

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O OPERE CIVILI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA

TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

VI08_VIADOTTO SU TORRENTE MERULA DA KM 97+025 A KM 97+175

Relazione di calcolo opere provvisionali

SCALA:

-

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

I V 0 I 0 0 D 0 9 C L V I 0 8 0 3 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G.Grimaldi	Feb. 2022	L.Utzeri	Feb. 2022	G.Fadda	Feb. 2022	A.Vittozzi

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Segreteria delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A20783

File: IV0100D09CLVI0803002A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	MATERIALI	5
3.1	CALCESTRUZZO	5
3.2	ACCIAIO PER CALCESTRUZZO	5
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	6
5	PROCEDURA DI CALCOLO	9
6	SOFTWARE DI CALCOLO	10
6.1	MODELLAZIONE DEL PROCESSO REALIZZATIVO	11
6.2	VERIFICA DEGLI ELEMENTI	11
7	PARATIE PILA	12
7.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	12
7.2	RISULTATI DELL'ANALISI	14
7.3	VERIFICHE	15
7.4	VERIFICA DEL TAMPONE DI FONDO	19
8	PARATIE SPALLA A	20
8.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	20
8.2	RISULTATI DELL'ANALISI	21
8.3	VERIFICHE	22
9	VALUTAZIONE DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 17/01/2018)	26

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle opere provvisionali propedeutiche alla realizzazione delle fondazioni della pila e della spalla A del viadotto ferroviario sul Torrente Merula, denominato VI08 e ubicato tra le progressive chilometriche 97+025 e 97+175, previsto dal progetto definitivo di raddoppio della linea Genova-Ventimiglia tratta Finale Ligure-Andora.

Il viadotto in esame si compone di due campate, ciascuna di luce pari a 75.00 m, coperte mediante due travate reticolari metalliche a doppio binario.

Il viadotto è sostenuto da due spalle laterali e da una pila centrale; le spalle sono fondate su pali trivellati collegati da pinti di spessore 2m, mentre la pila è sostenuta da una fondazione a pozzo collegata ad un plinto di spessore 3m.

Per costruire le fondazioni della pila e della spalla A sarà necessario realizzare rilevati con piano di lavoro a 7.65 m s.l.m., ovvero con un franco di 50cm rispetto al tirante di piena con tempo di ritorno pari a 10 anni.

Successivamente, lungo il perimetro del costruendo del plinto verranno realizzate delle paratie di pali di diametro 1200mm e interasse 900mm. L'impermeabilizzazione del fondo scavo sarà garantita da un tampone di fondo in jet grouting di spessore 4m.

Per la spalla A, invece, saranno realizzati dei pali di diametro 800 mm ed interasse 500m lungo la porzione del manufatto rivolta verso il fiume Merula.

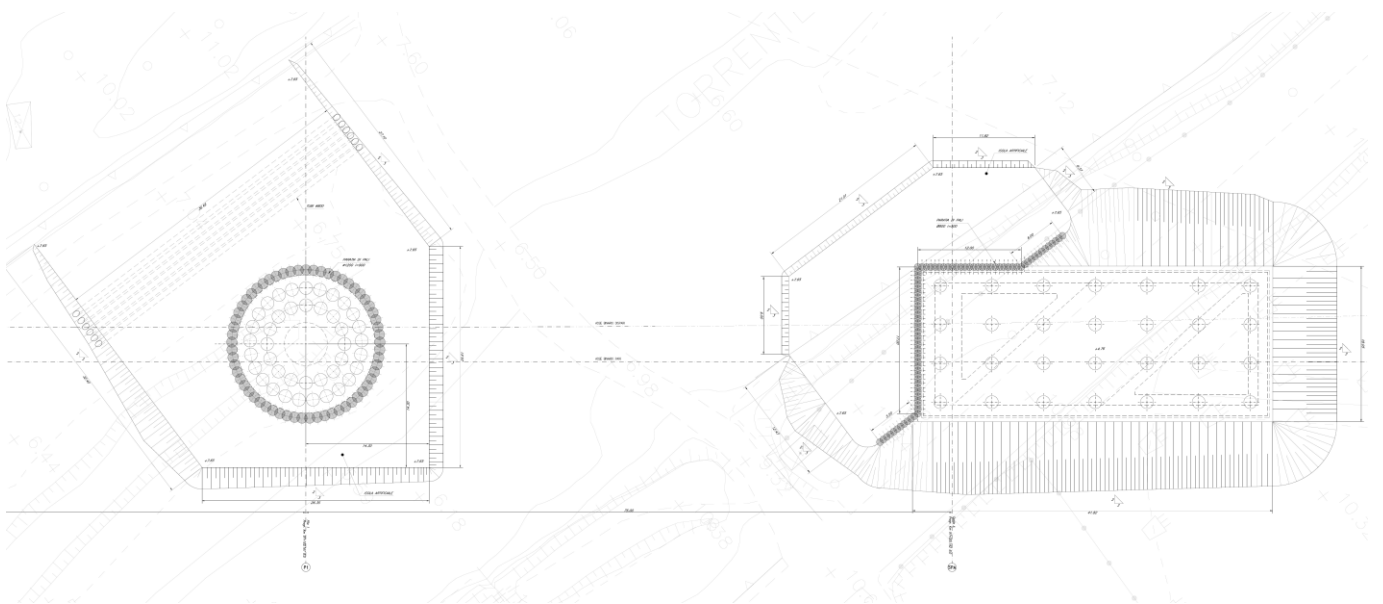


Figura 1: Vista in pianta delle opere provvisionale Spalla A e Pila

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alla legislazione vigente con particolare riferimento alle seguenti normative e riferimenti:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”»
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- 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
- Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- 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 coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- 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
- EC2-1-1-2005 Eurocodice 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- Profilo e parametri geotecnici

3 MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Per le strutture delle opere provvisionali (paratie) si utilizza un calcestruzzo C25/30 le cui caratteristiche sono riassunte nel seguito:

- Classe calcestruzzo C25/30
- Resistenza caratteristica cubica $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck} \approx 25 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a trazione $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di progetto $f_{ctd} = 1.20 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico secante $E_{cm} = 31476 \text{ N/mm}^2$

Inoltre:

- Classe di esposizione ambientale XC2
- Classe cemento CEM III-V
- Classe di consistenza S4
- Copriferro minimo 60mm

3.2 Acciaio per calcestruzzo

Per le strutture in c.a. si utilizza un acciaio tipo B450C le cui caratteristiche sono riassunte nel seguito:

- Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di snervamento di progetto $f_{yd} \approx 391 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riporta, nel seguito, la caratterizzazione geotecnica del tratto in cui sono ubicate la pila e la spalla A:

Spalla A

Stratigrafia	Tipologia terreno	Unità	Peso di volume γ (kN/m ³)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione c' (kPa)	Coesione non drenata c _u (kPa)	Modulo elastico E (MPa)
da +10m s.l.m. a +9m s.l.m.	Materiale di riporto eterogeneo composto da ghiaia con sabbia limosa	1	19	24	0	-	10
da +9m s.l.m. a +2m s.l.m.	Ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa e moderatamente addensata	2	20	33	0	-	35
da +2m s.l.m. a -10 m s.l.m.	Limo sabbioso ghiaioso da moderatamente consistente a consistente	3	20	26	20	30-70	5-10
da -10m s.l.m.	Calcere marnoso da parzialmente destrutturato a poco fratturato	ELM/ELMalt	26	22	2000	-	2000

Pila

Stratigrafia	Tipologia terreno	Unità	Peso di volume γ (kN/m ³)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione c' (kPa)	Coesione non drenata c _u (kPa)	Modulo elastico E (MPa)
da +6m s.l.m. a +2m s.l.m.	Ghiaia eterometrica sabbiosa debolmente limosa e moderatamente addensata	2	20	33	0	-	35
da +2m s.l.m. a -16 m s.l.m.	Limo sabbioso ghiaioso da moderatamente consistente a consistente	3	20	26	20	30-70	5-10
da -16m s.l.m.	Calcere marnoso da parzialmente destrutturato a poco fratturato	ELM/ELMalt	26	22	2000	-	2000



La quota del tirante idrico è pari a 7.15m s.l.m., corrispondente ad un tempo di ritorno di 10anni.

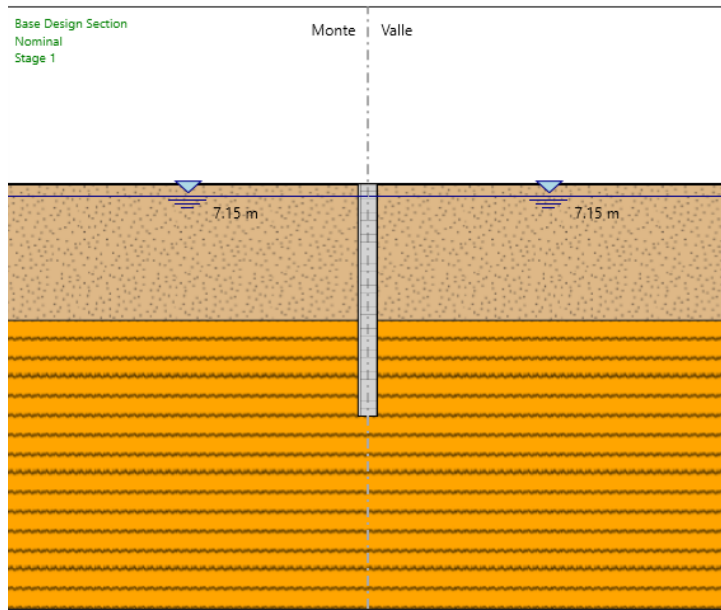
Di seguito si riporta quanto modellato in Paratie:

