







## Relazione di calcolo opere provvisionali


11

N	R	1	J	0	0	D	2	9	C	L	I	N	2	8	0	0	0	0	2	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Serrau 	05-2020	M. Monda 	05-2020	T. Paoletti 	05-2020	F. Arduini 05-2020  ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Assicurazione Centro Dati e Fabbrica Arduini Programmi e P. Provincia di Roma


File: NR1J01D29CLIN2800002A

n. Elab.: 307.59

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	2 di 99

## INDICE

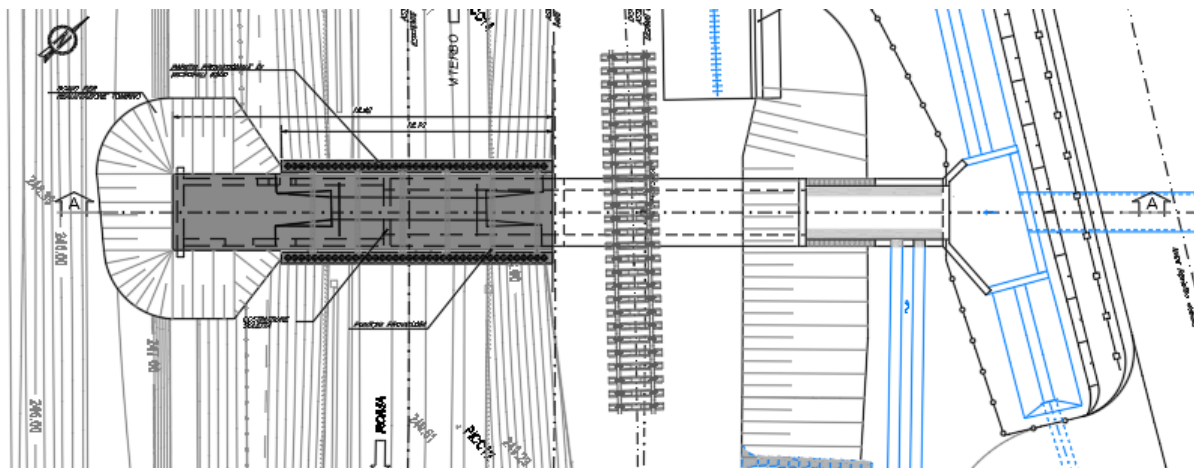
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	5
2.2	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO .....	6
2.3	SOFTWARE.....	6
3.1	CALCESTRUZZO.....	7
3.2	ACCIAIO DI ARMATURA - BARRE.....	7
3.3	CARPENTERIA METALLICA.....	8
6.1	AZIONI PERMANENTI.....	11
6.1.1	<i>Peso proprio</i> .....	11
6.1.2	<i>Spinta delle terre</i> .....	11
6.2	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI.....	14
8.1	MODELLAZIONE NUMERICA.....	19
8.2	DESCRIZIONE OPERA E MODELLO DI CALCOLO.....	23
8.3	FASI DI COSTRUZIONE .....	24
9.1	VERIFICA DEI MICROPALI.....	30
9.1.1	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	30
9.1.2	<i>Verifiche strutturali</i> .....	31
11.1	VERIFICA DEI MICROPALI.....	36
11.1.1	<i>Verifiche geotecniche</i> .....	36
11.1.2	<i>Verifiche strutturali</i> .....	36

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 3 di 99

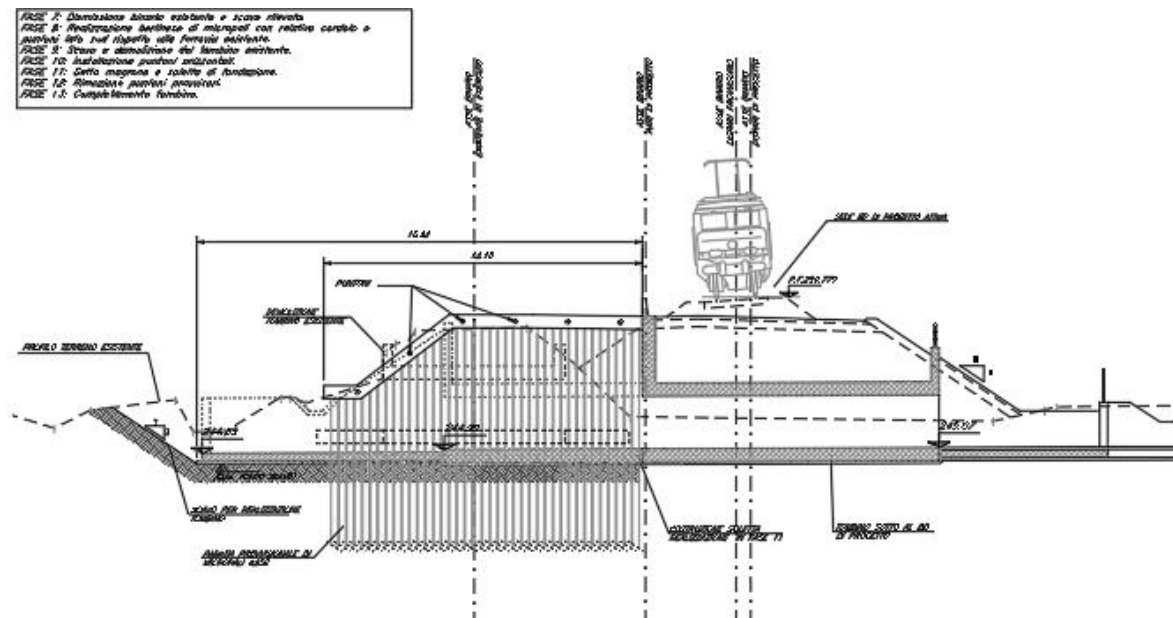
## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riportano i calcoli per il dimensionamento della paratia provvisoria da realizzarsi per consentire la costruzione del tombino ferroviario IN28 (pk 39+015), nell'ambito degli interventi di raddoppio della linea Cesano-Vigna di Valle.

L'opera di sostegno provvisoria si posizionerà come illustrato in Figura 1 ed avrà le caratteristiche rappresentate in Figura 2.



*Figura 1 – Paratia provvisoria: inquadramento planimetrico*




	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisori</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 5 di 99

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normative di riferimento

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, Supplemento Ordinario alla G.U. n.42 del 20.2.2018;
- [2] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario;
- [3] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- [4] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria;
- [5] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari;
- [6] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo;
- [7] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprighiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia;
- [8] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea.
- [9] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 3 Corpo Stradale”.
- [10] RFI DTC SI CS MA IFS 001 A – Manuale di progettazione delle opere civili – parte II Sezione 3 – Corpo Stradale
- [11] A.I.C.A.P. – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni “, maggio 1993

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 6 di 99

## 2.2 Documentazione di progetto

[12] Relazione geotecnica generale – Progetto Definitivo Doc.  
NR1J00D29GEGE0005001A

## 2.3 Software

[13] ParatiePlus 19.0.1 – Ceas Srl ([www.ceas.it](http://www.ceas.it))

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 7 di 99

### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI


#### 3.1 Calcestruzzo

Elemento strutturale: cordoli di collegamento

Peso specifico, $\gamma_c$	25,00 kN/mc
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza cubica caratteristica, $R_{ck}$	30 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica caratteristica, $f_{ck}$	25 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza cilindrica media, $f_{cm}$	33 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione media, $f_{ctm}$	2.55 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione media, $f_{ctm}$	3.06 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione per flessione caratteristica, $f_{ctk}$	2.14 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico, $E_{cm}$	31447 N/mm <sup>2</sup>

#### 3.2 Acciaio di Armatura - Barre

Tipo acciaio	B 450 C
Peso specifico, $\gamma_a$	78,50 kN/mc
Tensione nominale di snervamento, $f_{y\ nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nominale di rottura, $f_{t\ nom}$	540 N/mm <sup>2</sup>
Minima tensione caratteristica di snervamento, $f_{yk\ min}$	450 N/mm <sup>2</sup>
Minima tensione caratteristica di rottura, $f_{tk\ min}$	540 N/mm <sup>2</sup>
Minimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ min}$	1,15
Massimo rapporto tra i valori caratteristici, $(f_t/f_y)_{k\ max}$	1,35

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 8 di 99

Massimo rapporto tra i valori nominali,  $(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$  1,25

Allungamento caratteristico sotto carico massimo,  $(A_{gt})_k$  7,5 %

Modulo di elasticità dell'acciaio, E 206000 N/mm<sup>2</sup>

### 3.3 Carpenteria metallica

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J2+N – per spessori nominali  $t \leq 40$  mm

Tipo EN 10025-2 S355 K2+N – per spessori nominali  $t > 40$  mm

Acciaio in profili a sezione aperta laminati a caldo non saldati

Tipo EN 10025-2 S355 J0+N

Acciaio in profili a sezione cava

Tipo EN 10210-1 S355 J0H+N

modulo elastico  $E_s = 210000$  MPa


resistenza caratteristica a rottura  $f_{tk} \geq 510$  MPa

resistenza caratteristica a snervamento  $f_{yk} \geq 355$  MPa

resistenza di calcolo acciaio  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_{M0} = 338.1$  MPa

con  $\gamma_{M0} = 1.05$




	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 9 di 99

#### 4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nel complesso l'opera sarà costituita da una berlinese avente le caratteristiche rappresentate in Figura 2. Trattasi di una fila di micropali con interasse pari a 0.4 m e realizzati con perforazioni del diametro di 250 mm fino alla profondità di 12 m ed iniezioni a gravità. Saranno armati con tubolari aventi diametro pari a 168.3 mm e spessore di 8 mm. In testa alla paratia è previsto un ordine di puntoni realizzati tramite profili cavi di tipo CHS139.7 spessore 6mm ad interesse di 2.0m.

Nei seguenti capitoli si descrivono in dettaglio il calcolo e la verifica dell'opera in oggetto.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 10 di 99

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E MATERIALI ANTROPICI

Il modello geotecnico è stato definito sulla base di quanto riportato nella Relazione Geotecnica Generale (Doc. rif. [12]). In base ai dati a disposizione, sono stati scelti dei valori cautelativi per i parametri di calcolo.

In particolare, per l'opera in esame si è fatto riferimento al modello geotecnico individuato per la macro-area compresa tra pk 38+000 e 39+150 e descritto in dettaglio nella Relazione Geotecnica. Nella Tabella 1 si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici di progetto.


*Tabella 1 - Modello geotecnico di riferimento*

Modello 9a - Da pk 38+000 alla pk 39+150

Unità Geotecnica	Descrizione	z iniz (m)	z fin (m)	spessore (m)	z media (m da p.c.)	Peso di volume (kN/m³)	Tipo di terreno	Densità relativa (%)	Angolo di resistenza al taglio $\phi'$ (°)
P1	Depositi superficiali zona Lago Morto	0	4	4	2	17	GF/GG	30-40	26
U1a	Limo sabbioso debolmente argilloso	4	8	4	2	17	GF/GG	50-60	28
U3b	PVS-Depositi vulcanici -Sabbia limosa addensata con presenza di ghiaia e litici vulcanici	8	30	22	11	17	GG	60-70	32

Angolo di resistenza al taglio a volume costante $\phi'_{cv}$ (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Modulo elastico Eop,1 (MPa)	Modulo elastico Eop,2 (MPa)	Modulo edometrico M (MPa)	Modulo non drenato Eu (MPa)	Coefficiente di consolidazione e cv (m²/s)	K rilevata (cm/s)	K media (cm/s)
25	10	40	18	36	25	36	$5 \cdot 10^{-3}$	-	-
24.5	10	60	26	52	40	54	$5 \cdot 10^{-2}$	$2,16 \cdot 10^{-3}$	-
27	5	-	35	70	50	-		$2,80 \cdot 10^{-4} / 3,76 \cdot 10^{-5}$	$2,02 \cdot 10^{-5}$

Dalle misure freaticometriche effettuate, la quota di falda risulta essere ad elevate profondità e non interferente con il volume significativo.

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisoriale</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 11 di 99

## 6. ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO

### 6.1 Azioni permanenti

#### 6.1.1 Peso proprio

Per la tipologia di modello di calcolo adottato l'effetto del peso proprio della berlinese non entra in gioco nelle valutazioni dello stato di sforzo agente.

#### 6.1.2 Spinta delle terre

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  $\sigma'_h$  a quella verticale  $\sigma'_v$  attraverso la relazione:

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

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


$$K_0 = K_{0NC}(\text{OCR})^m$$

dove

$$K_{0NC} = 1 - \sin \phi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato ( $\text{OCR}=1$ ).  $\text{OCR}$  è il grado di sovraconsolidazione e  $m$  è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7. Ladd et al. (1977), Jamiolkowski et al. (1979) forniscono valori di  $m$  per argille italiane.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 12 di 99

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

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

Attraverso valori opportuni di  $K_A$  e  $K_P$  si tiene conto dell'angolo di attrito  $\delta$  tra paratia e terreno e della pendenza del terreno a monte ed entro la luce di scavo; si possono usare a questo scopo i valori desunti da NAVFAC (1986) o quelle elaborate da Caquot e Kerisel (1948).

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'_h = K_A \sigma'_v - 2c'K_A^{0.5}$$

$$\sigma'_h = K_P \sigma'_v + 2c'K_P^{0.5}$$

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

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse,  $k$ , è data da

$$k = E / L$$

ove  $E$  è un modulo di rigidità del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidità di ogni molla è:


$$K = E \Delta / L$$

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto, in zona attiva (uphill):

$$L_A = 2/3 l_A \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_P = 2/3 l_P \tan(45^\circ - \phi'/2)$$

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisori</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 13 di 99

dove e sono rispettivamente:

$$l_A = \min[l; 2H]$$

$$l_P = \min[l-H; H]$$

e dove  $l$  = altezza totale della paratia e  $H$  = altezza corrente dello scavo. La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987).

Si assume in ogni caso un valore di  $H$  non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

Il parametro  $E$  dipende dalla storia tensionale del sito nonché dall'incremento locale dello stato tensionale come illustrato in Becci e Nova (1987).

Il modulo  $E$  può essere considerato dipendente dalla pressione media  $p = (\sigma'_v + \sigma'_h)/2$  secondo la legge


$$E = R(p/p_a)^n$$

in cui  $p_a$  è la pressione atmosferica mentre  $R$  e  $n$  sono quantità determinabili sperimentalmente. E' ovvio che ponendo  $n=0$  si può considerare il caso di modulo costante, mentre se  $n$  è posto pari a 1, si ha il caso, tipico delle argille normalconsolidate, in cui il modulo varia linearmente con la profondità. Nelle nostre analisi si è posto  $n=0$ .

Il valore  $R$  è in genere diverso in condizioni di carico vergine o di scarico-ricarico. Valori indicativi di  $R$  e  $n$  sono dati da Janbu (1963). La variabilità di questi parametri è grandissima. Per una sabbia  $n$  può variare tra 0.2 e 1.0 e  $R$  tra 8 e 200 MPa. Per un'argilla normalmente consolidata  $n \sim 1$ . I valori di  $R$  per argille italiane possono essere dedotti da Jamiolkowski et al. (1979).

Si noti inoltre che, poiché lo stato tensionale iniziale vergine non è isotropo, la rigidezza del terreno in condizioni di carico vergine è minore di quella che si può misurare in prove triassiali drenate isotropicamente consolidate.

Nel caso in cui  $n=0$ , il valore del modulo  $R$  in condizioni di carico vergine può essere considerato identico al valore del modulo elastico inteso tradizionalmente. Per una correlazione con i risultati delle più comuni prove in sito si veda ad esempio Bowles (1988).

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 14 di 99

Il modulo di scarico-ricarico è da 3 a 10 volte maggiore nel caso di argille, mentre è in genere da 1.5 a 3 volte più grande nel caso di sabbie. Nel caso specifico si è comunque scelto di mantenerlo uguale a quello di carico vergine.


