anas
GRUPPO FS ITALIANE

Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO

ADEGUAMENTO A 4 CORSIE
NEL TRATTO GROSSETO - SIENA (S.S. 223 "DI PAGANICO")
DAL KM 41+600 AL KM 53+400 - LOTTO 9

PROGETTO ESECUTIVO

COD. FI15

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:
Dott. Ing. Federico Durastanti
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

Il R.U.P.
Dott. Ing.
Raffaele Franco Carso

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA: Sintagma

Dott.Ing. N.Granieri
Dott.Arch. N.Kamenicky
Dott.Ing. V.Truffini
Dott.Arch. A.Bracchini
Dott.Ing. F.Durastanti
Dott.Ing. E.Bartolocci
Dott.Geol. G.Cerquiglini
Geom. S.Scopetta
Dott.Ing. L.Sbrenna
Dott.Ing. E.Sellari
Dott.Ing. L.Dinelli
Dott.Ing. L.Nani
Dott.Ing. F.Pambianco
Dott. Agr. F.Berti Nulli

MANDANTI: GEOTECHNICAL DESIGN GROUP

Dott. Ing. D.Carlaccini
Dott. Ing. S.Sacconi
Dott. Ing. A.Rea
Dott. Ing. V.De Gori
Dott. Ing. C.Consorti
Geom. F.Dominici

MANDANTI: ICARIA società di ingegneria

Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. F.Macchioni
Geom. C.Vischini
Dott. Ing. V.Piunno
Dott. Ing. G.Pulli
Geom. C.Sugaroni

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
ORDINE DEGLI
Sezione A
A351
DOTTORE INGEGNERE
NANDO GRANIERI
SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
SETTORE INDUSTRIALE
SETTORE DELL'INFORMAZIONE

ORDINE degli INGEGNERI
INGEGNERE
Federico
DURASTANTI
civile ed ambientale
industriale
dell'informazione
A 844
Provincia di TERNI

PROTOCOLLO	DATA

OPERE DI ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO
TOMBINO P10
Relazione di calcolo opere provvisionali

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO: LOFI15 — LIV. PROG.: E — N. PROG.: 1901	*T00–TM10–STR–RE02*		
	CODICE ELAB.: T00TM10STRRE02	A	-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Emissione	*28/02/2020*	*P. Castraberte*	*E.Bartolocci*	*N.Granieri*

INDICE

1. PREMESSA 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 4
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA 5
5. MODELLAZIONE NUMERICA 6
5.1 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA 6
5.2 MODELLO DI CALCOLO 6
6. ANALISI DEI CARICHI 8
6.1 CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI 8
6.1.1 Peso Proprio 8
6.1.2 Spinta statica delle terre 8
6.1.3 Spinta statica dell'acqua 10
6.1.4 Spinta da sovraccarico accidentale 10
6.1.5 Azione sismica 10
6.2 COMBINAZIONI DI CARICO 10
7. ANALISI DEI RISULTATI 13
7.1 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI 13
7.2 ANALISI DEGLI SPOSTAMENTI 16
8. VERIFICHE 17
8.1 VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE 17
8.2 VERIFICHE GEOTECNICHE 18
8.3 VERIFICHE STRUTTURALI 18
9. ALLEGATO 21

1.PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione esecutiva dell'ampliamento da 2 a 4 corsie dell'Itinerario internazionale E78 S.G.C. Grosseto – Fano, Lotto 9.

Oggetto della presente relazione sono le analisi e le verifiche statiche delle opere provvisionali previste per la realizzazione del tombino P11c, posto alla progressiva 44+466.17. Per sostenere lo Cscavo durante la fase di costruzione, si prevede la costruzione di una paratia di pali di diametro Ø800, lunghezza 18m, posti ad interasse 1.00 m.

Le strutture sono progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, Norme Tecniche delle Costruzioni 2018.

2.NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto sulla base delle seguenti normative e standard progettuali:

- L. 1086 05.11.1971 – "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2 febbraio 1974 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Decreto Ministeriale del 17/01/2018 - "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- UNI EN 206-1:2016, "Calcestruzzo – Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- UNI 11104-2016, "Calcestruzzo – Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1";
- UNI EN 1992-1-1 – 2005: "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1993-1-1 – 2005: "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio";
- UNI-EN 1997-1 - 2005: "Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali";
- UNI-EN 1998-1 - 2005: "Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici".
- UNI-EN 1998-5 - 2005: "Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici".
- UNI EN 1537: "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio".

3.CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo per pali C28/35

Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	=	35.0	N/mm^2
Rapporto A/C		<	0.60	
Cemento per mc di impasto		=	300	Kg
Classe di esposizione			XC2	
Copriferro			75	mm

Calcestruzzo per cordolo C28/35

Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	=	35.0	N/mm^2
Rapporto A/C		<	0.55	
Cemento per mc di impasto		=	320	Kg
Classe di esposizione			XC2	
Copriferro			35 mm	

Acciaio per armatura B450C

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	≥	450	N/mm^2
Tensione caratteristica di calcolo	f_{yd}	≥	391.3	N/mm^2
Modulo di elasticità	Es	=	210000	N/mm^2

4.CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riportano di seguito i parametri di resistenza e deformabilità dei terreni attraversati in accordo con la caratterizzazione geotecnica.

Unità geotecniche		Unità geologiche		γ	c'	φ'	z	c_u	E'	OCR
				[kN/m³]	[kPa]	[°]	[m da p.c.]	[kPa]	[MPa]	[-]
A	Sabbia e ghiaia	at, at2, at3	alluvioni fluviali terrazzate recenti e antiche	19.5	10÷20	25÷27	0÷2	-	5÷20	-
							>2		25÷50	
B	Argilliti	Pb	Argille a Palombini	20	10÷25	28÷30	0÷20	150÷250	50÷120	3÷5
							>20	100÷200	100÷220	1.5÷3
C	Calcare/Ghiaia	CV	Calcare Cavernoso	21	10÷15	34÷35	0÷10	-	40÷80	-
							>10		60÷120	
D	Breccia/Ghiaia	CM	Brecce di Grotti	19	0	35÷37	0÷20	-	50÷100	-
							>20		100÷200	
E	Argille/Limi	dl, Pa, Ps	Depositi lacustri, argille e sabbie plioceniche	19.5	10÷30	23÷25	0÷20	100÷200	40÷80	3÷5
							>20		80÷120	1.5÷3

Tabella 1: Caratterizzazione geotecnica

La quota della falda è posta a -0.50m dal fondo scavo provvisorio.

5.MODELLAZIONE NUMERICA

5.1 Programmi per l'analisi automatica

Lo stato tenso-deformativo e le verifiche strutturali della paratia sono state sviluppate mediante il software di calcolo *PARATIEPLUS*.

5.2 Modello di calcolo

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

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

Nella modellazione è implementata la seguente successione di step:

Step 1: Condizione Geostatica: realizzazione della paratia ed applicazione dei carichi relativi alla fase di costruzione.

Step 2: Scavo per il raggiungimento del fondo scavo provvisorio.

Nella definizione della quota di fondo scavo si è tenuto conto di quanto prescritto dalla normativa NTC 2018 § 6.5.2.2, approfondendo lo scavo del valore minimo tra il 10% dell'altezza massi ma di scavo e 0.50m.

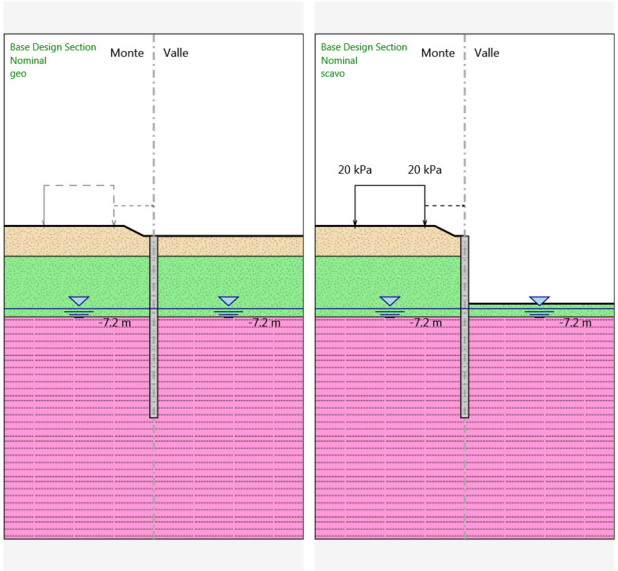


Tabella 2: stage di analisi

Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati di calcolo.

6.ANALISI DEI CARICHI

6.1 Condizioni di carico elementari

6.1.1 Peso Proprio

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

γ_{cls}=25.0 kN/m^3

6.1.2 Spinta statica delle terre

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

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

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

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

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

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

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

dove

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

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

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

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

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

Per tener conto dell'angolo di attrito δ tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per Ka e Kp la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kereisel.

Formulazione di Coulomb per k_a

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

dove:

φ' è l'angolo di attrito del terreno

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

δ è l'angolo di attrito paratia-terreno

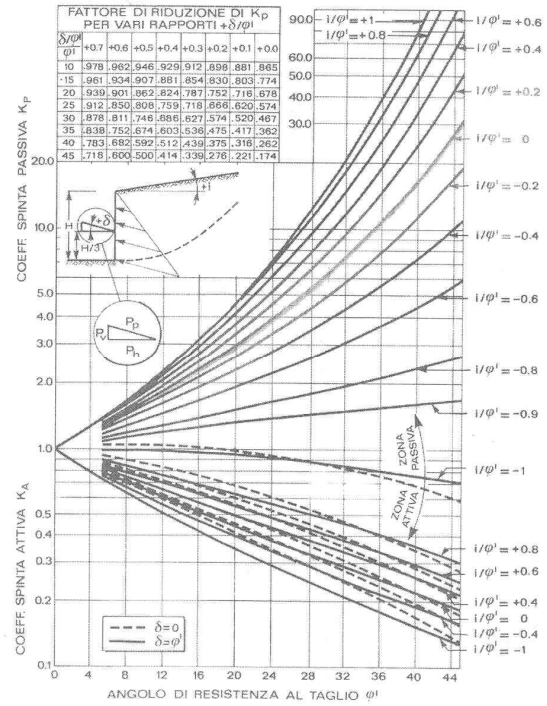
i è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

Il valore limite della tensione orizzontale sarà pari a

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

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

Formulazione di Caquot – Kereisel per k_p



6.1.3 Spinta statica dell'acqua

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

6.1.4 Spinta da sovraccarico accidentale

Il sovraccarico accidentale di superficie è assunto pari a 20 kPa, riproducente il traffico stradale attivo sull'eventuale carreggiata presente a tergo delle opere.

6.1.5 Azione sismica

L'azione sismica è stata omessa in quanto il progetto prevede un periodo di costruzione dell'opera in esame inferiore a 2 anni.

6.2 Combinazioni di carico

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno è stata effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC 2018.

Le rimanenti verifiche sono state effettuate secondo l'Approccio 1 considerando le due combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)

- Combinazione 2: (A2+M2+R1)

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II, con i coefficienti γ_R del gruppo R1 pari all'unità.

In particolare nelle verifiche nei confronti di stati limite ultimi geotecnici, si è considerato lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno. Le analisi sono state condotte con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti γ_R sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2.

Nelle verifiche nei confronti di stati limite per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali, le analisi sono state svolte utilizzando la Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1.

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

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

Tabella 3– Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tab. 6.2.I NTC2018)

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

Tabella 4– Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tab.6.2.II NTC2018)

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Tabella 5: Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo (Tabella 6.8.I – NTC 2018)

7. ANALISI DEI RISULTATI

7.1 Analisi delle sollecitazioni

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per i diversi modelli implementati, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti e delle rispettive profondità. I valori riportati sono relativi all'analisi al metro lineare.