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0803002	A	7 di 26





Spalla A

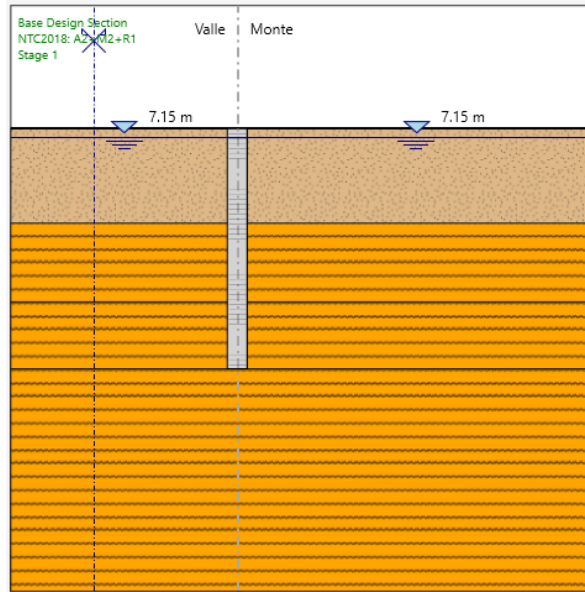
	Terreni	γ_{DRV} [kN/m ³]	K_{xx} [m/s]	K_{zz} [m/s]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Moduli Elastici [kPa] or [kN/m ²]	Moltiplicatore di Rigidezza
	Unità 2 Sabbia / Ghiaia	17	0.00001	0.00001	0	33	$E_{vc} = 35000$ $E_{ur} = 45000$	
	Unità 3 Limo	17.5	0.0000001	0.0000001	20	26	$E_{vc} = 5000$ $E_{ur} = 8000$	



Pila

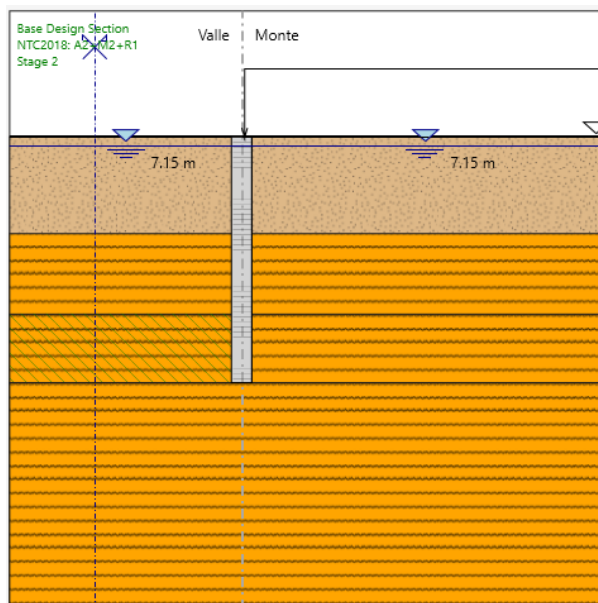
Condizione iniziale:

	Terreni	γ_{DRV} [kN/m ³]	K_{xx} [m/s]	K_{zz} [m/s]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Moduli Elastici [kPa] or [kN/m ²]	Moltiplicatore di Rigidezza
	Unità 2 Sabbia / Ghiaia	17	0.00001	0.00001	0	33	$E_{vc} = 35000$ $E_{ur} = 45000$	
	Unità 3 Limo	17.5	0.0000001	0.0000001	20	26	$E_{vc} = 5000$ $E_{ur} = 8000$	
	Unità 3 Limo	17.5	0.0000001	0.0000001	20	26	$E_{vc} = 5000$ $E_{ur} = 8000$	
	Unità 3 Limo	17.5	0.0000001	0.0000001	20	26	$E_{vc} = 5000$ $E_{ur} = 8000$	



Realizzazione tampone di fondo:

Terroni	Yorv [kN/m ³]	K _v [m/s]	K _z [m/s]	c' [kPa]	α' [°]	Moduli Elastici [kPa] or [kN/m ²]	Moltiplicatore di Rigidezza
Unità 2 Sabbia / Ghiaia	17	0.00001	0.00001	0	33	E _{vc} = 35000 E _{vr} = 45000	
Unità 3 Limo	17.5	0.0000001	0.0000001	20	28	E _{vc} = 5000 E _{vr} = 8000	
Unità 3 Limo	17.5	0.0000001	0.0000001	20	28	E _{vc} = 5000 E _{vr} = 8000	<input checked="" type="checkbox"/> D _{x/V} 100
Unità 3 Limo	17.5	0.0000001	0.0000001	20	28	E _{vc} = 5000 E _{vr} = 8000	<input checked="" type="checkbox"/> D _{x/V} 100



5 PROCEDURA DI CALCOLO

Le pressioni nel terreno sono determinate sulla base dei pesi specifici delle stratigrafie relative ai elementi strutturali (pila e spalla A).

Le pressioni totali ed efficaci sono riferite al livello di falda posto in evidenza nella caratterizzazione geotecnica.

La spinta dell'acqua di falda risulta essere squilibrata tra interno scavo ed esterno scavo: esternamente la falda mantiene il livello della falda di riferimento indicato evidenziato precedentemente, mentre internamente, al progredire dello scavo, la falda segue l'andamento idrostatico con lo "zero" posto a livello del fondo scavo (per via della presenza del tampone di fondo impermeabile). L'andamento della pressione dell'acqua viene tuttavia valutato in automatico dal Software Paratie Plus 2021.

La spinta delle terre viene simulata dal Software Paratie Plus 2021 attraverso l'interazione struttura-terreno determinato da molle elasto-plastiche con le seguenti formulazioni:

Spinta attiva Teoria di Coulomb (cfr. punto 12.1 del Capitolato di progettazione MM) nella formulazione di Muller-Breslau con angolo di attrito interno ϕ' , angolo di attrito terreno-paratia nullo ($\delta=0^\circ$), superficie di spinta verticale ($\alpha=0^\circ$) superficie del terreno piana ($\beta=0^\circ$)

$$K_a = \cos^2(\phi' - \alpha) / \{ \cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha - \delta) \cdot [1 + \{ \sin(\delta + \phi') \cdot \sin(\phi' + \beta) / \cos(\alpha - \delta) / \cos(\alpha - \beta) \}^{1/2}]^2 \}$$

Spinta a riposo Formulazione di Jaky (cfr. punto 12.1 del Capitolato di progettazione MM)

$$K_0 = 1 - \sin \phi'$$

Spinta passiva Teoria di Lancellotta (proposta cautelativa del Software Paratie Plus 2020) con angolo di attrito interno ϕ' , angolo di attrito terreno-paratia $\delta = \phi' / 2$ e con $2\theta = \arcsin(\sin \delta / \sin \phi') + \delta$.

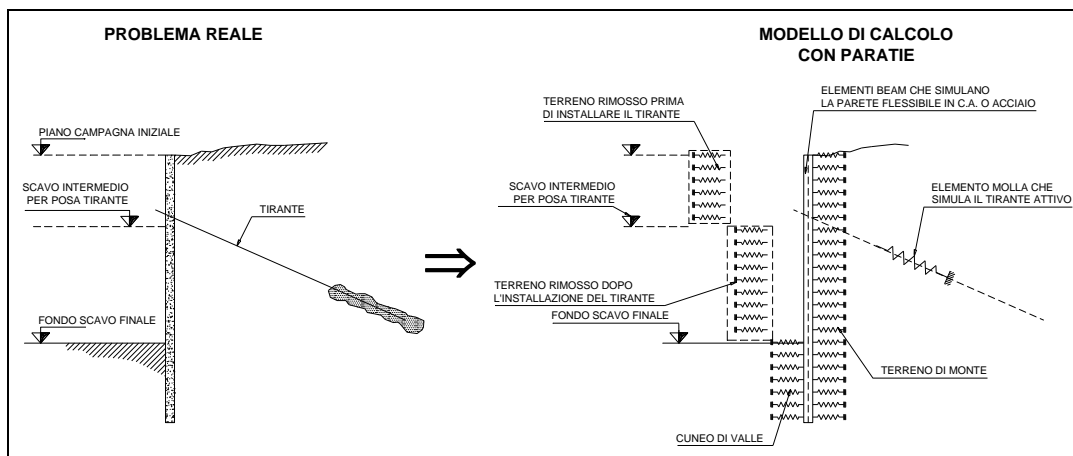
$$K_p = \{ \cos \delta / (1 - \sin \phi') \cdot [\cos \delta + (\sin^2 \phi' - \sin^2 \delta)^{1/2}] \} e^{2\theta \tan \phi'}$$

6 SOFTWARE DI CALCOLO

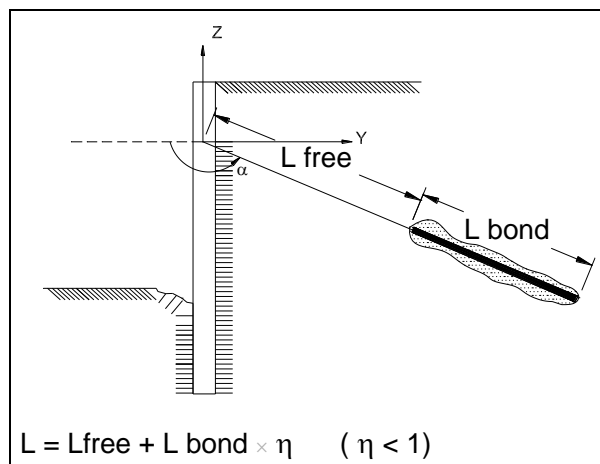
Al fine di rappresentare l'interazione terreno-struttura durante le diverse fasi realizzative si utilizza il software di calcolo Paratie Plus 2021 di CEAS.