#### 6.1.2.1 Profondità massima di scavo

Nel caso in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, il modello geometrico di riferimento deve tenere conto delle possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali. In particolare, secondo le indicazioni delle NTC, la quota di valle deve essere diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

- 10% dell'altezza di terreno da sostenere nel caso di opere a sbalzo;
- 10 % della differenza di quota fra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo nel caso di opere vincolate;
- 0,5 m.

## 6.2 Sovraccarichi accidentali

Per tenere in conto della presenza dei mezzi d'opera si applica un carico distribuito di 10kPa.

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisoriale</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 15 di 99

## 7. VERIFICHE AGLI STATI LIMITI

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots;$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$


Combinazione sismica, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_F$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_R$  (relativi alle resistenze dei pali soggetti a carichi assiali), nonché i coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni sono dati dalle tabelle NTC2018 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE);

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 16 di 99

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU).

Le verifiche di sicurezza agli SLU sono da effettuarsi applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

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

Considerando i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle ed R1 pari ad 1.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limiti ultimi:


- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia;
- raggiungimento della resistenza massima allo sfilamento dei tiranti;
- instabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno.

Per quest'ultimo meccanismo, la verifica deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 dell'Approccio 1 definita come segue, assumendo R2 pari a 1.1 in condizioni statiche ed a 1.2 in condizioni sismiche:

- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 17 di 99

*Tabella 2 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU*

Coefficiente			EQU <sup>(1)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(5)</sup>	1,00 <sup>(6)</sup>	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	$\gamma_{Ce}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00


<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

*Tabella 3 - Coefficienti di combinazione delle azioni*

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	$gr_1$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,0
Gruppi di	$gr_2$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	-
carico	$gr_3$	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(2)</sup>	0,0
	$gr_4$	1,00	1,00 <sup>(2)</sup>	0,0
Azioni del vento	$F_{wk}$	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione SLU e SLE	0,80 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0
Azioni termiche	$T_k$	0,60	0,60	0,50


<sup>(1)</sup> 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

<sup>(2)</sup> Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 18 di 99

*Tabella 4 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(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	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

<div><p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p></div>	<div><p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b></p><p><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p></div>					
<div><p><b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b></p></div>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	19 di 99

## 8. METODO DI ANALISI

### 8.1 Modellazione numerica

Il calcolo agli elementi finiti delle paratie è stato effettuato utilizzando il codice PARATIE (versione 19.0.1) prodotto dalla “CeAs” – Milano – ITA. Gli effetti nelle opere di sostegno flessibile delle spinte del terreno e delle azioni concentrate offerte dalla eventuale tirantatura sono stati esaminati con l’ausilio del programma di calcolo per l’analisi di strutture di sostegno flessibili PARATIE.

PARATIE analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno flessibile di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l’accento sull’aspetto dell’interazione “locale” fra parete e terreno.


Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre abbastanza realisticamente l’effettivo comportamento dell’opera di sostegno.

La simulazione numerica utilizzata segue due differenti percorsi:

Analisi classica = viene eseguita una analisi all’equilibrio limite della singola o doppia paratia. Il calcolo delle sollecitazioni avviene per mezzo delle teorie classiche. Il calcolo degli spostamenti avviene tramite un’analisi elastica semplificata considerando lo schema di carico e di vincoli imposti dall’Utente.

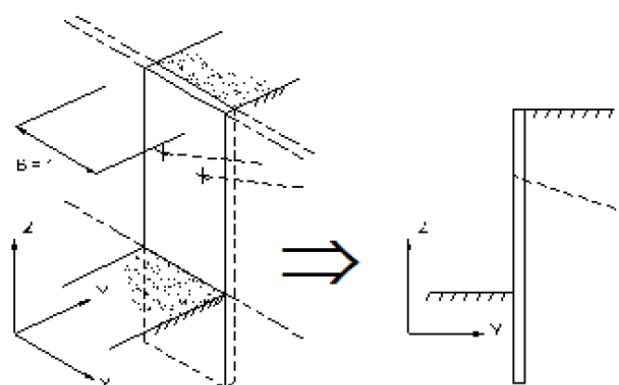
Analisi non lineare secondo un modello “a molle” elasto plastiche” per la parte terreno. La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

- Si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);
- La parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 20 di 99

- Il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;
- Si adotta un valore dell'angolo di attrito terreno paratia, ( $\delta$ ), pari a  $0.5 \phi'$ . In sismica tale valore è nullo;
- i tiranti, i puntoni, le solette, gli appoggi cedevoli o fissi, sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Lo scopo di PARATIE è lo studio di un problema definito; in altre parole, il programma analizza la risposta, durante le varie fasi realizzative, di una parete caratterizzata in tutte le sue componenti (altezza, infissione e spessore della parete, entità dei tiranti, ecc.). Il problema è ricondotto a uno schema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente.



*Figura 3 – Schema di modellazione piana effettuata per mezzo del software PARATIE*

La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "trave su suolo elastico". Le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidezza flessionale  $EJ$ , mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie; ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno:

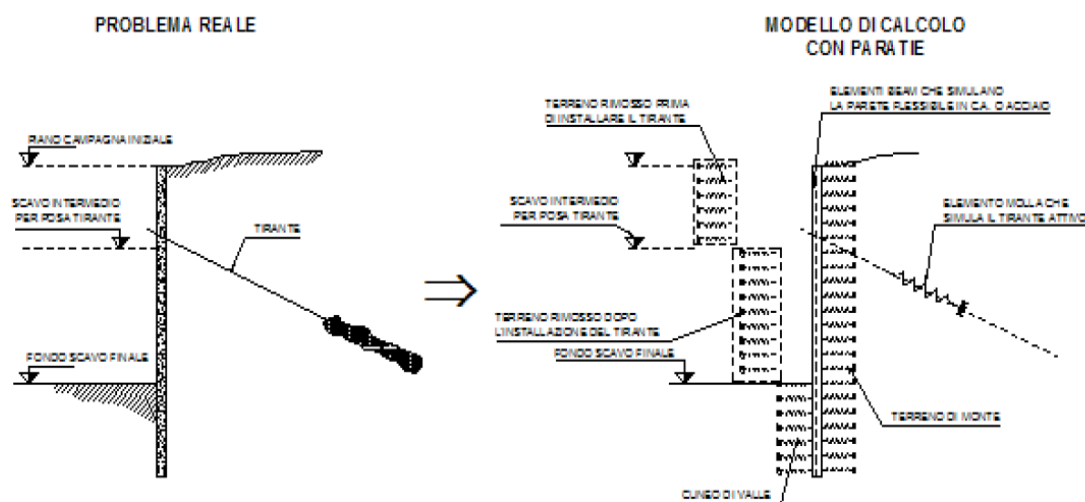


Figura 4 – Trave su suolo elastico: modellazione numerica della paratia e dei vincoli

Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

PARATIE calcola internamente e aggiorna costantemente tale parametro, sulla base del modulo elastico (Young) e la geometria del muro. In altre parole, ad ogni passo, la rigidità  $K$  della "molla" viene calcolata dalla seguente equazione:

$$k = a \cdot \frac{E_s \cdot t}{L}$$


dove

$a$  è un fattore di scala posto pari a 1;

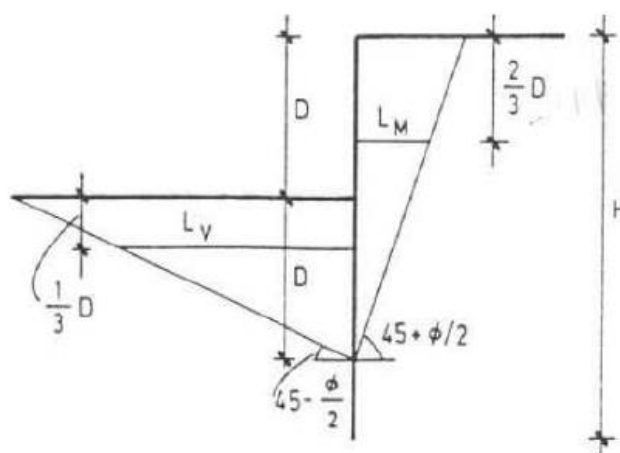
$E_s$  è il modulo di Young del terreno;

$t$  è l'interasse della molla;

$L$  è un parametro geometrico che tiene conto della geometria del muro (v. capitolo 6.1.2).

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 22 di 99

Nella figura seguente viene riportato in via grafica il criterio per la definizione di  $L$  a monte ed a valle ( $L_M$  e  $L_V$ ).




La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

Ne consegue che con questo strumento non possono essere valutati:

- cedimenti o innalzamenti verticali del terreno in vicinanza dello scavo;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	23 di 99

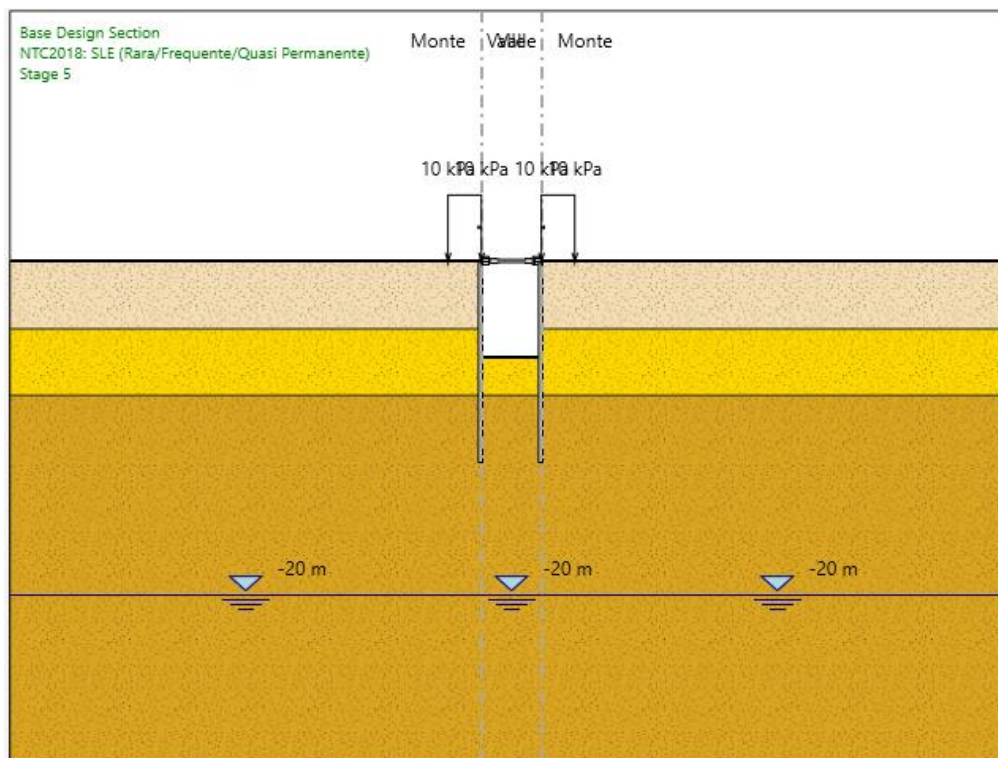
- condizioni di stabilità generale del complesso parete+terreno+tiranti.

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

## 8.2 Descrizione opera e modello di calcolo

Il modello di calcolo è rappresentato in Figura 5 ed è costituito da una berlinese. I micropali hanno le seguenti caratteristiche: tubo di armatura di diametro 139.7 mm e spessore 10 mm, diametro di perforazione 220 mm, lunghezza di 10 m, interasse 0.40 m. I micropali sono collegati in testa mediante un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50x0.50 m.

	Terreni	c' [kPa]	φ' [°]
	P1 Sabbia / Ghiaia	10	28
	U1a Sabbia / Ghiaia	10	28
	U3b Sabbia / Ghiaia	5	32



*Figura 5 – Modello di calcolo: massima profondità di scavo*

### 8.3 Fasi di costruzione

Il calcolo numerico è effettuato per fasi, al fine di consentire la valutazione delle azioni sulla paratia nelle differenti stadi di costruzione e di consentire la convergenza della soluzione. Nel seguito si riassumono le fasi di calcolo considerate nell'analisi.