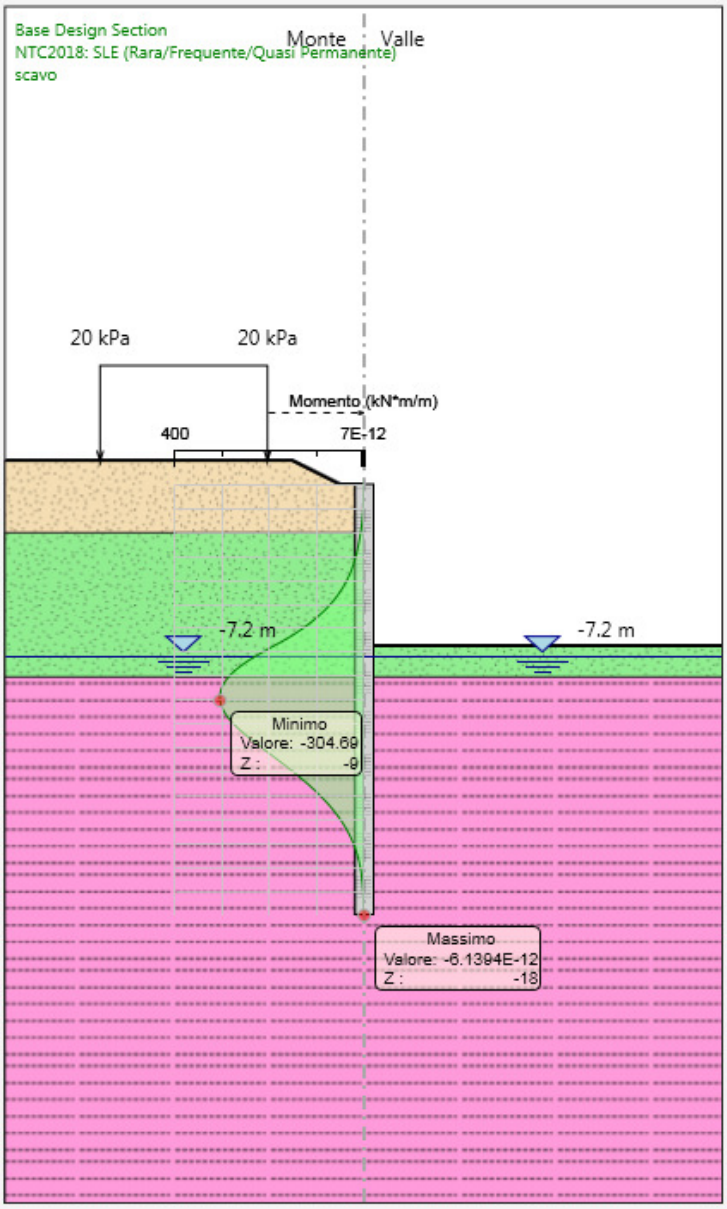


Figura 1: Modello SLE: Inviluppo Diagramma del Momento

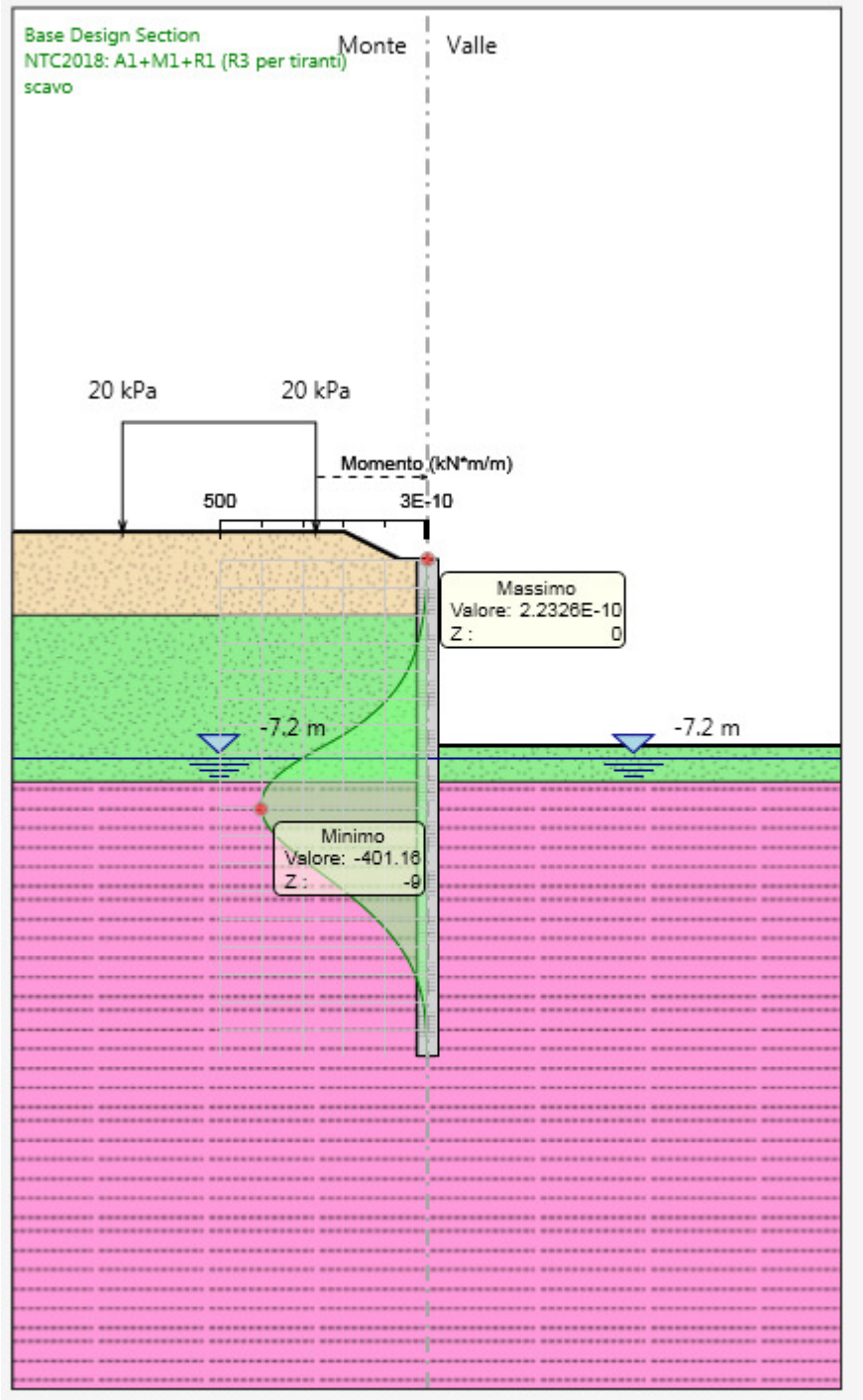


Figura 2: Modelli SLU: Inviluppo Diagramma del Momento

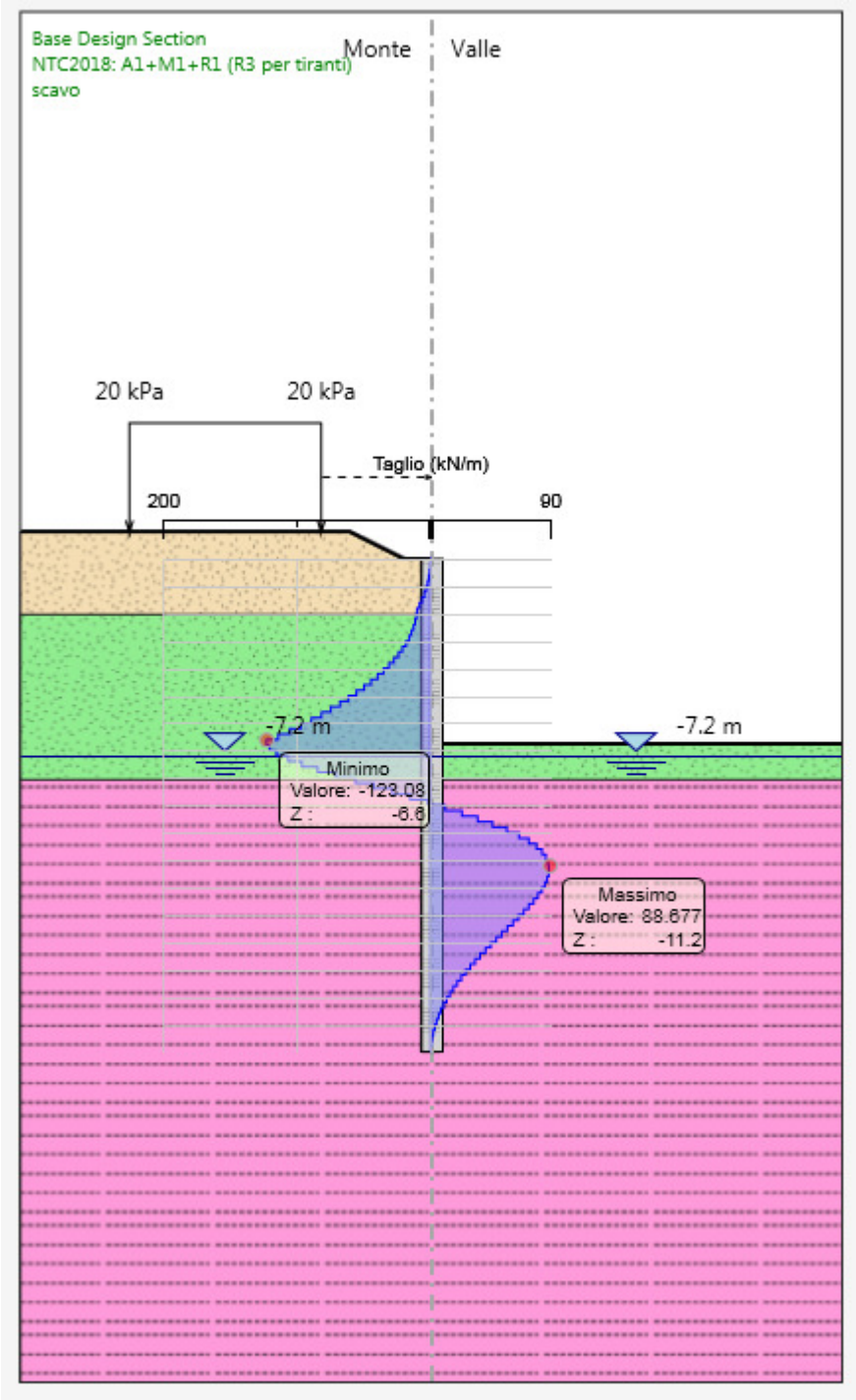


Figura 3: Modelli SLU: Inviluppo Diagramma del Taglio

7.2 Analisi degli spostamenti

Di seguito si forniscono le indicazioni dei valori massimi degli spostamenti.

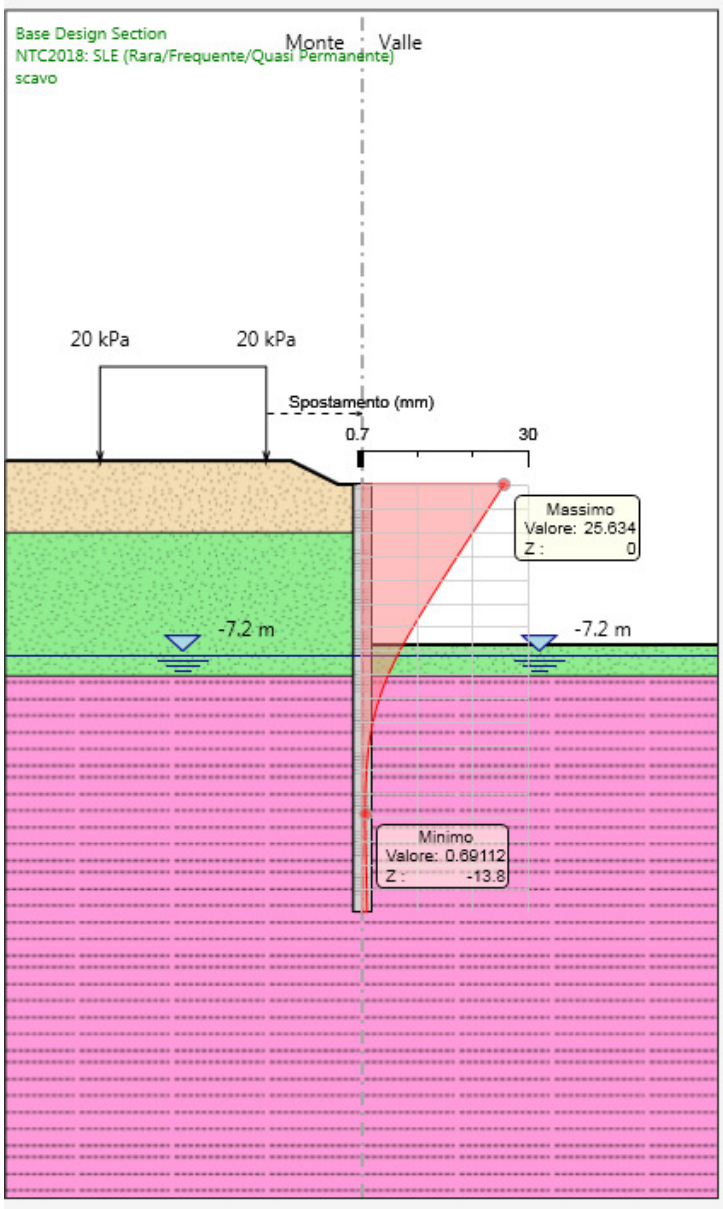


Figura 4: Modello SLE: Inviluppo degli spostamenti

Lo spostamento massimo risulta pari a 25 mm.

8. VERIFICHE

8.1 Verifiche di stabilità globale

In accordo alle NTC 2018, le verifiche di stabilità globale dell'insieme terreno-opera in condizioni statiche sono state condotte secondo l'Approccio 1 – combinazione 2 (A2 + M2 + R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati alle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.1 delle suddette NTC. Le verifiche in presenza di azioni sismiche sono state eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici e considerando la variazione della spinta delle terre per effetto dell'accelerazione sismica (§ 7.11.1 NTC 2018).

Le analisi sono state condotte mediante il programma Paratie Plus, applicando il metodo di Bishop. I risultati ottenuti presentano, lungo tutte le superfici di scivolamento analizzate, dei coefficienti di sicurezza conformi a quanto richiesto dalle NTC, con valore minimo pari a 3.54, come illustrato nella figura seguente con riferimento alla configurazione più gravosa, che si manifesta in fase sismica.

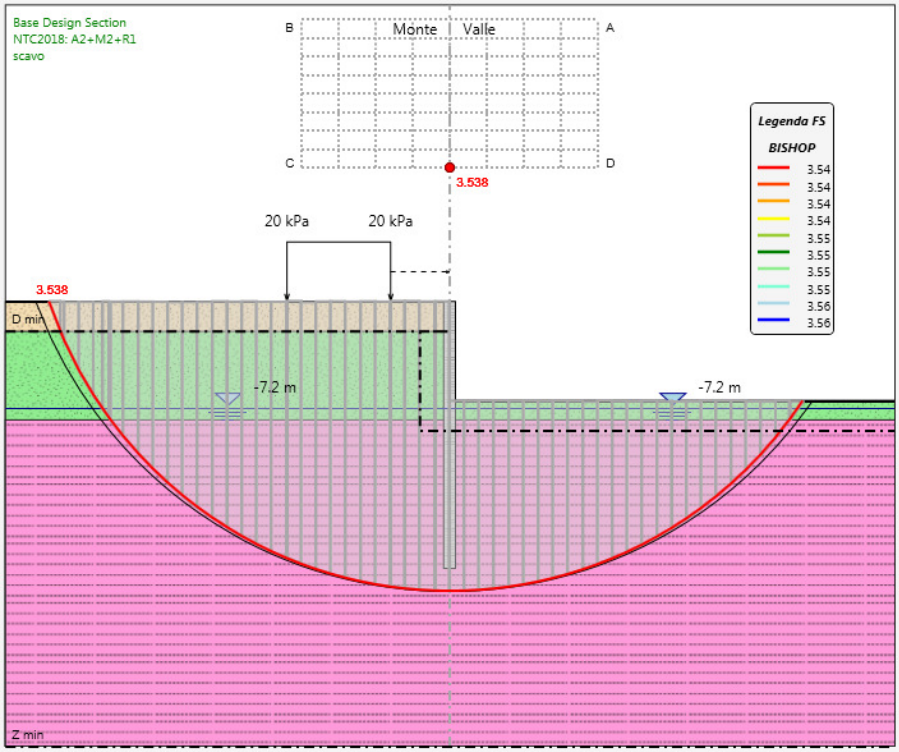


Figura 5: Risultati dell'analisi di stabilità globale

8.2 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono svolte valutando il coefficiente di sicurezza in termini di rapporto di mobilitazione della spinta passiva, cioè come rapporto tra spinta passiva mobilitata al piede della paratia e la spinta passiva mobilitabile. La verifica è soddisfatta se tale rapporto è inferiore all'unità.