Paratie Plus è un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi flessibili e permette di valutare il comportamento della parete di sostegno durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

L'interazione terreno-parete è modellata attraverso speciali elementi molla elasto-plastici. La paratia è simulata con una trave elastica di rigidezza flessionale assegnata. Concettualmente il modello matematico è riassunto nella seguente figura.



Eventuali tiranti e/o puntoni sono simulati attraverso elementi elastici, la cui rigidezza $K=E \times (A/L)$ ove E è il modulo elastico della barra, A l'area per unità di larghezza della barra nel tratto deformabile e L la lunghezza del tratto deformabile del tirante, che può essere stimata come indicato nella figura che segue. In genere si assume $\eta=0.5$.



	U.O OPERE CIVILI PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA – TRATTA FINALE L. ANDORA					
Relazione di calcolo opere provvisionali	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 09 CL	DOCUMENTO VI0803002	REV. A	FOGLIO 11 di 26

Per quanto riguarda la modellazione del terreno, si utilizza, in questo caso, un modello costitutivo elasto-plastico incrudente caratterizzato da un modulo elastico E_{vc} a compressione vergine ed un modulo E_{ur} utilizzato in fase di scarico/ricarico. Paratie Plus assume automaticamente il modulo appropriato, a seconda del percorso di carico ed aggiorna, passo dopo passo, il dominio che separa la fase elastica (scarico/ricarico) da quella incrudente (compressione vergine). Il modulo di reazione orizzontale delle molle (la costante di Winkler) è ricavata da E_{vc} o E_{ur} dividendo i moduli elastici per una lunghezza caratteristica calcolata internamente da ParatiePlus, in funzione della geometria corrente dello scavo: tale modulo risulta quindi variabile fase per fase¹.

Il criterio di rottura è, in questo caso, un criterio alla Mohr Coulomb, definito da un angolo d'attrito ϕ' e da una coesione apparente c' costante.

I parametri di spinta attiva e passiva sono introdotti dall'utente (in generale in funzione di ϕ' e dell'angolo δ d'attrito terra-muro, e dell'inclinazione del piano campagna o della linea di fondo scavo) in accordo con le indicazioni della Relazione Geotecnica.

Le condizioni iniziali a riposo sono determinate assegnando il coefficiente di spinta a riposo normal consolidato, K_0^{NC} ed il grado di sovraconsolidazione OCR: il coefficiente di spinta a riposo è quindi posto pari a $K_0 = K_0^{NC} \cdot (OCR)^n$ con n usualmente posto pari a 0.5.

6.1 Modellazione del processo realizzativo

Per ogni sezione tipica di parete viene modellato l'intero processo costruttivo che si articola, tipicamente nelle seguenti fasi salienti:

1. Condizioni iniziali:

Si prevede uno step di carico iniziale in cui tutti gli elementi terreno siano presenti e bilanciati tra monte e valle; la quota di scavo coincide inoltre con la quota del piano di campagna e la freatica (se esiste) a monte e a valle sono alla stessa quota. Questa fase è molto importante per ristabilire al meglio le condizioni iniziali di partenza.

2. Raggiungimento del fondo scavo:

L'ultima fase statica corrisponde al raggiungimento del fondo scavo definito

6.2 Verifica degli elementi

La verifica delle paratie è condotta mediante il software Paratie Plus 2021, il quale utilizza il modulo CAVER.

Le verifiche del tampone di fondo sono realizzate mediante l'uso di fogli di calcolo in formato Excel.

¹ Si veda BECCI,B.,NOVA,R. (1987) "Un metodo di calcolo automatico per il progetto di paratie", Rivista Italiana di Geotecnica,1,33-47

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0803002	A	12 di 26

7 PARATIE PILA

In questo capitolo sono analizzate le opere provvisionali della pila del viadotto.

7.1 Descrizione del modello di calcolo

Stage 1 Condizioni geostazionarie – Realizzazione del diaframma a q.ta +7.65m s.l.m.

Stage 2 Realizzazione del tampone di fondo di spessore 4m

Stage 3 Scavo fino a raggiungimento del q.ta di fondo scavo, pari a +0.3m s.l.m.

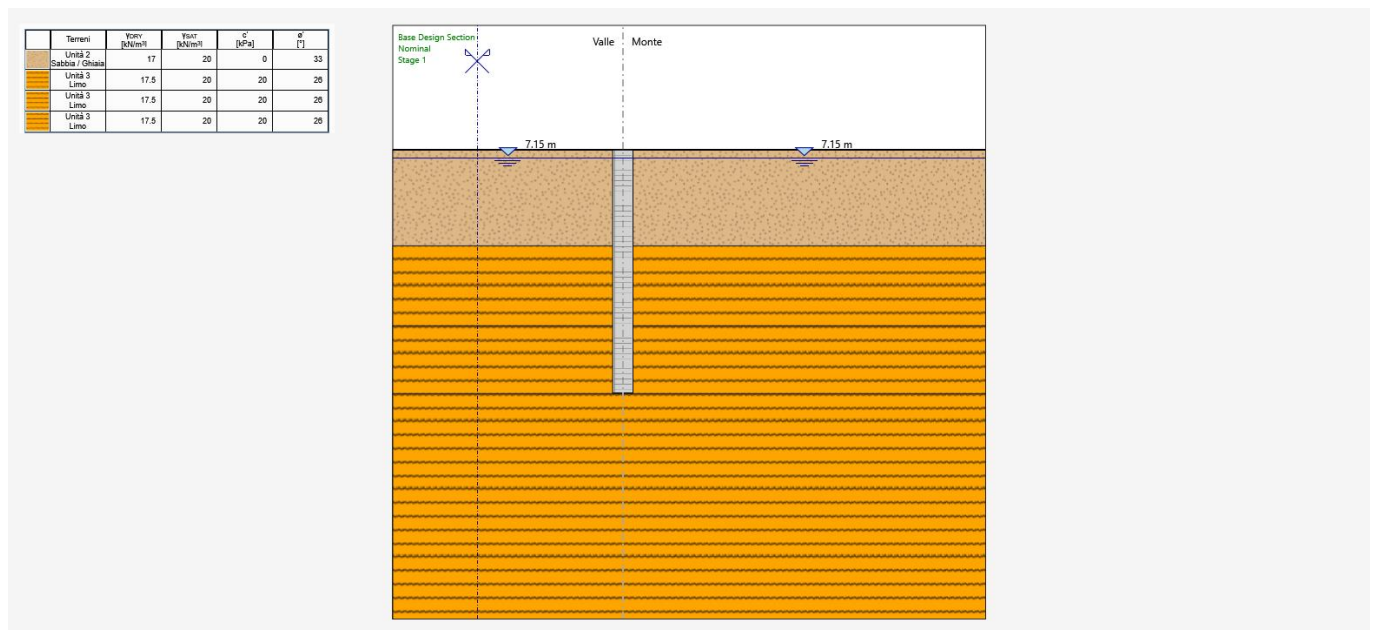


Figura 2: Stage 1 – Condizioni geostazionarie

Terreni	Y _{avv} [dN/m ²]	Y _{avv} [dN/m ²]	c' [kPa]	α' [°]
Unità 2 Sabbia / Ghiaia	17	20	0	33
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26

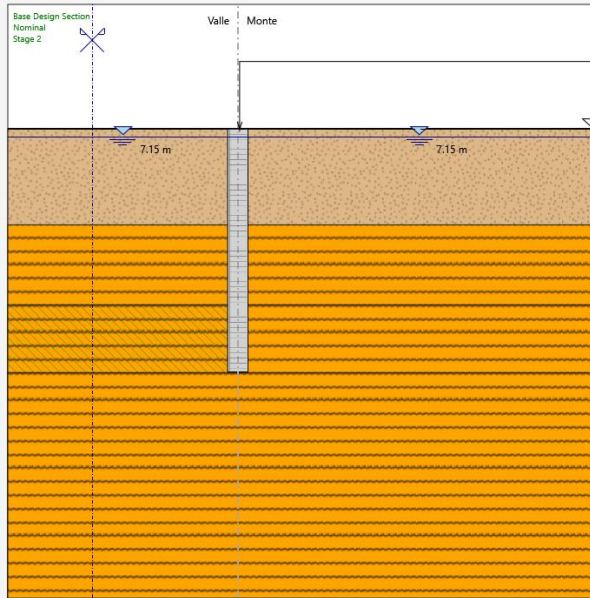


Figura 3: Stage 2 – Realizzazione del tampono di fondo

Terreni	Y _{avv} [dN/m ²]	Y _{avv} [dN/m ²]	c' [kPa]	α' [°]
Unità 2 Sabbia / Ghiaia	17	20	0	33
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26
Unità 3 Limo	17.5	20	20	26



Figura 4: Stage 3 – Scavo a valle fino a raggiungimento quota fondo scavo

Data la configurazione della paratia, si considera la stessa con comportamento assialsimmetrico.

7.2 Risultati dell'analisi

Nel seguito sono riportati i digrammi di spostamento e di sollecitazioni (momento flettente e taglio) della paratia.