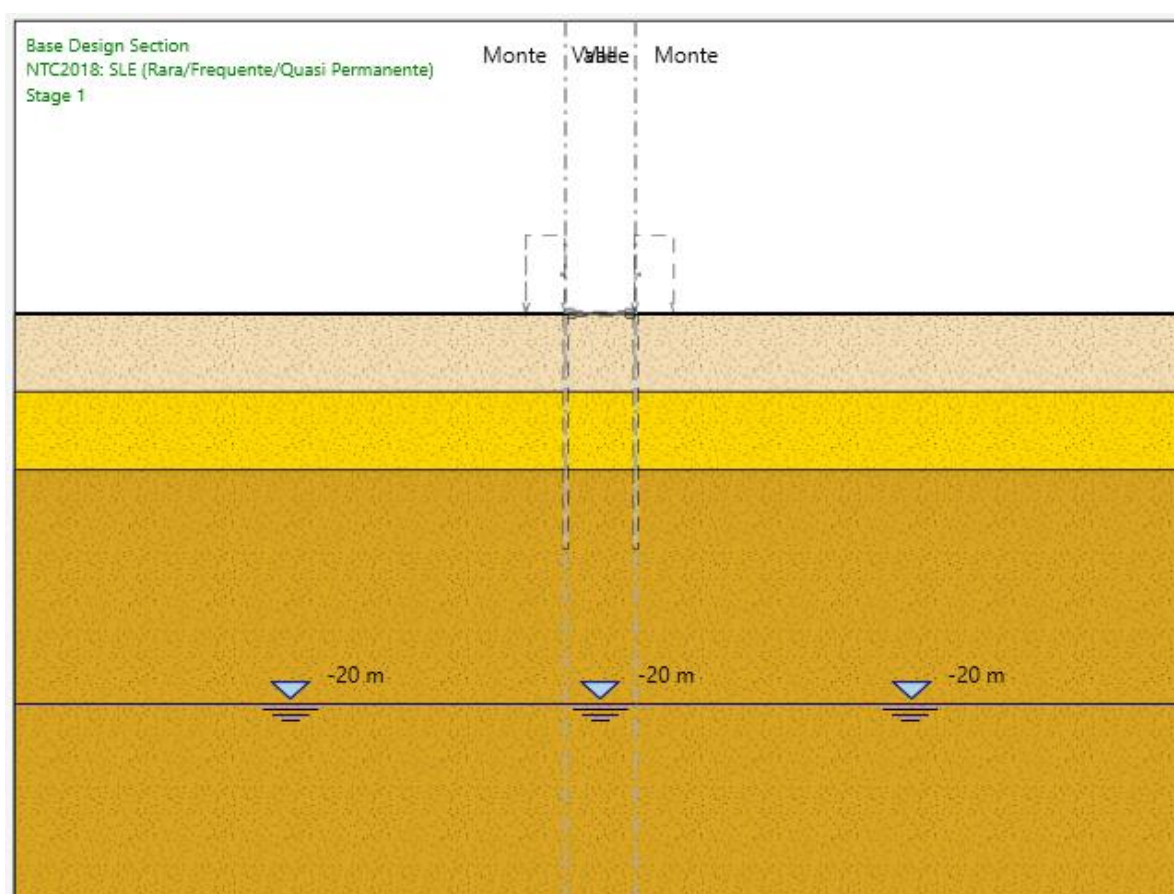


## FASE 1 - INIZIALIZZAZIONE

Paratia: -

Quota terreno lato monte: +0.0 m

Quota terreno lato valle: +0 m



*Figura 6 – Stage 1*

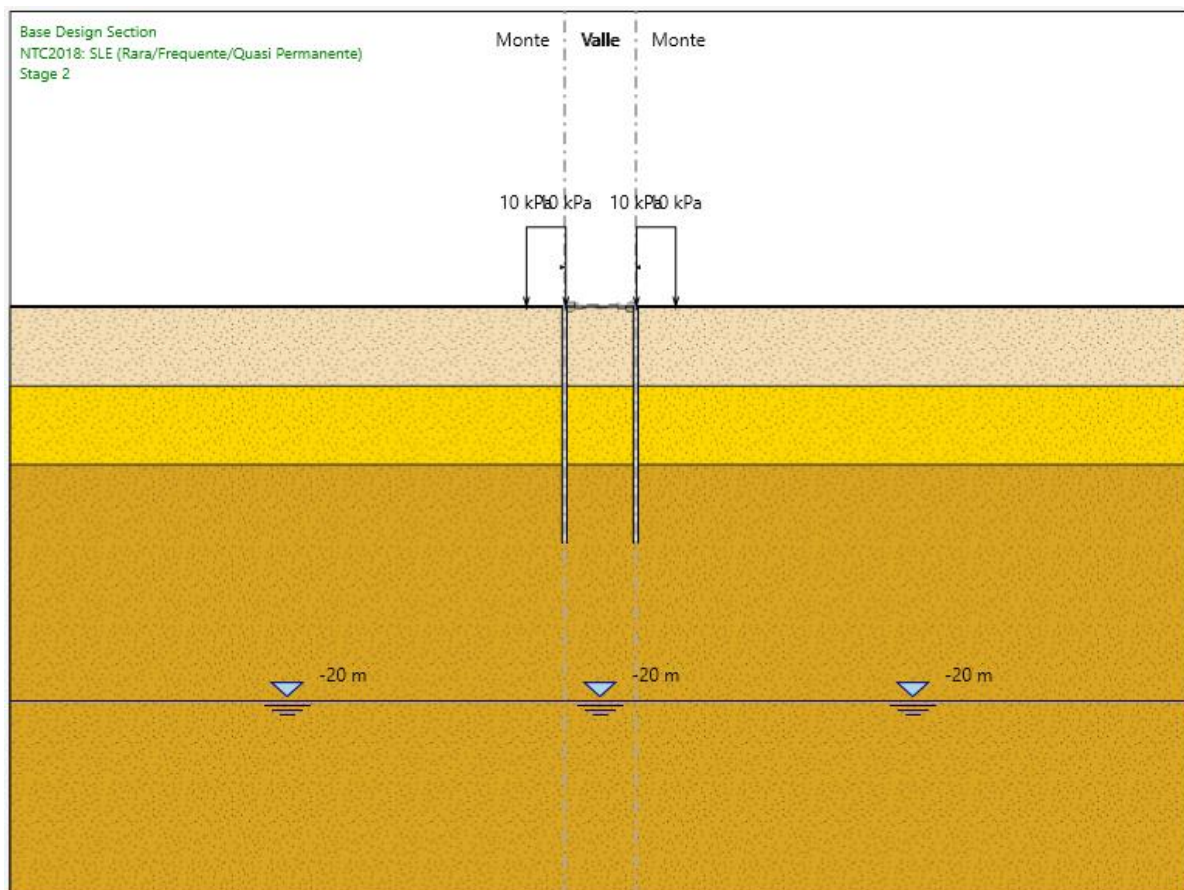
## FASE 2 – COSTRUZIONE BERLINESE

Paratia: micropali


Quota terreno lato monte: +0 m

Quota terreno lato valle: +0 m

Sovraccarico = variabile 10 kPa (mezzi di cantiere).



*Figura 7 – Stage 2*

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p><b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b></p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01 D 29</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IN2800 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 27 di 99</p>

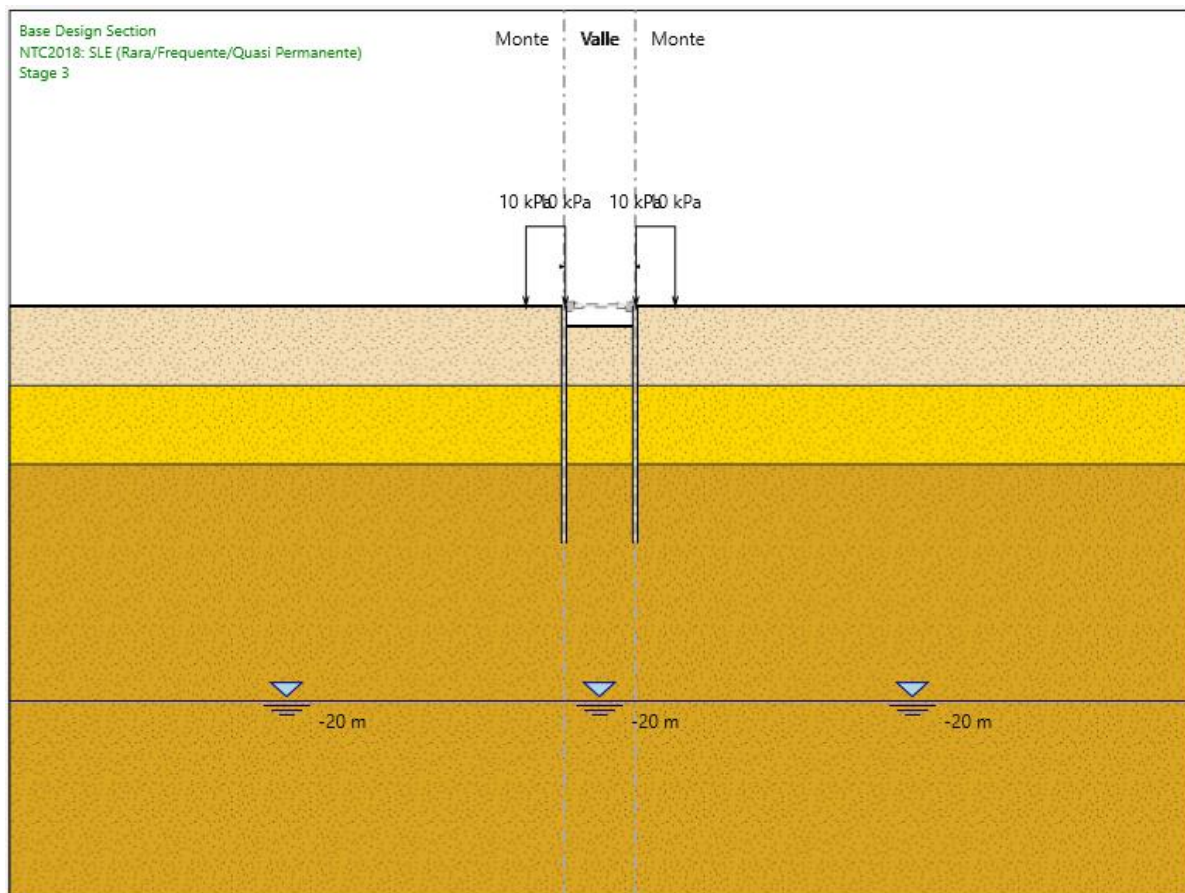
### FASE 3 – SCAVO INTERMEDIO

Paratia: micropali

Quota terreno lato monte: +0 m

Quota terreno lato valle: -1 m

Sovraccarico = variabile 10 kPa (mezzi di cantiere).



*Figura 8 – Stage 3*

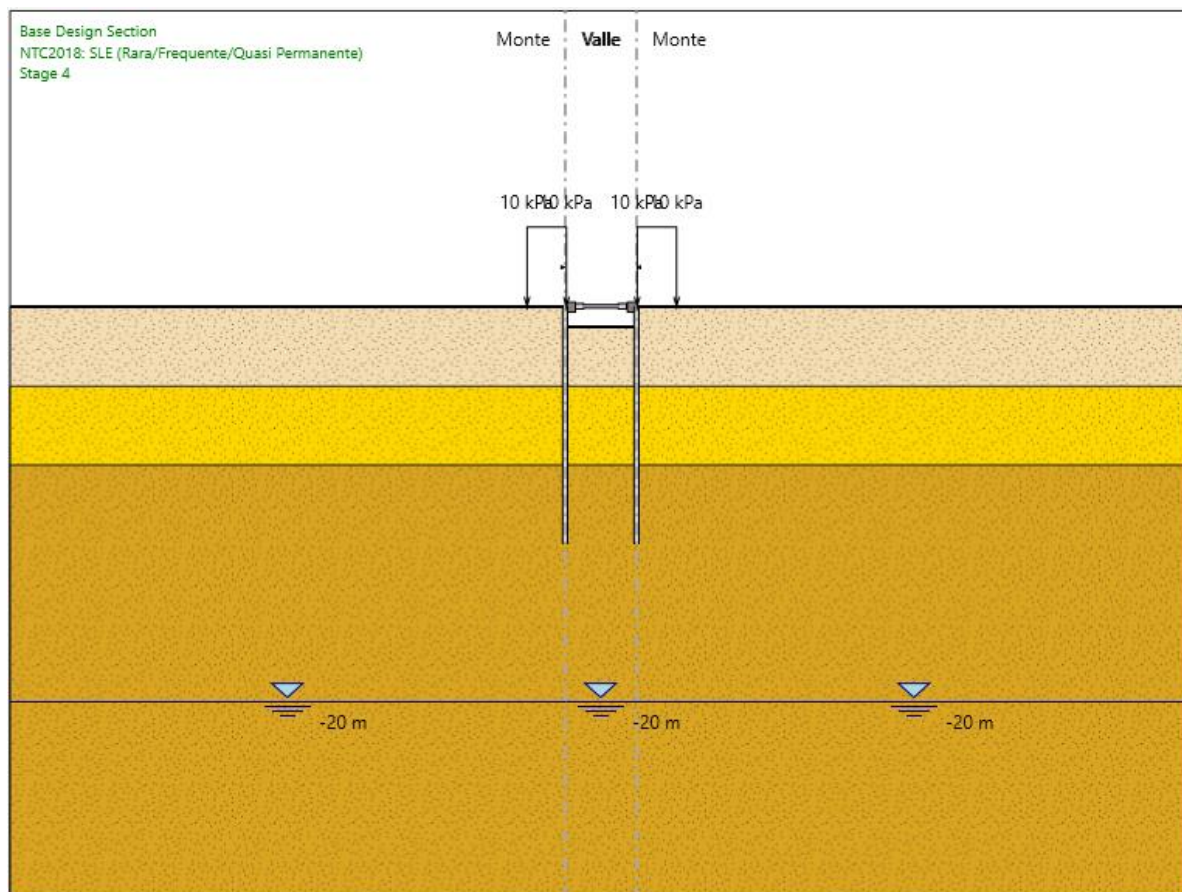
#### FASE 4 – INSERIMENTO PUNTONE

Paratia: micropali

Quota terreno lato monte: +0 m

Quota terreno lato valle: -1 m

Sovraccarico = variabile 10 kPa (mezzi di cantiere).



*Figura 9 – Stage 4*



## FASE 5 – SCAVO DEFINITIVO E SOVRASCAVO

Paratia: micropali

Quota terreno lato monte: +0 m

Quota terreno lato valle: -5.72 m (=5.2m+0.5m)

Sovraccarico = variabile 10 kPa (mezzi di cantiere).

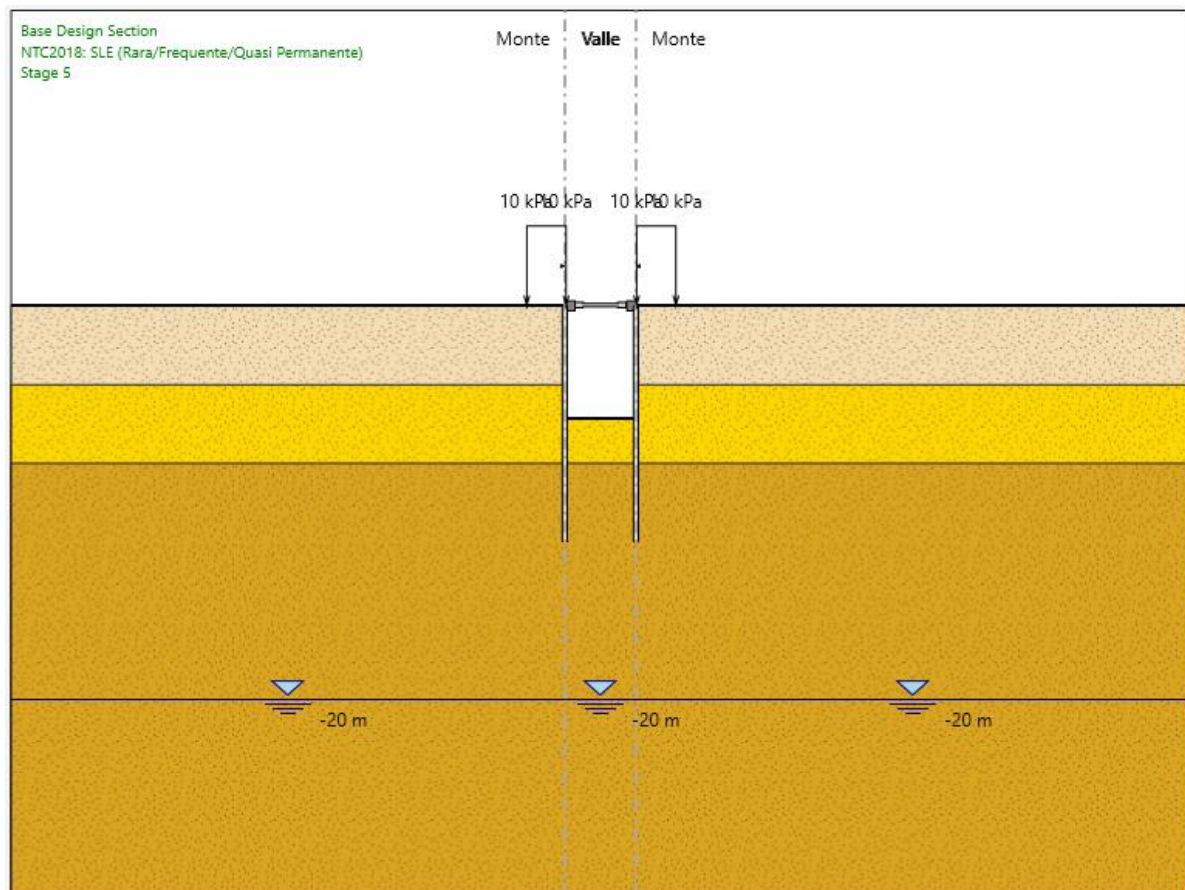



Figura 10 – Stage 5

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 30 di 99

## 9. CRITERI DI VERIFICA

Coerentemente con quanto descritto nel capitolo 7, le verifiche agli Stati Limite Ultimo della paratia sono condotte con riferimento a tutti i meccanismi di rottura e instabilità che possono verificarsi e previsti da normativa tecnica. Le verifiche di esercizio sono, invece, finalizzate alla valutazione degli spostamenti e della loro compatibilità con la funzionalità delle strutture adiacenti, compresa la sede ferroviaria.

Le verifiche vengono condotte secondo quanto dichiarato nell'istruttoria RFI DTC INC PO SP IFS 001 A § 1.8.3.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15;


Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

### 9.1 Verifica dei micropali

#### 9.1.1 Verifiche geotecniche

##### 9.1.1.1 Verifica della massima spinta passiva mobilitata

La lunghezza di ammorsamento della paratia di micropali deve essere tale da garantire la stabilità dell'opera in tutte le fasi di realizzazione. La stabilità è verificata per mezzo del programma di calcolo Paratie, verificando la convergenza della soluzione calcolata e, dunque, l'equilibrio nella direzione orizzontale ed alla rotazione. Nell'ambito delle analisi si verificherà quindi che la spinta passiva mobilitata sia sempre inferiore alla spinta passiva ultima di progetto, nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, garantendo un adeguato margine di sicurezza.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	31 di 99


#### 9.1.1.2 Altre verifiche

In considerazione della stratigrafia e delle condizioni di falda, per l'opera in oggetto si ritiene che non possano innescarsi meccanismi di instabilità relativi al sollevamento, al sifondamento o ad altri stati limite di tipo idraulico.