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva): 0.17

Combinazione A2+M2+R1

8.3 Verifiche strutturali

Per il palo Ø800 è stata prevista un'armatura costituita da 20ø24 e una spirale ø12 passo 0.15m. Si riporta di seguito la verifica nella condizione più gravosa. Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati di calcolo.

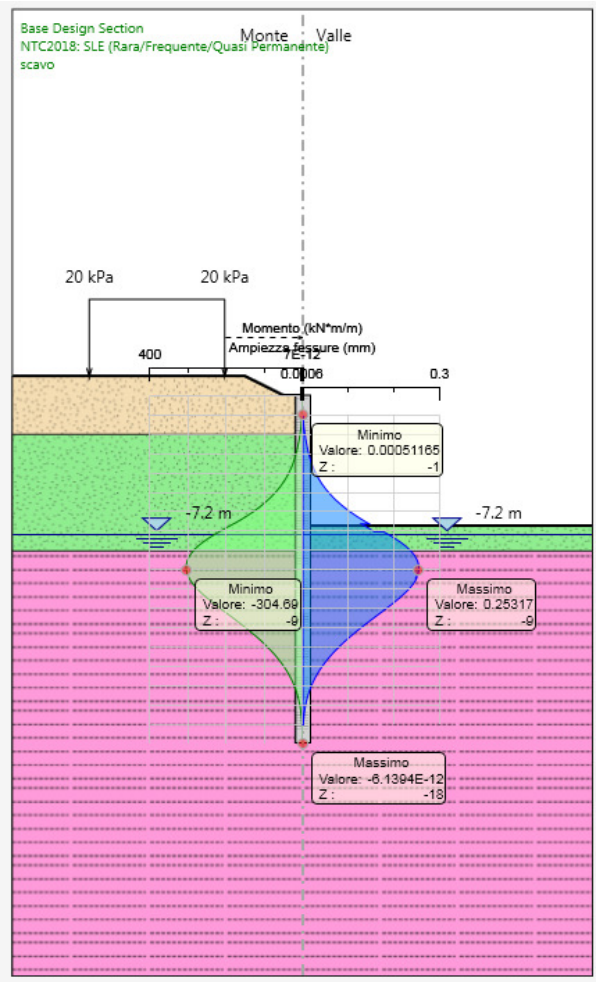


Figura 6: Modello SLE: verifica a fessurazione

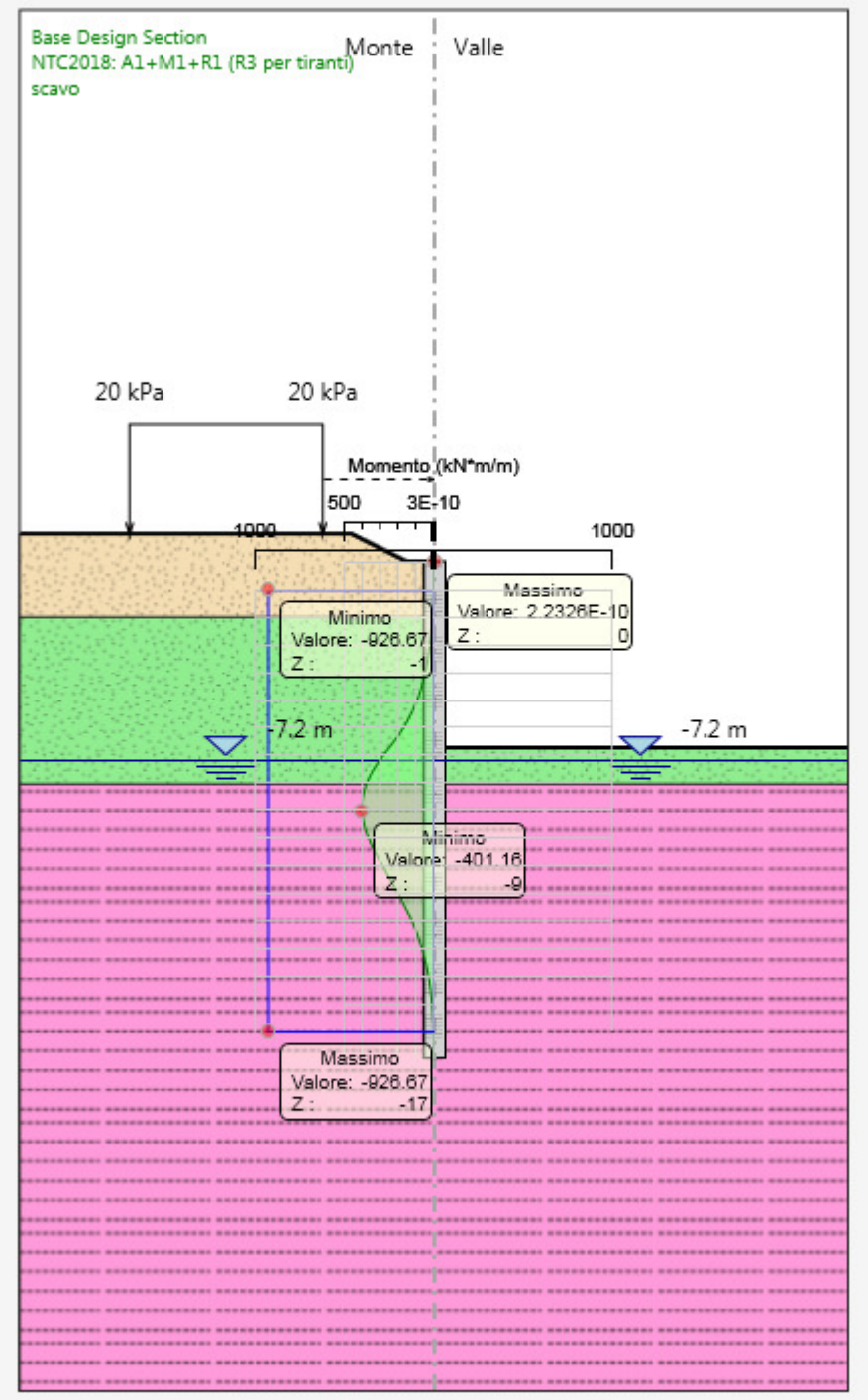


Figura 7: Modello SLU: Verifica flessionale

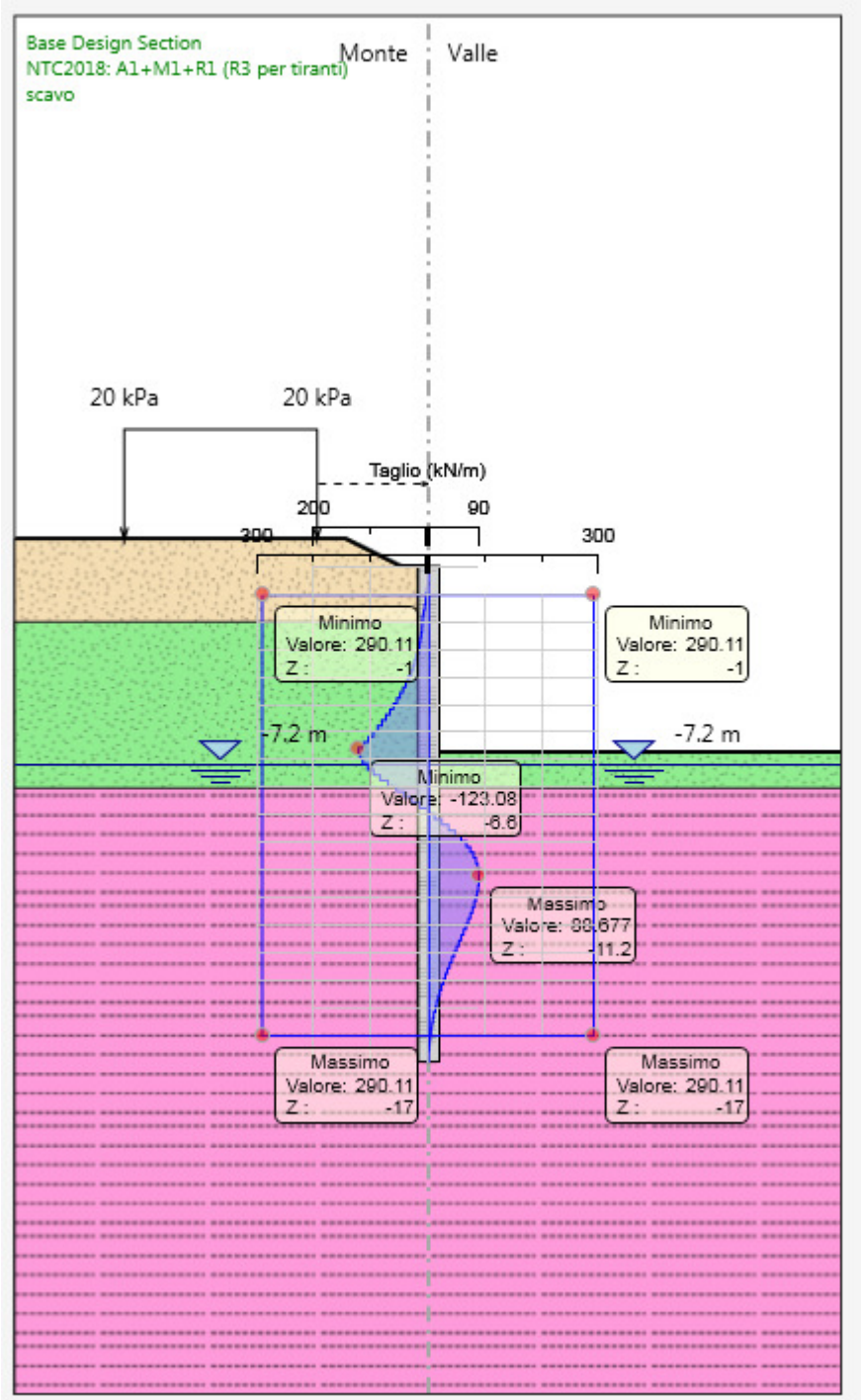


Figura 8: Modello SLU: Verifica a taglio

9.ALLEGATO

1. Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL
Quota : 2 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -2 m
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL
Quota : -8 m
OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ø'	øcv	øp	c'	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur
		kN/m³	kN/m³	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m³	kN/m³	kN/m³
1	Rilevato	19	19	35			0		Constant		15000	45000									
2	A2	19.5	19.5	25			10		Constant		25000	75000									
3	C1	21	21	34			10		Constant		40000	120000									

2. Descrizione Pareti

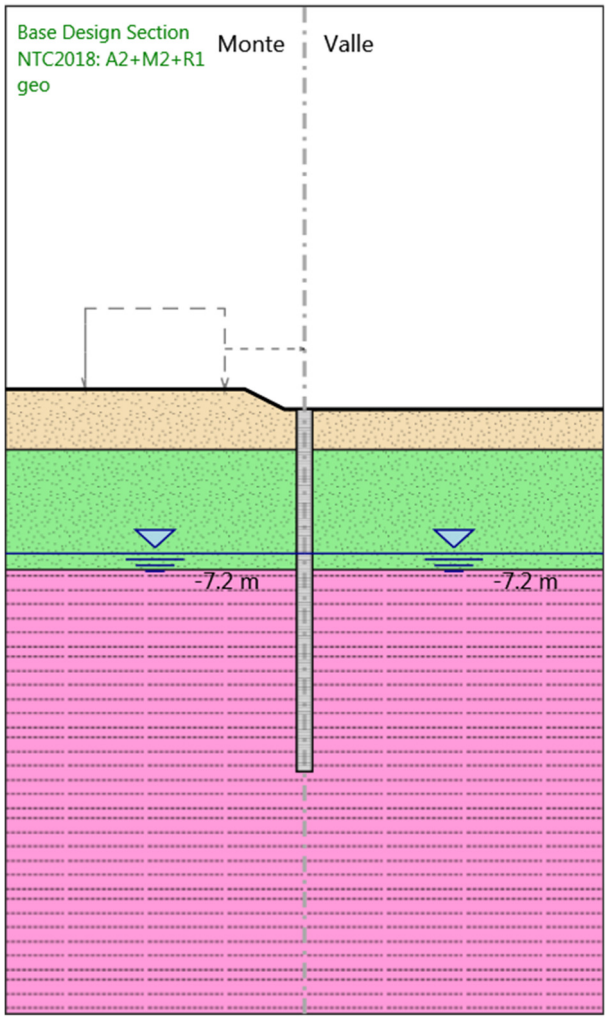
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m
Rinforzo longitudinale 1
Lunghezza : 18 m
Materiale : B450C
Quota iniziale : 0 m
Barre 1
Numero di barre : 20
Diametro : 0.024 m
Distanza dal bordo : 0.099 m
Staffe 1
Numero di staffe : 2
Copertura : 0.075 m
Diametro : 0.012 m
Lunghezza : 18 m
Quota iniziale : 0 m
Passo : 0.15 m

Sezione : Palo 800
Area equivalente : 0.502654824574367 m
Inerzia equivalente : 0.0201 m^4/m
Materiale calcestruzzo : C28/35
Tipo sezione : Tangent
Spaziatura : 1 m
Diametro : 0.8 m
Efficacia : 1