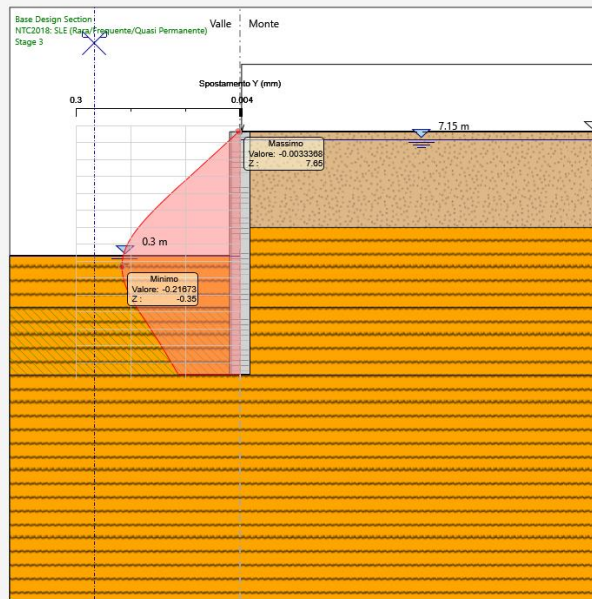


Figura 5: Diagramma di spostamento – ENV_SLE

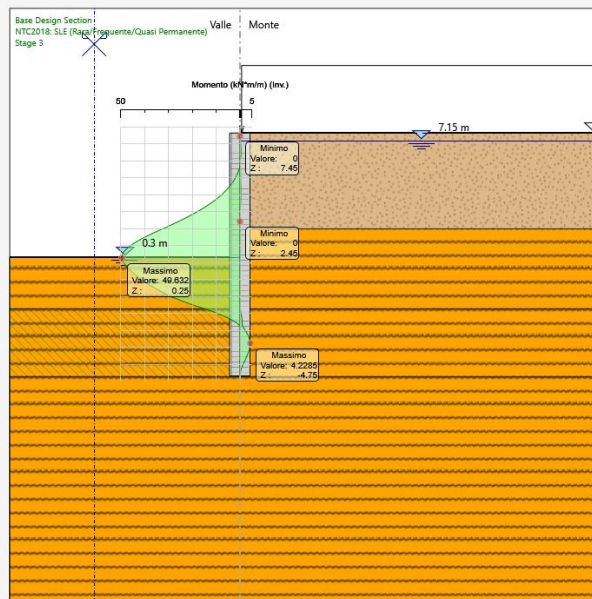


Figura 6: Diagramma momento flettente – ENV_SLU

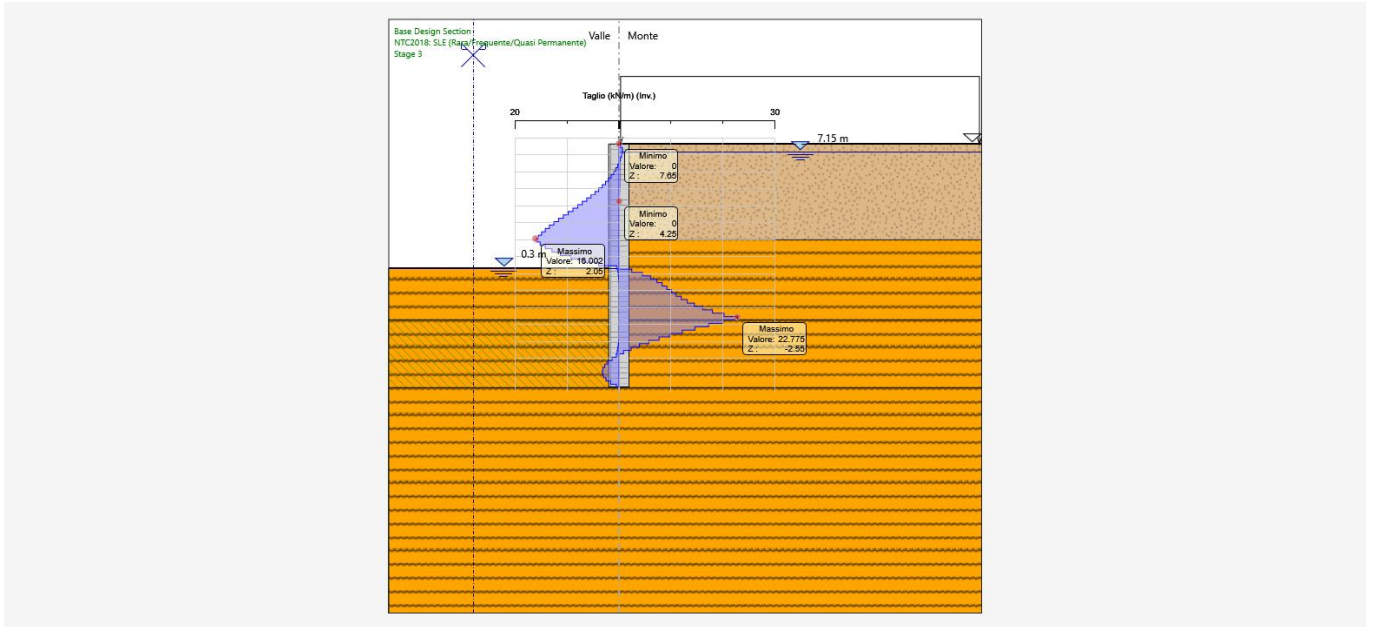


Figura 7: Diagramma taglio – ENV_SLU

7.3 Verifiche

In questo paragrafo si riportano le verifiche agli SLU (flessione e taglio) e agli SLE (fessurativa e tensionale) della paratia.

Le verifiche sono state condotte mediante il software Paratie Plus impostando il verificatore come segue:

Proprietà di progetto

Proprietà di progetto

Normativa per il C.A. **NTC** Normativa per l'acciaio **NONE**

Normativa per Verifica Tiranti **NONE** Normativa per Verifica Geosintetici **NONE**

Includi azione assiale nelle verifiche (acciaio e calcestruzzo)

Calcestruzzo armato **Acciaio** **Elementi geotecnici**

Proprietà di progetto

Quick Caver Analysis

Parametri Calcestruzzo Armato

Y_c 1.5

Y_s 1.15

ϵ_{c2} 0.002

ϵ_{cu} 0.0035

ϵ_{su} 0.0675

α_{cc} 0.85

β (parametro stress block) 0.8

$m = E_s/E_c$ 0

Parametri per Verifica a Fessurazione

K_t 0.4

K_1 0.8

K_3 3.4

K_4 0.425

Altri Parametri di Verifica

Inclinazione bielle compresse 0 deg

Lancoraggio/ ϕ barra 35

La paratia è armata mediante 10Ø20 longitudinali e Ø16/30 a taglio disposti ad interasse 1.8m. Sono dunque riportate le verifiche:

