-7.3	103.416	8.976
-7.4	98.138	9.238
-7.5	92.943	9.402
-7.6	87.831	9.479
-7.7	82.8	9.479
-7.8	77.847	9.479
-7.9	72.969	9.411
-8	68.164	9.285
-8.1	63.428	9.231
-8.2	58.757	9.12
-8.3	54.146	8.96
-8.4	49.591	8.757
-8.5	45.087	8.517
-8.6	40.629	8.248
-8.7	36.212	7.945
-8.8	31.83	7.612
-8.9	27.478	7.255
-9	23.15	6.882
-9.1	18.84	6.496
-9.2	14.543	6.103
-9.3	10.252	5.707
-9.4	5.962	5.312
-9.5	1.667	4.92
-9.6	0	6.964
-9.7	0	11.312
-9.8	0	15.319
-9.9	0	18.904
-10	0	22.091
-10.1	0	24.904
-10.2	0	27.365
-10.3	0	29.497
-10.4	0	31.321
-10.5	0	32.859
-10.6	0	34.129
-10.7	0	35.153
-10.8	0	35.948
-10.9	0.003	36.533
-11	0.012	36.923
-11.1	0.021	37.136
-11.2	0.068	37.187
-11.3	0.15	37.187
-11.4	0.222	37.089
-11.5	0.283	36.858
-11.6	0.334	36.505

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	56 di 68

Design Assumption: Nominal Involuppi: Taglio Muro: WallElement

Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.7	0.375	36.043
-11.8	0.407	35.441
-11.9	0.429	34.696
-12	0.443	33.823
-12.1	0.448	32.834
-12.2	0.448	31.742
-12.3	0.454	30.557
-12.4	0.464	29.289
-12.5	0.468	27.947
-12.6	0.468	26.539
-12.7	0.465	25.071
-12.8	0.457	23.551
-12.9	0.442	21.971
-13	0.423	20.328
-13.1	0.397	18.628
-13.2	0.367	16.874
-13.3	0.331	15.067
-13.4	0.291	13.211
-13.5	0.245	11.306
-13.6	0.197	9.355
-13.7	0.151	7.357
-13.8	0.106	5.313
-13.9	0.062	3.224
-14	0.02	1.09



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)
Viadotto NW04

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	57 di 68

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall		LEFT	LEFT	15.27
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 7 Left Wall		RIGHT	RIGHT	39.39



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)
Viadotto NW04

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	58 di 68

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 7 Left Wall		LEFT	LEFT	12888.73
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall		RIGHT	RIGHT	45517.81

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	59 di 68

Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Forza kN/m
Spring	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7	49.72
Spring_New	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7	69.87

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Momento kN*m/m
Spring	NTC2018: A2+M2+R1	Stage 7	0
Spring_New	NTC2018: A2+M2+R1	Stage 7	0

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	60 di 68

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NONE

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	61 di 68

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6	Stage 7
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	V	V
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	V	V

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	62 di 68

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	
-0.1	0	
-0.2	0	
-0.3	0	
-0.4	0	
-0.5	0	
-0.6	0.004	
-0.7	0.008	
-0.8	0.012	
-0.9	0.016	
-1	0.019	
-1.1	0.023	
-1.2	0.027	
-1.3	0.03	
-1.4	0.034	
-1.5	0.037	
-1.6	0.04	
-1.7	0.043	
-1.8	0.046	
-1.9	0.049	
-2	0.052	
-2.1	0.06	
-2.2	0.069	
-2.3	0.077	
-2.4	0.084	
-2.5	0.092	
-2.6	0.099	
-2.7	0.106	
-2.8	0.113	
-2.9	0.12	
-3	0.126	
-3.1	0.132	
-3.2	0.138	
-3.3	0.143	
-3.4	0.149	
-3.5	0.153	
-3.6	0.158	
-3.7	0.162	
-3.8	0.165	
-3.9	0.169	
-4	0.172	
-4.1	0.174	
-4.2	0.176	
-4.3	0.178	
-4.4	0.179	
-4.5	0.179	
-4.6	0.18	
-4.7	0.179	
-4.8	0.178	
-4.9	0.177	
-5	0.175	
-5.1	0.173	
-5.2	0.17	
-5.3	0.166	