### 9.1.2 Verifiche strutturali

#### 9.1.2.1 Verifica dei tubi di armatura dei micropali

La verifica dei tubi di armatura dei micropali, sia verticali che inclinati, viene eseguita secondo il criterio valido per sezioni tubolari compatte (classe 1 o 2) con il metodo plastico descritto nelle NTC. Le verifiche a flessione ed a taglio saranno effettuate con Paratie, in termini di coefficiente di sfruttamento.

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 32 di 99

## 10.RISULTATI

Nel presente capitolo si riassumono i risultati del calcolo effettuato sull'opera descritta nel capitolo 8.

### INVILUPPO MOMENTO FLETTENTE

Nella figura che segue si illustra il momento flettente massimo calcolato per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo.

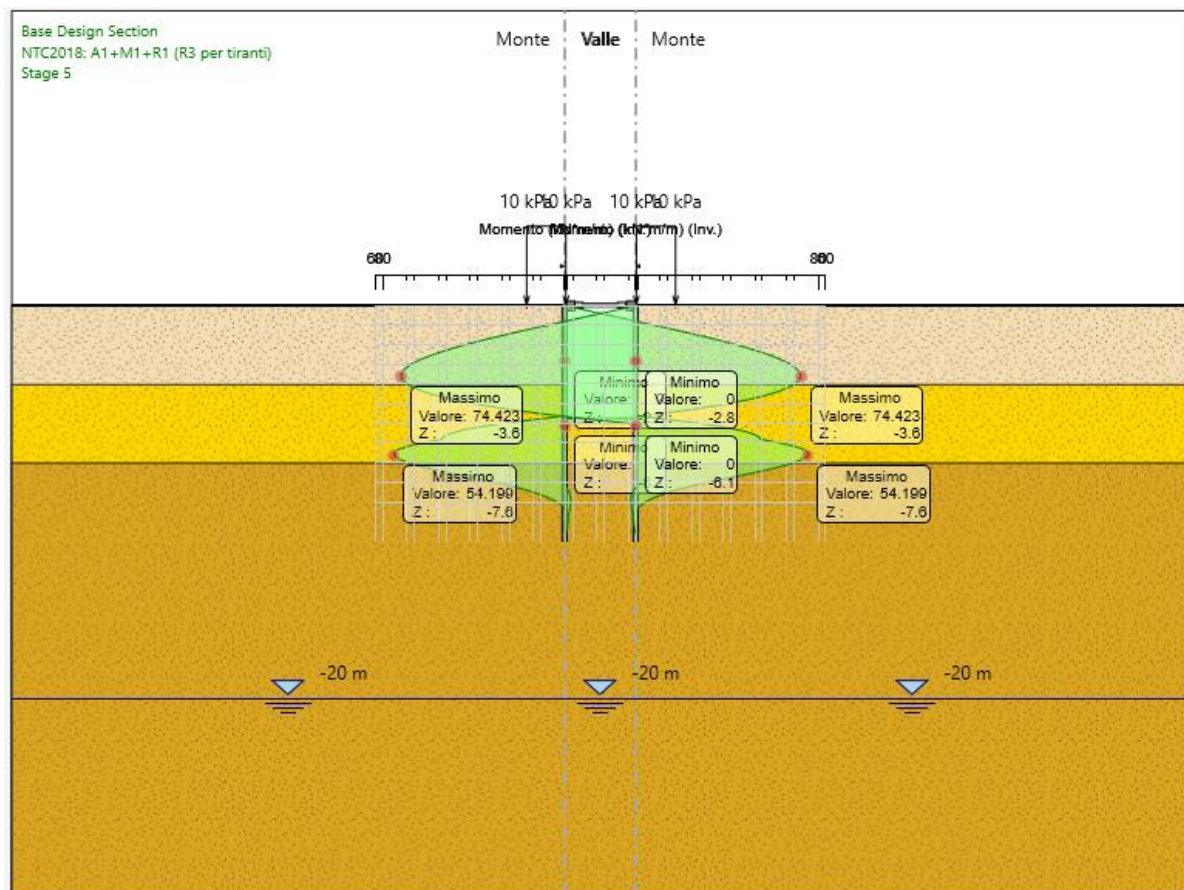


Figura 11 – Momento flettente massimo SLU ( $M_{max}=74 \text{ kNm/m}$ )



### INVILUPPO AZIONE DI TAGLIO

Nella figura che segue si illustra l'azione di taglio massima calcolata per le combinazioni agli Stati Limite Ultimo.

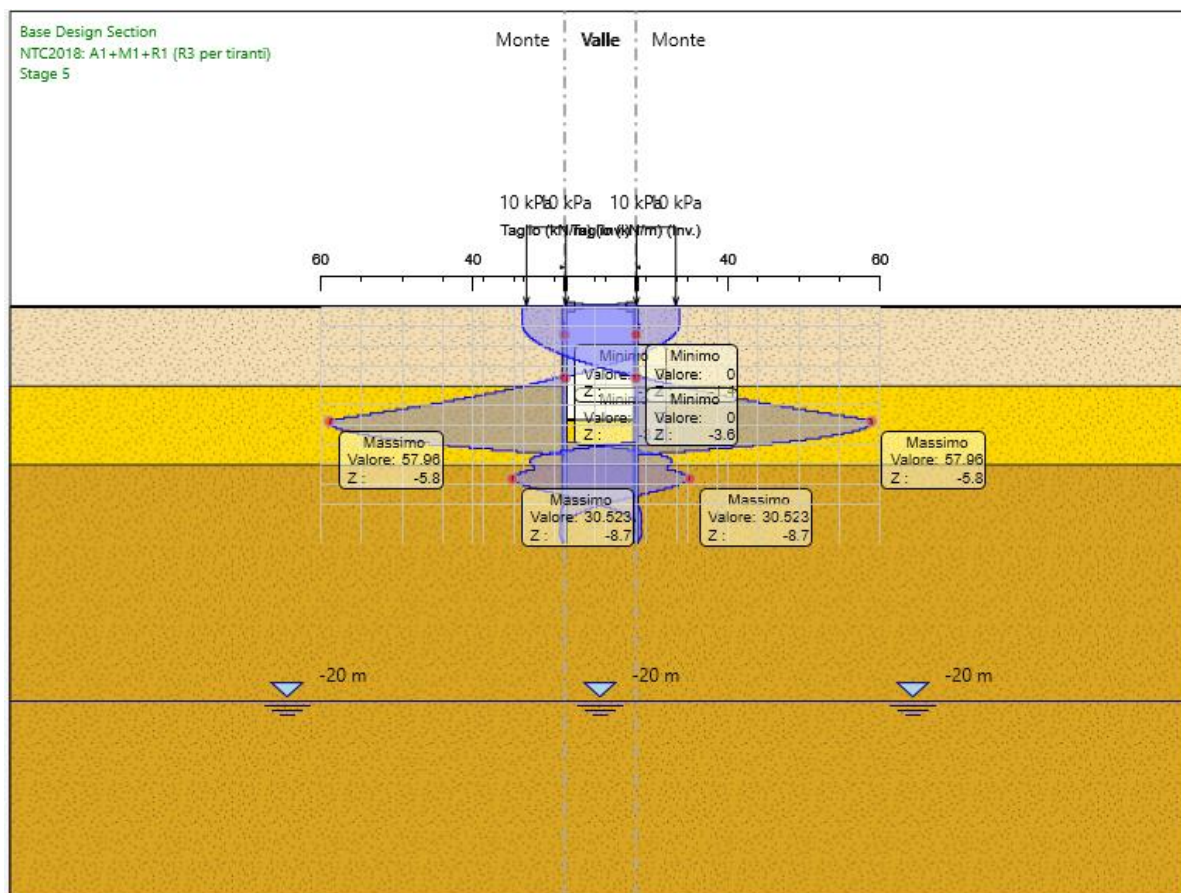


Figura 12 – Azione di taglio massimo SLU ( $T_{max}=58 \text{ kN/m}$ )

### SPOSTAMENTO MASSIMO PARATIA

Nelle figure che seguono si illustrano gli spostamenti massimi calcolati negli Stati Limite di Esercizio.

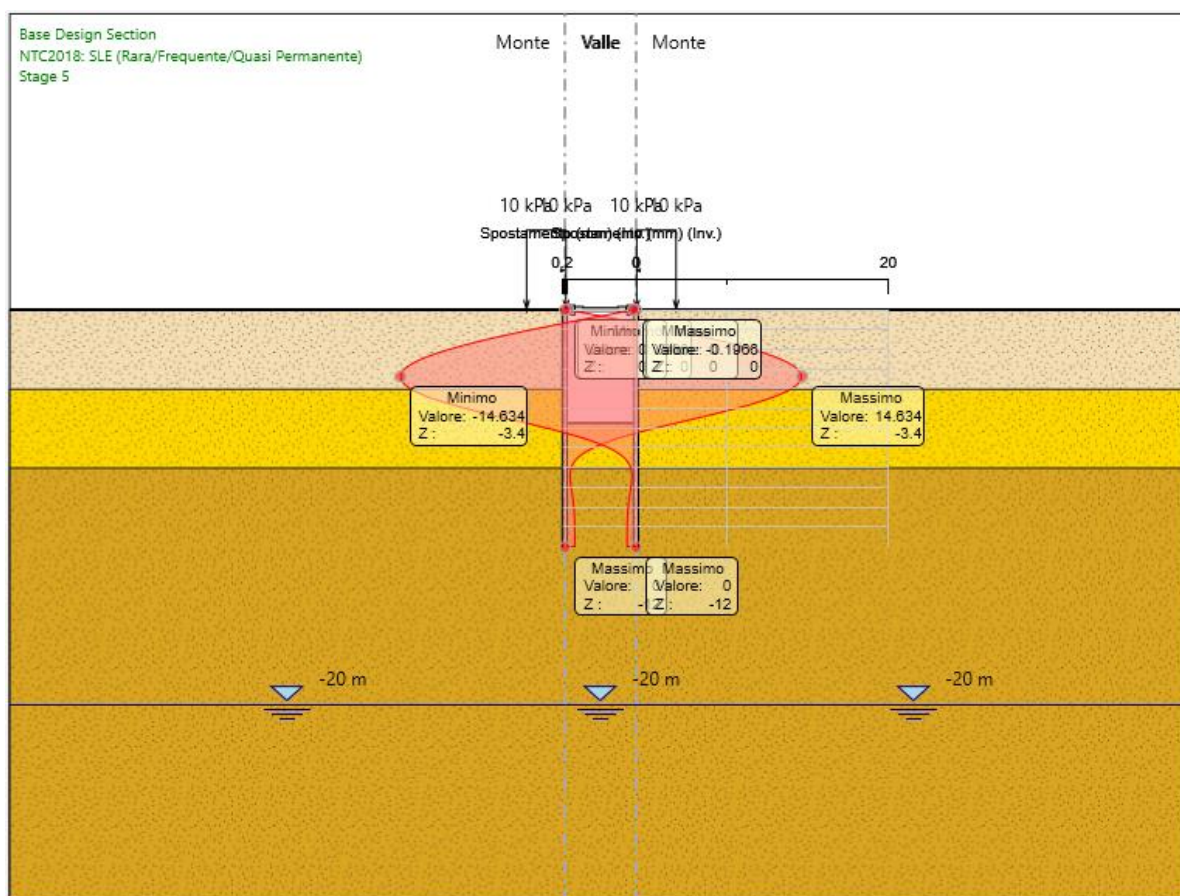
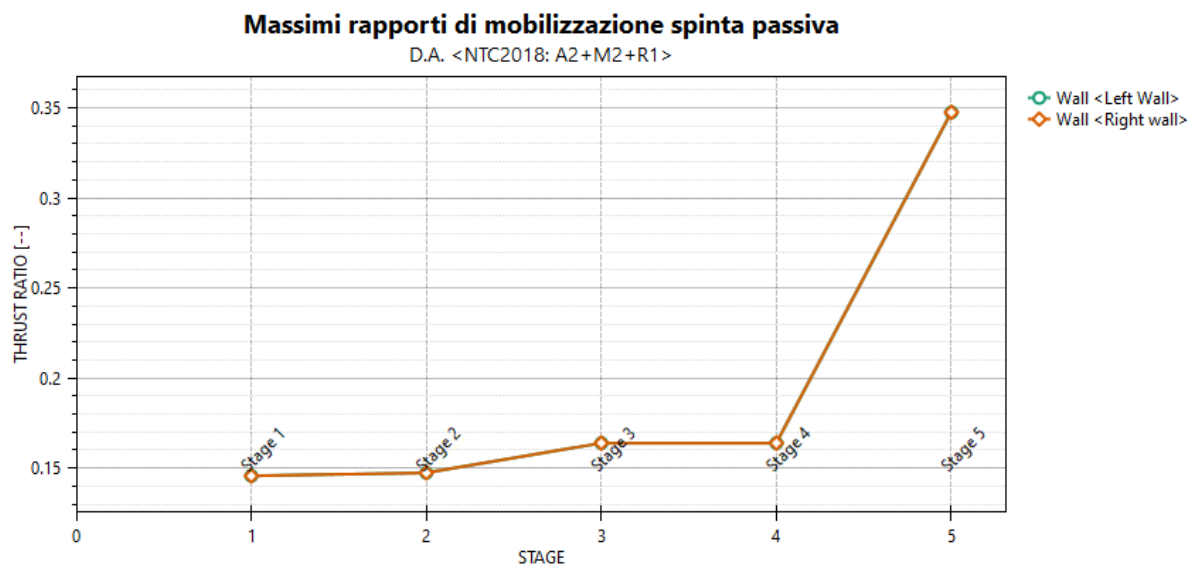



Figura 13 – Spostamento massimo SLE – Spostamento massimo pari a 14.6mm

## SPINTA PASSIVA MOBILITATA

*Tabella 5 - Involuppo spinta reale efficace / Spinta passiva (Approccio 1 Combinazione 2)*



	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 36 di 99

## 11. VERIFICHE

### 11.1 Verifica dei micropali

#### 11.1.1 Verifiche geotecniche

Sulla base dei risultati presentati nel precedente capitolo, la percentuale di spinta passiva massima mobilitata nella Combinazione 2 è tale da garantire la stabilità dell'opera alla rototraslazione.

Inoltre, gli spostamenti calcolati e rappresentati in Figura 13 sono in grado di garantire i requisiti prestazionali dell'opera e, quindi, soddisfare le verifiche agli SLE.

#### 11.1.2 Verifiche strutturali

Le seguenti figure illustrano il massimo livello di sfruttamento della struttura al momento ed al taglio, sempre ampiamente inferiore al 100%. Le verifiche strutturali agli SLU sono, pertanto, soddisfatte.