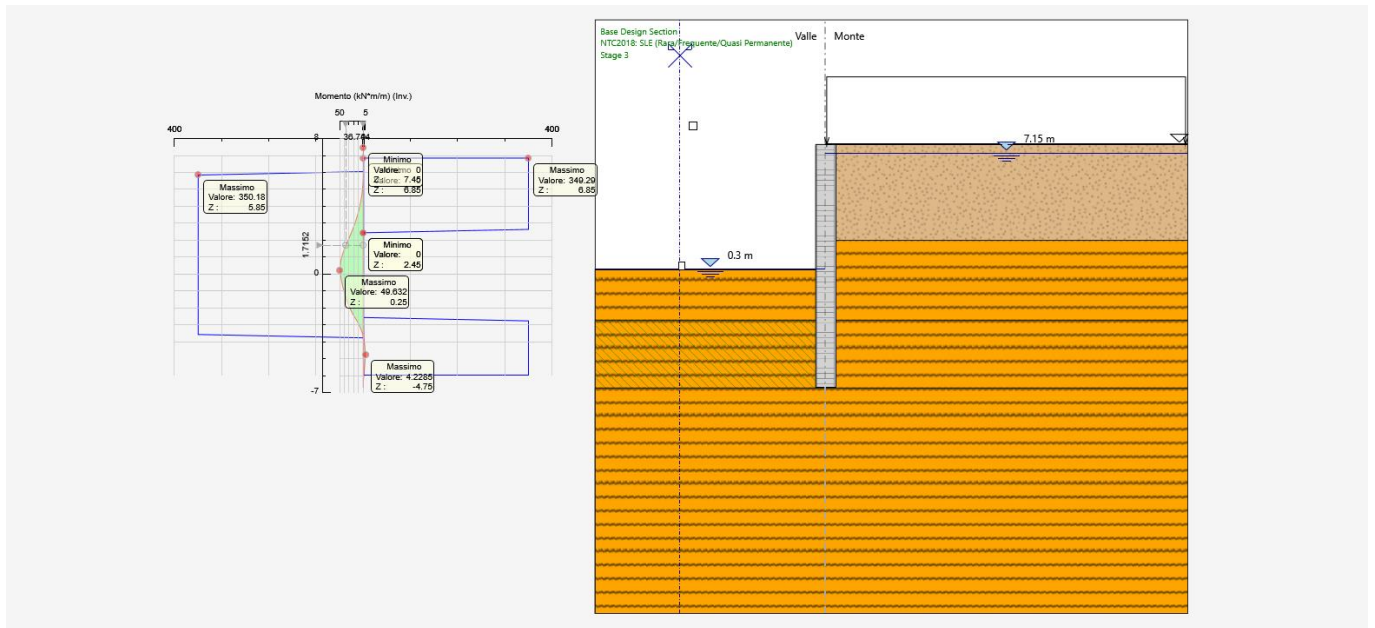


Figura 8: Verifica a flessione – ENV_SLU

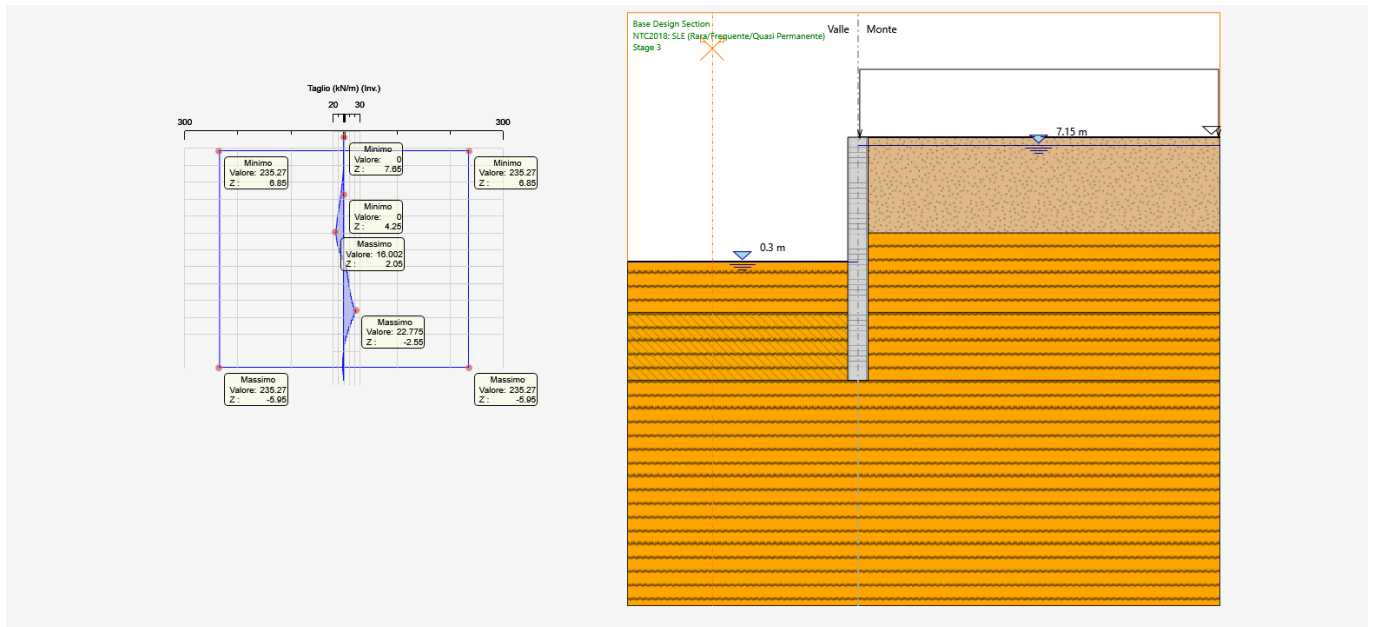


Figura 9: Verifica a taglio – ENV_SLU

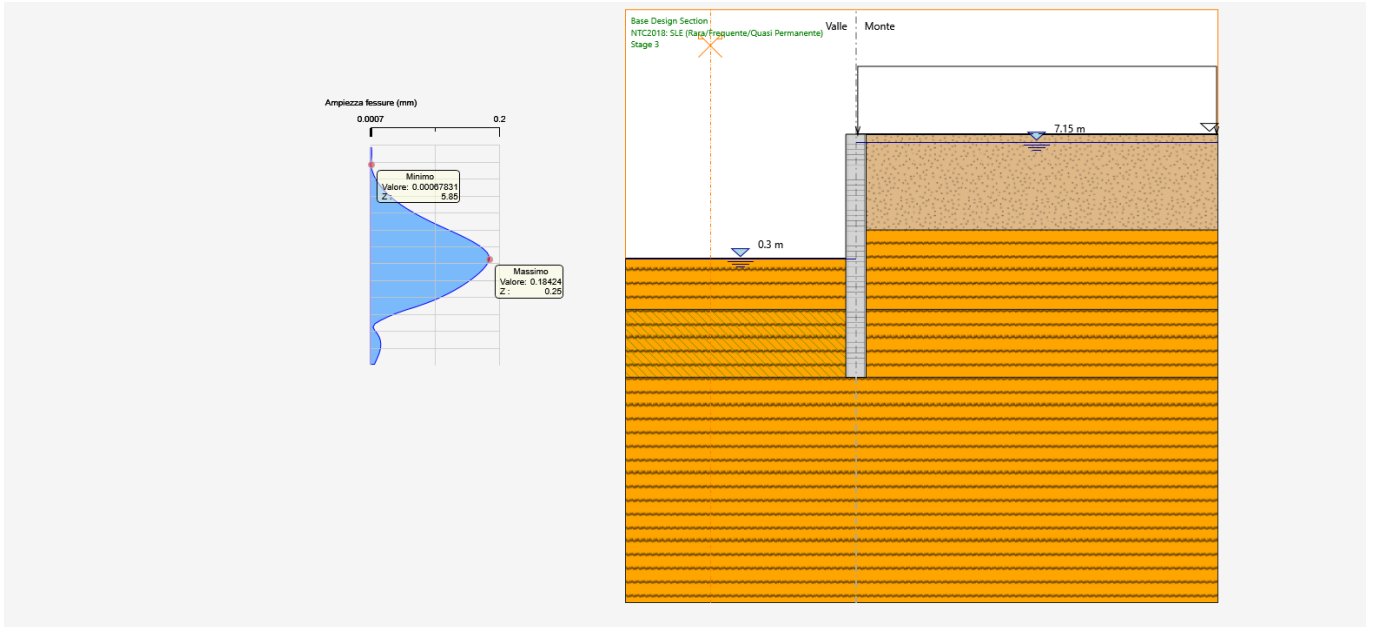


Figura 10: Verifica a fessurazione – ENV_SLE

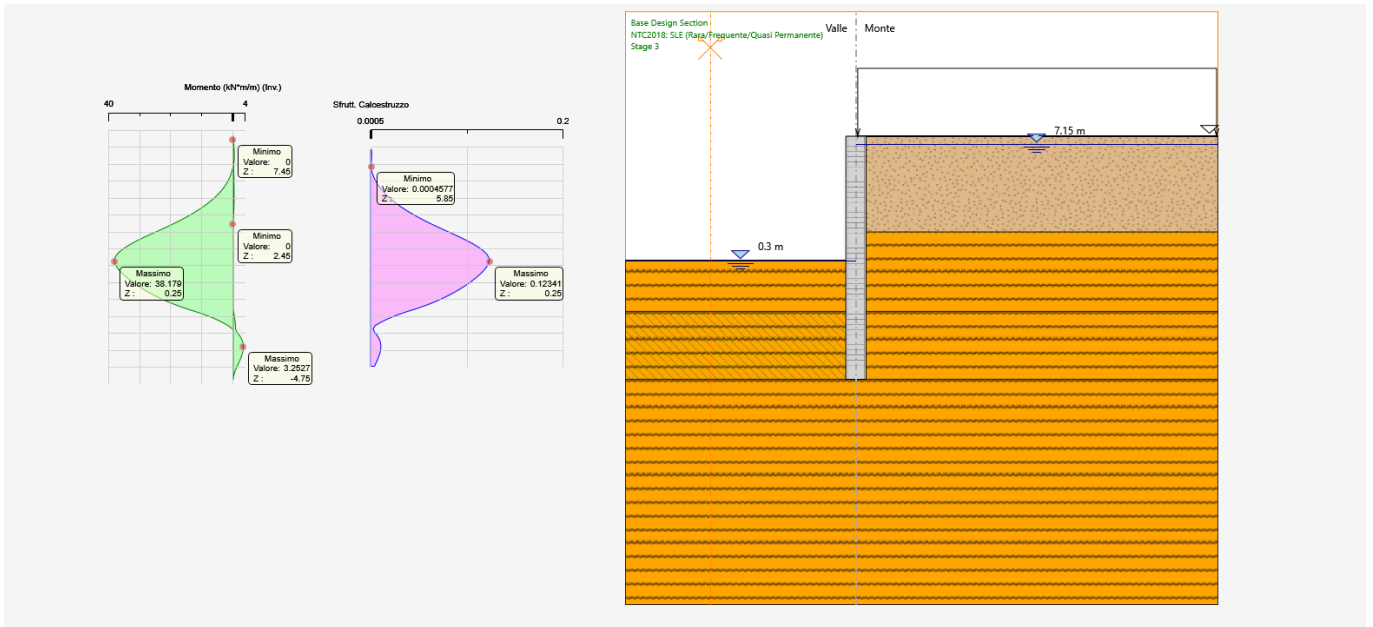


Figura 11: Verifica tensionale calcestruzzo – ENV_SLE

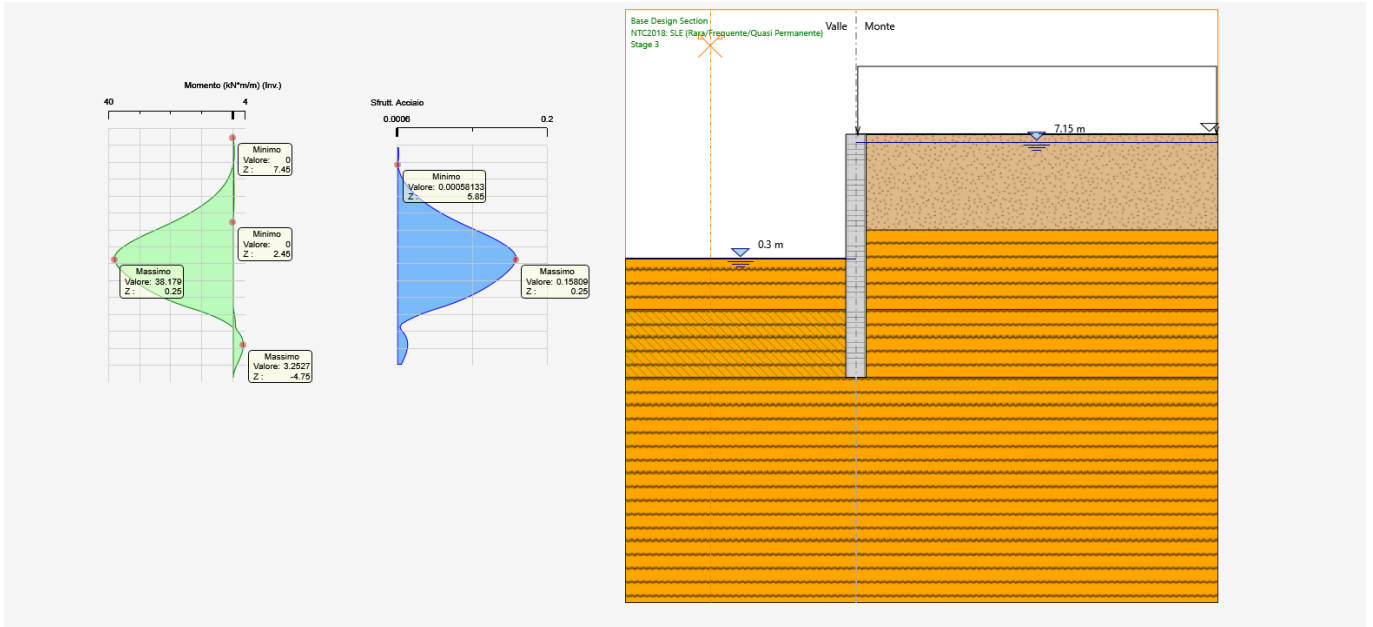


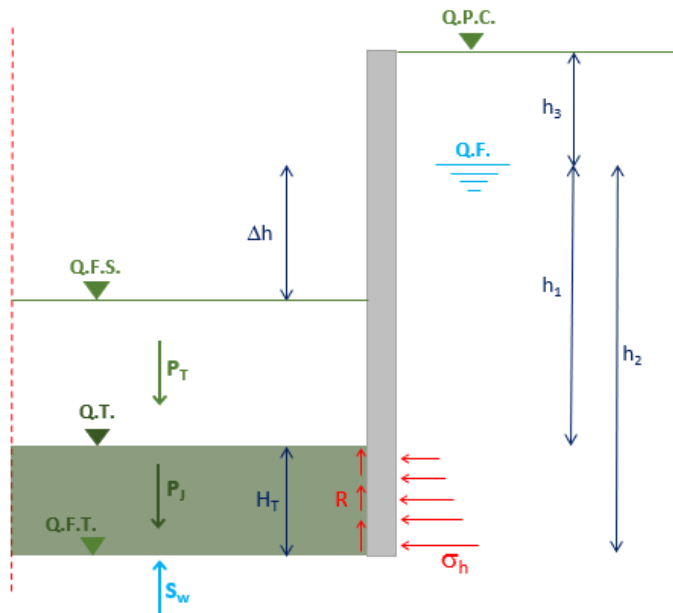
Figura 12: Verifica tensionale acciaio – ENV_SLE

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0803002	A	19 di 26

7.4 Verifica del tampone di fondo

Quota P.C. [m]	7.65
Quota falda riferimento Q.F.	7.15
Quota fondo scavo Q.F.S. [m]	0.3
Altezza tappo H_T [m]	4
Quota fondo tampone Q.F.T.	-6.7
raggio [m]	8
area [m ²]	201.06
circonferenza [m]	50.27
Altezza scavo P.C - Q.F.S [m]	7.35
H ricoprimento tampone [m]	3
Peso specifico jet [kN/mc]	20
Peso terreno [kN/mc]	20
Peso sp. Acqua kN/mc	10
ϕ [°]	35
ϕ GEO [°] (M2)	29.26
$\delta\phi$ [-]	0.5
γ_{M2}	1.25
c' [kPa]	150
α [-]	0.4
kp-M1 [-] (spinta passiva)	5.88
kp-M2 [-] (spinta passiva)	4.10



σ_{max} [kPa] (pressione massi	40.4
N [kN/m]	162
M [kNm/m]	108
V [kN/m]	233
P_f [kPa] (pressione da flessio	36
P_v [kPa] (pressione da attritc	58
ΔH falda h_2 [m]	13.85