3. Fasi di Calcolo

3.1. geo



geo

Scavo

Muro di sinistra

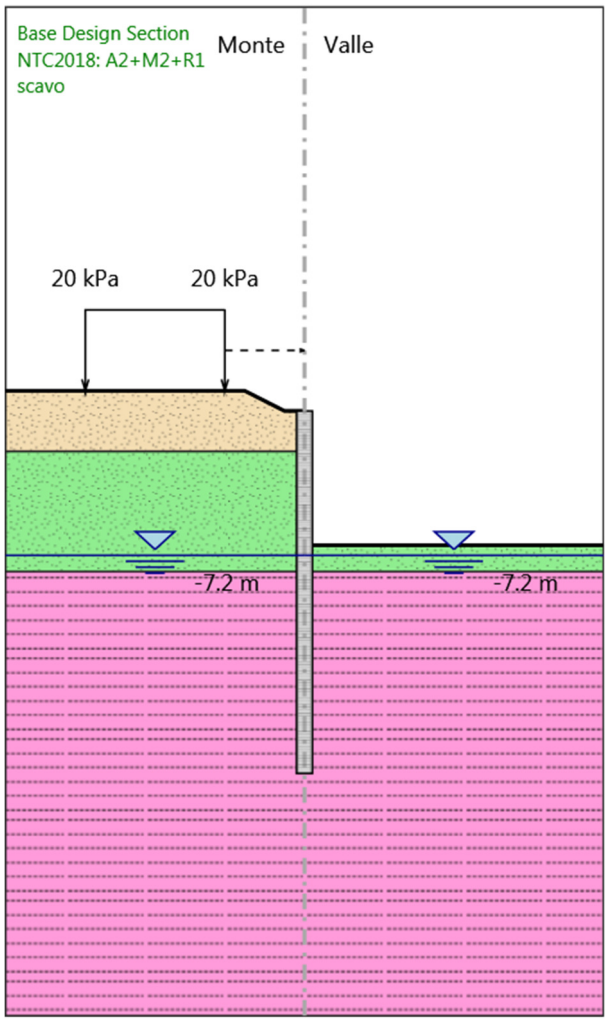
Lato monte : 0 m
Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)
(-15;1)
(-3;1)
(-1;0)
(0;0)
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
0 m

Falda acquifera
Falda di sinistra : -7.2 m
Falda di destra : -7.2 m

Elementi strutturali
Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Sezione : Palo 800

3.2. scavo



scavo

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -6.7 m

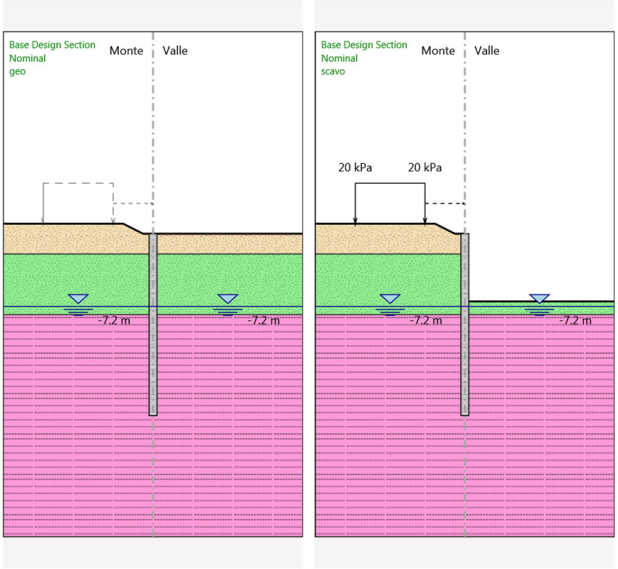
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)
(-15;1)
(-3;1)
(-1;0)
(0;0)
Linea di scavo di destra (Orizzontale)
-6.7 m

Falda acquifera
Falda di sinistra : -7.2 m
Falda di destra : -7.2 m

Carichi
Carico lineare in superficie : ACCIDENTALE
X iniziale : -11 m
X finale : -4 m
Pressione iniziale : 20 kPa
Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali
Paratia : WallElement
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -18 m
Sezione : Palo 800

3.3. Tabella Configurazione Stage (Nominal)



4. Descrizione Coefficienti Design Assumption

Coefficienti A

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_WaterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_WaterRes)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_QDStab)
Simbolo	γG	γG	γQ	γQ	γQE	γG	γG	γGdst	γGstb	γQdst	γGdst	γGstb	γQdst
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Coefficienti M

Nome	Parziale su tan(ø') (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	γϕ	γc	γcu	γqu	γγ
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

Coefficienti R

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	γRe	γap	γat	
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

4.1. Risultati NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

4.1.1. Tabella Spostamento NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: geo

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
geo	0	0
geo	-0.2	0
geo	-0.4	0
geo	-0.6	0
geo	-0.8	0
geo	-1	0
geo	-1.2	0
geo	-1.4	0
geo	-1.6	0
geo	-1.8	0
geo	-2	0
geo	-2.2	0
geo	-2.4	0
geo	-2.6	0
geo	-2.8	0
geo	-3	0
geo	-3.2	0
geo	-3.4	0
geo	-3.6	0
geo	-3.8	0
geo	-4	0
geo	-4.2	0
geo	-4.4	0
geo	-4.6	0
geo	-4.8	0
geo	-5	0
geo	-5.2	0
geo	-5.4	0
geo	-5.6	0
geo	-5.8	0
geo	-6	0
geo	-6.2	0
geo	-6.4	0
geo	-6.6	0
geo	-6.8	0
geo	-7	0
geo	-7.2	0
geo	-7.4	0
geo	-7.6	0
geo	-7.8	0
geo	-8	0
geo	-8.2	0
geo	-8.4	0
geo	-8.6	0
geo	-8.8	0
geo	-9	0
geo	-9.2	0
geo	-9.4	0
geo	-9.6	0
geo	-9.8	0
geo	-10	0
geo	-10.2	0

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
geo	-10.4	0
geo	-10.6	0
geo	-10.8	0
geo	-11	0
geo	-11.2	0
geo	-11.4	0
geo	-11.6	0
geo	-11.8	0
geo	-12	0
geo	-12.2	0
geo	-12.4	0
geo	-12.6	0
geo	-12.8	0
geo	-13	0
geo	-13.2	0
geo	-13.4	0
geo	-13.6	0
geo	-13.8	0
geo	-14	0
geo	-14.2	0
geo	-14.4	0
geo	-14.6	0
geo	-14.8	0
geo	-15	0
geo	-15.2	0
geo	-15.4	0
geo	-15.6	0
geo	-15.8	0
geo	-16	0
geo	-16.2	0
geo	-16.4	0
geo	-16.6	0
geo	-16.8	0
geo	-17	0
geo	-17.2	0
geo	-17.4	0
geo	-17.6	0
geo	-17.8	0
geo	-18	0

4.1.2. Tabella Risultati Paratia NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: geo

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
geo	0	0	0
geo	-0.2	0	0
geo	-0.4	0	0
geo	-0.6	0	0
geo	-0.8	0	0
geo	-1	0	0
geo	-1.2	0	0
geo	-1.4	0	0
geo	-1.6	0	0
geo	-1.8	0	0
geo	-2	0	0
geo	-2.2	0	0
geo	-2.4	0	0
geo	-2.6	0	0
geo	-2.8	0	0
geo	-3	0	0
geo	-3.2	0	0
geo	-3.4	0	0
geo	-3.6	0	0
geo	-3.8	0	0
geo	-4	0	0
geo	-4.2	0	0
geo	-4.4	0	0
geo	-4.6	0	0
geo	-4.8	0	0
geo	-5	0	0
geo	-5.2	0	0
geo	-5.4	0	0
geo	-5.6	0	0
geo	-5.8	0	0
geo	-6	0	0
geo	-6.2	0	0
geo	-6.4	0	0
geo	-6.6	0	0
geo	-6.8	0	0
geo	-7	0	0
geo	-7.2	0	0
geo	-7.4	0	0
geo	-7.6	0	0
geo	-7.8	0	0
geo	-8	0	0
geo	-8.2	0	0
geo	-8.4	0	0
geo	-8.6	0	0
geo	-8.8	0	0
geo	-9	0	0
geo	-9.2	0	0
geo	-9.4	0	0
geo	-9.6	0	0
geo	-9.8	0	0
geo	-10	0	0
geo	-10.2	0	0
geo	-10.4	0	0
geo	-10.6	0	0
geo	-10.8	0	0

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
geo	-11	0	0
geo	-11.2	0	0
geo	-11.4	0	0
geo	-11.6	0	0
geo	-11.8	0	0
geo	-12	0	0
geo	-12.2	0	0
geo	-12.4	0	0
geo	-12.6	0	0
geo	-12.8	0	0
geo	-13	0	0
geo	-13.2	0	0
geo	-13.4	0	0
geo	-13.6	0	0
geo	-13.8	0	0
geo	-14	0	0
geo	-14.2	0	0
geo	-14.4	0	0
geo	-14.6	0	0
geo	-14.8	0	0
geo	-15	0	0
geo	-15.2	0	0
geo	-15.4	0	0
geo	-15.6	0	0
geo	-15.8	0	0
geo	-16	0	0
geo	-16.2	0	0
geo	-16.4	0	0
geo	-16.6	0	0
geo	-16.8	0	0
geo	-17	0	0
geo	-17.2	0	0
geo	-17.4	0	0
geo	-17.6	0	0
geo	-17.8	0	0
geo	-18	0	0

4.1.3. Tabella Spostamento NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - LEFT Stage: scavo

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
scavo	0	25.63
scavo	-0.2	25.08
scavo	-0.4	24.52
scavo	-0.6	23.97
scavo	-0.8	23.41
scavo	-1	22.85
scavo	-1.2	22.3
scavo	-1.4	21.74
scavo	-1.6	21.19
scavo	-1.8	20.63
scavo	-2	20.07
scavo	-2.2	19.52
scavo	-2.4	18.97
scavo	-2.6	18.41
scavo	-2.8	17.86
scavo	-3	17.31
scavo	-3.2	16.75
scavo	-3.4	16.2
scavo	-3.6	15.65
scavo	-3.8	15.11
scavo	-4	14.56
scavo	-4.2	14.02
scavo	-4.4	13.48
scavo	-4.6	12.94
scavo	-4.8	12.4
scavo	-5	11.87
scavo	-5.2	11.35
scavo	-5.4	10.82
scavo	-5.6	10.31
scavo	-5.8	9.8
scavo	-6	9.29
scavo	-6.2	8.8
scavo	-6.4	8.31
scavo	-6.6	7.83
scavo	-6.8	7.37
scavo	-7	6.91
scavo	-7.2	6.47
scavo	-7.4	6.04
scavo	-7.6	5.63
scavo	-7.8	5.23
scavo	-8	4.85
scavo	-8.2	4.49
scavo	-8.4	4.14
scavo	-8.6	3.82
scavo	-8.8	3.51
scavo	-9	3.22
scavo	-9.2	2.95
scavo	-9.4	2.7
scavo	-9.6	2.47
scavo	-9.8	2.25
scavo	-10	2.06
scavo	-10.2	1.88
scavo	-10.4	1.71
scavo	-10.6	1.56
scavo	-10.8	1.43

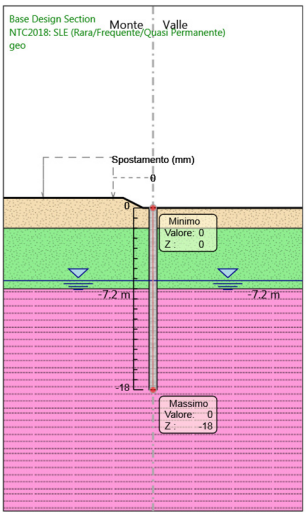
Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Spostamento	Muro: LEFT
Stage	Z (m)	Spostamento (mm)
scavo	-11	1.31
scavo	-11.2	1.21
scavo	-11.4	1.11
scavo	-11.6	1.03
scavo	-11.8	0.96
scavo	-12	0.9
scavo	-12.2	0.85
scavo	-12.4	0.81
scavo	-12.6	0.77
scavo	-12.8	0.75
scavo	-13	0.72
scavo	-13.2	0.71
scavo	-13.4	0.7
scavo	-13.6	0.69
scavo	-13.8	0.69
scavo	-14	0.69
scavo	-14.2	0.7
scavo	-14.4	0.71
scavo	-14.6	0.72
scavo	-14.8	0.73
scavo	-15	0.74
scavo	-15.2	0.75
scavo	-15.4	0.77
scavo	-15.6	0.79
scavo	-15.8	0.8
scavo	-16	0.82
scavo	-16.2	0.84
scavo	-16.4	0.86
scavo	-16.6	0.88
scavo	-16.8	0.9
scavo	-17	0.92
scavo	-17.2	0.94
scavo	-17.4	0.96
scavo	-17.6	0.98
scavo	-17.8	0.99
scavo	-18	1.01

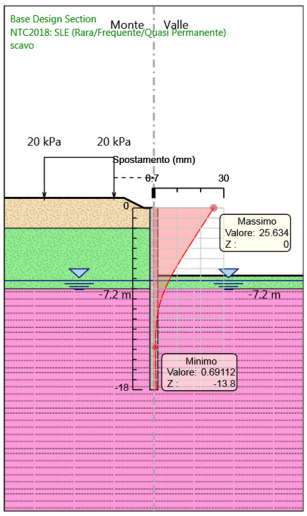
4.1.4. Tabella Risultati Paratia NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente) - Left Wall - Stage: scavo