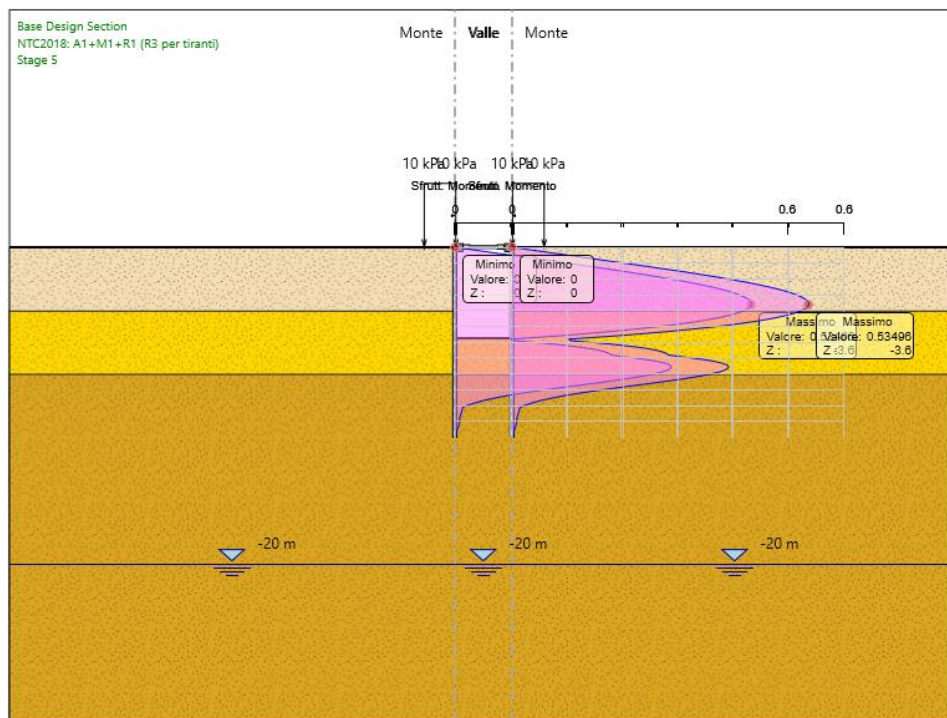


Figura 14 – Involuppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a flessione (SLU)

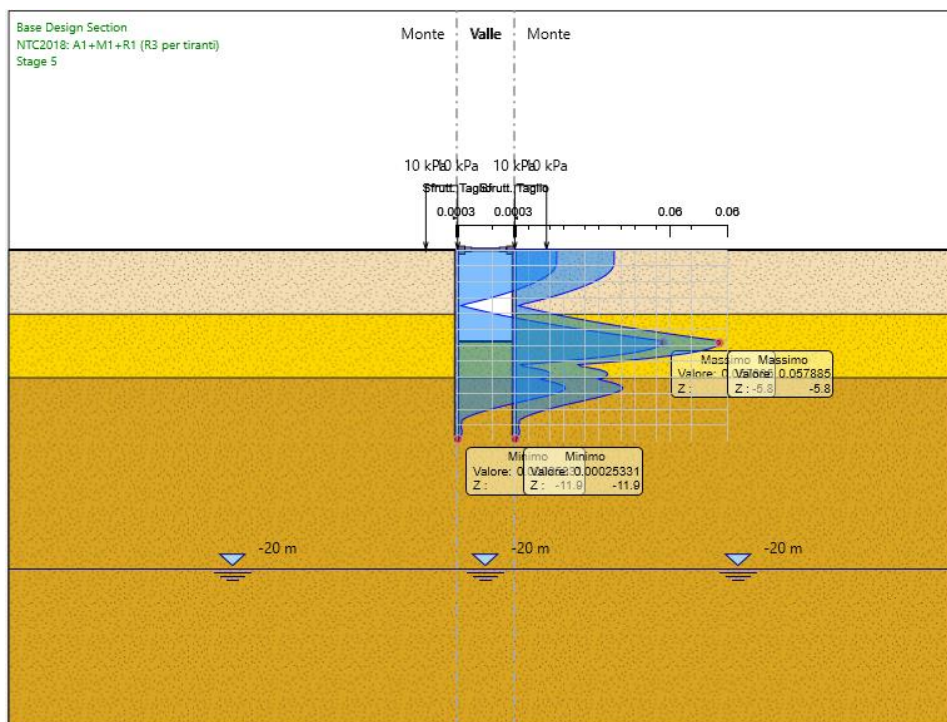



Figura 15 – Involuppo del massimo grado di sfruttamento del tubolare a taglio (SLU)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	38 di 99

Verifiche Elementi Strutturali

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tiranti   Puntoni   Travi di Ripartizione in Acciaio   Travi di Ripartizione in Calcestruzzo

Puntone	Sezione	Materiale	Passo orizz. (m)	Lunghezza (m)	D.A.	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Azione Assiale (kN)	Sfruttamento Momento	Sfruttamento Taglio	Instabilità	$\lambda_y$	$\lambda_z$	$\lambda_{lateral}$
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	NTC2018: A	Stage 4	1.3042E-13	2.6083E-13	0	0.001	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	NTC2018: A	Stage 5	-17.151	-34.303	0.04	0.001	0.071	76	76	0

Copia negli appunti   Chiudi


Figura 16 – Verifica puntoni (SLU)

**ALLEGATI - TABULATI DI PARATIE**







 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 41 di 99

## Descrizione Pareti

X : -1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Muro di sinistra

Sezione : micropali

Area equivalente : 0.0142073028948193 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.5 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS168.3\*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.5 m

Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1683 m

X : 1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Muro di destra

Sezione : micropali

Area equivalente : 0.0142073028948193 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.5 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S355

Sezione : CHS168.3\*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.5 m

Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1683 m

Sezione : micropali

Area equivalente : 0.0142073028948193 m

Inerzia equivalente : 0.0001 m<sup>4</sup>/m

Materiale calcestruzzo : C25/30

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 0.5 m

Diametro : 0.25 m

Efficacia : 0.5

Materiale acciaio : S355


Sezione : CHS168.3\*8

Tipo sezione : O

Spaziatura : 0.5 m

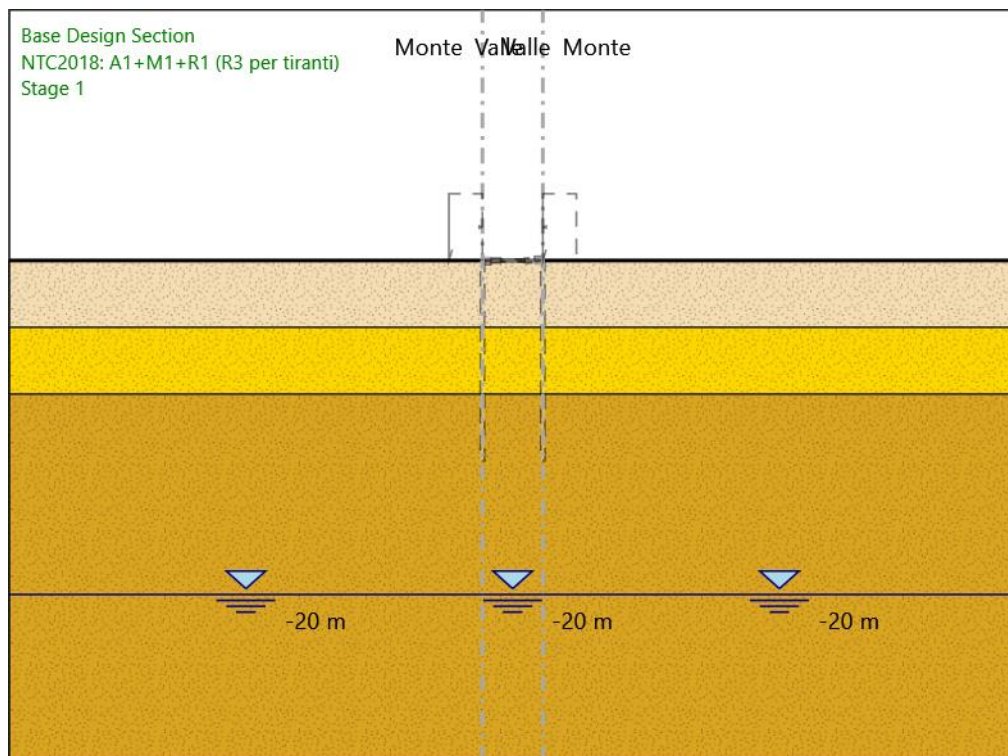
Spessore : 0.008 m

Diametro : 0.1683 m

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 43 di 99

## Fasi di Calcolo

### Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)


0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

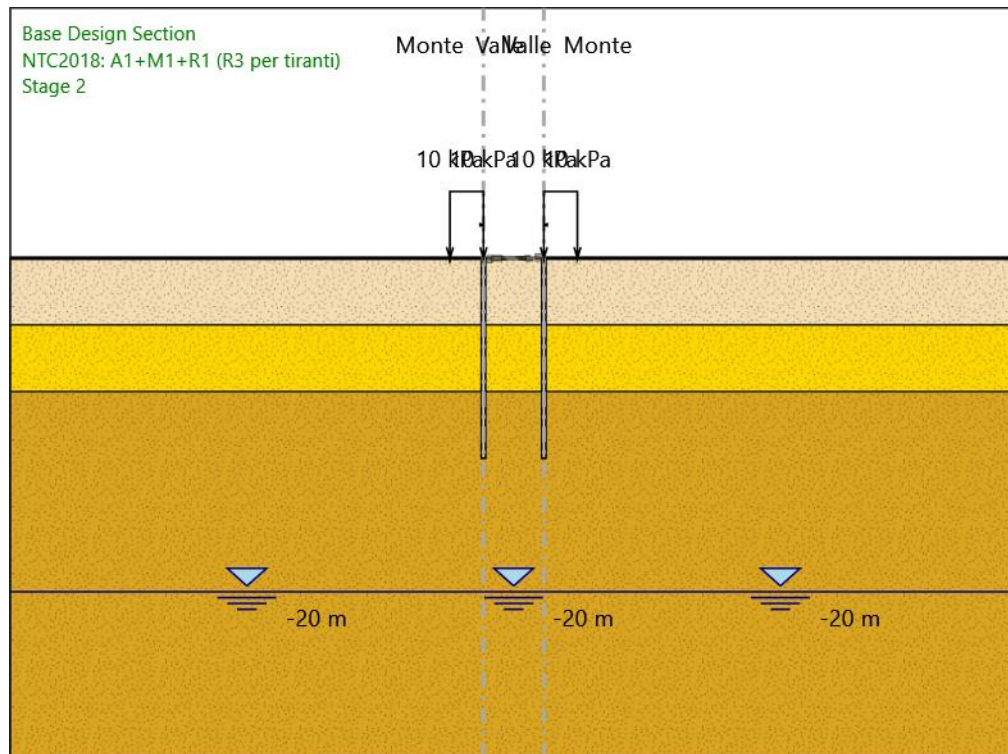
0 m  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m  
Falda di destra : -20 m  
Falda centrale : -20 m

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 45 di 99

## Stage 2



## Stage 2

### Scavo

#### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

#### Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m


Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

<div><div><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</div></div>	<div><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></div>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	46 di 99

0 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Falda centrale : -20 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA SX

X iniziale : -3.8 m

X finale : -1.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA DX

X iniziale : 1.8 m

X finale : 3.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : PARATIA SX

X : -1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali


Paratia : PARATIA DX

X : 1.8 m

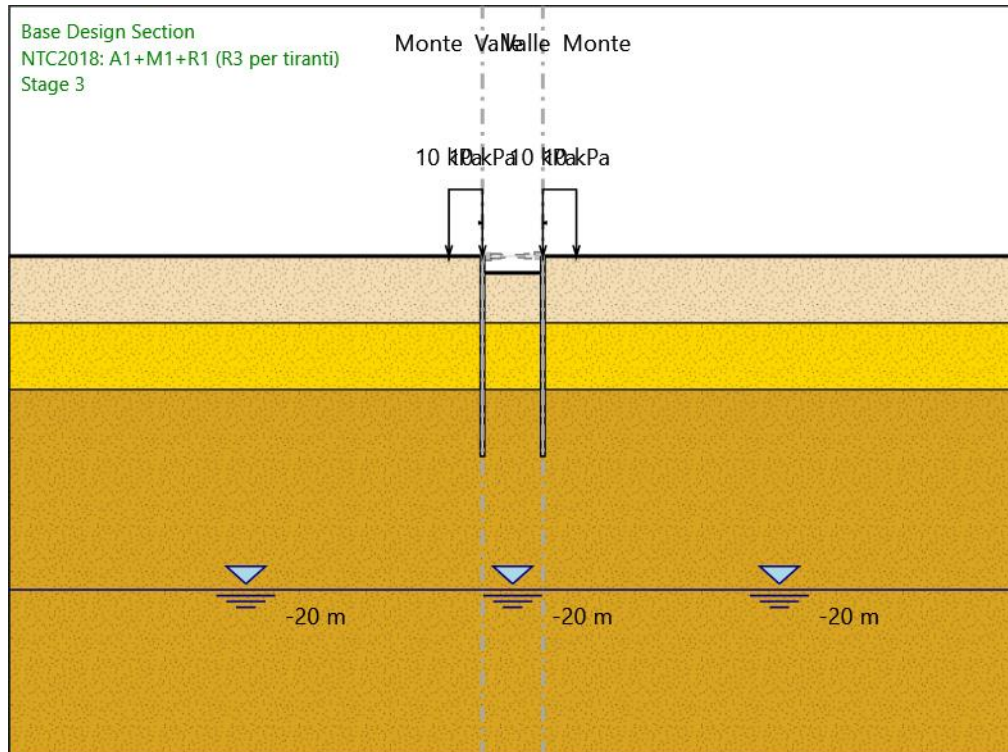
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 47 di 99

## Stage 3



### Stage 3

#### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

##### Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m


Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-1 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 48 di 99

0 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Falda centrale : -20 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA SX

X iniziale : -3.8 m

X finale : -1.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA DX

X iniziale : 1.8 m

X finale : 3.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : PARATIA SX

X : -1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Paratia : PARATIA DX


X : 1.8 m

Quota in alto : 0 m

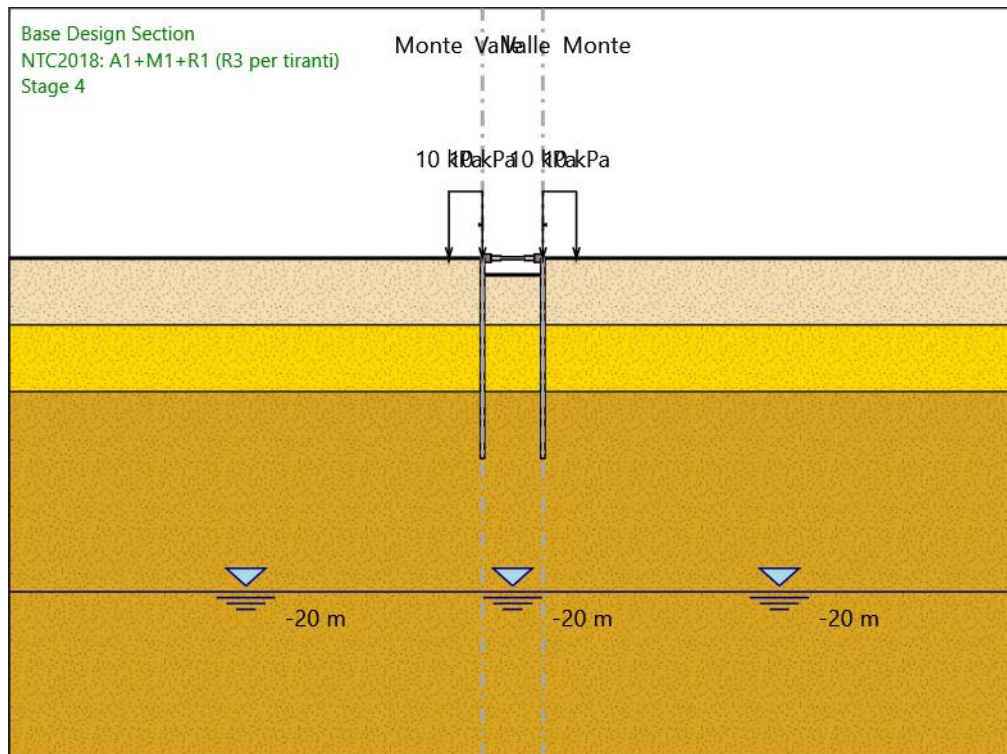
Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali



	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 49 di 99

## Stage 4



### Stage 4

#### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

##### Muro di destra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -1 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-1 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

0 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Falda centrale : -20 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA SX