Sottospinta idraulica S_w [kN]	27847
Peso tappo P_J + Ricopriment	28149
Min (P_f ; P_v) [kPa]	58
Resistenza del tampone [kN]	11701

γ_{G1} Fav [-]	0.9
γ_{G1} Sfav [-]	1.1

$V_{inst,d}$ [kN]	30632
$G_{stb,d}$ [kN]	25334
R_d [kN]	11701
$G_{stb,d} + R_d$ [kN]	37034

Coefficiente sicurezza $(G_{stb,d} + R_d)/M$	1.21	> 1 VERIFICATO
--	------	----------------

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0803002	A	20 di 26

8 PARATIE SPALLA A

In questo capitolo sono analizzate le opere provvisionali della spalla A del viadotto.

8.1 Descrizione del modello di calcolo

Stage 1 Condizioni geostazionarie – Realizzazione del diaframma a q.ta +7.65m s.l.m.

Stage 2 Scavo fino a raggiungimento del q.ta di fondo scavo, pari a +4.79m s.l.m.

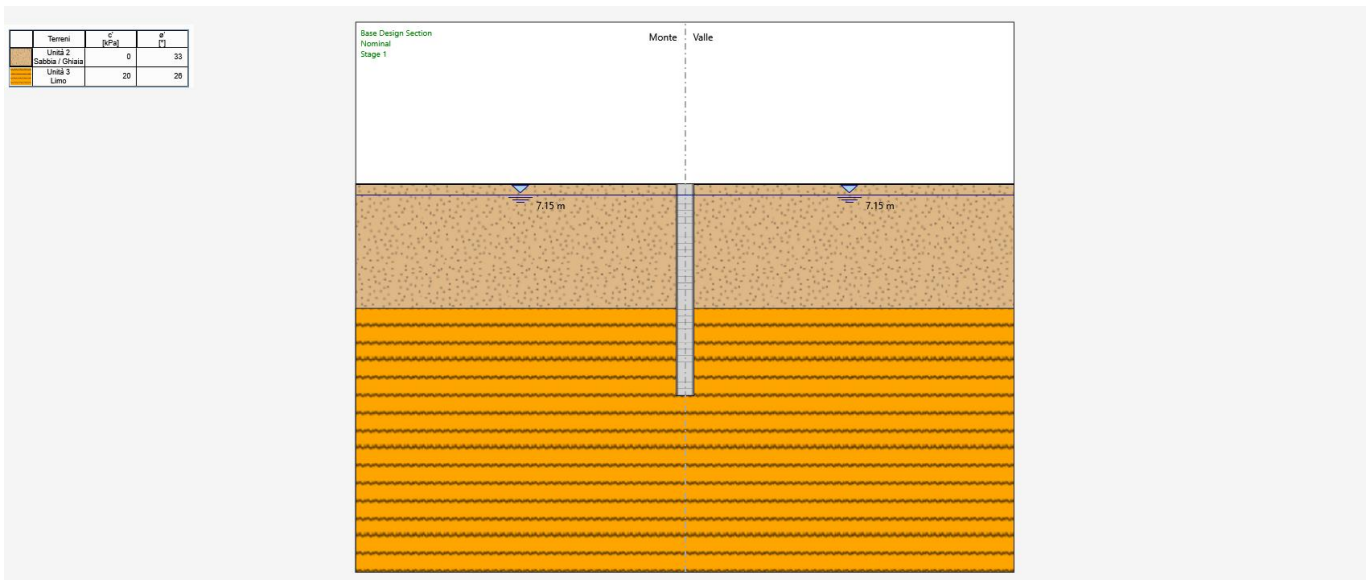


Figura 13: Stage 1 – Condizioni geostazionarie

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0803002	A	21 di 26

Terreni	c [kPa]	φ [°]
Unità 2 Sabbia / Ghiaia	0	33
Unità 3 Lim.	20	20

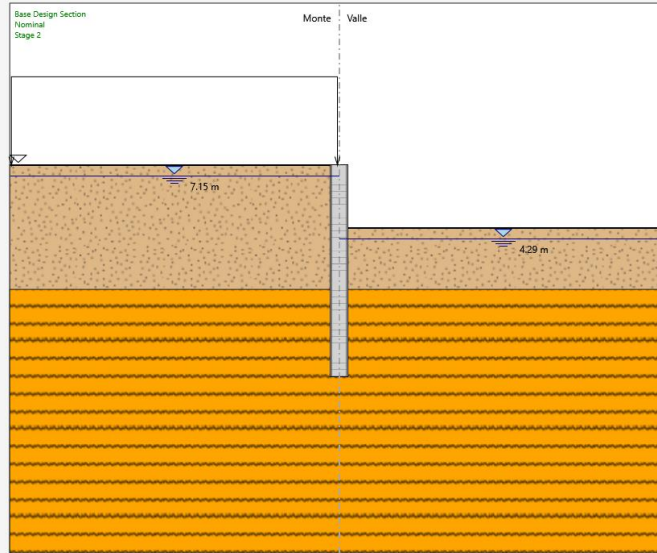


Figura 14: Stage 2 – Scavo a valle fino a raggiungimento quota fondo scavo

8.2 Risultati dell'analisi

Nel seguito sono riportati i diagrammi di spostamento e di sollecitazioni (momento flettente e taglio) della paratia.