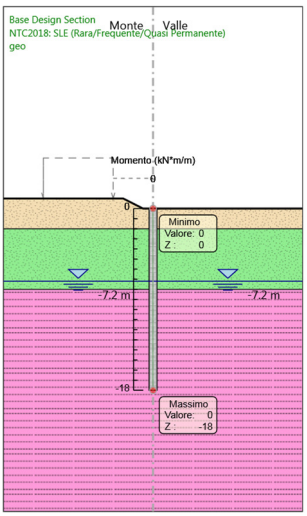
Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
scavo	0	0	0
scavo	-0.2	0	0
scavo	-0.4	-0.04	-0.18
scavo	-0.6	-0.14	-0.52
scavo	-0.8	-0.35	-1.04
scavo	-1	-0.7	-1.74
scavo	-1.2	-1.22	-2.61
scavo	-1.4	-1.95	-3.65
scavo	-1.6	-2.92	-4.87
scavo	-1.8	-4.17	-6.26
scavo	-2	-5.74	-7.83
scavo	-2.2	-7.37	-8.17
scavo	-2.4	-9.13	-8.8
scavo	-2.6	-11.07	-9.7
scavo	-2.8	-13.25	-10.88
scavo	-3	-15.72	-12.34
scavo	-3.2	-18.53	-14.08
scavo	-3.4	-21.75	-16.1
scavo	-3.6	-25.43	-18.4
scavo	-3.8	-29.62	-20.97
scavo	-4	-34.39	-23.83
scavo	-4.2	-39.78	-26.96
scavo	-4.4	-45.86	-30.38
scavo	-4.6	-52.68	-34.09
scavo	-4.8	-60.29	-38.09
scavo	-5	-68.77	-42.38
scavo	-5.2	-78.16	-46.96
scavo	-5.4	-88.53	-51.83
scavo	-5.6	-99.92	-56.98
scavo	-5.8	-112.41	-62.43
scavo	-6	-126.04	-68.15
scavo	-6.2	-140.87	-74.16
scavo	-6.4	-156.96	-80.45
scavo	-6.6	-174.37	-87.03
scavo	-6.8	-193.14	-93.89
scavo	-7	-211.57	-92.12
scavo	-7.2	-229.14	-87.86
scavo	-7.4	-245.36	-81.12
scavo	-7.6	-260	-73.17
scavo	-7.8	-272.8	-64.01
scavo	-8	-283.53	-53.65
scavo	-8.2	-291.95	-42.09
scavo	-8.4	-298.24	-31.45
scavo	-8.6	-302.44	-21
scavo	-8.8	-304.58	-10.7
scavo	-9	-304.69	-0.56
scavo	-9.2	-302.8	9.45
scavo	-9.4	-299.01	18.95
scavo	-9.6	-293.43	27.92
scavo	-9.8	-286.14	36.41
scavo	-10	-277.25	44.46
scavo	-10.2	-267.01	51.21
scavo	-10.4	-255.69	56.6
scavo	-10.6	-243.54	60.76
scavo	-10.8	-230.78	63.81

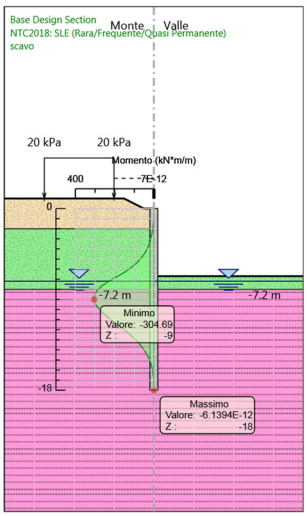
Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
scavo	-11	-217.61	65.86
scavo	-11.2	-204.2	67.03
scavo	-11.4	-190.72	67.41
scavo	-11.6	-177.3	67.11
scavo	-11.8	-164.06	66.21
scavo	-12	-151.09	64.81
scavo	-12.2	-138.5	62.97
scavo	-12.4	-126.35	60.77
scavo	-12.6	-114.69	58.28
scavo	-12.8	-103.58	55.55
scavo	-13	-93.05	52.64
scavo	-13.2	-83.13	49.6
scavo	-13.4	-73.84	46.48
scavo	-13.6	-65.18	43.31
scavo	-13.8	-57.15	40.12
scavo	-14	-49.76	36.95
scavo	-14.2	-42.99	33.83
scavo	-14.4	-36.84	30.78
scavo	-14.6	-31.28	27.82
scavo	-14.8	-26.28	24.96
scavo	-15	-21.84	22.22
scavo	-15.2	-17.92	19.61
scavo	-15.4	-14.49	17.15
scavo	-15.6	-11.52	14.83
scavo	-15.8	-8.98	12.68
scavo	-16	-6.85	10.68
scavo	-16.2	-5.08	8.85
scavo	-16.4	-3.64	7.19
scavo	-16.6	-2.5	5.7
scavo	-16.8	-1.63	4.37
scavo	-17	-0.98	3.22
scavo	-17.2	-0.53	2.25
scavo	-17.4	-0.24	1.44
scavo	-17.6	-0.08	0.81
scavo	-17.8	-0.01	0.35
scavo	-18	0	0.06

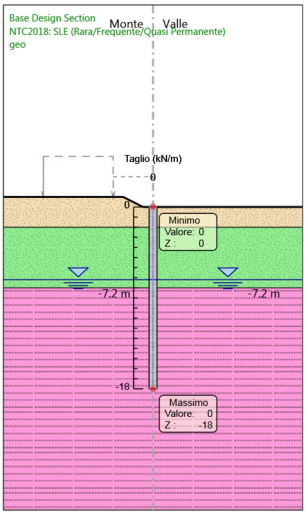
4.1.5. Tabella Grafici dei Risultati

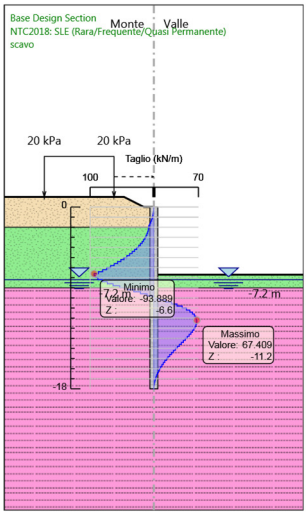


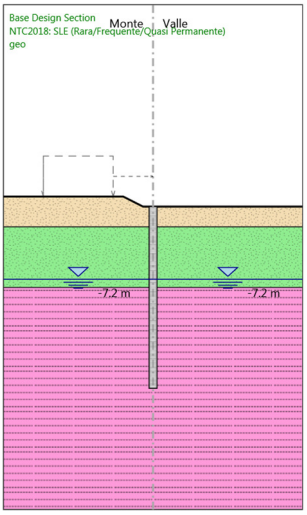


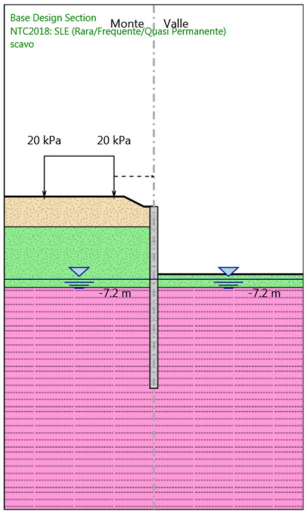


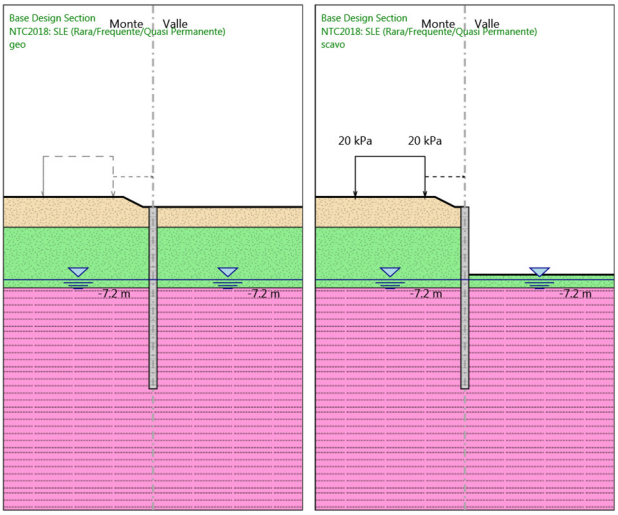



Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
geo
Monte
Valle
Taglio (kN/m)
0
Minimo
Valore: 0
Z : 0
-7.2 m
-7.2 m
-18
Massimo
Valore: 0
Z : -18


Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
Taglio (kN/m)
100
70
0
Minimo
Valore: -93.889
Z : -6.6
-7.2 m
-7.2 m
Massimo
Valore: 67.409
Z : -11.2
-18


Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
geo
Monte
Valle
-7.2 m
-7.2 m


Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
-7.2 m
-7.2 m


Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
geo
Monte
Valle
-7.2 m
-7.2 m
Base Design Section
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
-7.2 m
-7.2 m

4.2. Risultati NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

4.2.1. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: geo

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
geo	0	0	0
geo	-0.2	0	0
geo	-0.4	0	0
geo	-0.6	0	0
geo	-0.8	0	0
geo	-1	0	0
geo	-1.2	0	0
geo	-1.4	0	0
geo	-1.6	0	0
geo	-1.8	0	0
geo	-2	0	0
geo	-2.2	0	0
geo	-2.4	0	0
geo	-2.6	0	0
geo	-2.8	0	0
geo	-3	0	0
geo	-3.2	0	0
geo	-3.4	0	0
geo	-3.6	0	0
geo	-3.8	0	0
geo	-4	0	0
geo	-4.2	0	0
geo	-4.4	0	0
geo	-4.6	0	0
geo	-4.8	0	0
geo	-5	0	0
geo	-5.2	0	0
geo	-5.4	0	0
geo	-5.6	0	0
geo	-5.8	0	0
geo	-6	0	0
geo	-6.2	0	0
geo	-6.4	0	0
geo	-6.6	0	0
geo	-6.8	0	0
geo	-7	0	0
geo	-7.2	0	0
geo	-7.4	0	0
geo	-7.6	0	0
geo	-7.8	0	0
geo	-8	0	0
geo	-8.2	0	0
geo	-8.4	0	0
geo	-8.6	0	0
geo	-8.8	0	0
geo	-9	0	0
geo	-9.2	0	0
geo	-9.4	0	0
geo	-9.6	0	0
geo	-9.8	0	0
geo	-10	0	0
geo	-10.2	0	0
geo	-10.4	0	0

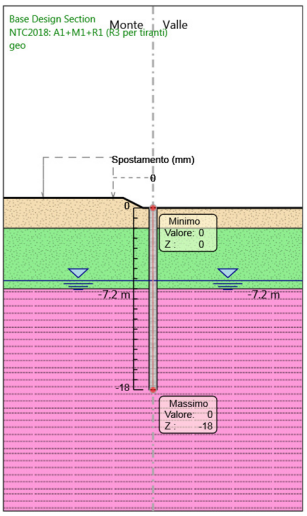
Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
geo	-10.6	0	0
geo	-10.8	0	0
geo	-11	0	0
geo	-11.2	0	0
geo	-11.4	0	0
geo	-11.6	0	0
geo	-11.8	0	0
geo	-12	0	0
geo	-12.2	0	0
geo	-12.4	0	0
geo	-12.6	0	0
geo	-12.8	0	0
geo	-13	0	0
geo	-13.2	0	0
geo	-13.4	0	0
geo	-13.6	0	0
geo	-13.8	0	0
geo	-14	0	0
geo	-14.2	0	0
geo	-14.4	0	0
geo	-14.6	0	0
geo	-14.8	0	0
geo	-15	0	0
geo	-15.2	0	0
geo	-15.4	0	0
geo	-15.6	0	0
geo	-15.8	0	0
geo	-16	0	0
geo	-16.2	0	0
geo	-16.4	0	0
geo	-16.6	0	0
geo	-16.8	0	0
geo	-17	0	0
geo	-17.2	0	0
geo	-17.4	0	0
geo	-17.6	0	0
geo	-17.8	0	0
geo	-18	0	0

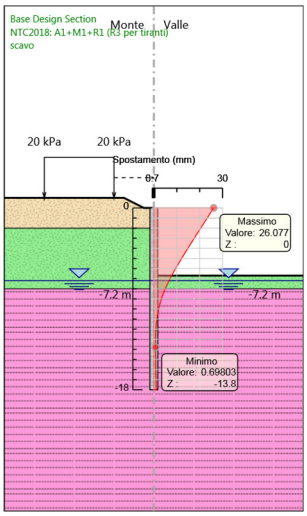
4.2.2. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) - Left Wall - Stage: scavo

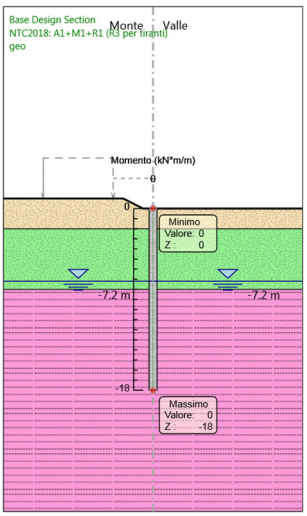
Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
scavo	0	0	0
scavo	-0.2	0	0
scavo	-0.2	0	0
scavo	-0.4	-0.05	-0.23
scavo	-0.6	-0.18	-0.68
scavo	-0.8	-0.46	-1.36
scavo	-1	-0.91	-2.27
scavo	-1.2	-1.59	-3.4
scavo	-1.4	-2.54	-4.76
scavo	-1.6	-3.81	-6.35
scavo	-1.8	-5.44	-8.16
scavo	-2	-7.48	-10.21
scavo	-2.2	-9.62	-10.67
scavo	-2.4	-11.92	-11.5
scavo	-2.6	-14.46	-12.69
scavo	-2.8	-17.3	-14.24
scavo	-3	-20.54	-16.16
scavo	-3.2	-24.22	-18.44
scavo	-3.4	-28.44	-21.09
scavo	-3.6	-33.26	-24.11
scavo	-3.8	-38.76	-27.48
scavo	-4	-45.01	-31.23
scavo	-4.2	-52.07	-35.33
scavo	-4.4	-60.03	-39.82
scavo	-4.6	-68.97	-44.67
scavo	-4.8	-78.95	-49.91
scavo	-5	-90.06	-55.54
scavo	-5.2	-102.37	-61.54
scavo	-5.4	-115.95	-67.93
scavo	-5.6	-130.89	-74.69
scavo	-5.8	-147.26	-81.83
scavo	-6	-165.12	-89.33
scavo	-6.2	-184.56	-97.21
scavo	-6.4	-205.66	-105.46
scavo	-6.6	-228.47	-114.08
scavo	-6.8	-253.09	-123.08
scavo	-7	-277.26	-120.85
scavo	-7.2	-300.34	-115.4
scavo	-7.4	-321.68	-106.71
scavo	-7.6	-340.97	-96.46
scavo	-7.8	-357.9	-84.65
scavo	-8	-372.16	-71.27
scavo	-8.2	-383.42	-56.33
scavo	-8.4	-391.91	-42.43
scavo	-8.6	-397.66	-28.78
scavo	-8.8	-400.74	-15.35
scavo	-9	-401.16	-2.13
scavo	-9.2	-398.98	10.92
scavo	-9.4	-394.28	23.47
scavo	-9.6	-387.22	35.3
scavo	-9.8	-377.93	46.49
scavo	-10	-366.51	57.09
scavo	-10.2	-353.26	66.24
scavo	-10.4	-338.54	73.57
scavo	-10.6	-322.69	79.26
scavo	-10.8	-306	83.47