X iniziale : -3.8 m

X finale : -1.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA DX

X iniziale : 1.8 m

X finale : 3.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : PARATIA SX

X : -1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Paratia : PARATIA DX

X : 1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Puntone : Strut

X del primo muro : -1.8 m

X del secondo muro : 1.8 m

Z : 0 m

Lunghezza : 3.6 m

Angolo : 0 °

Sezione : PUNTONE

Trave di Ripartizione Sinistra : Default Left Waler

Sezione : CORDOLO

0.5x0.5


Materiale : C25/30

Trave di Ripartizione Destra : Default Right Waler

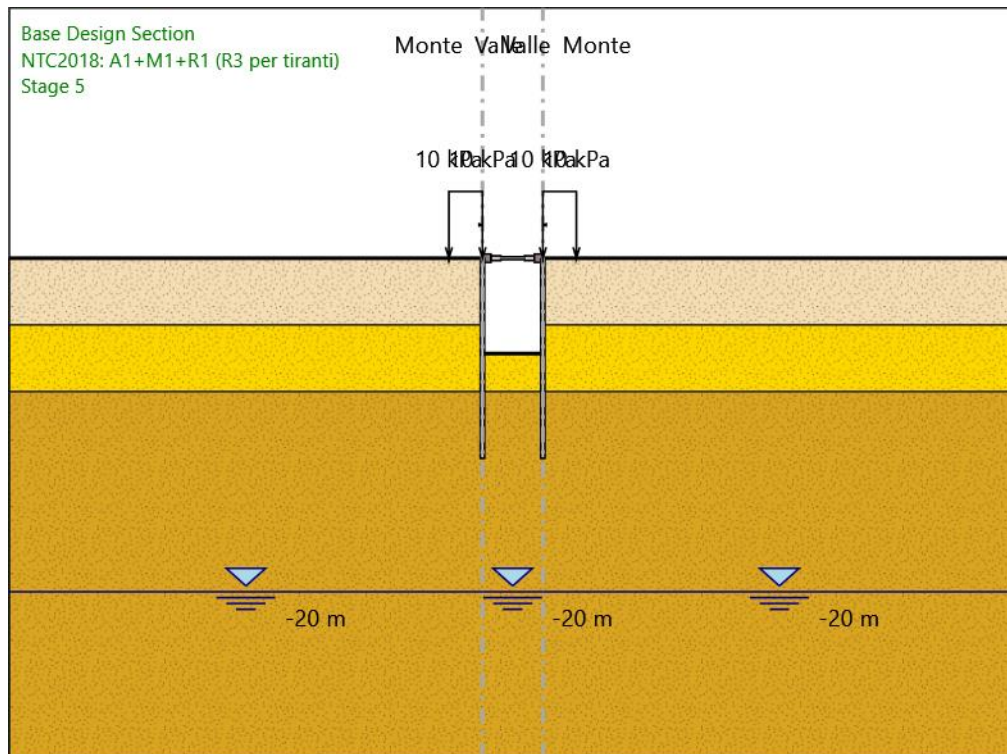
Sezione : CORDOLO

0.5x0.5

Materiale : C25/30

	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 52 di 99

## Stage 5



### Stage 5

#### Scavo

##### Muro di sinistra

Lato monte : 0 m  
 Lato valle : -5.72 m

##### Muro di destra

Lato monte : 0 m  
 Lato valle : -5.72 m


##### Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

##### Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-5.72 m

##### Linea di scavo di destra (Orizzontale)

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 53 di 99

0 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -20 m

Falda di destra : -20 m

Falda centrale : -20 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA SX

X iniziale : -3.8 m

X finale : -1.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : MEZZI OPERA DX

X iniziale : 1.8 m

X finale : 3.8 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : PARATIA SX

X : -1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Paratia : PARATIA DX

X : 1.8 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : micropali

Puntone : Strut

X del primo muro : -1.8 m

X del secondo muro : 1.8 m

Z : 0 m

Lunghezza : 3.6 m

Angolo : 0 °

Sezione : PUNTONE

Trave di Ripartizione Sinistra : Default Left Waler

Sezione : CORDOLO

0.5x0.5

Materiale : C25/30

Trave di Ripartizione Destra : Default Right Waler

Sezione : CORDOLO

0.5x0.5

Materiale : C25/30


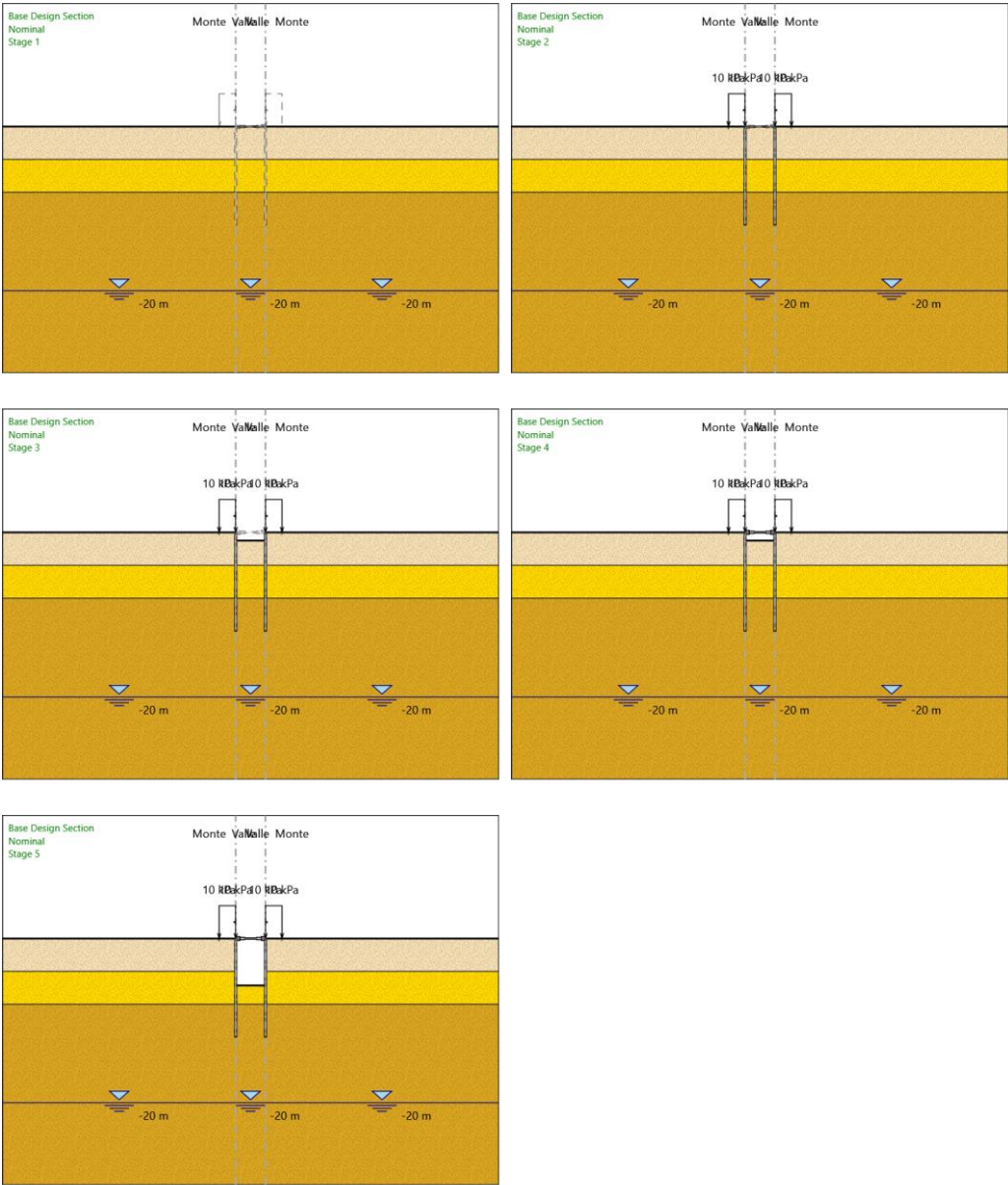

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p><b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b></p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01 D 29</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO IN2800 002</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 55 di 99</p>

Tabella Configurazione Stage (Nominal)



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 56 di 99


## Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti (F_dead_loa d_unfavour)	Carichi Permanent i Favorevoli (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_loa d_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_lo ad_favour)	Carico Sismico (F_seis m_load)	Pressi Acqua Lato Mont (F_Wa terDR)	Pressi Acqua Lato Valle (F_Wa terRes )	Carichi Perman enti (F_UPL_ Gdstab)	Carichi Perma nenti (F_UPL_ Gdstab)	Carichi Variabili Destabil izzanti (F_UPL_ QDStab)	Carichi Perman enti (F_HYD_ Gdstab)	Carichi Perman enti (F_HYD_ Gdstab)	Carichi Variabili Destabil izzanti (F_HYD_ QDStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Freq uente/Quas i Permanent e)	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	$\gamma_\phi$	$\gamma_c$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_{qu}$	$\gamma_\gamma$
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	$\gamma_{Re}$	$\gamma_{ap}$	$\gamma_{at}$	
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



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 57 di 99


## 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	0.197
-0.1	0	0.846
-0.2	0	1.494
-0.3	0	2.14
-0.4	0	2.782
-0.5	0	3.42
-0.6	0	4.052
-0.7	0	4.676
-0.8	0	5.292
-0.9	0	5.899
-1	0	6.495
-1.1	0	7.079
-1.2	0	7.65
-1.3	0	8.207
-1.4	0	8.748
-1.5	0	9.273
-1.6	0	9.779
-1.7	0	10.267
-1.8	0	10.735
-1.9	0	11.181
-2	0	11.605
-2.1	0	12.005
-2.2	0	12.381
-2.3	0	12.731
-2.4	0	13.054
-2.5	0	13.349
-2.6	0	13.616
-2.7	0	13.853
-2.8	0	14.06
-2.9	0	14.236
-3	0	14.381
-3.1	0	14.493
-3.2	0	14.573
-3.3	0	14.62
-3.4	0	14.634
-3.5	0	14.614
-3.6	0	14.561
-3.7	0	14.475
-3.8	0	14.356
-3.9	0	14.203
-4	0	14.019
-4.1	0	13.802
-4.2	0	13.555
-4.3	0	13.277
-4.4	0	12.97
-4.5	0	12.636
-4.6	0	12.274
-4.7	0	11.888
-4.8	0	11.477
-4.9	0	11.046

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-5	0	10.594
-5.1	0	10.125
-5.2	0	9.641
-5.3	0	9.143
-5.4	0	8.637
-5.5	0	8.123
-5.6	0	7.605
-5.7	0	7.087
-5.8	0	6.572
-5.9	0	6.063
-6	0	5.566
-6.1	0	5.082
-6.2	0	4.615
-6.3	0	4.168
-6.4	0	3.743
-6.5	0	3.342
-6.6	0	2.967
-6.7	0	2.618
-6.8	0	2.296
-6.9	0	2.001
-7	0	1.735
-7.1	0	1.495
-7.2	0	1.282
-7.3	0	1.096
-7.4	0	0.933
-7.5	0	0.795
-7.6	0	0.678
-7.7	0	0.581
-7.8	0	0.503
-7.9	0	0.441
-8	0	0.394
-8.1	0	0.36
-8.2	0	0.337
-8.3	0	0.323
-8.4	0	0.318
-8.5	0	0.319
-8.6	0	0.325
-8.7	0	0.335
-8.8	0	0.349
-8.9	0	0.365
-9	0	0.382
-9.1	0	0.401
-9.2	0	0.42
-9.3	0	0.439
-9.4	0	0.457
-9.5	0	0.475
-9.6	0	0.492
-9.7	0	0.507
-9.8	0	0.522
-9.9	0	0.535
-10	0	0.547
-10.1	0	0.558
-10.2	0	0.568
-10.3	0	0.576
-10.4	0	0.583
-10.5	0	0.589
-10.6	0	0.594
-10.7	0	0.599
-10.8	0	0.602
-10.9	0	0.605

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-11	0	0.607
-11.1	0	0.609
-11.2	0	0.61
-11.3	0	0.611
-11.4	0	0.612
-11.5	0	0.612
-11.6	0	0.613
-11.7	0	0.613
-11.8	0	0.613
-11.9	0	0.613
-12	0	0.614

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 60 di 99


## Tabella Involuppi Spostamento Right wall

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: RIGHT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
0	-0.197	0
-0.1	-0.846	0
-0.2	-1.494	0
-0.3	-2.14	0
-0.4	-2.782	0
-0.5	-3.42	0
-0.6	-4.052	0
-0.7	-4.676	0
-0.8	-5.292	0
-0.9	-5.899	0
-1	-6.495	0
-1.1	-7.079	0
-1.2	-7.65	0
-1.3	-8.207	0
-1.4	-8.748	0
-1.5	-9.273	0
-1.6	-9.779	0
-1.7	-10.267	0
-1.8	-10.735	0
-1.9	-11.181	0
-2	-11.605	0
-2.1	-12.005	0
-2.2	-12.381	0
-2.3	-12.731	0
-2.4	-13.054	0
-2.5	-13.349	0
-2.6	-13.616	0
-2.7	-13.853	0
-2.8	-14.06	0
-2.9	-14.236	0
-3	-14.381	0
-3.1	-14.493	0
-3.2	-14.573	0
-3.3	-14.62	0
-3.4	-14.634	0
-3.5	-14.614	0
-3.6	-14.561	0
-3.7	-14.475	0
-3.8	-14.356	0
-3.9	-14.203	0
-4	-14.019	0
-4.1	-13.802	0
-4.2	-13.555	0
-4.3	-13.277	0
-4.4	-12.97	0
-4.5	-12.636	0
-4.6	-12.274	0
-4.7	-11.888	0
-4.8	-11.477	0
-4.9	-11.046	0
-5	-10.594	0
-5.1	-10.125	0
-5.2	-9.641	0
-5.3	-9.143	0
-5.4	-8.637	0
-5.5	-8.123	0

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: RIGHT

Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-5.6	-7.605	0
-5.7	-7.087	0
-5.8	-6.572	0
-5.9	-6.063	0
-6	-5.566	0
-6.1	-5.082	0
-6.2	-4.615	0
-6.3	-4.168	0
-6.4	-3.743	0
-6.5	-3.342	0
-6.6	-2.967	0
-6.7	-2.618	0
-6.8	-2.296	0
-6.9	-2.001	0
-7	-1.735	0
-7.1	-1.495	0
-7.2	-1.282	0
-7.3	-1.096	0
-7.4	-0.933	0
-7.5	-0.795	0
-7.6	-0.678	0
-7.7	-0.581	0
-7.8	-0.503	0
-7.9	-0.441	0
-8	-0.394	0
-8.1	-0.36	0
-8.2	-0.337	0
-8.3	-0.323	0
-8.4	-0.318	0
-8.5	-0.319	0
-8.6	-0.325	0
-8.7	-0.335	0
-8.8	-0.349	0
-8.9	-0.365	0
-9	-0.382	0
-9.1	-0.401	0
-9.2	-0.42	0
-9.3	-0.439	0
-9.4	-0.457	0
-9.5	-0.475	0
-9.6	-0.492	0
-9.7	-0.507	0
-9.8	-0.522	0
-9.9	-0.535	0
-10	-0.547	0
-10.1	-0.558	0
-10.2	-0.568	0
-10.3	-0.576	0
-10.4	-0.583	0
-10.5	-0.589	0
-10.6	-0.594	0
-10.7	-0.599	0
-10.8	-0.602	0
-10.9	-0.605	0
-11	-0.607	0
-11.1	-0.609	0
-11.2	-0.61	0
-11.3	-0.611	0
-11.4	-0.612	0
-11.5	-0.612	0

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: RIGHT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-11.6	-0.613	0
-11.7	-0.613	0
-11.8	-0.613	0
-11.9	-0.613	0
-12	-0.614	0