Terreni	c [kPa]	φ [°]
Unità 2 Sabbia / Ghiaia	0	33
Unità 3 Lim.	20	20

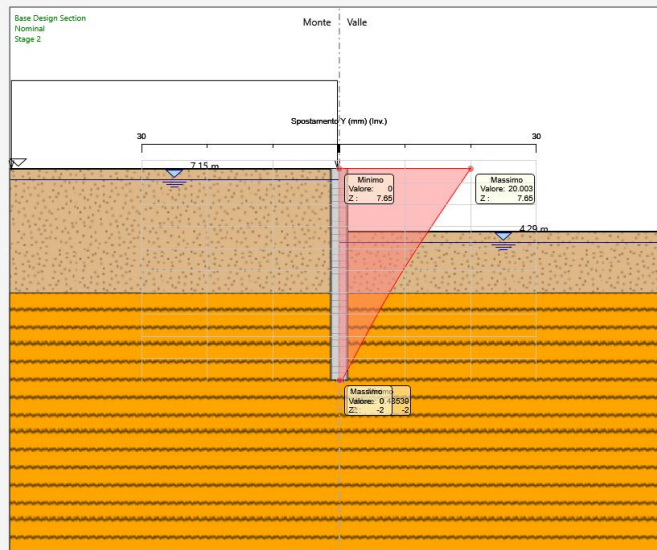


Figura 15: Diagramma di spostamento – ENV_SLE

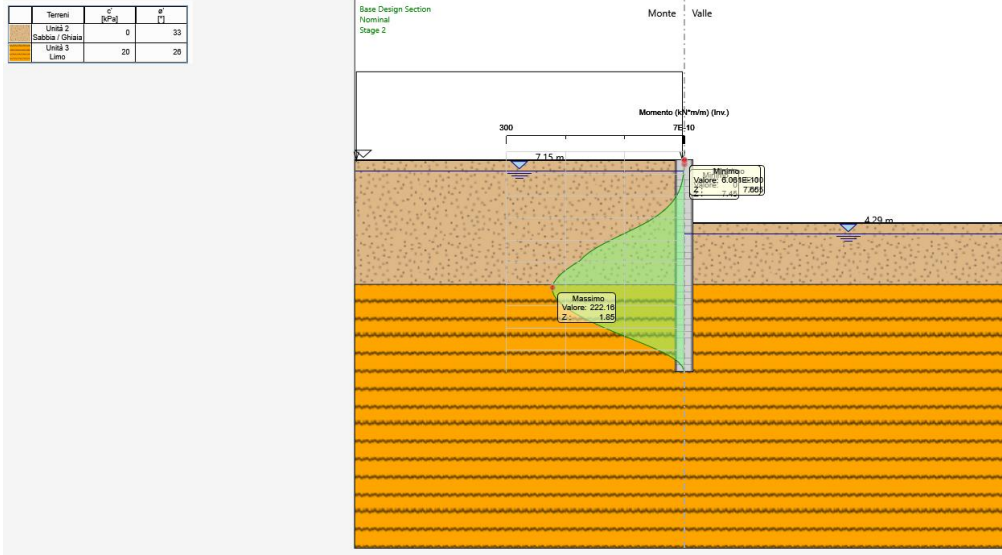


Figura 16: Diagramma momento flettente – ENV_SLU

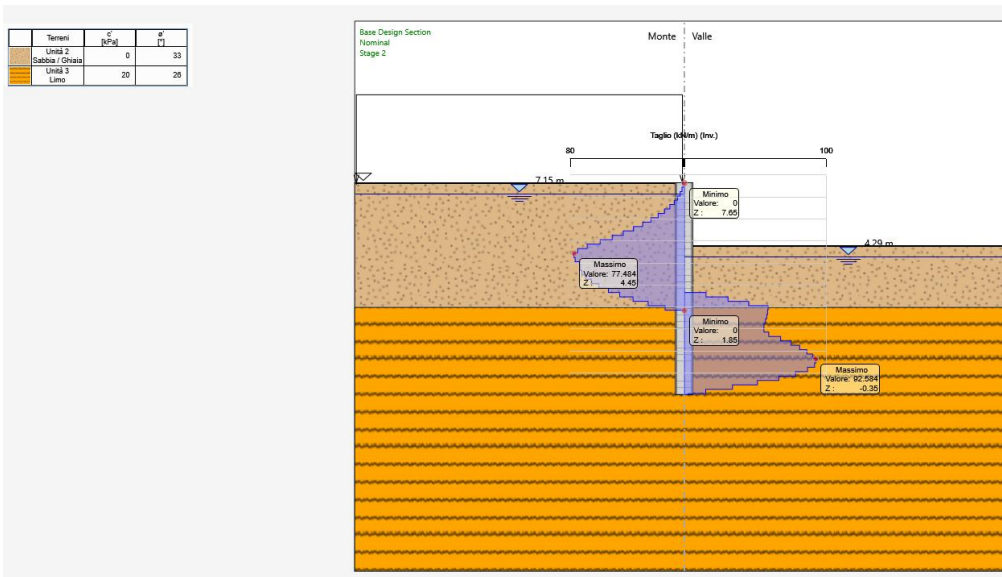


Figura 17: Diagramma taglio – ENV_SLU

8.3 Verifiche

In questo paragrafo si riportano le verifiche agli SLU (flessione e taglio) e agli SLE (fessurativa e tensionale) della paratia.

Le verifiche sono state condotte mediante il software Paratie Plus impostando il verificatore come segue:

Proprietà di progetto

Proprietà di progetto

Normativa per il C.A. **NTC** Normativa per l'acciaio **NONE**

Normativa per Verifica Tiranti **NONE** Normativa per Verifica Geosintetici **NONE**

Includi azione assiale nelle verifiche (acciaio e calcestruzzo)

Calcestruzzo armato **Acciaio** **Elementi geotecnici**

Proprietà di progetto

Quick Caver Analysis

Parametri Calcestruzzo Armato

Yc: 1.5
Ys: 1.15
ε_{c2}: 0.002
ε_{cu}: 0.0035
ε_{su}: 0.0675
α_{cc}: 0.85
β (parametro stress block): 0.8
m=Es/Ec: 0

Parametri per Verifica a Fessurazione

Kt: 0.4
K1: 0.8
K3: 3.4
K4: 0.425

Altri Parametri di Verifica

Inclinazione bielle compresse: 0 deg
Lancoraggio/Øbarra: 35

La paratia è armata mediante 10Ø20 longitudinali e Ø16/30 a taglio disposti ad interasse 1.8m. Sono dunque riportate le verifiche:

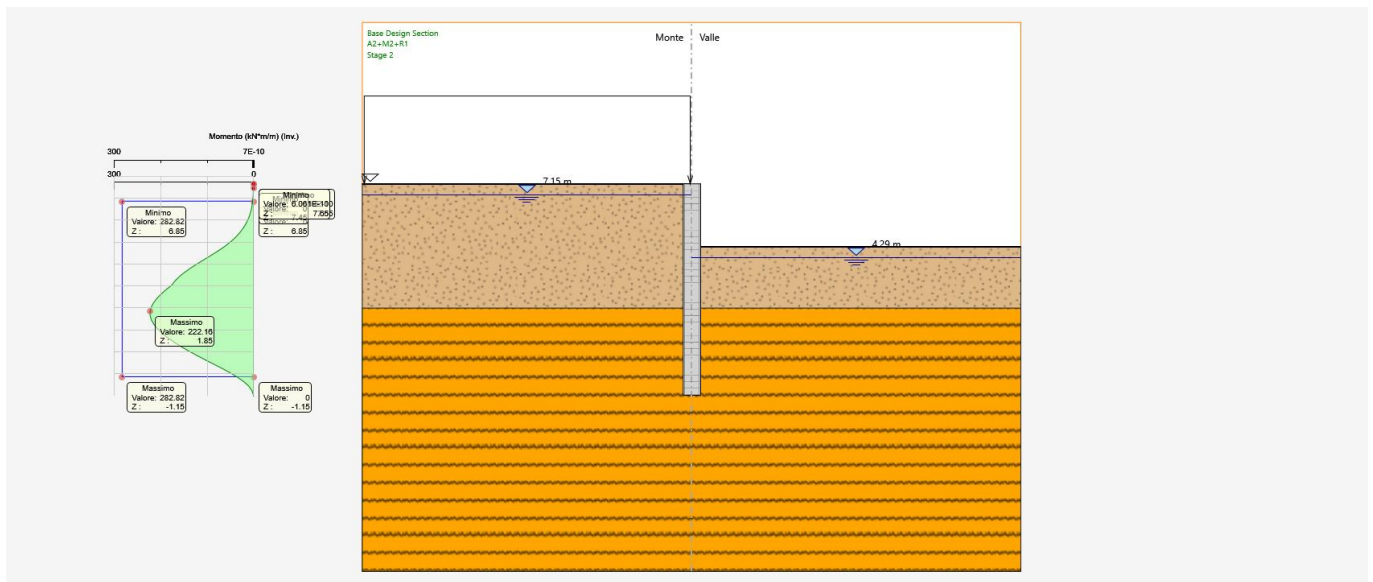


Figura 18: Verifica a flessione – ENV_SLU

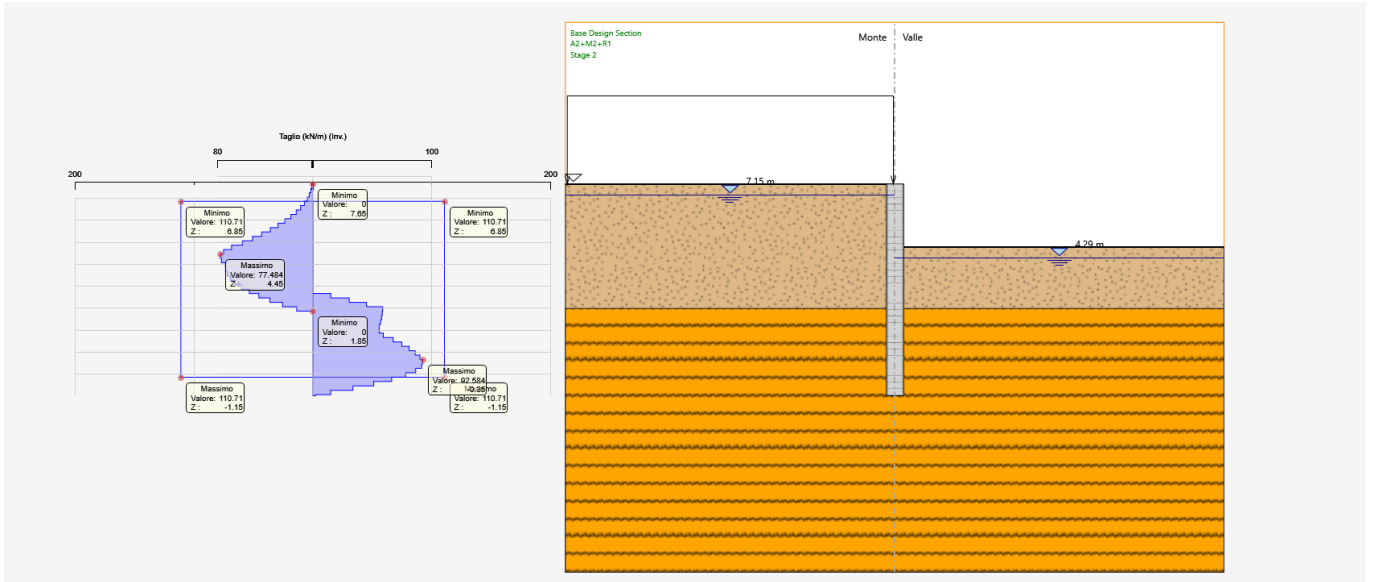


Figura 19: Verifica a taglio – ENV_SLU

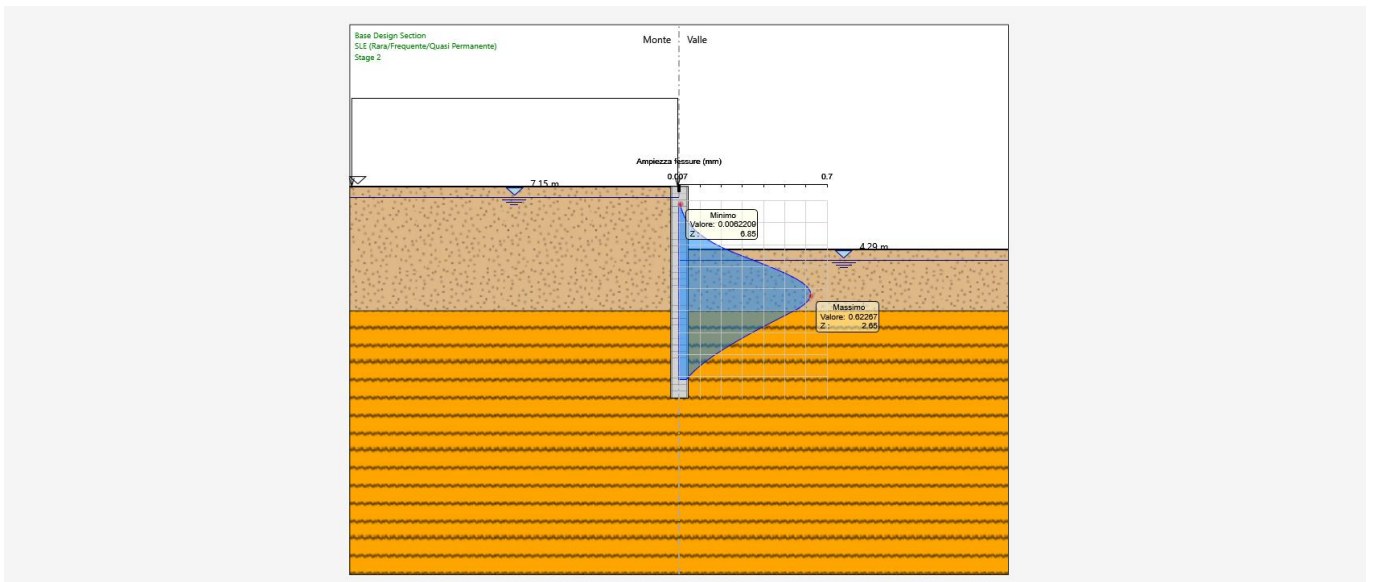


Figura 20: Verifica a fessurazione – ENV_SLE

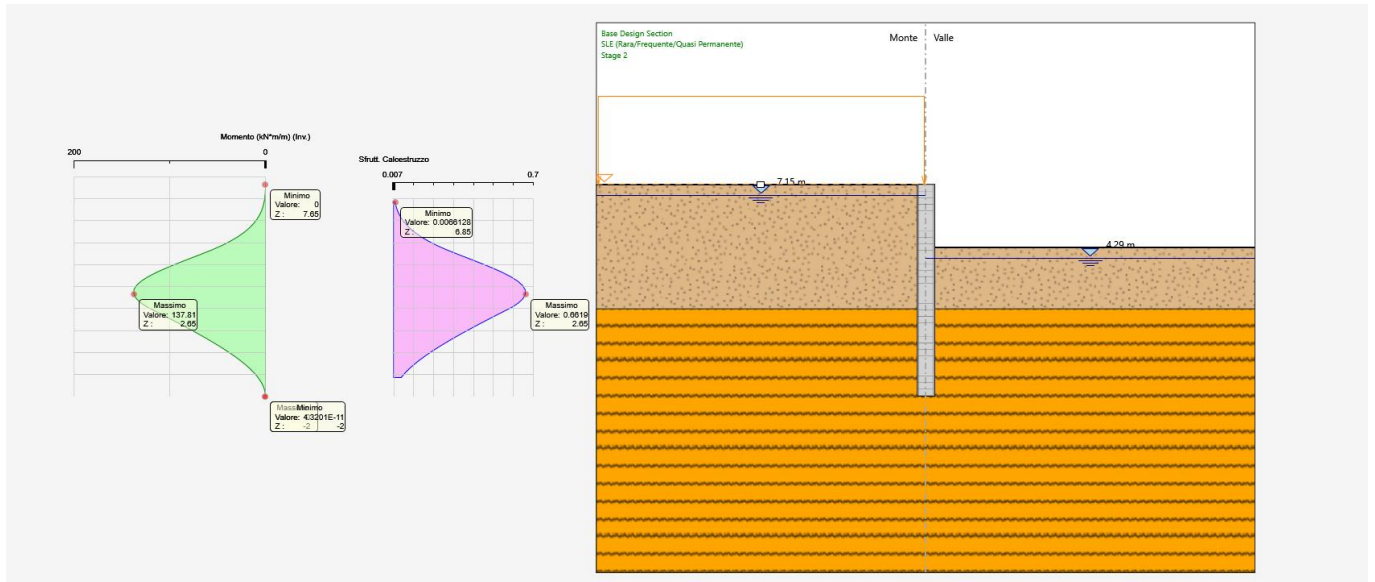


Figura 21: Verifica tensionale calcestruzzo – ENV_SLE

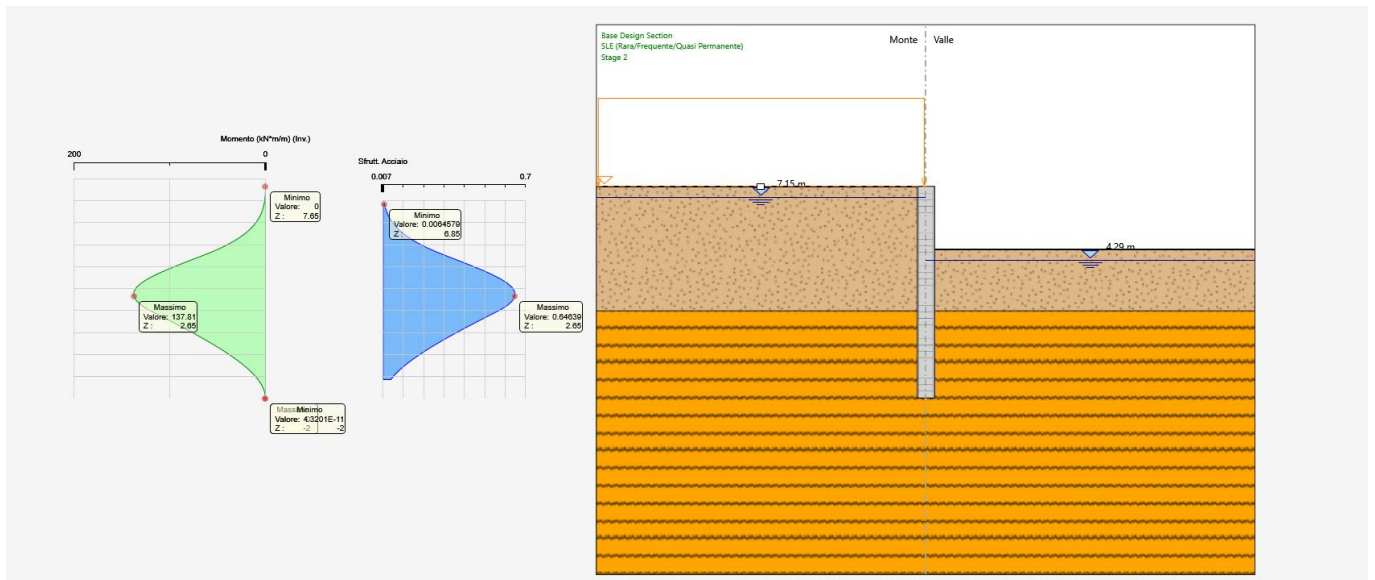


Figura 22: Verifica tensionale acciaio – ENV_SLE



U.O OPERE CIVILI
PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA – TRATTA FINALE L. ANDORA

Relazione di calcolo opere provvisionali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 09 CL	VI0803002	A	26 di 26

9 VALUTAZIONE DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI OTTENUTI (RIF.PAR.10.2 DM 17/01/2018)

Le analisi della struttura sono state condotte con un software dedicato, Paratie Plus, e mediate fogli Excel di comprovata validità.

L'affidabilità del codice di calcolo è confermata dai test di validazione allegati alla release del programma e dalla sua ampia diffusione che lo pone tra i software specialistici standard previsti dalla specifica tecnica Italferr PPA.0002851.

I risultati ottenuti sono stati considerati attendibili dallo scrivente a fronte di verifiche condotte con metodi semplificati o con altri codici di calcolo nonché dal confronto critico con i risultati presentati dai documenti di progettazione definitiva.