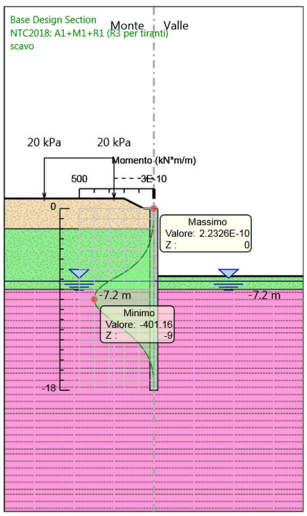
Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Risultati Paratia	Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
scavo	-11	-288.73	86.35
scavo	-11.2	-271.12	88.04
scavo	-11.4	-253.39	88.68
scavo	-11.6	-235.71	88.4
scavo	-11.8	-218.24	87.32
scavo	-12	-201.13	85.56
scavo	-12.2	-184.49	83.22
scavo	-12.4	-168.41	80.38
scavo	-12.6	-152.98	77.15
scavo	-12.8	-138.26	73.6
scavo	-13	-124.3	69.81
scavo	-13.2	-111.13	65.83
scavo	-13.4	-98.78	61.73
scavo	-13.6	-87.27	57.56
scavo	-13.8	-76.6	53.37
scavo	-14	-66.76	49.2
scavo	-14.2	-57.74	45.09
scavo	-14.4	-49.53	41.05
scavo	-14.6	-42.1	37.14
scavo	-14.8	-35.43	33.35
scavo	-15	-29.48	29.73
scavo	-15.2	-24.23	26.27
scavo	-15.4	-19.63	23
scavo	-15.6	-15.64	19.93
scavo	-15.8	-12.23	17.06
scavo	-16	-9.35	14.4
scavo	-16.2	-6.96	11.96
scavo	-16.4	-5.01	9.74
scavo	-16.6	-3.46	7.75
scavo	-16.8	-2.26	5.98
scavo	-17	-1.38	4.43
scavo	-17.2	-0.76	3.11
scavo	-17.4	-0.35	2.02
scavo	-17.6	-0.12	1.15
scavo	-17.8	-0.02	0.51
scavo	-18	0	0.1

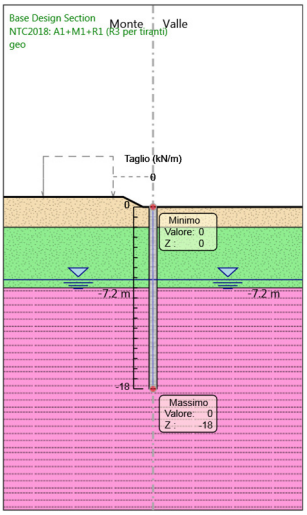
4.2.3. Tabella Grafici dei Risultati

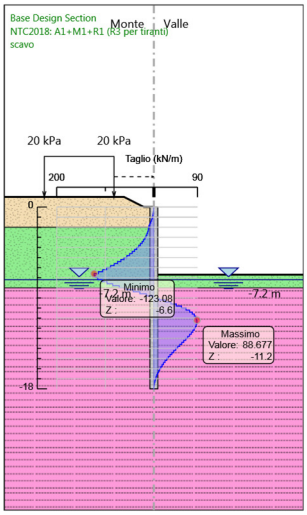


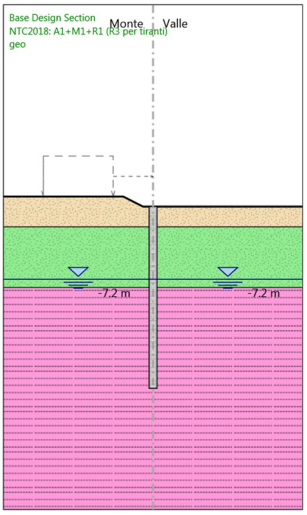


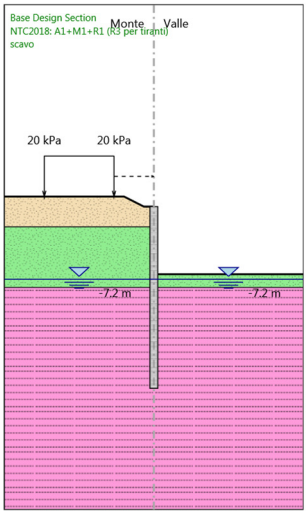


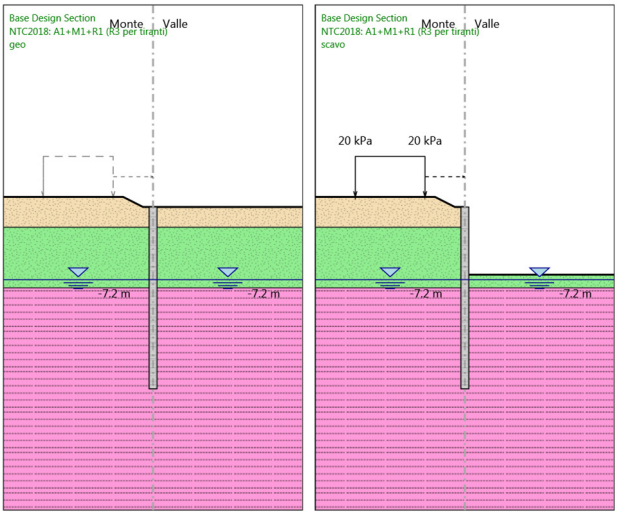



Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
geo
Monte
Valle
Taglio (kN/m)
0
0
Minimo
Valore: 0
Z : 0
-7.2 m
-7.2 m
-18
Massimo
Valore: 0
Z : -18


Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
Taglio (kN/m)
200
90
0
Minimo
Valore: -123.08
Z : -6.6
-7.2 m
-7.2 m
Massimo
Valore: 88.677
Z : -11.2
-18


Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
geo
Monte
Valle
-7.2 m
-7.2 m


Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
-7.2 m
-7.2 m


Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
geo
Monte
Valle
-7.2 m
-7.2 m
Base Design Section
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
-7.2 m
-7.2 m

4.3. Risultati NTC2018: A2+M2+R1

4.3.1. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: geo

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
geo	0	0	0
geo	-0.2	0	0
geo	-0.4	0	0
geo	-0.6	0	0
geo	-0.8	0	0
geo	-1	0	0
geo	-1.2	0	0
geo	-1.4	0	0
geo	-1.6	0	0
geo	-1.8	0	0
geo	-2	0	0
geo	-2.2	0	0
geo	-2.4	0	0
geo	-2.6	0	0
geo	-2.8	0	0
geo	-3	0	0
geo	-3.2	0	0
geo	-3.4	0	0
geo	-3.6	0	0
geo	-3.8	0	0
geo	-4	0	0
geo	-4.2	0	0
geo	-4.4	0	0
geo	-4.6	0	0
geo	-4.8	0	0
geo	-5	0	0
geo	-5.2	0	0
geo	-5.4	0	0
geo	-5.6	0	0
geo	-5.8	0	0
geo	-6	0	0
geo	-6.2	0	0
geo	-6.4	0	0
geo	-6.6	0	0
geo	-6.8	0	0
geo	-7	0	0
geo	-7.2	0	0
geo	-7.4	0	0
geo	-7.6	0	0
geo	-7.8	0	0
geo	-8	0	0
geo	-8.2	0	0
geo	-8.4	0	0
geo	-8.6	0	0
geo	-8.8	0	0
geo	-9	0	0
geo	-9.2	0	0
geo	-9.4	0	0
geo	-9.6	0	0
geo	-9.8	0	0
geo	-10	0	0
geo	-10.2	0	0
geo	-10.4	0	0

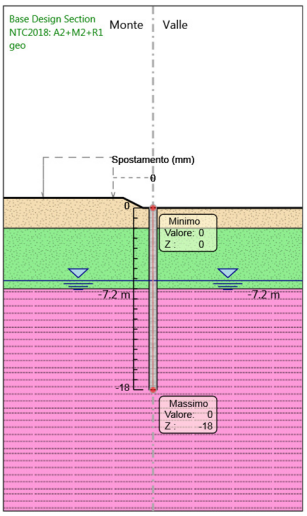
Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
geo	-10.6	0	0
geo	-10.8	0	0
geo	-11	0	0
geo	-11.2	0	0
geo	-11.4	0	0
geo	-11.6	0	0
geo	-11.8	0	0
geo	-12	0	0
geo	-12.2	0	0
geo	-12.4	0	0
geo	-12.6	0	0
geo	-12.8	0	0
geo	-13	0	0
geo	-13.2	0	0
geo	-13.4	0	0
geo	-13.6	0	0
geo	-13.8	0	0
geo	-14	0	0
geo	-14.2	0	0
geo	-14.4	0	0
geo	-14.6	0	0
geo	-14.8	0	0
geo	-15	0	0
geo	-15.2	0	0
geo	-15.4	0	0
geo	-15.6	0	0
geo	-15.8	0	0
geo	-16	0	0
geo	-16.2	0	0
geo	-16.4	0	0
geo	-16.6	0	0
geo	-16.8	0	0
geo	-17	0	0
geo	-17.2	0	0
geo	-17.4	0	0
geo	-17.6	0	0
geo	-17.8	0	0
geo	-18	0	0

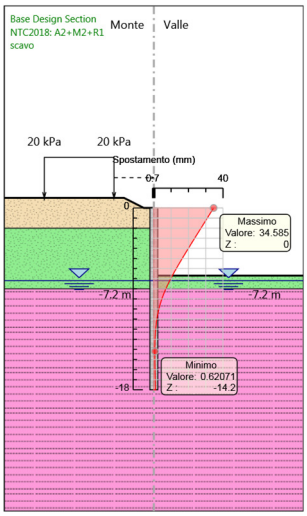
4.3.2. Tabella Risultati Paratia NTC2018: A2+M2+R1 - Left Wall - Stage: scavo

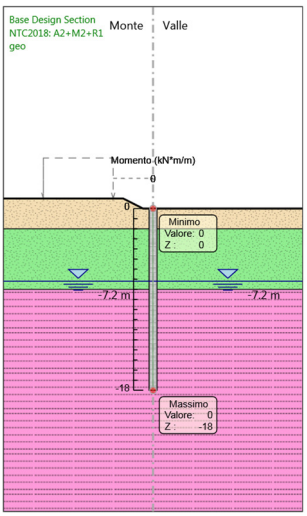
Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
scavo	0	0	0
scavo	-0.2	0	0
scavo	-0.2	0	0
scavo	-0.4	-0.04	-0.18
scavo	-0.6	-0.14	-0.53
scavo	-0.8	-0.35	-1.05
scavo	-1	-0.7	-1.75
scavo	-1.2	-1.23	-2.62
scavo	-1.4	-1.96	-3.67
scavo	-1.6	-2.94	-4.9
scavo	-1.8	-4.2	-6.3
scavo	-2	-5.77	-7.88
scavo	-2.2	-7.52	-8.71
scavo	-2.4	-9.48	-9.83
scavo	-2.6	-11.73	-11.23
scavo	-2.8	-14.31	-12.91
scavo	-3	-17.28	-14.87
scavo	-3.2	-20.71	-17.11
scavo	-3.4	-24.64	-19.64
scavo	-3.6	-29.13	-22.45
scavo	-3.8	-34.23	-25.54
scavo	-4	-40.02	-28.91
scavo	-4.2	-46.53	-32.56
scavo	-4.4	-53.83	-36.51
scavo	-4.6	-61.98	-40.74
scavo	-4.8	-71.03	-45.27
scavo	-5	-81.05	-50.11
scavo	-5.2	-92.1	-55.23
scavo	-5.4	-104.23	-60.65
scavo	-5.6	-117.5	-66.37
scavo	-5.8	-131.98	-72.38
scavo	-6	-147.71	-78.66
scavo	-6.2	-164.76	-85.24
scavo	-6.4	-183.18	-92.11
scavo	-6.6	-203.04	-99.27
scavo	-6.8	-224.38	-106.71
scavo	-7	-245.79	-107.03
scavo	-7.2	-266.76	-104.88
scavo	-7.4	-286.81	-100.23
scavo	-7.6	-305.69	-94.39
scavo	-7.8	-323.15	-87.34
scavo	-8	-338.97	-79.09
scavo	-8.2	-352.9	-69.64
scavo	-8.4	-364.27	-56.87
scavo	-8.6	-373.17	-44.48
scavo	-8.8	-379.65	-32.43
scavo	-9	-383.79	-20.71
scavo	-9.2	-385.65	-9.29
scavo	-9.4	-385.28	1.84
scavo	-9.6	-382.74	12.71
scavo	-9.8	-378.07	23.35
scavo	-10	-371.32	33.78
scavo	-10.2	-362.51	44.02
scavo	-10.4	-351.72	53.96
scavo	-10.6	-339.17	62.76
scavo	-10.8	-325.2	69.84