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 63 di 99


## Tabella Involuppi Momento PARATIA SX

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Momento	Muro: PARATIA SX
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.1	0.011	2.81
-0.2	0.016	5.62
-0.3	0.018	8.43
-0.4	0.018	11.24
-0.5	0.016	14.05
-0.6	0.012	16.86
-0.7	0.007	19.669
-0.8	0.012	22.479
-0.9	0.048	25.289
-1	0.128	28.095
-1.1	0.204	30.888
-1.2	0.258	33.662
-1.3	0.291	36.408
-1.4	0.305	39.118
-1.5	0.303	41.785
-1.6	0.29	44.4
-1.7	0.267	46.955
-1.8	0.239	49.443
-1.9	0.208	51.856
-2	0.177	54.185
-2.1	0.147	56.422
-2.2	0.119	58.562
-2.3	0.092	60.598
-2.4	0.068	62.522
-2.5	0.045	64.328
-2.6	0.023	66.01
-2.7	0.005	67.56
-2.8	0	68.971
-2.9	0	70.237
-3	0	71.35
-3.1	0	72.304
-3.2	0	73.09
-3.3	0	73.703
-3.4	0	74.134
-3.5	0	74.376
-3.6	0	74.423
-3.7	0	74.266
-3.8	0.006	73.899
-3.9	0.017	73.314
-4	0.032	72.503
-4.1	0.075	71.46
-4.2	0.113	70.195
-4.3	0.138	68.702
-4.4	0.15	66.974
-4.5	0.153	65.003
-4.6	0.15	62.783
-4.7	0.141	60.307
-4.8	0.129	57.567
-4.9	0.115	54.556
-5	0.1	51.268
-5.1	0.086	47.695
-5.2	0.071	43.83
-5.3	0.058	39.666
-5.4	0.046	35.196
-5.5	0.035	30.413

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: PARATIA SX
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-5.6	0.026	25.309
-5.7	4.28	19.878
-5.8	9.658	14.112
-5.9	14.783	8.316
-6	19.578	2.532
-6.1	23.969	0
-6.2	27.877	0
-6.3	31.227	0
-6.4	33.942	0
-6.5	36.055	0
-6.6	37.605	0
-6.7	38.627	0
-6.8	39.154	0
-6.9	42.033	0
-7	45.38	0
-7.1	48.253	0
-7.2	50.609	0
-7.3	52.406	0
-7.4	53.601	0
-7.5	54.179	0
-7.6	54.199	0
-7.7	53.718	0
-7.8	52.788	0
-7.9	51.456	0
-8	49.765	0
-8.1	47.753	0.007
-8.2	45.472	0.032
-8.3	42.958	0.049
-8.4	40.249	0.059
-8.5	37.393	0.065
-8.6	34.427	0.067
-8.7	31.386	0.065
-8.8	28.333	0.062
-8.9	25.327	0.057
-9	22.414	0.051
-9.1	19.629	0.045
-9.2	17.001	0.061
-9.3	14.549	0.495
-9.4	12.286	0.916
-9.5	10.22	1.24
-9.6	8.355	1.48
-9.7	6.688	1.646
-9.8	5.216	1.748
-9.9	3.932	1.796
-10	2.826	1.798
-10.1	1.888	1.764
-10.2	1.107	1.698
-10.3	0.47	1.609
-10.4	0.003	1.502
-10.5	0.004	1.382
-10.6	0.004	1.253
-10.7	0.004	1.119
-10.8	0.004	0.999
-10.9	0.004	1.037
-11	0.003	1.019
-11.1	0.003	0.955
-11.2	0.002	0.856
-11.3	0.002	0.733
-11.4	0.002	0.595
-11.5	0.001	0.453



Design Assumption: Nominal    Involuppi: Momento    Muro: PARATIA SX		
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.6	0.001	0.315
-11.7	0	0.192
-11.8	0	0.092
-11.9	0	0.025
-12	0	0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	66 di 99


## Tabella Involuppi Momento PARATIA DX

Design Assumption: Nominal		Involuppi: Momento	Muro: PARATIA DX
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	0	0	
-0.1	2.81	0.011	
-0.2	5.62	0.016	
-0.3	8.43	0.018	
-0.4	11.24	0.018	
-0.5	14.05	0.016	
-0.6	16.86	0.012	
-0.7	19.669	0.007	
-0.8	22.479	0.012	
-0.9	25.289	0.048	
-1	28.095	0.128	
-1.1	30.888	0.204	
-1.2	33.662	0.258	
-1.3	36.408	0.291	
-1.4	39.118	0.305	
-1.5	41.785	0.303	
-1.6	44.4	0.29	
-1.7	46.955	0.267	
-1.8	49.443	0.239	
-1.9	51.856	0.208	
-2	54.185	0.177	
-2.1	56.422	0.147	
-2.2	58.562	0.119	
-2.3	60.598	0.092	
-2.4	62.522	0.068	
-2.5	64.328	0.045	
-2.6	66.01	0.023	
-2.7	67.56	0.005	
-2.8	68.971	0	
-2.9	70.237	0	
-3	71.35	0	
-3.1	72.304	0	
-3.2	73.09	0	
-3.3	73.703	0	
-3.4	74.134	0	
-3.5	74.376	0	
-3.6	74.423	0	
-3.7	74.266	0	
-3.8	73.899	0.006	
-3.9	73.314	0.017	
-4	72.503	0.032	
-4.1	71.46	0.075	
-4.2	70.195	0.113	
-4.3	68.702	0.138	
-4.4	66.974	0.15	
-4.5	65.003	0.153	
-4.6	62.783	0.15	
-4.7	60.307	0.141	
-4.8	57.567	0.129	
-4.9	54.556	0.115	
-5	51.268	0.1	
-5.1	47.695	0.086	
-5.2	43.83	0.071	
-5.3	39.666	0.058	
-5.4	35.196	0.046	
-5.5	30.413	0.035	

Design Assumption: Nominal Involuppi: Momento Muro: PARATIA DX

Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-5.6	25.309	0.026
-5.7	19.878	4.28
-5.8	14.112	9.658
-5.9	8.316	14.783
-6	2.532	19.578
-6.1	0	23.969
-6.2	0	27.877
-6.3	0	31.227
-6.4	0	33.942
-6.5	0	36.055
-6.6	0	37.605
-6.7	0	38.627
-6.8	0	39.154
-6.9	0	42.033
-7	0	45.38
-7.1	0	48.253
-7.2	0	50.609
-7.3	0	52.406
-7.4	0	53.601
-7.5	0	54.179
-7.6	0	54.199
-7.7	0	53.718
-7.8	0	52.788
-7.9	0	51.456
-8	0	49.765
-8.1	0.007	47.753
-8.2	0.032	45.472
-8.3	0.049	42.958
-8.4	0.059	40.249
-8.5	0.065	37.393
-8.6	0.067	34.427
-8.7	0.065	31.386
-8.8	0.062	28.333
-8.9	0.057	25.327
-9	0.051	22.414
-9.1	0.045	19.629
-9.2	0.061	17.001
-9.3	0.495	14.549
-9.4	0.916	12.286
-9.5	1.24	10.22
-9.6	1.48	8.355
-9.7	1.646	6.688
-9.8	1.748	5.216
-9.9	1.796	3.932
-10	1.798	2.826
-10.1	1.764	1.888
-10.2	1.698	1.107
-10.3	1.609	0.47
-10.4	1.502	0.003
-10.5	1.382	0.004
-10.6	1.253	0.004
-10.7	1.119	0.004
-10.8	0.999	0.004
-10.9	1.037	0.004
-11	1.019	0.003
-11.1	0.955	0.003
-11.2	0.856	0.002
-11.3	0.733	0.002
-11.4	0.595	0.002
-11.5	0.453	0.001

Design Assumption: Nominal    Involuppi: Momento    Muro: PARATIA DX		
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-11.6	0.315	0.001
-11.7	0.192	0
-11.8	0.092	0
-11.9	0.025	0
-12	0	0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 69 di 99


## Tabella Involuppi Taglio PARATIA SX

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Taglio	Muro: PARATIA SX
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0.106	28.099
-0.1	0.106	28.099
-0.2	0.054	28.099
-0.3	0.022	28.099
-0.4	0	28.099
-0.5	0	28.099
-0.6	0	28.099
-0.7	0.118	28.099
-0.8	0.376	28.099
-0.9	0.799	28.099
-1	0.799	28.054
-1.1	0.762	27.936
-1.2	0.541	27.738
-1.3	0.327	27.46
-1.4	0.139	27.103
-1.5	0	26.666
-1.6	0	26.15
-1.7	0	25.554
-1.8	0	24.879
-1.9	0	24.124
-2	0.028	23.29
-2.1	0.047	22.376
-2.2	0.058	21.398
-2.3	0.061	20.353
-2.4	0.061	19.242
-2.5	0.06	18.063
-2.6	0.055	16.816
-2.7	0.048	15.5
-2.8	0.039	14.114
-2.9	0.03	12.659
-3	0.023	11.132
-3.1	0.017	9.535
-3.2	0.014	7.865
-3.3	0.017	6.124
-3.4	0.025	4.311
-3.5	1.211	2.425
-3.6	2.949	0.466
-3.7	4.766	0
-3.8	6.665	0
-3.9	8.644	0
-4	10.705	0
-4.1	12.647	0
-4.2	14.93	0
-4.3	17.283	0
-4.4	19.707	0.002
-4.5	22.201	0.037
-4.6	24.765	0.086
-4.7	27.4	0.119
-4.8	30.106	0.139
-4.9	32.883	0.148
-5	35.73	0.148
-5.1	38.649	0.148
-5.2	41.639	0.143
-5.3	44.7	0.133
-5.4	47.833	0.121
-5.5	51.037	0.106

Design Assumption: Nominal Involuppi: Taglio Muro: PARATIA SX

Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-5.6	54.313	0.091
-5.7	57.66	0.075
-5.8	57.96	0.06
-5.9	57.96	0.045
-6	57.839	0.03
-6.1	57.297	0.016
-6.2	56.334	0.009
-6.3	54.95	0.005
-6.4	53.145	0.002
-6.5	50.919	0
-6.6	48.272	0
-6.7	45.204	0
-6.8	41.716	0
-6.9	37.807	3.725
-7	33.478	7.838
-7.1	28.728	11.732
-7.2	23.558	15.436
-7.3	17.967	18.638
-7.4	11.956	21.365
-7.5	5.774	23.693
-7.6	0.201	25.239
-7.7	0	26.044
-7.8	0	26.256
-7.9	0	26.256
-8	0	26.003
-8.1	0	25.404
-8.2	0	25.139
-8.3	0	27.082
-8.4	0	28.566
-8.5	0	29.656
-8.6	0.013	30.417
-8.7	0.035	30.523
-8.8	0.05	30.523
-8.9	0.059	30.059
-9	0.064	29.134
-9.1	0.065	27.846
-9.2	0.065	26.283
-9.3	0.063	24.522
-9.4	0.06	22.627
-9.5	0.055	20.656
-9.6	0.049	18.656
-9.7	0.043	16.667
-9.8	0.037	14.721
-9.9	0.037	12.846
-10	0.35	11.059
-10.1	0.653	9.378
-10.2	0.892	7.812
-10.3	1.073	6.369
-10.4	1.203	5.054
-10.5	1.289	3.868
-10.6	1.335	2.81
-10.7	1.349	1.879
-10.8	1.349	1.073
-10.9	1.333	0.387
-11	1.293	0.004
-11.1	1.231	0.004
-11.2	1.234	0.004
-11.3	1.378	0.004
-11.4	1.424	0.004
-11.5	1.424	0.004

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: PARATIA SX
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.6	1.374	0.004
-11.7	1.232	0.003
-11.8	0.997	0.002
-11.9	0.67	0.002
-12	0.254	0.001

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 72 di 99

## Tabella Inviluppi Taglio PARATIA DX


Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: PARATIA DX
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	28.099	0.106
-0.1	28.099	0.106
-0.2	28.099	0.054
-0.3	28.099	0.022
-0.4	28.099	0
-0.5	28.099	0
-0.6	28.099	0
-0.7	28.099	0.118
-0.8	28.099	0.376
-0.9	28.099	0.799
-1	28.054	0.799
-1.1	27.936	0.762
-1.2	27.738	0.541
-1.3	27.46	0.327
-1.4	27.103	0.139
-1.5	26.666	0
-1.6	26.15	0
-1.7	25.554	0
-1.8	24.879	0
-1.9	24.124	0
-2	23.29	0.028
-2.1	22.376	0.047
-2.2	21.398	0.058
-2.3	20.353	0.061
-2.4	19.242	0.061
-2.5	18.063	0.06
-2.6	16.816	0.055
-2.7	15.5	0.048
-2.8	14.114	0.039
-2.9	12.659	0.03
-3	11.132	0.023
-3.1	9.535	0.017
-3.2	7.865	0.014
-3.3	6.124	0.017
-3.4	4.311	0.025
-3.5	2.425	1.211
-3.6	0.466	2.949
-3.7	0	4.766
-3.8	0	6.665
-3.9	0	8.644
-4	0	10.705
-4.1	0	12.647
-4.2	0	14.93
-4.3	0	17.283
-4.4	0.002	19.707
-4.5	0.037	22.201
-4.6	0.086	24.765
-4.7	0.119	27.4
-4.8	0.139	30.106
-4.9	0.148	32.883
-5	0.148	35.73
-5.1	0.148	38.649
-5.2	0.143	41.639
-5.3	0.133	44.7
-5.4	0.121	47.833
-5.5	0.106	51.037



Design Assumption: Nominal Involuppi: Taglio Muro: PARATIA DX


Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-5.6	0.091	54.313
-5.7	0.075	57.66
-5.8	0.06	57.96
-5.9	0.045	57.96
-6	0.03	57.839
-6.1	0.016	57.297
-6.2	0.009	56.334
-6.3	0.005	54.95
-6.4	0.002	53.145
-6.5	0	50.919
-6.6	0	48.272
-6.7	0	45.204
-6.8	0	41.716
-6.9	3.725	37.807
-7	7.838	33.478
-7.1	11.732	28.728
-7.2	15.436	23.558
-7.3	18.638	17.967
-7.4	21.365	11.956
-7.5	23.693	5.774
-7.6	25.239	0.201
-7.7	26.044	0
-7.8	26.256	0
-7.9	26.256	0
-8	26.003	0
-8.1	25.404	0
-8.2	25.139	0
-8.3	27.082	0
-8.4	28.566	0
-8.5	29.656	0
-8.6	30.417	0.013
-8.7	30.523	0.035
-8.8	30.523	0.05
-8.9	30.059	0.059
-9	29.134	0.064
-9.1	27.846	0.065
-9.2	26.283	0.065
-9.3	24.522	0.063
-9.4	22.627	0.06
-9.5	20.656	0.055
-9.6	18.656	0.049
-9.7	16.667	0.043
-9.8	14.721	0.037
-9.9	12.846	0.037
-10	11.059	0.35
-10.1	9.378	0.653
-10.2	7.812	0.892
-10.3	6.369	1.073
-10.4	5.054	1.203
-10.5	3.868	1.289
-10.6	2.81	1.335
-10.7	1.879	1.349
-10.8	1.073	1.349
-10.9	0.387	1.333
-11	0.004	1.293
-11.1	0.004	1.231
-11.2	0.004	1.234
-11.3	0.004	1.378
-11.4	0.004	1.424
-11.5	0.004	1.424

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: PARATIA DX
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-11.6	0.004	1.374
-11.7	0.003	1.232
-11.8	0.002	0.997
-11.9	0.002	0.67
-12	0.001	0.254

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	75 di 99


## 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			14.57
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 5 Left Wall	RIGHT			34.75
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 5 Right wall	LEFT			34.75
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Right wall	RIGHT			14.57

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 76 di 99

## Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 5 Left Wall	LEFT			12741.7
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall	RIGHT			16770.91
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Right wall	LEFT			16770.91
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 5 Right wall	RIGHT			12741.7

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 77 di 99

## Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Puntone kN/m
Strut	NTC2018: A2+M2+R1	Stage 5	-28.1


## ***Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali***

### **Normative Verifiche**

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

### **Coefficienti per Verifica Tiranti**

GEO FS	1
$\xi_{a3}$	1.8
$\gamma_s$	1.15

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 79 di 99

## Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
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

## 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	0.02	
-0.2	0.04	
-0.3	0.061	
-0.4	0.081	
-0.5	0.101	
-0.6	0.121	
-0.7	0.141	
-0.8	0.162	
-0.9	0.182	
-1	0.202	
-1.1	0.222	
-1.2	0.242	
-1.3	0.262	
-1.4	0.281	
-1.5	0.3	
-1.6	0.319	
-1.7	0.338	
-1.8	0.355	
-1.9	0.373	
-2	0.389	
-2.1	0.406	
-2.2	0.421	
-2.3	0.436	
-2.4	0.449	
-2.5	0.462	
-2.6	0.474	
-2.7	0.486	
-2.8	0.496	
-2.9	0.505	
-3	0.513	
-3.1	0.52	
-3.2	0.525	
-3.3	0.53	
-3.4	0.533	
-3.5	0.535	
-3.6	0.535	
-3.7	0.534	
-3.8	0.531	
-3.9	0.527	
-4	0.521	
-4.1	0.514	
-4.2	0.505	
-4.3	0.494	
-4.4	0.481	
-4.5	0.467	
-4.6	0.451	
-4.7	0.433	
-4.8	0.414	
-4.9	0.392	
-5	0.369	
-5.1	0.343	
-5.2	0.315	



Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
-5.3	0.285	
-5.4	0.253	
-5.5	0.219	
-5.6	0.182	
-5.7	0.143	
-5.8	0.101	
-5.9	0.106	
-6	0.141	
-6.1	0.172	
-6.2	0.2	
-6.3	0.224	
-6.4	0.244	
-6.5	0.259	
-6.6	0.27	
-6.7	0.278	
-6.8	0.281	
-6.9	0.302	
-7	0.326	
-7.1	0.347	
-7.2	0.364	
-7.3	0.377	
-7.4	0.385	
-7.5	0.389	
-7.6	0.39	
-7.7	0.386	
-7.8	0.379	
-7.9	0.37	
-8	0.358	
-8.1	0.343	
-8.2	0.327	
-8.3	0.309	
-8.4	0.289	
-8.5	0.269	
-8.6	0.247	
-8.7	0.226	
-8.8	0.204	
-8.9	0.182	
-9	0.161	
-9.1	0.141	
-9.2	0.122	
-9.3	0.105	
-9.4	0.088	
-9.5	0.073	
-9.6	0.06	
-9.7	0.048	
-9.8	0.037	
-9.9	0.028	
-10	0.02	
-10.1	0.014	
-10.2	0.012	
-10.3	0.012	
-10.4	0.011	
-10.5	0.01	
-10.6	0.009	
-10.7	0.008	
-10.8	0.007	
-10.9	0.007	
-11	0.007	
-11.1	0.007	
-11.2	0.006	


Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
-11.3	0.005	
-11.4	0.004	
-11.5	0.003	
-11.6	0.002	
-11.7	0.001	
-11.8	0.001	
-11.9	0	
-12	0	

**Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : RIGHT**

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.1	0.02
-0.2	0.04
-0.3	0.061
-0.4	0.081
-0.5	0.101
-0.6	0.121
-0.7	0.141
-0.8	0.162
-0.9	0.182
-1	0.202
-1.1	0.222
-1.2	0.242
-1.3	0.262
-1.4	0.281
-1.5	0.3
-1.6	0.319
-1.7	0.338
-1.8	0.355
-1.9	0.373
-2	0.389
-2.1	0.406
-2.2	0.421
-2.3	0.436
-2.4	0.449
-2.5	0.462
-2.6	0.474
-2.7	0.486
-2.8	0.496
-2.9	0.505
-3	0.513
-3.1	0.52
-3.2	0.525
-3.3	0.53
-3.4	0.533
-3.5	0.535
-3.6	0.535
-3.7	0.534
-3.8	0.531
-3.9	0.527
-4	0.521
-4.1	0.514
-4.2	0.505
-4.3	0.494
-4.4	0.481
-4.5	0.467
-4.6	0.451
-4.7	0.433
-4.8	0.414
-4.9	0.392
-5	0.369
-5.1	0.343
-5.2	0.315
-5.3	0.285
-5.4	0.253
-5.5	0.219

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
-5.6	0.182	
-5.7	0.143	
-5.8	0.101	
-5.9	0.106	
-6	0.141	
-6.1	0.172	
-6.2	0.2	
-6.3	0.224	
-6.4	0.244	
-6.5	0.259	
-6.6	0.27	
-6.7	0.278	
-6.8	0.281	
-6.9	0.302	
-7	0.326	
-7.1	0.347	
-7.2	0.364	
-7.3	0.377	
-7.4	0.385	
-7.5	0.389	
-7.6	0.39	
-7.7	0.386	
-7.8	0.379	
-7.9	0.37	
-8	0.358	
-8.1	0.343	
-8.2	0.327	
-8.3	0.309	
-8.4	0.289	
-8.5	0.269	
-8.6	0.247	
-8.7	0.226	
-8.8	0.204	
-8.9	0.182	
-9	0.161	
-9.1	0.141	
-9.2	0.122	
-9.3	0.105	
-9.4	0.088	
-9.5	0.073	
-9.6	0.06	
-9.7	0.048	
-9.8	0.037	
-9.9	0.028	
-10	0.02	
-10.1	0.014	
-10.2	0.012	
-10.3	0.012	
-10.4	0.011	
-10.5	0.01	
-10.6	0.009	
-10.7	0.008	
-10.8	0.007	
-10.9	0.007	
-11	0.007	
-11.1	0.007	
-11.2	0.006	
-11.3	0.005	
-11.4	0.004	
-11.5	0.003	

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	
-11.6	0.002	
-11.7	0.001	
-11.8	0.001	
-11.9	0	
-12	0	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 86 di 99

### 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	0.028
-0.1	0.028
-0.2	0.028
-0.3	0.028
-0.4	0.028
-0.5	0.028
-0.6	0.028
-0.7	0.028
-0.8	0.028
-0.9	0.028
-1	0.028
-1.1	0.028
-1.2	0.027
-1.3	0.027
-1.4	0.027
-1.5	0.026
-1.6	0.026
-1.7	0.025
-1.8	0.024
-1.9	0.023
-2	0.022
-2.1	0.021
-2.2	0.02
-2.3	0.019
-2.4	0.018
-2.5	0.017
-2.6	0.015
-2.7	0.014
-2.8	0.013
-2.9	0.011
-3	0.01
-3.1	0.008
-3.2	0.006
-3.3	0.004
-3.4	0.002
-3.5	0.001
-3.6	0.003
-3.7	0.005
-3.8	0.007
-3.9	0.009
-4	0.011
-4.1	0.013
-4.2	0.015
-4.3	0.017
-4.4	0.02
-4.5	0.022
-4.6	0.025
-4.7	0.027
-4.8	0.03
-4.9	0.033
-5	0.036
-5.1	0.039
-5.2	0.042
-5.3	0.045
-5.4	0.048
-5.5	0.051

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-5.6	0.054	
-5.7	0.058	
-5.8	0.058	
-5.9	0.058	
-6	0.057	
-6.1	0.056	
-6.2	0.055	
-6.3	0.053	
-6.4	0.051	
-6.5	0.048	
-6.6	0.045	
-6.7	0.042	
-6.8	0.038	
-6.9	0.033	
-7	0.029	
-7.1	0.024	
-7.2	0.018	
-7.3	0.019	
-7.4	0.021	
-7.5	0.024	
-7.6	0.025	
-7.7	0.026	
-7.8	0.026	
-7.9	0.026	
-8	0.025	
-8.1	0.024	
-8.2	0.025	
-8.3	0.027	
-8.4	0.029	
-8.5	0.03	
-8.6	0.03	
-8.7	0.03	
-8.8	0.03	
-8.9	0.029	
-9	0.028	
-9.1	0.026	
-9.2	0.024	
-9.3	0.023	
-9.4	0.021	
-9.5	0.019	
-9.6	0.017	
-9.7	0.015	
-9.8	0.013	
-9.9	0.011	
-10	0.009	
-10.1	0.008	
-10.2	0.006	
-10.3	0.005	
-10.4	0.004	
-10.5	0.003	
-10.6	0.002	
-10.7	0.001	
-10.8	0.001	
-10.9	0.001	
-11	0.001	
-11.1	0.001	
-11.2	0.001	
-11.3	0.001	
-11.4	0.001	
-11.5	0.001	

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-11.6	0.001	
-11.7	0.001	
-11.8	0.001	
-11.9	0	
-12	0	




<div><div><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</div></div>	<div><b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></div>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	89 di 99

## Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : RIGHT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0.028
-0.1	0.028
-0.2	0.028
-0.3	0.028
-0.4	0.028
-0.5	0.028
-0.6	0.028
-0.7	0.028
-0.8	0.028
-0.9	0.028
-1	0.028
-1.1	0.028
-1.2	0.027
-1.3	0.027
-1.4	0.027
-1.5	0.026
-1.6	0.026
-1.7	0.025
-1.8	0.024
-1.9	0.023
-2	0.022
-2.1	0.021
-2.2	0.02
-2.3	0.019
-2.4	0.018
-2.5	0.017
-2.6	0.015
-2.7	0.014
-2.8	0.013
-2.9	0.011
-3	0.01
-3.1	0.008
-3.2	0.006
-3.3	0.004
-3.4	0.002
-3.5	0.001
-3.6	0.003
-3.7	0.005
-3.8	0.007
-3.9	0.009
-4	0.011
-4.1	0.013
-4.2	0.015
-4.3	0.017
-4.4	0.02
-4.5	0.022
-4.6	0.025
-4.7	0.027
-4.8	0.03
-4.9	0.033
-5	0.036
-5.1	0.039
-5.2	0.042
-5.3	0.045
-5.4	0.048
-5.5	0.051


Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-5.6	0.054	
-5.7	0.058	
-5.8	0.058	
-5.9	0.058	
-6	0.057	
-6.1	0.056	
-6.2	0.055	
-6.3	0.053	
-6.4	0.051	
-6.5	0.048	
-6.6	0.045	
-6.7	0.042	
-6.8	0.038	
-6.9	0.033	
-7	0.029	
-7.1	0.024	
-7.2	0.018	
-7.3	0.019	
-7.4	0.021	
-7.5	0.024	
-7.6	0.025	
-7.7	0.026	
-7.8	0.026	
-7.9	0.026	
-8	0.025	
-8.1	0.024	
-8.2	0.025	
-8.3	0.027	
-8.4	0.029	
-8.5	0.03	
-8.6	0.03	
-8.7	0.03	
-8.8	0.03	
-8.9	0.029	
-9	0.028	
-9.1	0.026	
-9.2	0.024	
-9.3	0.023	
-9.4	0.021	
-9.5	0.019	
-9.6	0.017	
-9.7	0.015	
-9.8	0.013	
-9.9	0.011	
-10	0.009	
-10.1	0.008	
-10.2	0.006	
-10.3	0.005	
-10.4	0.004	
-10.5	0.003	
-10.6	0.002	
-10.7	0.001	
-10.8	0.001	
-10.9	0.001	
-11	0.001	
-11.1	0.001	
-11.2	0.001	
-11.3	0.001	
-11.4	0.001	
-11.5	0.001	

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld		RIGHT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	
-11.6	0.001	
-11.7	0.001	
-11.8	0.001	
-11.9	0	
-12	0	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	92 di 99


## Verifiche Puntoni Nominal

Design	Tipo Risultato:												
Assumption:	Verifiche												
Nominal	Puntoni												
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura	Lunghezza Stage		Carico	Assiale	Ratio	Ratio	Instabilità	λ	λ	λ
			orizzontale			distribuito	(kN)	momento	taglio		y	z	laterale
						(kN/m)							
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 4	0	0	0	0.001	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 5	-12.672	-25.345	0.03	0.001	0.053	76	76	0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	93 di 99


## Verifiche Puntoni NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption:		Tipo	NTC2018										
NTC2018: SLE		Risultato:	(ITA)										
(Rara/Frequente/Quasi Permanente)		Verifiche											
Puntone	Sezione	Puntone	Materiale	Spaziatura	Lunghezza	Stage	Carico	Assiale	Ratio	Ratio	Instabilità	$\lambda$	$\lambda$
				orizzontale			distribuito	(kN)	momento	taglio		y	z laterale
							(kN/m)						
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 4	0	0	0	0.001	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 5	-12.672	-	0.03	0.001	0.053	76	76	0
							25.345						

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 94 di 99


## Verifiche Puntoni NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design	Tipo	NTC2018											
Assumption:	Risultato:	(ITA)											
NTC2018:	Verifiche												
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Puntoni												
Puntone	Sezione	Materiale	Spaziatura	Lunghezza	Stage	Carico	Assiale	Ratio	Ratio	Instabilità	$\lambda$	$\lambda$	$\lambda$
			orizzontale			distribuito	(kN)	momento	taglio		y	z	laterale
						(kN/m)							
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 4	0	0	0	0.001	0	0	0	0
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 5	-17.151	-34.303	0.04	0.001	0.071	76	76	0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 95 di 99

## Verifiche Puntoni NTC2018: A2+M2+R1


Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Puntone	Tipo Risultato: NTC2018												
	Verifiche	(ITA)											
	Puntoni												
	Sezione	Materiale	Spaziatura	Lunghezza	Stage	Carico	Assiale	Ratio	Ratio	Instabilità	λ	λ	λ
			orizzontale			distribuito	(kN)	momento	taglio		y	z	laterale
						(kN/m)							
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 4	-0.001	-0.001	0	0.001	0.008	7676		0
Strut	CHS139.7*6	S355	2	3.6	Stage 5	-28.099	-56.199	0.066	0.001	0.108	7676		0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 96 di 99

## Verifiche Travi di Ripartizione Nominal


Design Assumption: Nominal Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione						
Default Left Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 4	0	0000		
Default Right Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 4	0	0000		
Default Left Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 5 -12.6720000				
Default Right Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 5 -12.6720000				



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 97 di 99


## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) Default Left Waler	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Strut	NTC2018 (ITA)	CORDOLO	B450C Stage	4	0	0	0	0	0
Default Right Waler	Strut	CORDOLO	B450C Stage	4	0	0	0	0	0	0
Default Left Waler	Strut	CORDOLO	B450C Stage	5	12.672	-	00.052	0.056	0.029	0.029
Default Right Waler	Strut	CORDOLO	B450C Stage	5	12.672	-	00.034	0.037	0.019	0.019

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	01 D 29	CL	IN2800 002	A	98 di 99

## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)
Default Left Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 0 0 0.01 0 7.5
Default Right Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 4 0 0 0.01 0 7.5
Default Left Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 5 17.151 - 00.0670.148 7.5
Default Right Waler	Strut	CORDOLO B450C Stage 5 17.151 - 00.0450.148 7.5

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>IN28 – Relazione di calcolo opere provvisionali</b>	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO IN2800 002	REV. A	FOGLIO 99 di 99

## Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)							
Default Left Waler	Strut	CORDOLO	B450C	Stage	-0.001 0 0.01	0	0	7.5	
				4					
Default Right Waler	Strut	CORDOLO	B450C	Stage 4	-0.001	0	0.01	0	7.5
Default Left Waler	Strut	CORDOLO	B450C	Stage 5	-	0	0.11	0.242	7.5
					28.099				
Default Right Waler	Strut	CORDOLO	B450C	Stage 5	-	00.073	0.242	7.5	
					28.099				