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	63 di 68

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-5.4	0.162
-5.5	0.158
-5.6	0.152
-5.7	0.146
-5.8	0.14
-5.9	0.133
-6	0.125
-6.1	0.116
-6.2	0.107
-6.3	0.098
-6.4	0.088
-6.5	0.078
-6.6	0.067
-6.7	0.055
-6.8	0.045
-6.9	0.034
-7	0.024
-7.1	0.018
-7.2	0.017
-7.3	0.017
-7.4	0.016
-7.5	0.021
-7.6	0.027
-7.7	0.033
-7.8	0.039
-7.9	0.046
-8	0.051
-8.1	0.056
-8.2	0.061
-8.3	0.066
-8.4	0.07
-8.5	0.074
-8.6	0.077
-8.7	0.08
-8.8	0.083
-8.9	0.085
-9	0.087
-9.1	0.089
-9.2	0.09
-9.3	0.091
-9.4	0.091
-9.5	0.091
-9.6	0.091
-9.7	0.09
-9.8	0.089
-9.9	0.088
-10	0.087
-10.1	0.085
-10.2	0.083
-10.3	0.08
-10.4	0.078
-10.5	0.075
-10.6	0.073
-10.7	0.07
-10.8	0.067
-10.9	0.064
-11	0.061
-11.1	0.058
-11.2	0.055
-11.3	0.052
-11.4	0.049

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	64 di 68

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
-11.5	0.046
-11.6	0.042
-11.7	0.039
-11.8	0.037
-11.9	0.034
-12	0.031
-12.1	0.028
-12.2	0.025
-12.3	0.023
-12.4	0.021
-12.5	0.018
-12.6	0.016
-12.7	0.014
-12.8	0.012
-12.9	0.01
-13	0.008
-13.1	0.007
-13.2	0.005
-13.3	0.004
-13.4	0.003
-13.5	0.002
-13.6	0.001
-13.7	0.001
-13.8	0
-13.9	0
-14	0

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	65 di 68

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
0	0	
-0.1	0	
-0.2	0	
-0.3	0	
-0.4	0.001	
-0.5	0.029	
-0.6	0.028	
-0.7	0.028	
-0.8	0.027	
-0.9	0.027	
-1	0.026	
-1.1	0.026	
-1.2	0.025	
-1.3	0.025	
-1.4	0.024	
-1.5	0.023	
-1.6	0.022	
-1.7	0.021	
-1.8	0.02	
-1.9	0.019	
-2	0.059	
-2.1	0.058	
-2.2	0.057	
-2.3	0.056	
-2.4	0.054	
-2.5	0.052	
-2.6	0.051	
-2.7	0.049	
-2.8	0.047	
-2.9	0.045	
-3	0.043	
-3.1	0.041	
-3.2	0.039	
-3.3	0.036	
-3.4	0.034	
-3.5	0.031	
-3.6	0.029	
-3.7	0.026	
-3.8	0.023	
-3.9	0.02	
-4	0.017	
-4.1	0.014	
-4.2	0.011	
-4.3	0.008	
-4.4	0.005	
-4.5	0.005	
-4.6	0.005	
-4.7	0.007	
-4.8	0.01	
-4.9	0.014	
-5	0.017	
-5.1	0.021	
-5.2	0.025	
-5.3	0.029	
-5.4	0.033	
-5.5	0.038	
-5.6	0.042	

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	66 di 68

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-5.7	0.047
-5.8	0.051
-5.9	0.056
-6	0.061
-6.1	0.064
-6.2	0.067
-6.3	0.071
-6.4	0.074
-6.5	0.077
-6.6	0.081
-6.7	0.078
-6.8	0.074
-6.9	0.071
-7	0.068
-7.1	0.064
-7.2	0.061
-7.3	0.058
-7.4	0.055
-7.5	0.052
-7.6	0.049
-7.7	0.046
-7.8	0.043
-7.9	0.04
-8	0.038
-8.1	0.035
-8.2	0.032
-8.3	0.029
-8.4	0.027
-8.5	0.024
-8.6	0.021
-8.7	0.019
-8.8	0.016
-8.9	0.014
-9	0.011
-9.1	0.009
-9.2	0.006
-9.3	0.004
-9.4	0.003
-9.5	0.003
-9.6	0.004
-9.7	0.007
-9.8	0.009
-9.9	0.011
-10	0.013
-10.1	0.015
-10.2	0.016
-10.3	0.017
-10.4	0.019
-10.5	0.019
-10.6	0.02
-10.7	0.021
-10.8	0.021
-10.9	0.022
-11	0.022
-11.1	0.022
-11.2	0.022
-11.3	0.022
-11.4	0.022
-11.5	0.022
-11.6	0.021
-11.7	0.021

Relazione di calcolo opera provvisoriale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	67 di 68

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
-11.8	0.021
-11.9	0.02
-12	0.019
-12.1	0.019
-12.2	0.018
-12.3	0.017
-12.4	0.017
-12.5	0.016
-12.6	0.015
-12.7	0.014
-12.8	0.013
-12.9	0.012
-13	0.011
-13.1	0.01
-13.2	0.009
-13.3	0.008
-13.4	0.007
-13.5	0.006
-13.6	0.004
-13.7	0.003
-13.8	0.002
-13.9	0.001
-14	0.001



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)
Viadotto NW04

Relazione di calcolo opera provvisionale 1/3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 09 CL	NW 04 00 005	B	68 di 68