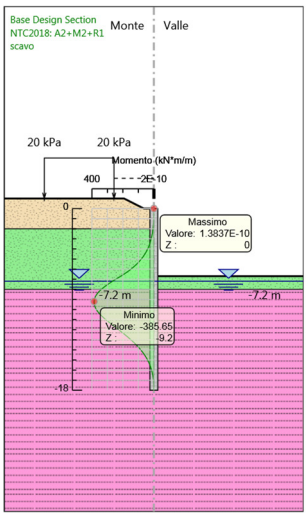
Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Risultati Paratia		Muro: LEFT	
Stage	Z (m)	Momento (kN*m/m)	Taglio (kN/m)
scavo	-11	-310.13	75.36
scavo	-11.2	-294.23	79.46
scavo	-11.4	-277.78	82.29
scavo	-11.6	-260.98	84
scavo	-11.8	-244.04	84.7
scavo	-12	-227.13	84.53
scavo	-12.2	-210.41	83.58
scavo	-12.4	-194.02	81.98
scavo	-12.6	-178.05	79.82
scavo	-12.8	-162.61	77.19
scavo	-13	-147.78	74.17
scavo	-13.2	-133.61	70.84
scavo	-13.4	-120.16	67.27
scavo	-13.6	-107.46	63.51
scavo	-13.8	-95.53	59.64
scavo	-14	-84.39	55.68
scavo	-14.2	-74.05	51.7
scavo	-14.4	-64.51	47.73
scavo	-14.6	-55.75	43.8
scavo	-14.8	-47.76	39.94
scavo	-15	-40.52	36.18
scavo	-15.2	-34.02	32.54
scavo	-15.4	-28.21	29.04
scavo	-15.6	-23.07	25.7
scavo	-15.8	-18.56	22.52
scavo	-16	-14.66	19.52
scavo	-16.2	-11.32	16.71
scavo	-16.4	-8.5	14.09
scavo	-16.6	-6.17	11.66
scavo	-16.8	-4.28	9.44
scavo	-17	-2.79	7.42
scavo	-17.2	-1.67	5.6
scavo	-17.4	-0.87	3.99
scavo	-17.6	-0.36	2.59
scavo	-17.8	-0.08	1.39
scavo	-18	0	0.39

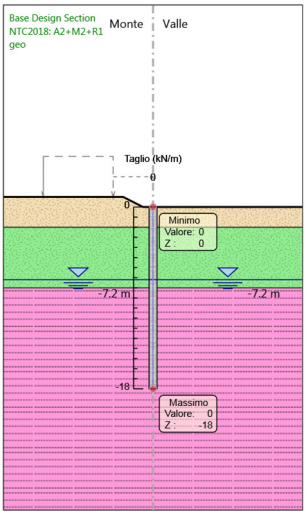
4.3.3. Tabella Grafici dei Risultati

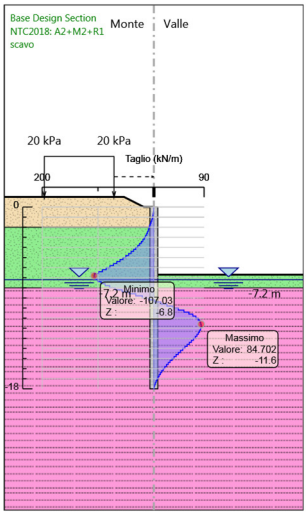


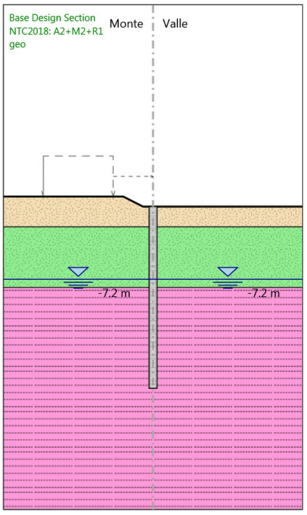


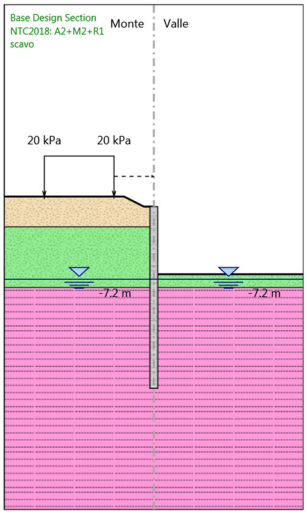


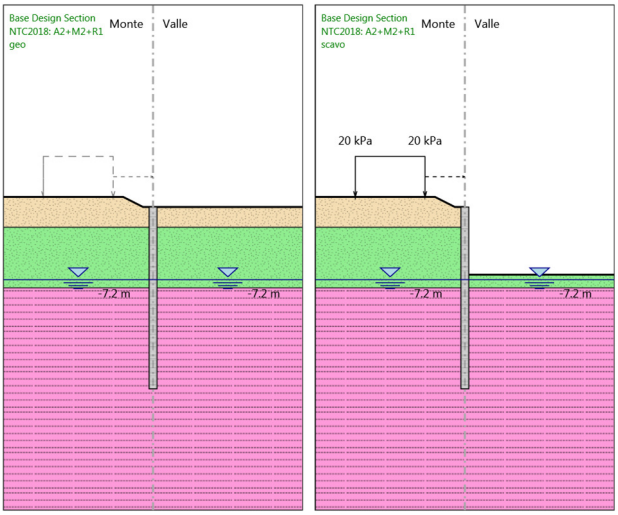



Base Design Section
NTC2018: A2+M2+R1
geo
Monte
Valle
Taglio (kN/m)
0
Minimo
Valore: 0
Z: 0
-7.2 m
-7.2 m
-18
Massimo
Valore: 0
Z: -18


Base Design Section
NTC2018: A2+M2+R1
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
Taglio (kN/m)
200
90
0
Minimo
Valore: -107.03
Z: -6.8
-7.2 m
-7.2 m
Massimo
Valore: 84.702
Z: -11.6
-18


Base Design Section
NTC2018: A2+M2+R1
geo
Monte
Valle
-7.2 m
-7.2 m


Base Design Section
NTC2018: A2+M2+R1
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
-7.2 m
-7.2 m


Base Design Section
NTC2018: A2+M2+R1
geo
Monte
Valle
-7.2 m
-7.2 m
Base Design Section
NTC2018: A2+M2+R1
scavo
Monte
Valle
20 kPa
20 kPa
-7.2 m
-7.2 m

5. Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche	
Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti	
GEO FS	1
ξa3	1.8
γs	1.15

5.1. Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	geo	scavo
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	
NTC2018: A2+M2+R1		

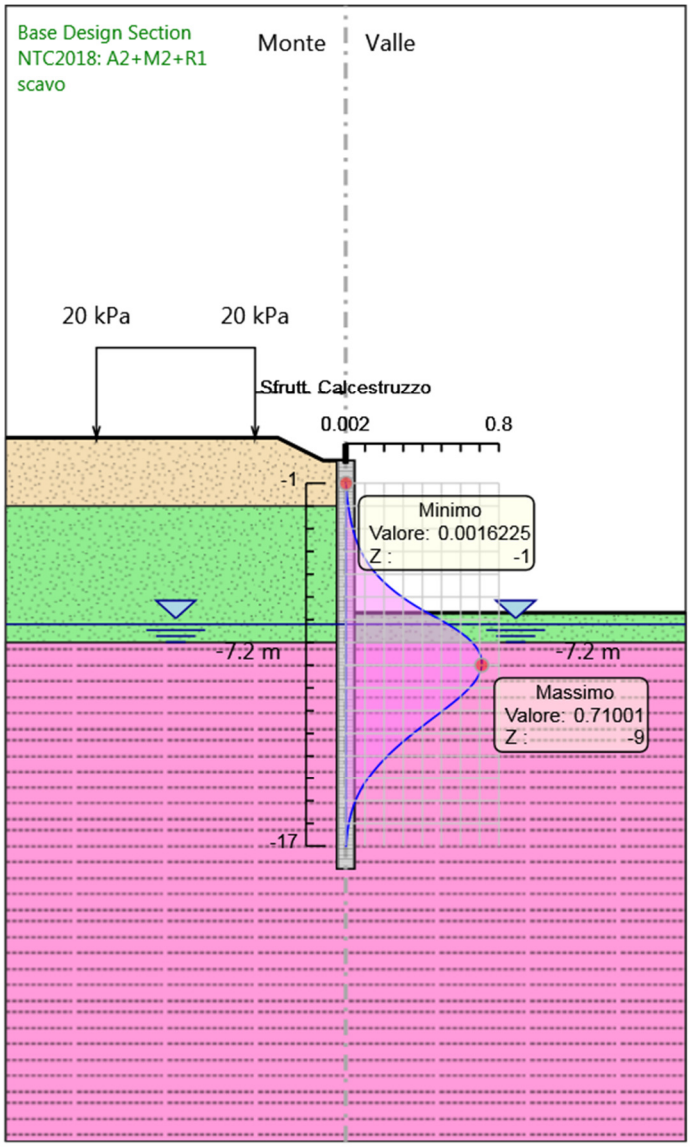
5.2. Risultati Caver

5.2.1. Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-1	0.002
-1.2	0.003
-1.4	0.005
-1.6	0.007
-1.8	0.01
-2	0.013
-2.2	0.017
-2.4	0.021
-2.6	0.026
-2.8	0.031
-3	0.037
-3.2	0.043
-3.4	0.051
-3.6	0.059
-3.8	0.069
-4	0.08
-4.2	0.093
-4.4	0.107
-4.6	0.123
-4.8	0.14
-5	0.16
-5.2	0.182
-5.4	0.206
-5.6	0.233
-5.8	0.262
-6	0.294
-6.2	0.328
-6.4	0.366
-6.6	0.406
-6.8	0.45
-7	0.493
-7.2	0.534
-7.4	0.572
-7.6	0.606
-7.8	0.636
-8	0.661
-8.2	0.68
-8.4	0.695
-8.6	0.705
-8.8	0.71
-9	0.71
-9.2	0.706
-9.4	0.697
-9.6	0.684
-9.8	0.667
-10	0.646
-10.2	0.622
-10.4	0.596
-10.6	0.568
-10.8	0.538
-11	0.507
-11.2	0.476
-11.4	0.444

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-11.6	0.413
-11.8	0.382
-12	0.352
-12.2	0.323
-12.4	0.294
-12.6	0.267
-12.8	0.241
-13	0.217
-13.2	0.194
-13.4	0.172
-13.6	0.152
-13.8	0.133
-14	0.116
-14.2	0.1
-14.4	0.086
-14.6	0.073
-14.8	0.061
-15	0.051
-15.2	0.042
-15.4	0.034
-15.6	0.027
-15.8	0.021
-16	0.016
-16.2	0.012
-16.4	0.008
-16.6	0.006
-16.8	0.004
-17	0.002

5.2.2. Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver



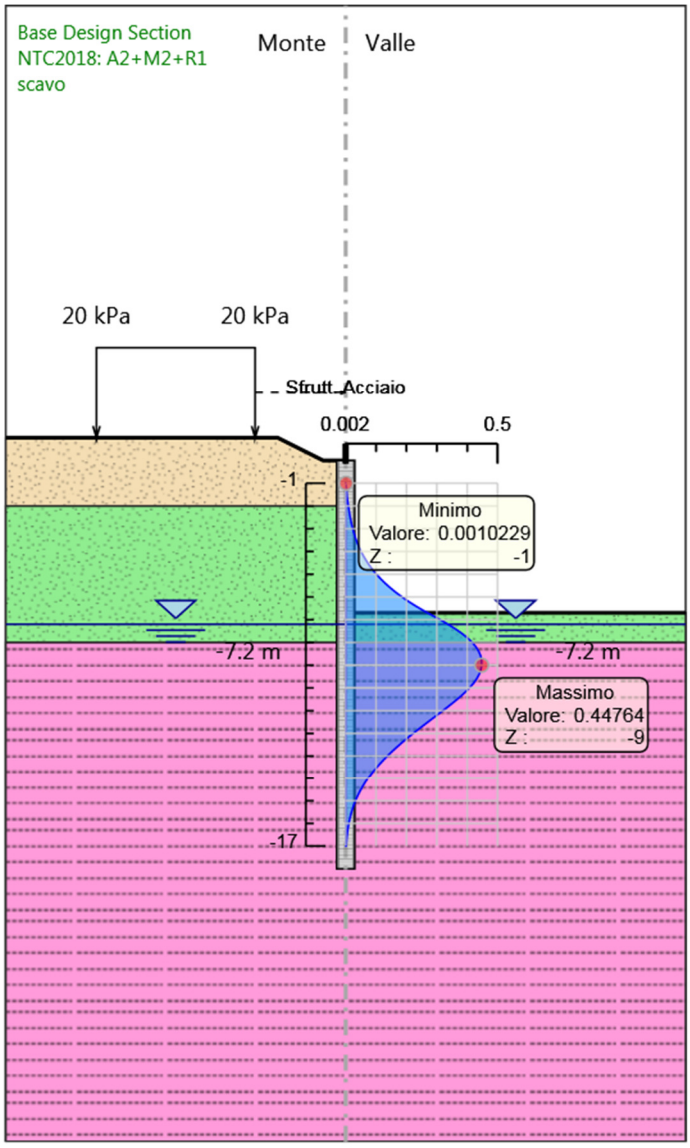
Inviluppi
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

5.2.3. Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
-1	0.001
-1.2	0.002
-1.4	0.003
-1.6	0.004
-1.8	0.006
-2	0.008
-2.2	0.011
-2.4	0.013
-2.6	0.016
-2.8	0.019
-3	0.023
-3.2	0.027
-3.4	0.032
-3.6	0.037
-3.8	0.044
-4	0.051
-4.2	0.058
-4.4	0.067
-4.6	0.077
-4.8	0.089
-5	0.101
-5.2	0.115
-5.4	0.13
-5.6	0.147
-5.8	0.165
-6	0.185
-6.2	0.207
-6.4	0.231
-6.6	0.256
-6.8	0.284
-7	0.311
-7.2	0.337
-7.4	0.36
-7.6	0.382
-7.8	0.401
-8	0.417
-8.2	0.429
-8.4	0.438
-8.6	0.444
-8.8	0.447
-9	0.448
-9.2	0.445
-9.4	0.439
-9.6	0.431
-9.8	0.42
-10	0.407
-10.2	0.392
-10.4	0.376
-10.6	0.358
-10.8	0.339
-11	0.32
-11.2	0.3
-11.4	0.28
-11.6	0.26
-11.8	0.241
-12	0.222

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver
-12.2	0.203
-12.4	0.186
-12.6	0.169
-12.8	0.152
-13	0.137
-13.2	0.122
-13.4	0.108
-13.6	0.096
-13.8	0.084
-14	0.073
-14.2	0.063
-14.4	0.054
-14.6	0.046
-14.8	0.039
-15	0.032
-15.2	0.026
-15.4	0.021
-15.6	0.017
-15.8	0.013
-16	0.01
-16.2	0.007
-16.4	0.005
-16.6	0.004
-16.8	0.002
-17	0.001

5.2.4. Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver



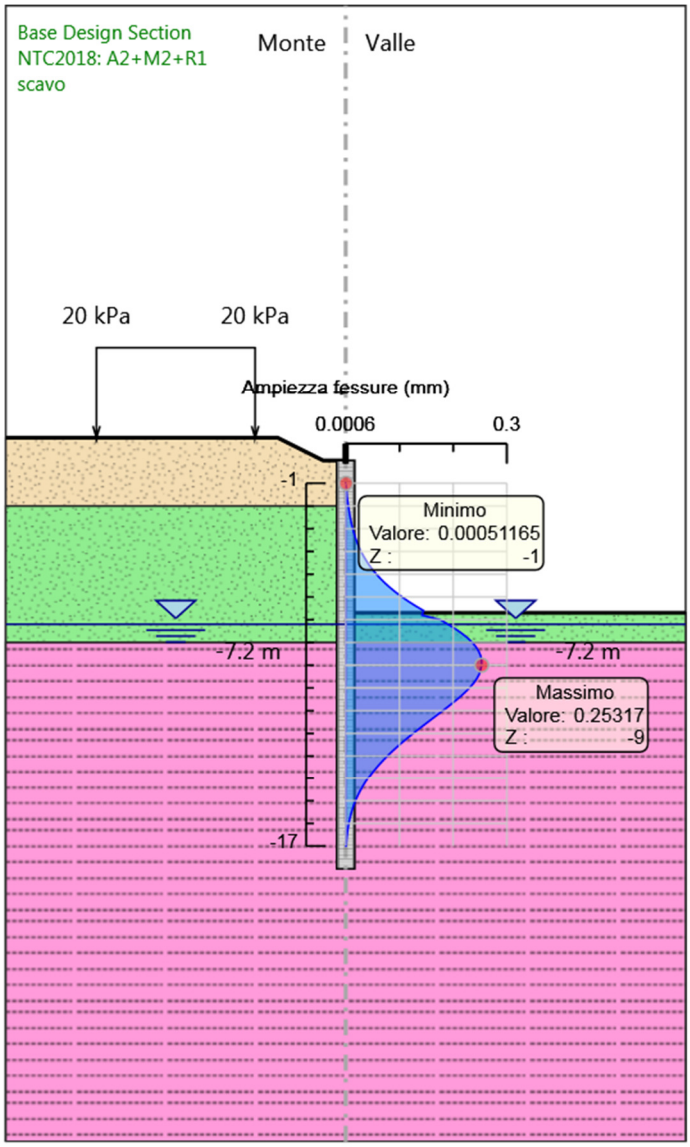
Inviluppi
Tasso di Sfruttamento Armature - Caver

5.2.5. Tabella Inviluppi Apertura Fessure - Caver : LEFT

Inviluppi Apertura Fessure - Caver	LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
-1	0.001
-1.2	0.001
-1.4	0.002
-1.6	0.002
-1.8	0.003
-2	0.005
-2.2	0.006
-2.4	0.008
-2.6	0.009
-2.8	0.011
-3	0.013
-3.2	0.015
-3.4	0.018
-3.6	0.021
-3.8	0.025
-4	0.029
-4.2	0.033
-4.4	0.038
-4.6	0.044
-4.8	0.05
-5	0.057
-5.2	0.065
-5.4	0.074
-5.6	0.083
-5.8	0.093
-6	0.105
-6.2	0.117
-6.4	0.13
-6.6	0.145
-6.8	0.142
-7	0.176
-7.2	0.19
-7.4	0.204
-7.6	0.216
-7.8	0.227
-8	0.236
-8.2	0.243
-8.4	0.248
-8.6	0.251
-8.8	0.253
-9	0.253
-9.2	0.251
-9.4	0.248
-9.6	0.244
-9.8	0.238
-10	0.23
-10.2	0.222
-10.4	0.212
-10.6	0.202
-10.8	0.192
-11	0.181
-11.2	0.17
-11.4	0.158
-11.6	0.147
-11.8	0.136
-12	0.126

Inviluppi Apertura Fessure - Caver	LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
-12.2	0.115
-12.4	0.105
-12.6	0.095
-12.8	0.086
-13	0.077
-13.2	0.069
-13.4	0.061
-13.6	0.054
-13.8	0.047
-14	0.041
-14.2	0.036
-14.4	0.031
-14.6	0.026
-14.8	0.022
-15	0.018
-15.2	0.015
-15.4	0.012
-15.6	0.01
-15.8	0.007
-16	0.006
-16.2	0.004
-16.4	0.003
-16.6	0.002
-16.8	0.001
-17	0.001

5.2.6. Grafico Inviluppi Apertura Fessure - Caver



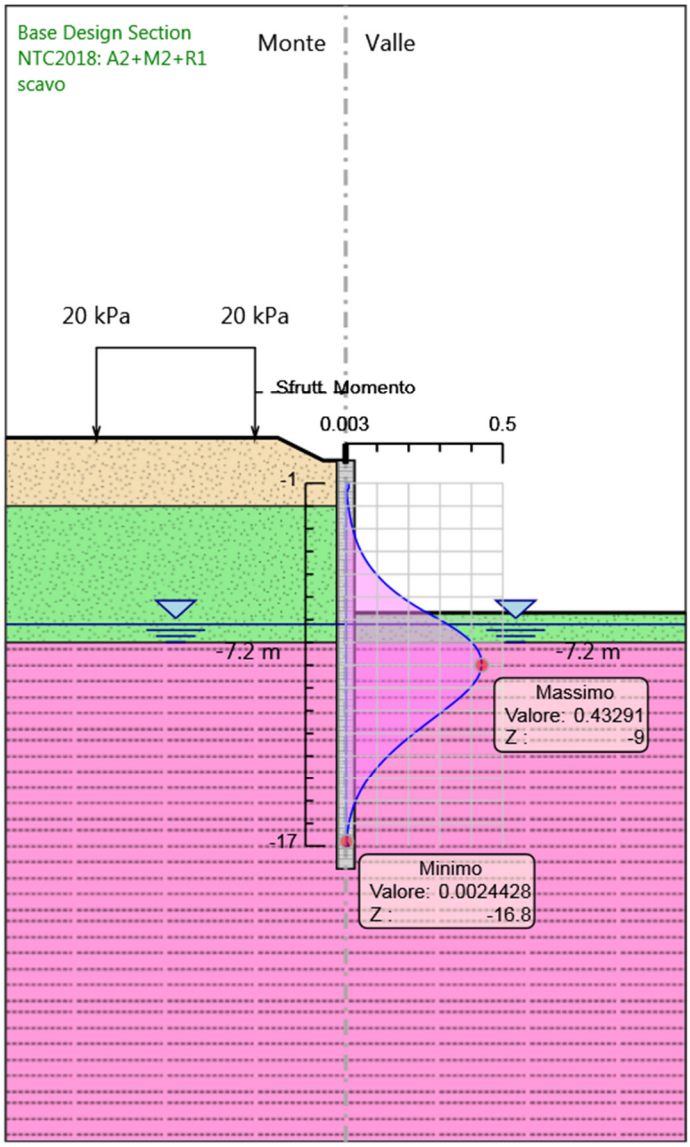
Inviluppi
Apertura Fessure - Caver

5.2.7. Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-1	0.01
-1.2	0.01
-1.4	0.003
-1.6	0.004
-1.8	0.006
-2	0.008
-2.2	0.01
-2.4	0.013
-2.6	0.016
-2.8	0.019
-3	0.022
-3.2	0.026
-3.4	0.031
-3.6	0.036
-3.8	0.042
-4	0.049
-4.2	0.056
-4.4	0.065
-4.6	0.074
-4.8	0.085
-5	0.097
-5.2	0.11
-5.4	0.125
-5.6	0.141
-5.8	0.159
-6	0.178
-6.2	0.199
-6.4	0.222
-6.6	0.247
-6.8	0.273
-7	0.299
-7.2	0.324
-7.4	0.347
-7.6	0.368
-7.8	0.386
-8	0.402
-8.2	0.414
-8.4	0.423
-8.6	0.429
-8.8	0.432
-9	0.433
-9.2	0.431
-9.4	0.425
-9.6	0.418
-9.8	0.408
-10	0.396
-10.2	0.381
-10.4	0.365
-10.6	0.348
-10.8	0.33
-11	0.312
-11.2	0.293
-11.4	0.273
-11.6	0.254
-11.8	0.236
-12	0.217

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-12.2	0.199
-12.4	0.182
-12.6	0.165
-12.8	0.149
-13	0.134
-13.2	0.12
-13.4	0.107
-13.6	0.094
-13.8	0.083
-14	0.072
-14.2	0.062
-14.4	0.053
-14.6	0.045
-14.8	0.038
-15	0.032
-15.2	0.026
-15.4	0.021
-15.6	0.017
-15.8	0.013
-16	0.01
-16.2	0.008
-16.4	0.005
-16.6	0.004
-16.8	0.002
-17	0.01

5.2.8. Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver



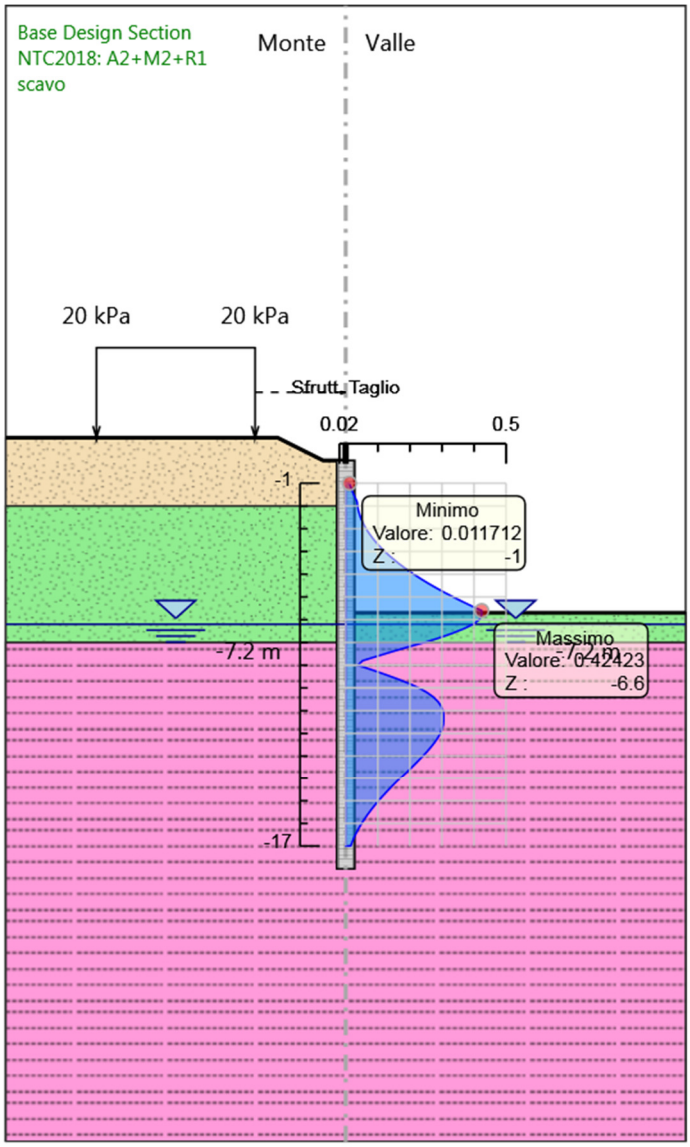
Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver

5.2.9. Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-1	0.012
-1.2	0.016
-1.4	0.022
-1.6	0.028
-1.8	0.035
-2	0.037
-2.2	0.04
-2.4	0.044
-2.6	0.049
-2.8	0.056
-3	0.064
-3.2	0.073
-3.4	0.083
-3.6	0.095
-3.8	0.108
-4	0.122
-4.2	0.137
-4.4	0.154
-4.6	0.172
-4.8	0.191
-5	0.212
-5.2	0.234
-5.4	0.257
-5.6	0.282
-5.8	0.308
-6	0.335
-6.2	0.364
-6.4	0.393
-6.6	0.424
-6.8	0.424
-7	0.417
-7.2	0.398
-7.4	0.368
-7.6	0.332
-7.8	0.292
-8	0.246
-8.2	0.194
-8.4	0.146
-8.6	0.099
-8.8	0.053
-9	0.038
-9.2	0.081
-9.4	0.122
-9.6	0.16
-9.8	0.197
-10	0.228
-10.2	0.254
-10.4	0.273
-10.6	0.288
-10.8	0.298
-11	0.303
-11.2	0.306
-11.4	0.306
-11.6	0.305
-11.8	0.301
-12	0.295

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-12.2	0.287
-12.4	0.277
-12.6	0.266
-12.8	0.254
-13	0.241
-13.2	0.227
-13.4	0.213
-13.6	0.198
-13.8	0.184
-14	0.17
-14.2	0.155
-14.4	0.142
-14.6	0.128
-14.8	0.115
-15	0.102
-15.2	0.091
-15.4	0.079
-15.6	0.069
-15.8	0.059
-16	0.05
-16.2	0.041
-16.4	0.034
-16.6	0.027
-16.8	0.021
-17	0.015

5.2.10. Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver