

ITINERARIO RAGUSA-CATANIA

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte" con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"

LOTTO 4 - Dallo svincolo n. 8 "Francofonte" (compreso) allo svincolo della "Ragusana"(escluso)

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PA898**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri

Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



Dott. Ing. N.Granieri
Dott. Ing. F.Durastanti
Dott. Ing. V.Truffini
Dott. Arch. A.Bracchini
Dott. Ing. L.Nani

Dott. Ing. M.Abram
Dott. Ing. F.Pambianco
Dott. Ing. M.Briganti Botta
Dott. Ing. L.Gagliardini
Dott. Geol. G.Cerquiglini

MANDANTI:



Dott. Ing. G.Guiducci
Dott. Ing. A.Signorelli
Dott. Ing. E.Moscatelli
Dott. Ing. A.Belà

Dott. Ing. G.Lucibello
Dott. Arch. G.Guastella
Dott. Geol. M.Leonardi
Dott. Ing. G.Parente



Dott. Arch. E.A.E.Crimi
Dott. Ing. M.Panfili
Dott. Arch. P.Ghirelli
Dott. Ing. D.Pelle

Dott. Ing. L.Ragnacci
Dott. Arch. A.Strati
Archeol. M.G.Liseno



Dott. Ing. D.Carlaccini
Dott. Ing. S.Sacconi
Dott. Ing. C.Consorti

Dott. Ing. F.Aloe
Dott. Ing. A.Salvemini



Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. G.Pulli
Dott. Ing. F.Macchioni

Dott. Ing. G.Verini Supplizi
Dott. Ing. V.Piunno
Geom. C.Sugaroni



Dott. Ing. P.Agnello

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini

Ordine dei Geologi della Regione Umbria n° 108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia n° A1373

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

OPERE DI SOSTEGNO

PARATIA DI PALI IMBOCCO GALLERIA IN SX DAL KM 1+439 AL KM 1+685

Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO			NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T04OS71STRRE01C				
L0408Z	E	2101	CODICE ELAB. T04OS71STRRE01			C	-
C	Revisione a seguito di Rapporto di Verifica		Nov 2021	E. Sellari	F. Durastanti	N. Granieri	
B	Revisione a seguito istruttoria Anas		Set 2021	E. Sellari	F. Durastanti	N. Granieri	
A	Emissione		Giu 2021	E.Sellari	F. Durastanti	N.Granieri	
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	7
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	8
2.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	8
2.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	8
7. MODELLAZIONE NUMERICA	10
7.1 PROGRAMMI PER L'ANALISI AUTOMATICA.....	10
7.2 MODELLI DI CALCOLO	10
7.3 PARATIA LIBERA	10
8. ANALISI DEI CARICHI	12
8.1 CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	12
8.1.1 Peso Proprio.....	12
8.1.2 Spinta statica delle terre.....	12
8.1.3 Spinta statica dell'acqua	14
9. RISULTATI	15
9.1 PARATIA LIBERA	15
9.1.1 Verifiche SLU pareti.....	15
9.1.2 Verifiche SLU geo	20
9.1.3 Verifiche SLE.....	21
9.1.4 Armatura.....	25
10. ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO.....	26

MANDATARIA: MANDANTI:



MANDATARIA:

MANDANTI:



1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il calcolo ed il dimensionamento della paratia OS71 relativa alla progettazione del Lotto 4 del "Collegamento autostradale Ragusa-Catania: ammodernamento a n° 4 corsie della s.s. 514 "di Chiaromonte" e della s.s. 194 ragusana dallo svincolo con la s.s. 115 allo svincolo con la s.s. 114".

La paratia in oggetto si sviluppa tra la pk. 1+428.63 e la pk. 1+685.60; l'opera di sostegno consta in paratie libere, realizzate mediante pali aventi diametro \varnothing pari a 1000 mm disposti ad interasse di 1.2m;

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata determinate dall'interazione terreno - struttura con l'aggiunta delle azioni sismiche derivanti dall'applicazione della Normativa D.M. del 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche eseguite nel presente elaborato fanno riferimento allo stesso D.M. del 2008.

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

	L (m)	Hscavo (m)	D(m)	i(m)
OS71	15	6	1	1,2

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- **D.M. 14 gennaio 2008** – pubblicato su S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 – "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- **Circolare n.ro 617 del 2 febbraio 2009** – "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008";
- **UNI EN 1992-1-1:2005**: "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – parte 1 – Regole generali e regole per edifici";
- **UNI EN 206-1 ottobre 2006** – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- azione, produzione e conformità";

MANDATARIA: MANDANTI:

- **UNI EN 11104 marzo 2004** – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;

MANDATARIA:

MANDANTI:



4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo per pali C32/40

Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	=	40.0	N/mm ²
Modulo elastico	E_c	=	33345	N/mm ²
Classe di esposizione	XC2			
Copriferro			60	mm

Calcestruzzo per fondazione dei muri C32/40

Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	=	40.0	N/mm ²
Modulo elastico	E_c	=	33345	N/mm ²
Classe di esposizione	XA2			
Copriferro			40	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	E_s	=	210000	N/mm ²

Acciaio per trefoli dei tiranti attivi definitivi

Trefoli	0.6		"
Boiaccia di cemento (conforme alla norma UNI EN 206-1/UNI 11104)	Classe esposizione		di XA2
Resistenza caratteristica a trazione f_{ptk}	1860		MPa
Resistenza a trazione allo 0.1% $f_{p(1)k}$	1670		MPa

MANDATARIA: MANDANTI:

Miscela cementizia di iniezione per tiranti C32/40 N/mm²

Acciaio per carpenteria metallica

Travi di ripartizione tiranti

Acciaio S275

MANDATARIA:

MANDANTI:



5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riportano di seguito i parametri di resistenza e deformabilità dei terreni usati nel modello in accordo la caratterizzazione geotecnica.

Unità geologiche	descrizione	Unità geotecniche	litotipo	γ	c'	φ'	c_u	E'	$k_0(^*)$
				[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]	[-]
Qcs	Sabbie con lenti ghiaiose e argille salmastre	Qcs	Sabbia limosa	20	0	41	-	50	0.36

Tabella 1: Caratterizzazione geotecnica

L'opera non è interessata dalla falda.

MANDATARIA: MANDANTI:

 Sintagma

 GPI INGEGNERIA
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA s.r.l.

 coopprogetti

 ICARIA
società di ingegneria

 GEOTECHNICAL
DESIGN GROUP

 OMNISERVICE
ENGINEERING

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 2008 e relativa circolare applicativa.

2.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 50$ anni. Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe IV a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_U = 2,0$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 50 \times 2 = 100$ anni

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudo-statico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

2.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo **C**

Si ottiene per il sito in esame:

MANDATARIA: MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

Dati NTC 2008

Latitudine Longitudine Francofonte (SR)

37° 13' 51.6" N 14° 52' 48" E

Vita nominale (anni) Classe d'uso Cu

Stato Limite Cat. Sottosuolo Cat. topografica

ag (g)

F0

T_c

S_s

St

Cc

punti 49195 49196 48973 49417

posizione indicativa (mappa INGV)

Sicilia

Comune	Provincia
Fiumedinisi	ME
Fiumefreddo di Sicilia	CT
Floresta	ME
Floridia	SR
Fondachelli-Fantina	ME
Forza d'Agro'	ME
Francavilla di Sicilia	ME
Francofonte	SR
Frazzano'	ME
Furci Siculo	ME
Furnari	ME
Gaggi	ME
Gagliano Castelferrato	EN
Galati Mamertino	ME
Gallodoro	ME
Gangi	PA
Gela	CL
Geraci Siculo	PA
Giardinello	PA
Giardini-Naxos	ME
Giarratana	RG
Giarre	CT

Figura 1: Parametri sismici.

Includi Azione Sismica

1. Definizione accelerazione

Coefficiente accel. base a_g / g

Fattore importanza I

Coefficiente S_s

Coefficiente S_t

$a_{max} / g =$

2. Accelerazioni di calcolo

Eurocodice

Calcolo coefficiente di risposta R

Input diretto

Da formule

U_s m T_c m/s

V_{max} m/s V_{max}/a_{max}

R=

NTC

$U_s =$ m

$\beta =$

$\alpha =$

$k_h = \alpha \beta a_{max}$

3. Definizione calcolo

Modalità spinta Paratia fuori terra Paratia intera

Comportamento idraulico Terreno pervio Terreno impervio

k_{vu} (% kh)

k_{vd} (% kh)

R_u

Includi inerzia paratia

4. Metodo di calcolo

Procedura Automatica (Paratie)

Pressione di Wood [0-1]

Valore Applicato

Manuale (Carichi Esterni)

Comportamento Paratia Flessibile (usa kh) Rigido (usa amax)

Metodo Wood Mononobe-Okabe Semirigido

B= Correlazione $\alpha_1 - \alpha_2$

$\alpha_1 =$

$\alpha_2 =$

Figura 2: Parametri per il calcolo della sovra-spinta sismica.

MANDATARIA: MANDANTI:

7. MODELLAZIONE NUMERICA

7.1 Programmi per l'analisi automatica

Lo stato tenso-deformativo della paratia e le verifiche strutturali sono state svolte con il codice di calcolo *PARATIEPLUS*.

7.2 Modelli di calcolo

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

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

7.3 Paratia libera

La paratia è costituita da pali $\Phi 1000$, interasse 1.2m, L=15m.

L'altezza di scavo è 6 m.

Nella modellazione è implementata la seguente successione di step:

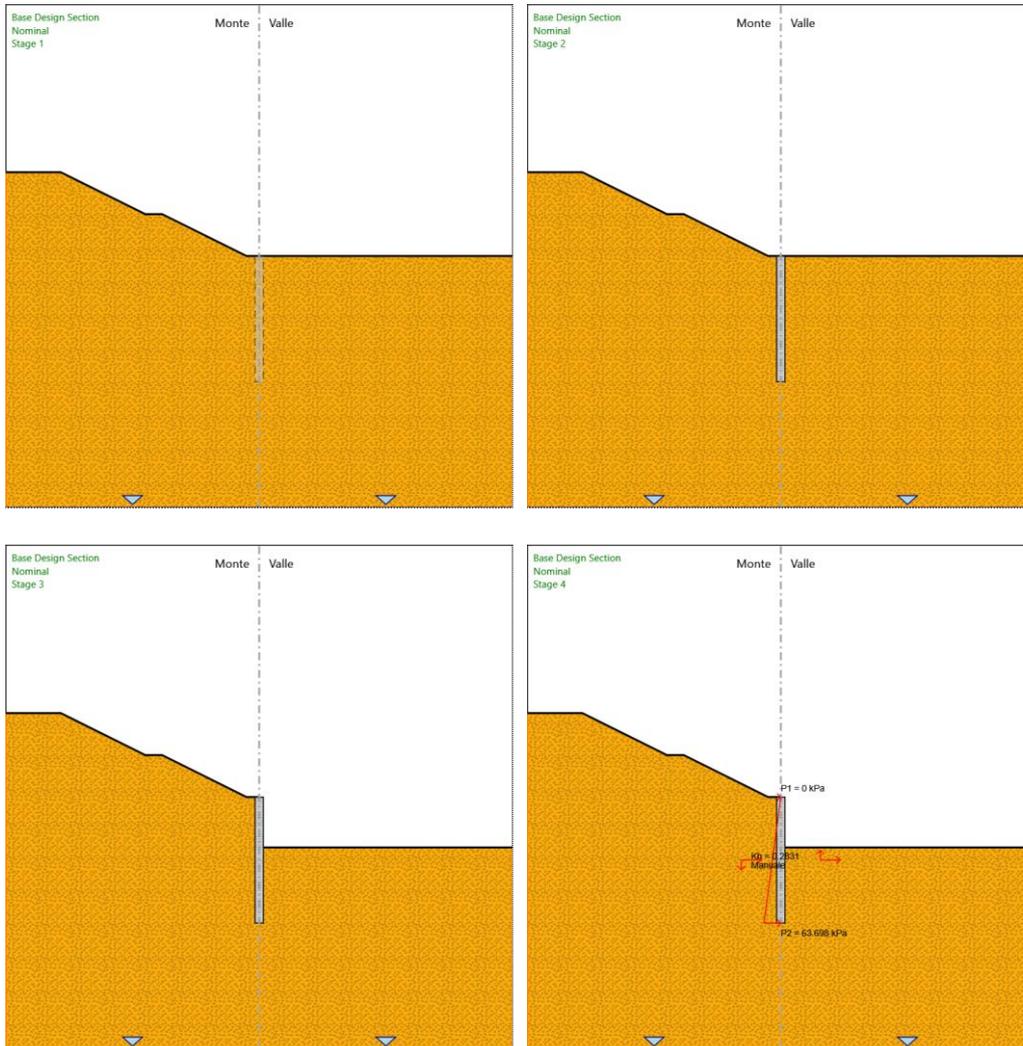
- Step 1: Condizione geostatica.
- Step 2: Realizzazione della paratia.
- Step 3: Scavo finale.
- Step 4: Sisma.

Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati di calcolo.

MANDATARIA:

MANDANTI:





MANDATARIA: **MANDANTI:**



8. ANALISI DEI CARICHI

8.1 Condizioni di carico elementari

8.1.1 Peso Proprio

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

$$\gamma_{cls}=25.0 \quad \text{kN/m}^3$$

8.1.2 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:

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

dove

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

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

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

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

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

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

MANDATARIA: MANDANTI:



Formulazione di Coulomb per k_a

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

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 Lancellotta per k_p

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

dove:

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

MANDATARIA: MANDANTI:

8.1.3 Spinta statica dell'acqua

L'opera non è interessata dalla presenza della falda.

MANDATARIA:

MANDANTI:



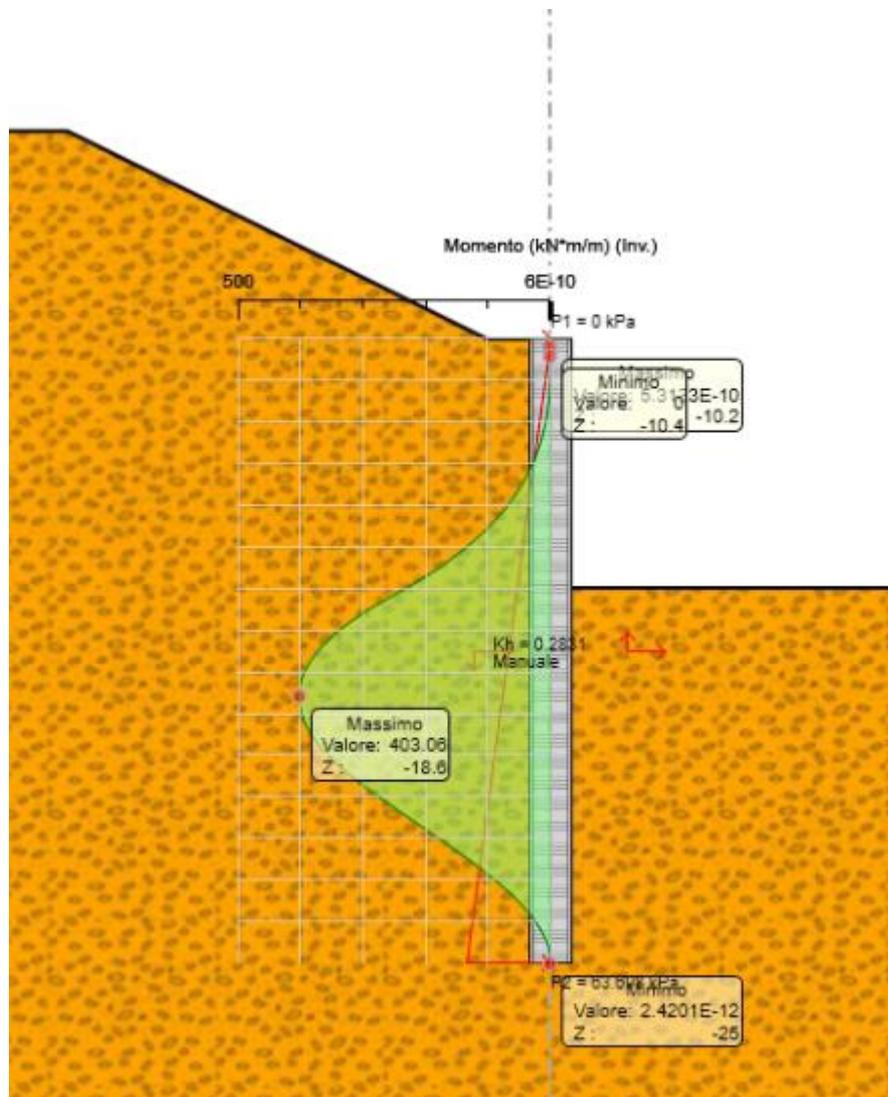
9. Risultati

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.

9.1 Paratia libera

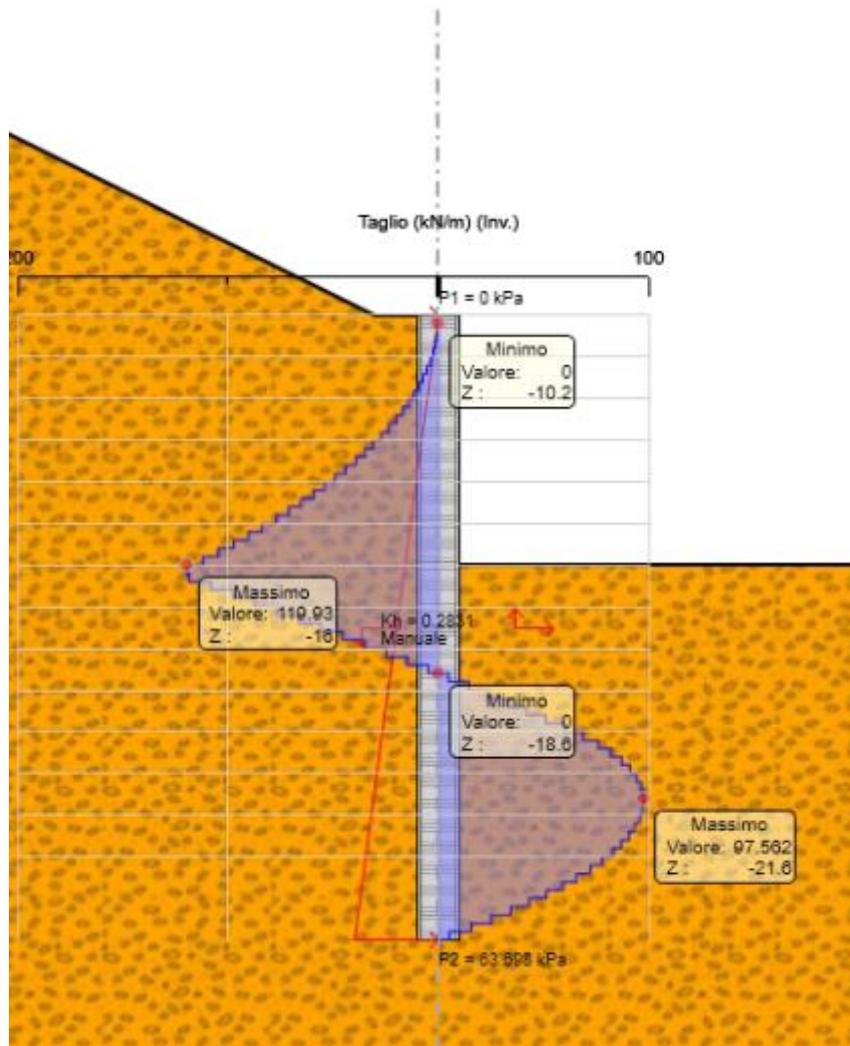
9.1.1 Verifiche SLU pareti

Dall'involuppo del momento flettente si osserva che il massimo valore risulta pari a 403 kNm/m.



MANDATARIA: MANDANTI:

Dall'involuppo del taglio si osserva che il massimo valore risulta pari a 120 kN/m.



MANDATARIA: MANDANTI:

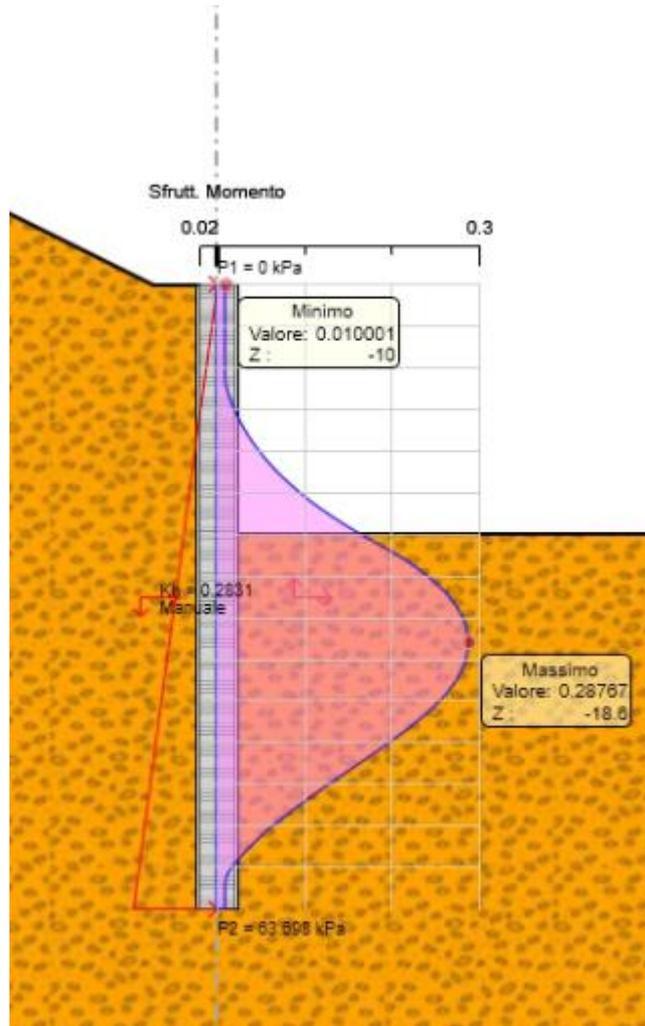
Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali dei pali a flessione e a taglio condotte mediante l'ausilio di Paratie plus. In particolare, si riportano i diagrammi dei tassi di sfruttamento, ottenuti come rapporto tra sollecitazione presente e resistenza disponibile in ogni sezione.

MANDATARIA:

MANDANTI:

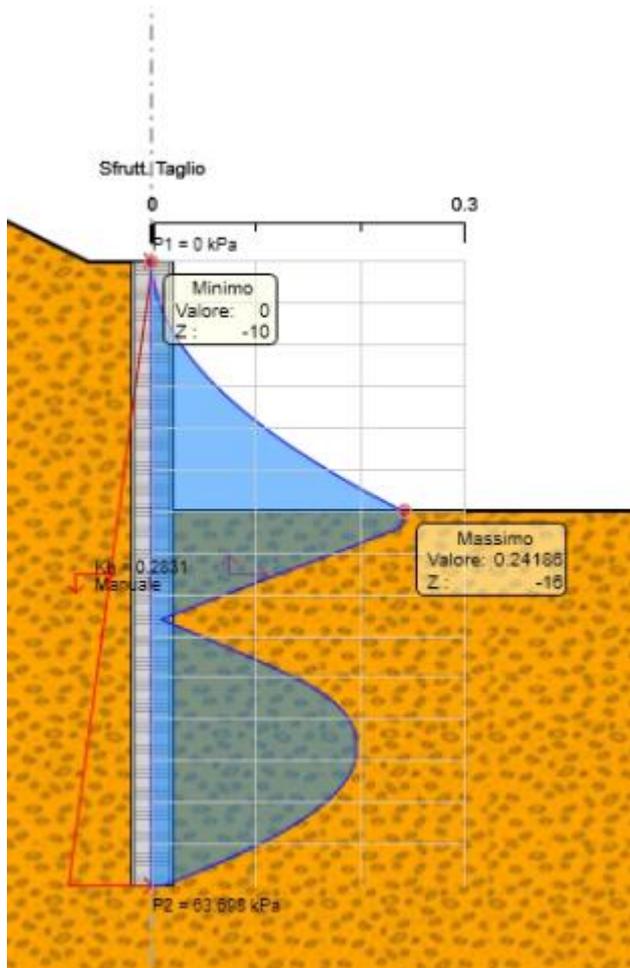


Tasso di sfruttamento a momento T.S.F.max = 0.3 < 1



MANDATARIA: MANDANTI:

Tasso di sfruttamento a taglio T.S.F.max = 0.24 < 1



MANDATARIA: MANDANTI:

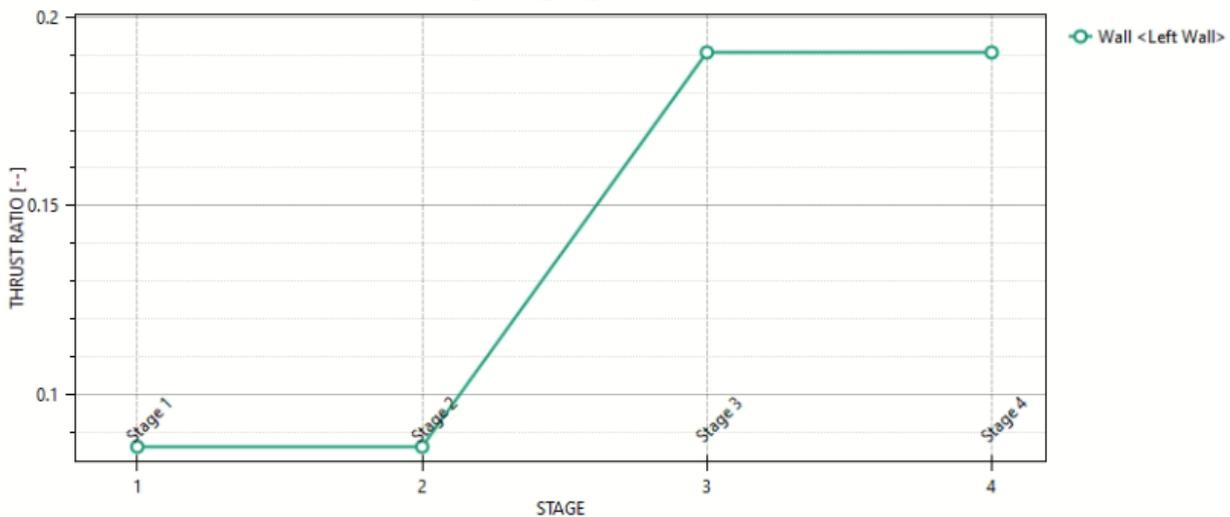
9.1.2 Verifiche SLU geo

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.

Il massimo rapporto di mobilitazione della spinta passiva è circa il 19% in condizioni statiche, il 24% in condizioni sismiche.

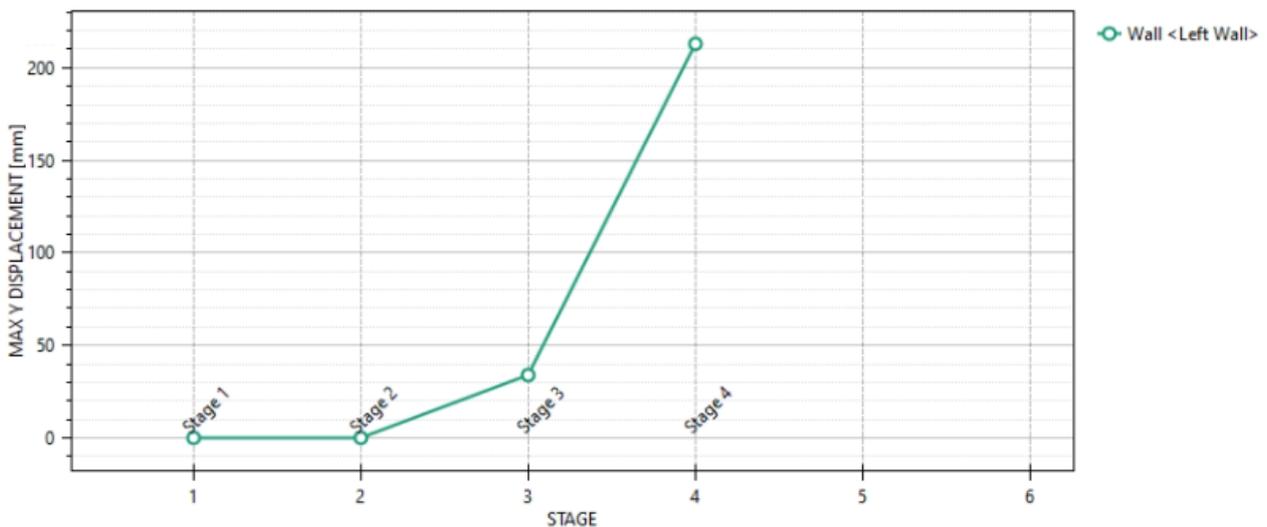
Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <A2+M2+R1>



Spostamenti laterali massimi (assoluti)

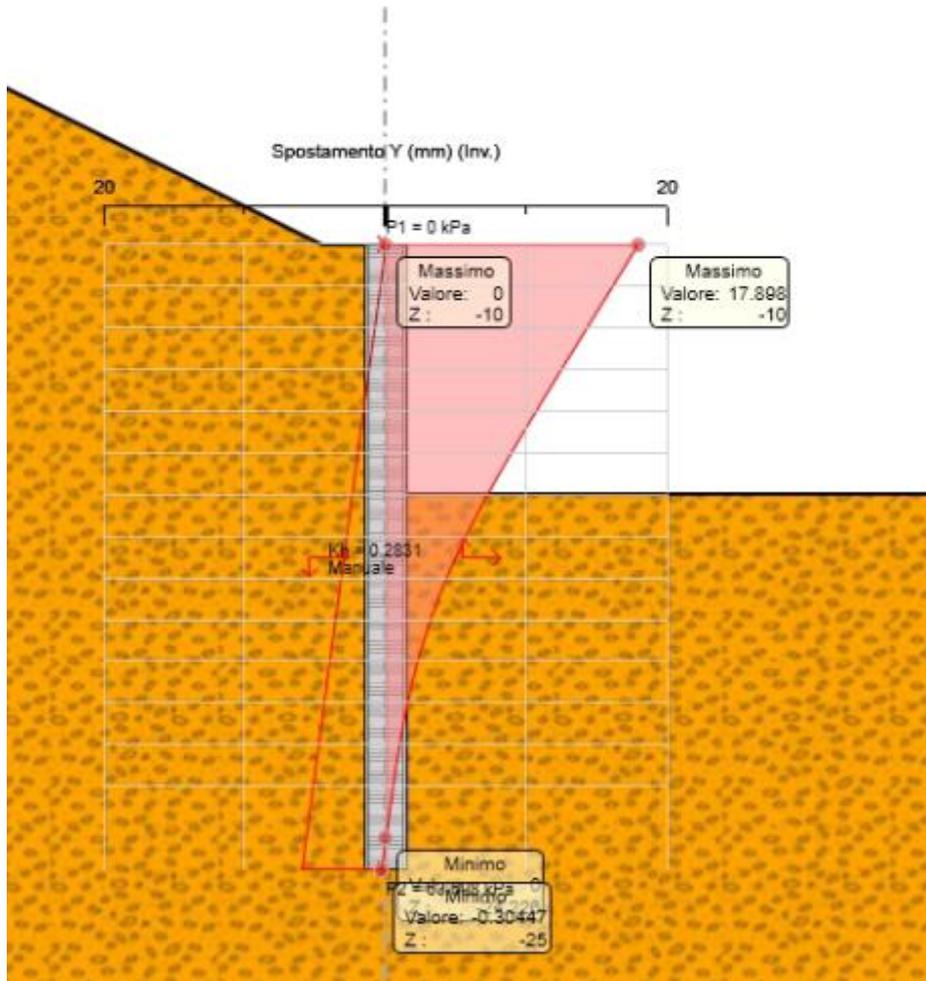
D.A. <SISMICA GEO>



MANDATARIA: MANDANTI:

9.1.3 Verifiche SLE

Dall'involuppo degli spostamenti in combinazione SLE si osserva che lo spostamento massimo orizzontale della paratia vale 18mm:

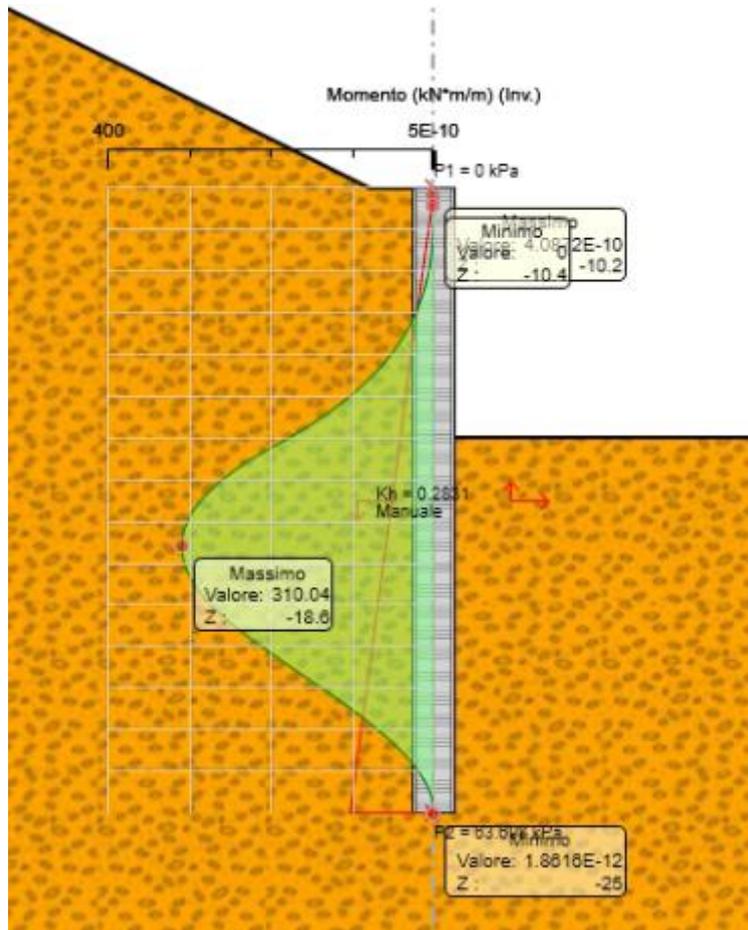


MANDATARIA: MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

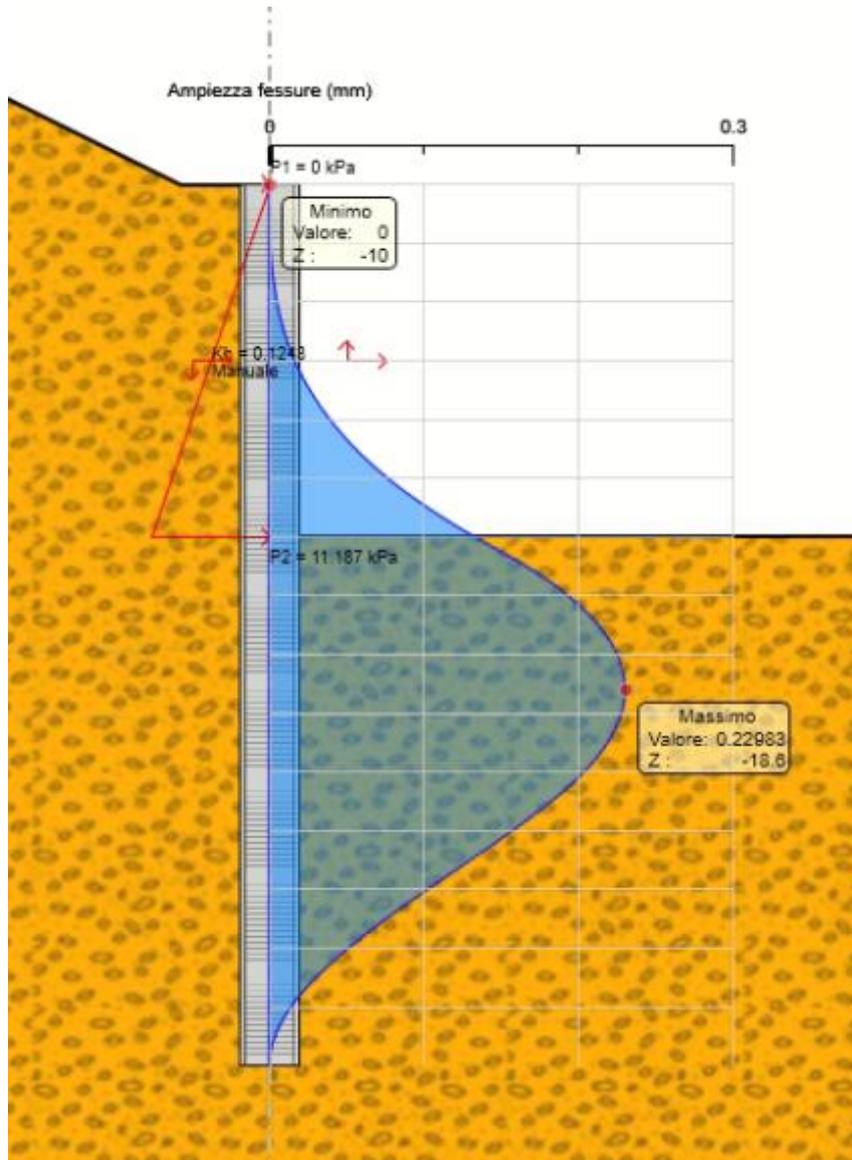
		m	mm		limite spostamento paratia a SLE		risultato sle	
				m	mm		mm	
check 1	0.005H	0.075	75	0.06	60	>	18	ok
check 2	1/100H _{scavo}	0.06	60					

Dall'involuppo del momento flettente si osserva che il massimo valore risulta pari a 310 kNm/m.



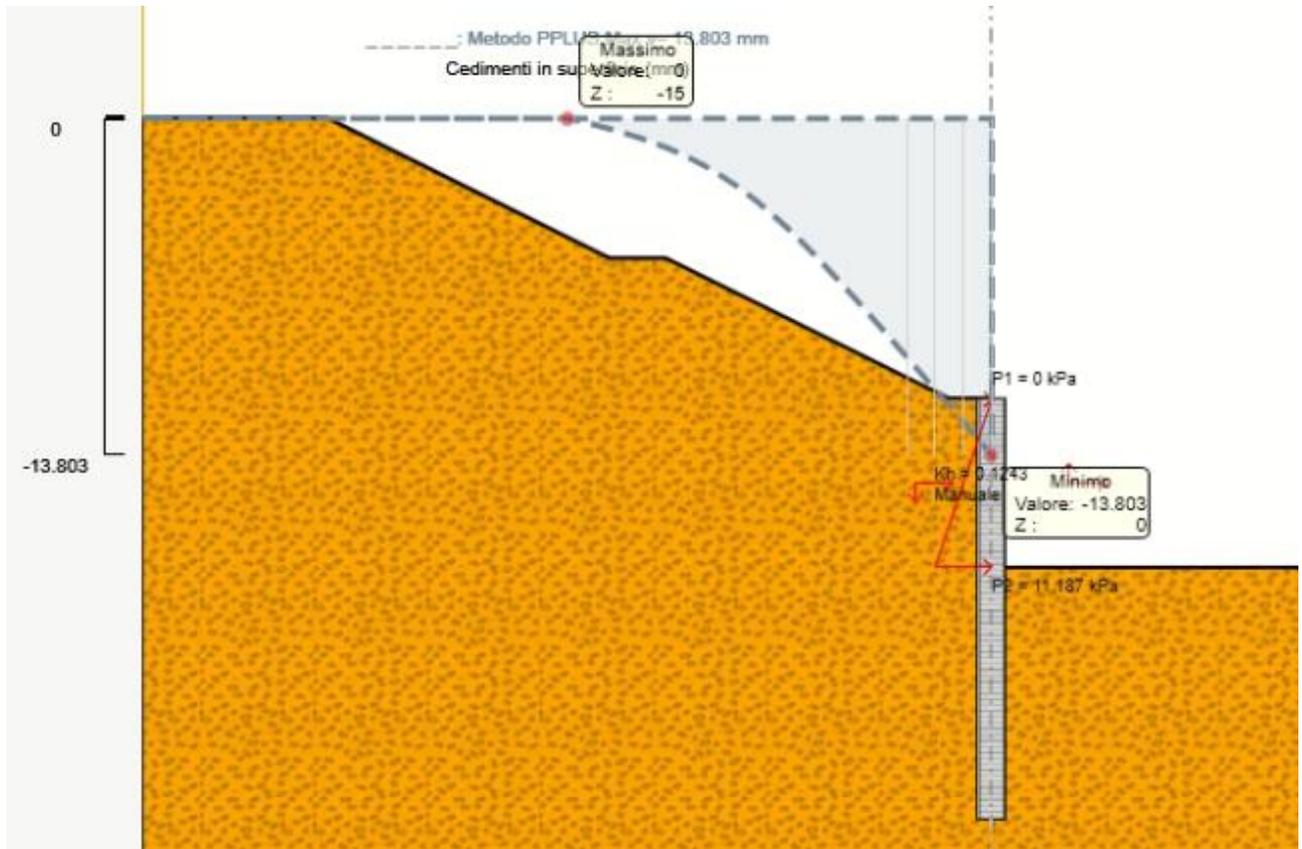
MANDATARIA: MANDANTI:

L'ampiezza massima di apertura delle fessure è pari a 0.23mm:



MANDATARIA: MANDANTI:

Il cedimento massimo risulta pari a 14 mm.



MANDATARIA: MANDANTI:

9.1.4 Armatura

Barre longitudinali	Staffe
26 ϕ 24	ϕ 12/10

10. ALLEGATO: Tabulati di calcolo

Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL

Quota : 0 m

OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	ϕ_{cv}	ϕ_p	c'	Su	Modulo	Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	°	°	kPa	kPa			kPa	kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	
1	Qcs	20	20	41				0	Constant			50000	80000											

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -10 m

Quota di fondo : -25 m

Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 15 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : -10 m

Barre 1

Numero di barre : 26

Diametro : 0.024 m

Distanza dal bordo : 0.084 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.012 m

Lunghezza : 15 m

Quota iniziale : -10 m

Passo : 0.1 m

Sezione : Palo 1000

Area equivalente : 0.654498469497874 m

Inerzia equivalente : 0.0409 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

MANDATARIA: MANDANTI:



Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.2 m

Diametro : 1 m

Efficacia : 1

MANDATARIA:

MANDANTI:



ICARIA
società di ingegneria



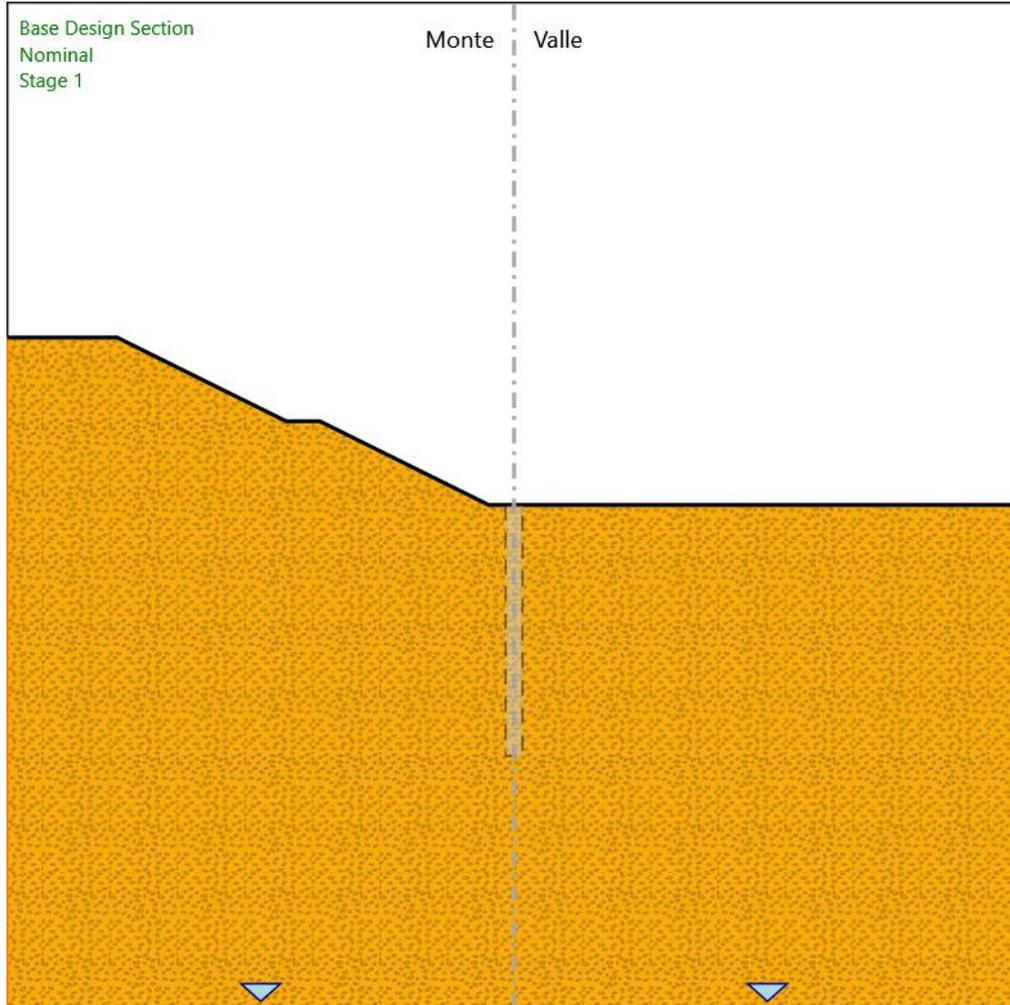
GEOTECHNICAL
DESIGN GROUP



OMNISERVICE
INGEGNERIA

Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -10 m

Lato valle : -10 m

MANDATARIA:

MANDANTI:

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;0)

(-23.5;0)

(-13.5;-5)

(-11.5;-5)

(-1.5;-10)

(0;-10)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-10 m

MANDATARIA:

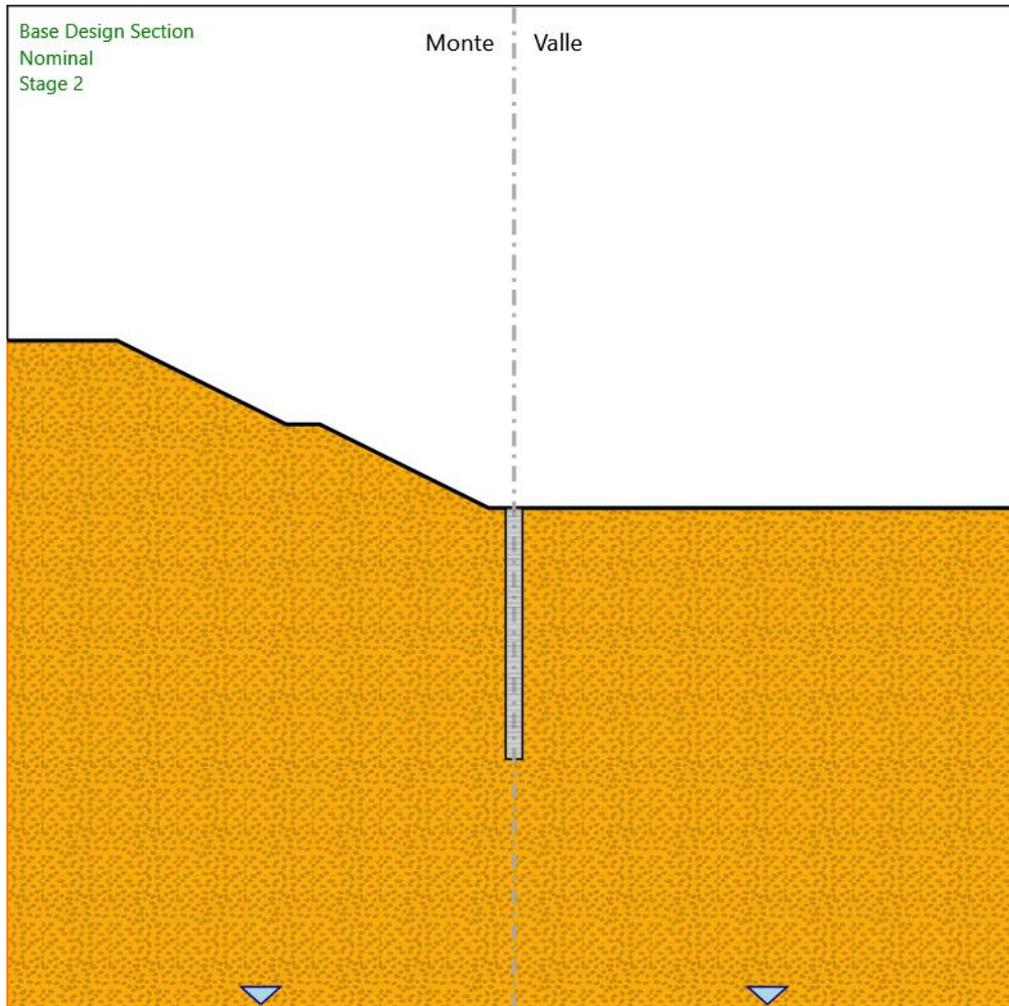
MANDANTI:



ICARIA
società di ingegneria



Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -10 m

Lato valle : -10 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;0)

MANDATARIA:

MANDANTI:

(-23.5;0)

(-13.5;-5)

(-11.5;-5)

(-1.5;-10)

(0;-10)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-10 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -10 m

Quota di fondo : -25 m

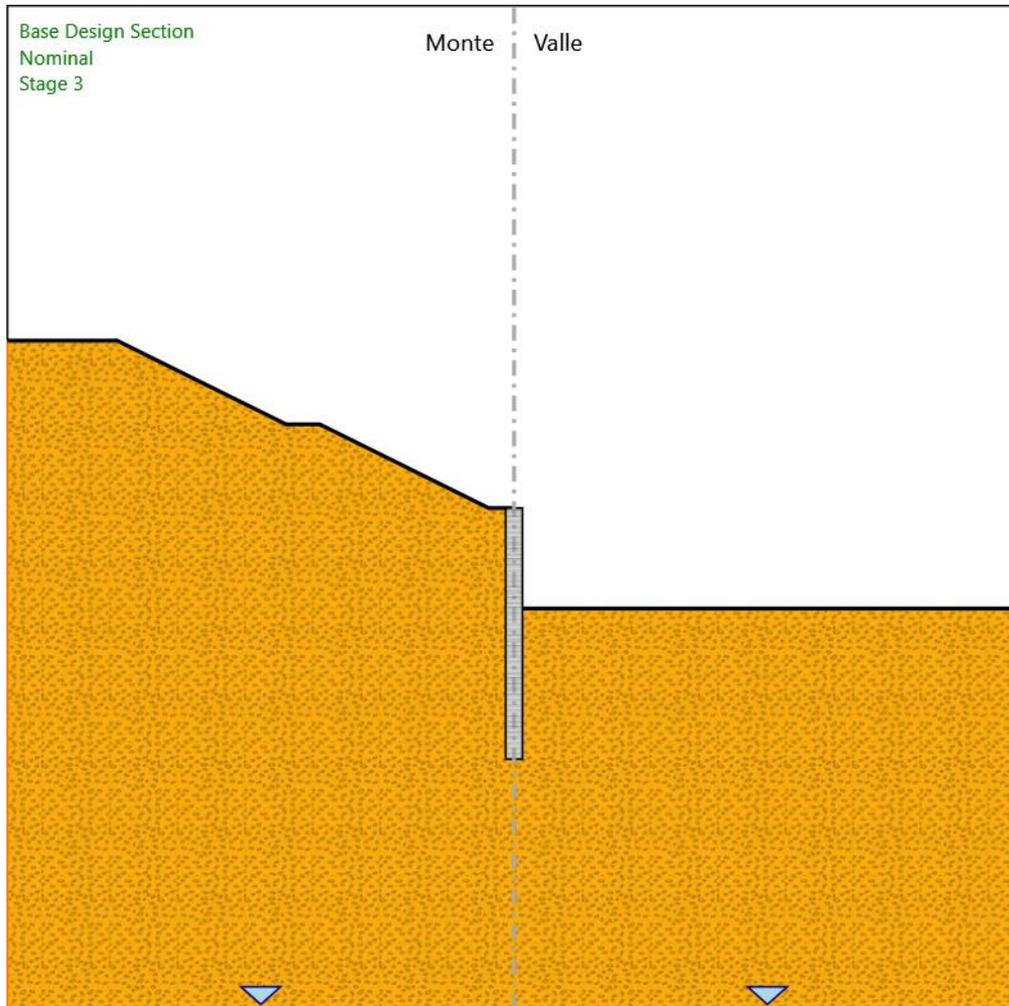
Sezione : Palo 1000

MANDATARIA:

MANDANTI:



Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -10 m

Lato valle : -16 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;0)

MANDATARIA:

MANDANTI:

(-23.5;0)

(-13.5;-5)

(-11.5;-5)

(-1.5;-10)

(0;-10)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-16 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -10 m

Quota di fondo : -25 m

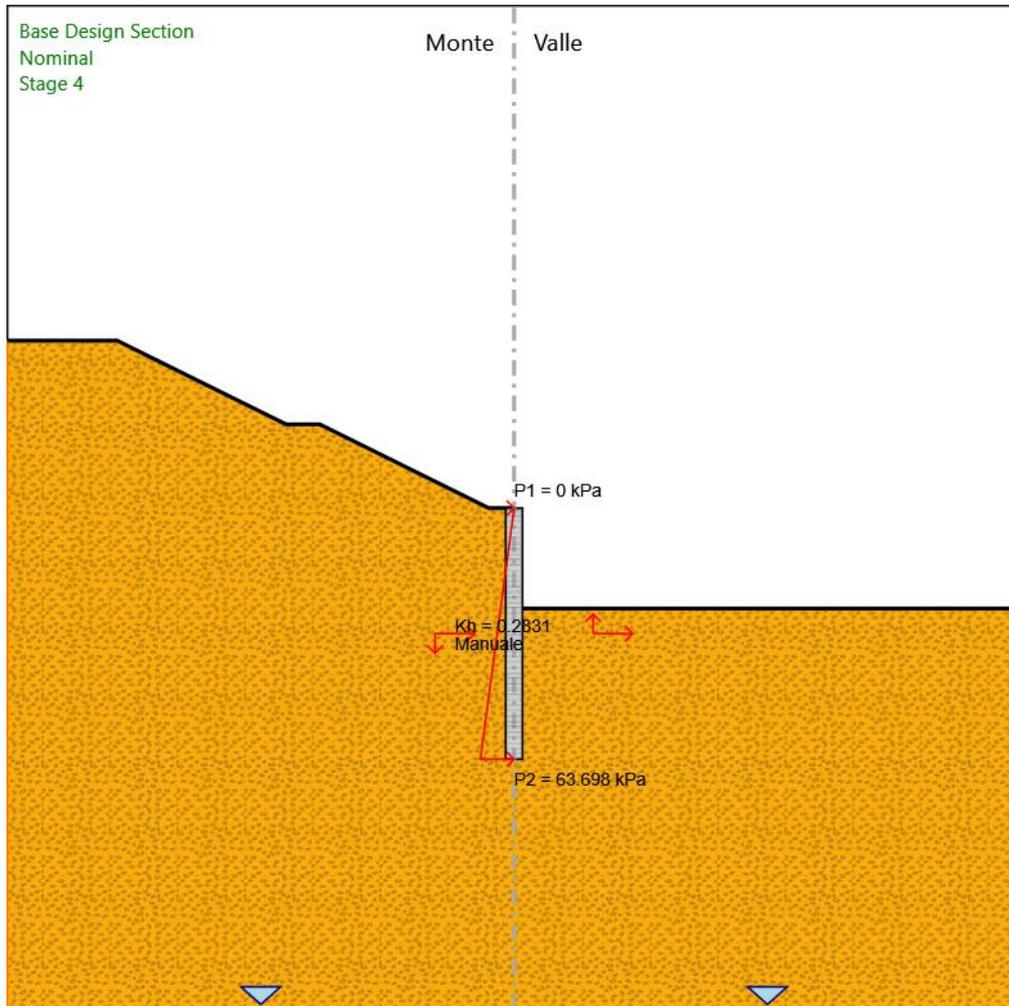
Sezione : Palo 1000

MANDATARIA:

MANDANTI:



Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -10 m

Lato valle : -16 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-30;0)

MANDATARIA: MANDANTI:

(-23.5;0)

(-13.5;-5)

(-11.5;-5)

(-1.5;-10)

(0;-10)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-16 m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -10 m

Quota di fondo : -25 m

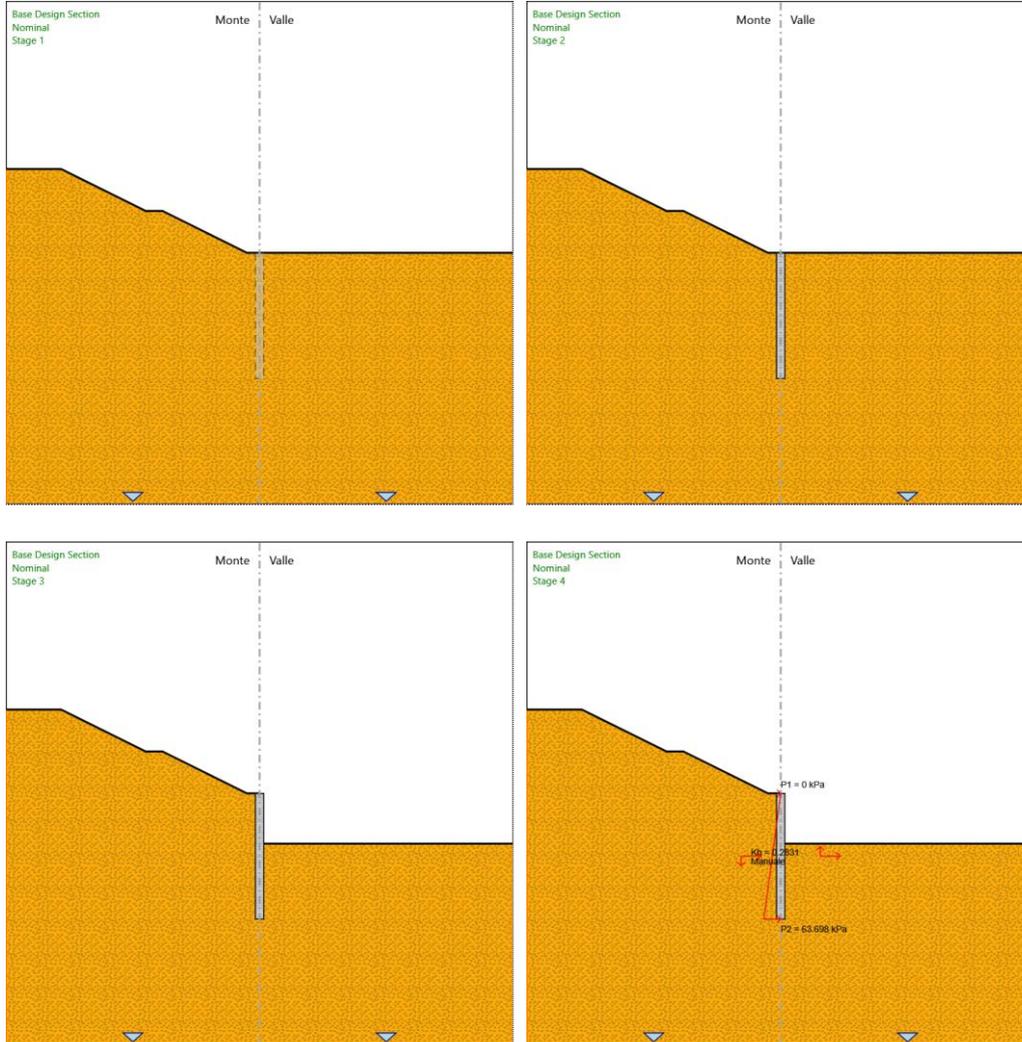
Sezione : Palo 1000

MANDATARIA:

MANDANTI:



Tabella Configurazione Stage (Nominal)



MANDATARIA: **MANDANTI:**

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seis m_load)	Pressioni Monte (F_Wat erDR)	Pressioni Valle (F_Wat erRes)	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	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

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

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

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V

MANDATARIA: MANDANTI:

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V
A2+M2+R1	V	V	V	V
SISMICA STR	V	V	V	V
SISMICA GEO	V	V	V	V

MANDATARIA:

MANDANTI:



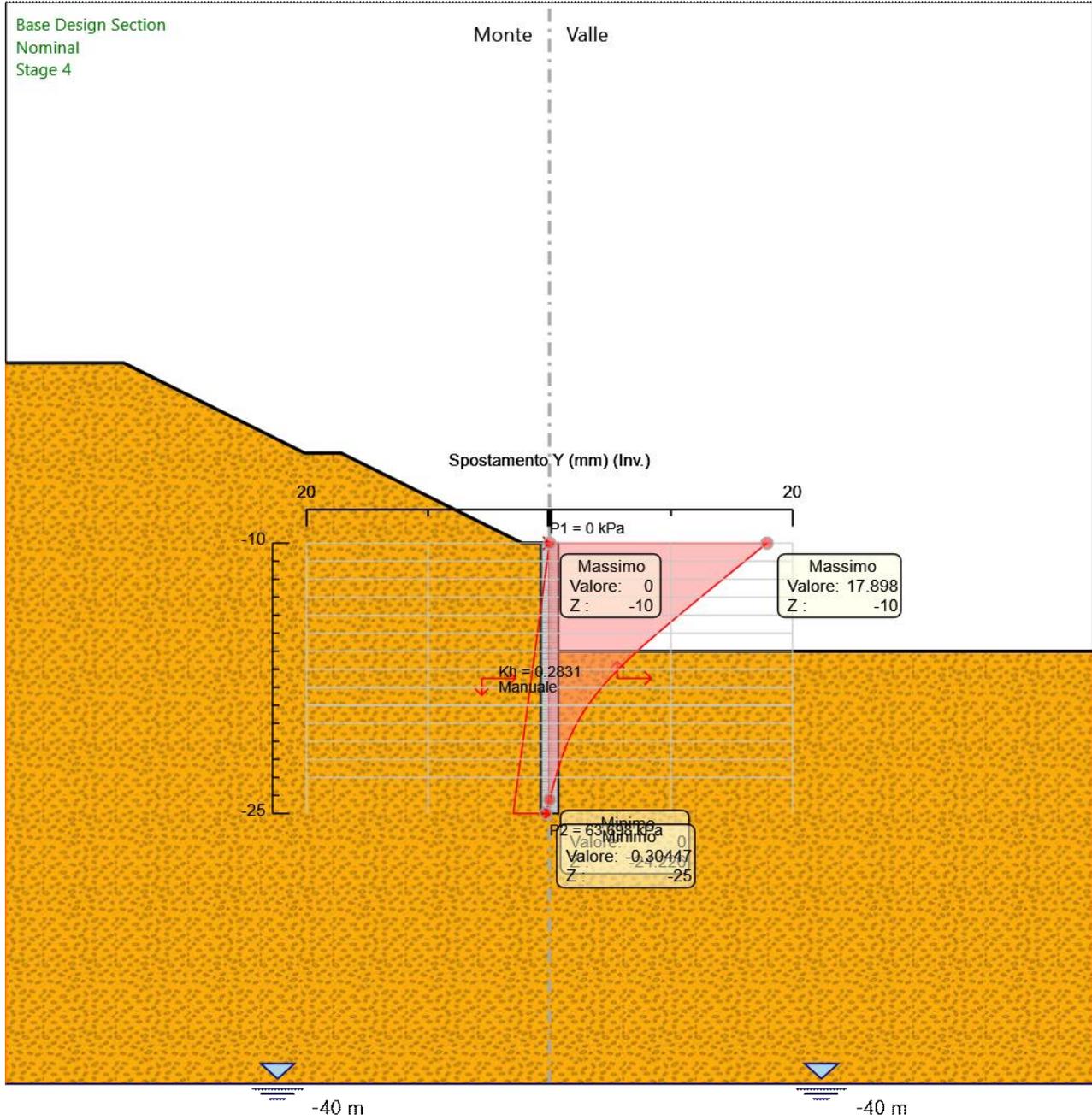
Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Grafico Inviluppi Spostamento

MANDATARIA:

MANDANTI:





Spostamento

MANDATARIA: MANDANTI:

Tabella Involuppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-10	0	0
-10.2	0.093	0
-10.4	0.459	0
-10.6	1.186	0
-10.8	2.363	0
-11	4.077	0
-11.2	6.417	0
-11.4	9.47	0
-11.6	13.325	0
-11.8	18.07	0
-12	23.793	0
-12.2	30.581	0
-12.4	38.523	0
-12.6	47.708	0
-12.8	58.222	0
-13	70.154	0
-13.2	83.592	0
-13.4	98.624	0
-13.6	115.339	0
-13.8	133.824	0
-14	154.167	0
-14.2	176.456	0
-14.4	200.78	0
-14.6	227.226	0
-14.8	255.883	0
-15	286.839	0
-15.2	320.181	0
-15.4	355.996	0
-15.6	394.375	0
-15.8	435.405	0
-16	479.174	0
-16.2	525.772	0
-16.4	574.679	0
-16.6	625.381	0
-16.8	677.363	0
-17	730.109	0
-17.2	783.103	0
-17.4	835.83	0
-17.6	887.773	0
-17.8	938.418	0
-18	987.247	0
-18.2	1033.746	0
-18.4	1077.399	0
-18.6	1117.69	0
-18.8	1154.103	0
-19	1186.124	0
-19.2	1213.234	0
-19.4	1234.92	0
-19.6	1250.665	0
-19.8	1259.953	0
-20	1262.269	0
-20.2	1257.097	0
-20.4	1243.922	0
-20.6	1222.227	0

MANDATARIA: MANDANTI:



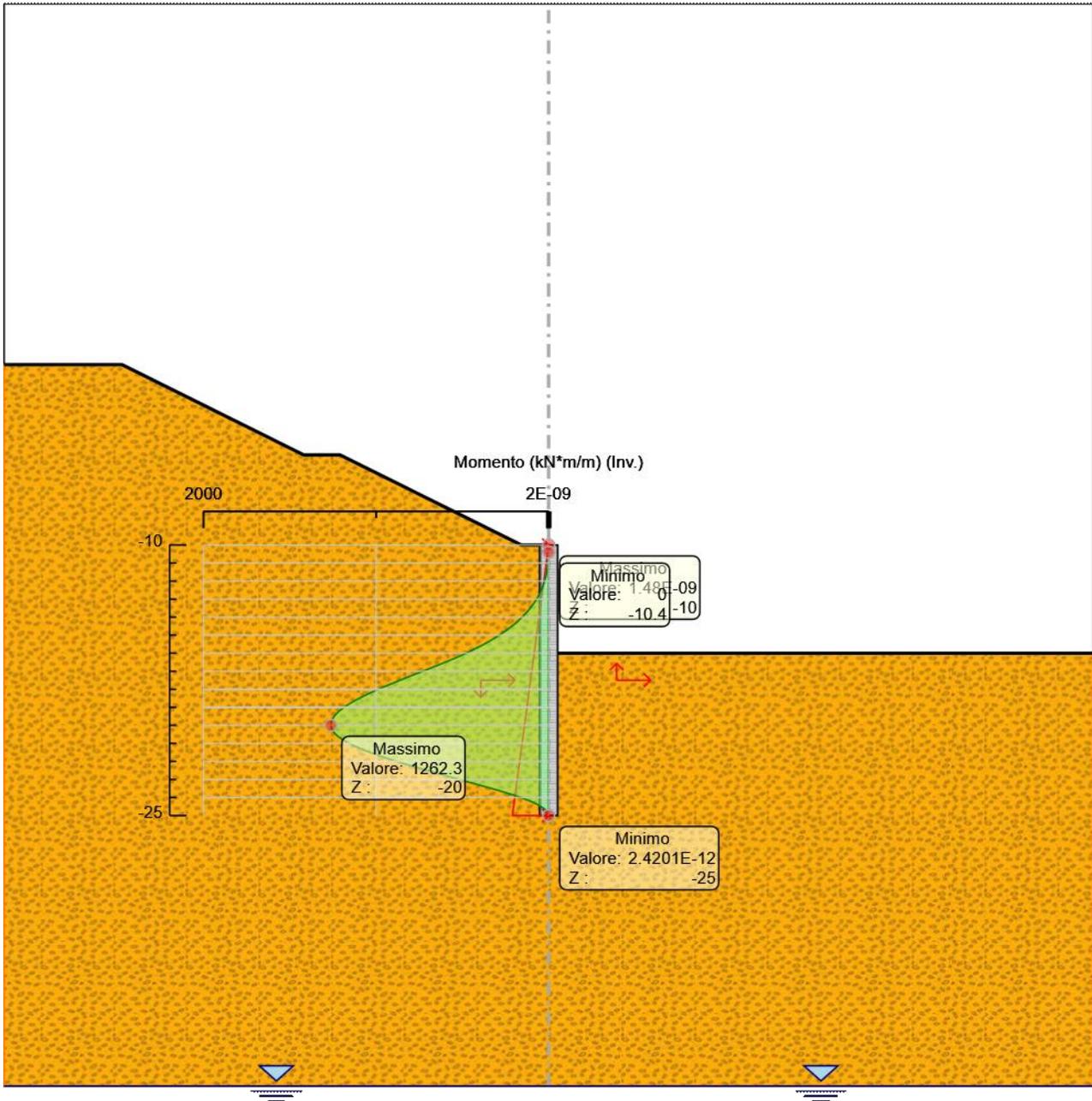
Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-20.8	1192.31	0
-21	1154.881	0
-21.2	1110.642	0
-21.4	1060.286	0
-21.6	1004.496	0
-21.8	943.952	0
-22	879.323	0
-22.2	811.271	0
-22.4	740.45	0
-22.6	667.511	0
-22.8	593.098	0
-23	517.849	0
-23.2	442.4	0
-23.4	367.382	0
-23.6	293.752	0
-23.8	224.281	0
-24	161.139	0
-24.2	106.462	0
-24.4	61.819	0
-24.6	28.401	0
-24.8	7.397	0
-25	0	0

MANDATARIA:

MANDANTI:



Grafico Involuppi Momento



MANDATARIA: MANDANTI:

Momento

MANDATARIA:

MANDANTI:



Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-10	0.463	0
-10.2	1.83	0
-10.4	3.637	0
-10.6	5.884	0
-10.8	8.571	0
-11	11.699	0
-11.2	15.267	0
-11.4	19.275	0
-11.6	23.724	0
-11.8	28.613	0
-12	33.942	0
-12.2	39.711	0
-12.4	45.921	0
-12.6	52.571	0
-12.8	59.661	0
-13	67.191	0
-13.2	75.162	0
-13.4	83.573	0
-13.6	92.424	0
-13.8	101.716	0
-14	111.447	0
-14.2	121.619	0
-14.4	132.232	0
-14.6	143.284	0
-14.8	154.777	0
-15	166.71	0
-15.2	179.083	0
-15.4	191.896	0
-15.6	205.15	0
-15.8	218.844	0
-16	232.979	0
-16.2	244.535	0
-16.4	253.512	0
-16.6	259.91	0
-16.8	263.73	0
-17	264.971	0
-17.2	264.971	0
-17.4	263.633	0
-17.6	259.716	0
-17.8	253.221	0
-18	244.148	0
-18.2	232.495	0
-18.4	218.264	0
-18.6	201.454	4.826
-18.8	182.065	14.369
-19	160.098	25.15
-19.2	135.552	42.948
-19.4	108.427	59.644
-19.6	78.724	75.265
-19.8	46.442	89.832
-20	11.581	103.371
-20.2	0	115.905
-20.4	0	127.455
-20.6	0	149.586

MANDATARIA: MANDANTI:



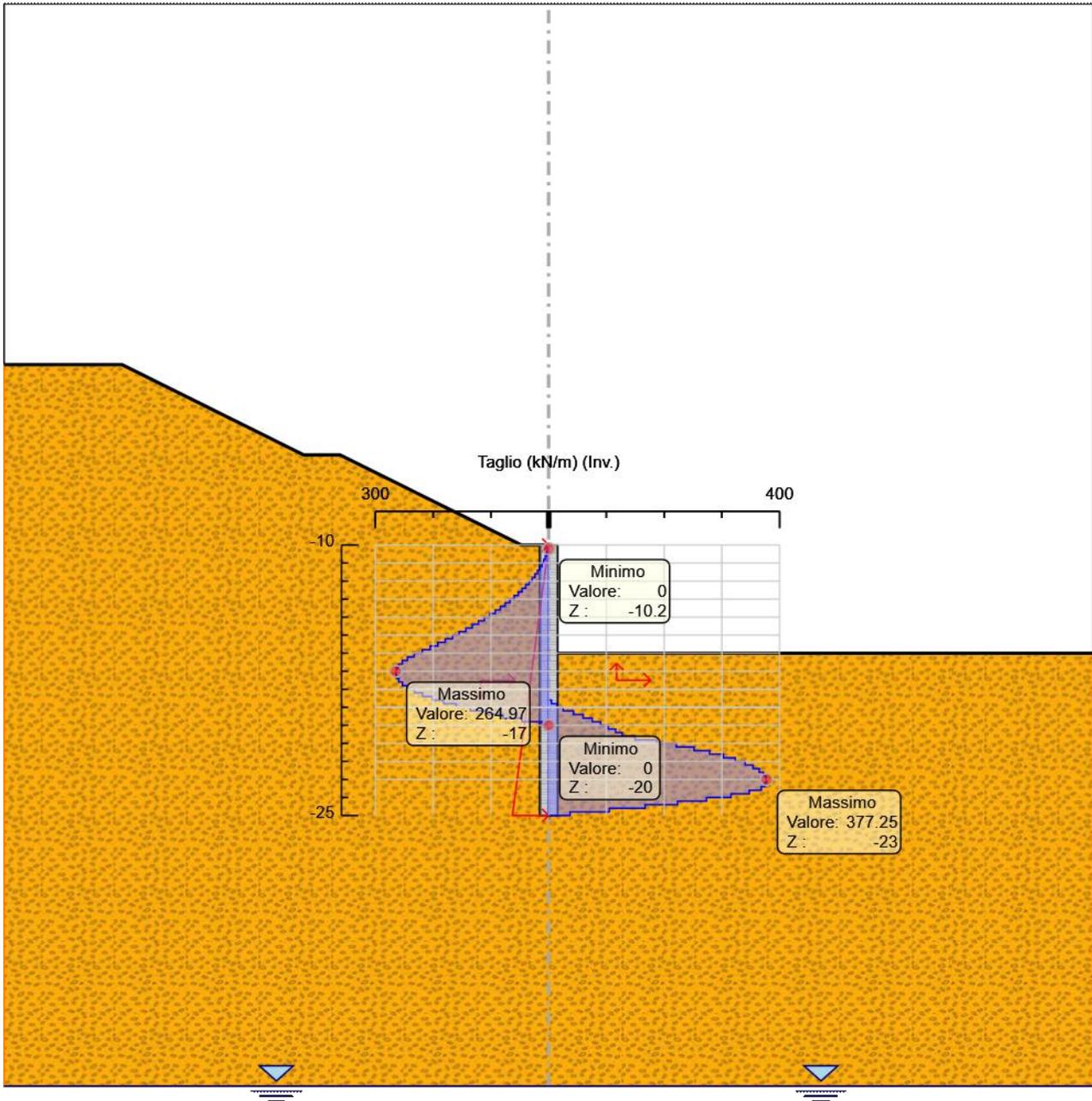
Selected Design Assumptions Z (m)	Inviluppi: Taglio Lato sinistro (kN/m)	Muro: WallElement Lato destro (kN/m)
-20.8	0	187.144
-21	0	221.194
-21.2	0	251.779
-21.4	0	278.94
-21.6	0	302.716
-21.8	0	323.145
-22	0	340.264
-22.2	0	354.103
-22.4	0	364.695
-22.6	0	372.066
-22.8	0	376.242
-23	0	377.245
-23.2	0	377.245
-23.4	0	375.094
-23.6	0	368.15
-23.8	0	347.351
-24	0	315.712
-24.2	0	273.371
-24.4	0	223.213
-24.6	0	167.094
-24.8	0	105.019
-25	0	36.99

MANDATARIA:

MANDANTI:



Grafico Inviluppi Taglio



MANDATARIA: MANDANTI:

Taglio

MANDATARIA:

MANDANTI:



Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	LEFT	5.79
SISMICA GEO	Stage 4	Left Wall	RIGHT	49.78

MANDATARIA:

MANDANTI:



Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
A2+M2+R1	Stage 3	Left Wall	LEFT	117.93
A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	RIGHT	183.15

MANDATARIA:

MANDANTI:



Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.15

MANDATARIA: MANDANTI:



Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

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

MANDATARIA: MANDANTI:



Risultati Caver

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
-10	0
-10.2	0
-10.4	0
-10.6	0
-10.8	0.001
-11	0.001
-11.2	0.002
-11.4	0.003
-11.6	0.004
-11.8	0.006
-12	0.008
-12.2	0.011
-12.4	0.014
-12.6	0.018
-12.8	0.023
-13	0.028
-13.2	0.034
-13.4	0.041
-13.6	0.049
-13.8	0.057
-14	0.067
-14.2	0.077
-14.4	0.089
-14.6	0.102
-14.8	0.115
-15	0.131
-15.2	0.147
-15.4	0.164
-15.6	0.183
-15.8	0.204
-16	0.226
-16.2	0.249
-16.4	0.272
-16.6	0.293
-16.8	0.312
-17	0.329
-17.2	0.344
-17.4	0.357
-17.6	0.368
-17.8	0.377
-18	0.384
-18.2	0.389
-18.4	0.391
-18.6	0.392
-18.8	0.391
-19	0.389
-19.2	0.384
-19.4	0.378
-19.6	0.369
-19.8	0.359
-20	0.348
-20.2	0.334
-20.4	0.32

MANDATARIA: MANDANTI:

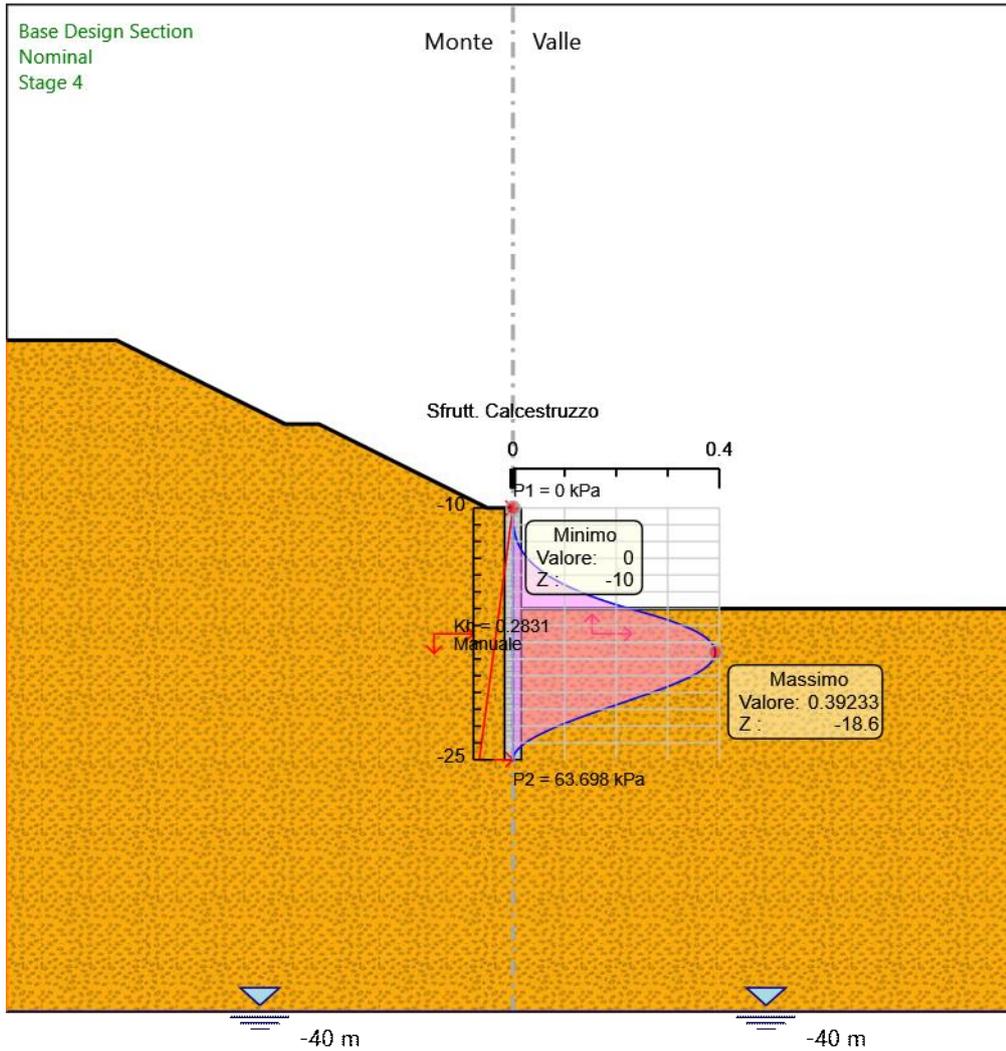
RELAZIONE DI CALCOLO

Inviluppi	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	
-20.6		0.304
-20.8		0.287
-21		0.269
-21.2		0.25
-21.4		0.232
-21.6		0.213
-21.8		0.194
-22		0.175
-22.2		0.156
-22.4		0.138
-22.6		0.12
-22.8		0.104
-23		0.087
-23.2		0.072
-23.4		0.058
-23.6		0.046
-23.8		0.034
-24		0.024
-24.2		0.016
-24.4		0.009
-24.6		0.004
-24.8		0.001
-25		0

MANDATARIA: MANDANTI:



Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

MANDATARIA:

MANDANTI:



Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Cover : LEFT

Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Cover	LEFT
-10		0
-10.2		0
-10.4		0
-10.6		0
-10.8		0
-11		0.001
-11.2		0.001
-11.4		0.002
-11.6		0.003
-11.8		0.005
-12		0.007
-12.2		0.009
-12.4		0.012
-12.6		0.015
-12.8		0.018
-13		0.023
-13.2		0.028
-13.4		0.033
-13.6		0.039
-13.8		0.046
-14		0.054
-14.2		0.063
-14.4		0.072
-14.6		0.082
-14.8		0.093
-15		0.106
-15.2		0.119
-15.4		0.133
-15.6		0.149
-15.8		0.165
-16		0.183
-16.2		0.202
-16.4		0.22
-16.6		0.237
-16.8		0.253
-17		0.266
-17.2		0.279
-17.4		0.289
-17.6		0.298
-17.8		0.305
-18		0.311
-18.2		0.314
-18.4		0.317
-18.6		0.318
-18.8		0.317
-19		0.315
-19.2		0.311
-19.4		0.306
-19.6		0.299
-19.8		0.291
-20		0.281
-20.2		0.271
-20.4		0.259
-20.6		0.246

MANDATARIA: MANDANTI:



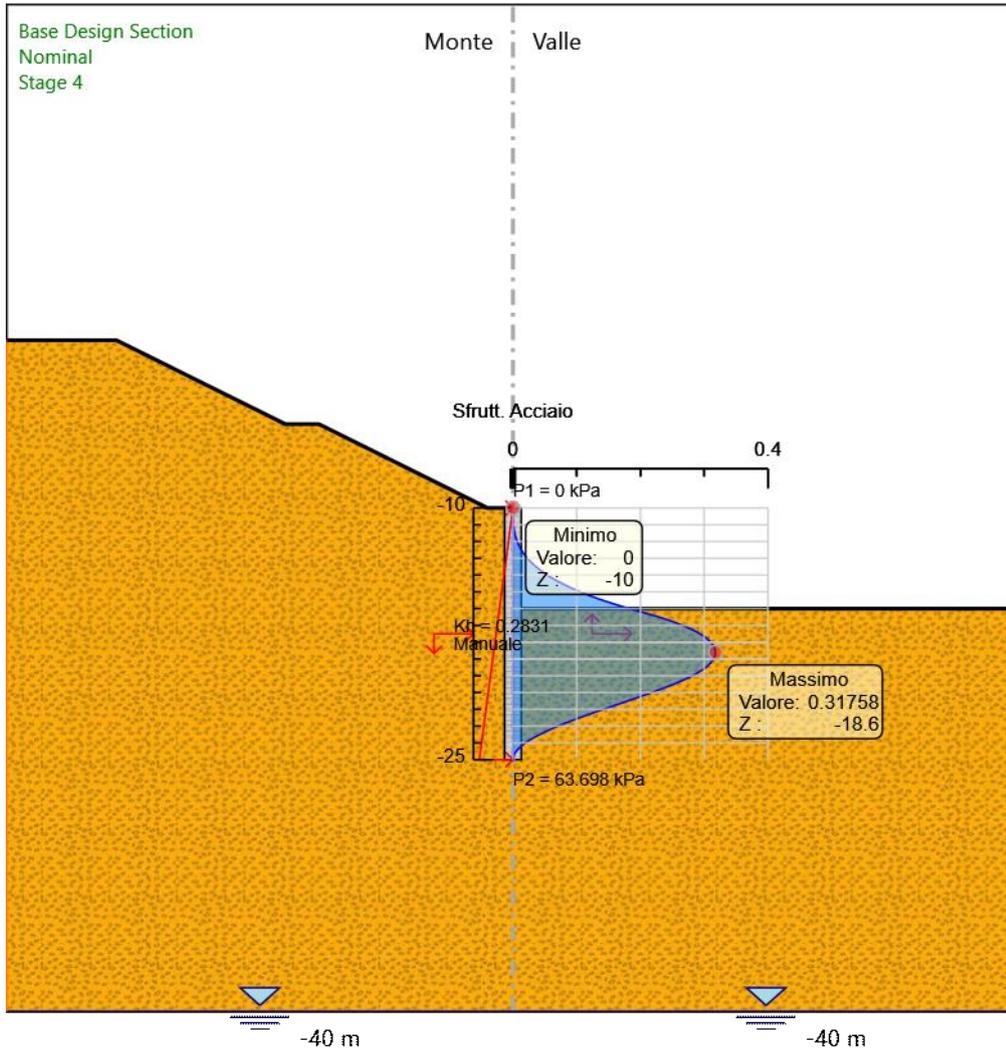
RELAZIONE DI CALCOLO

Inviluppi	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	
-20.8		0.232
-21		0.218
-21.2		0.203
-21.4		0.188
-21.6		0.172
-21.8		0.157
-22		0.142
-22.2		0.127
-22.4		0.112
-22.6		0.098
-22.8		0.084
-23		0.071
-23.2		0.059
-23.4		0.047
-23.6		0.037
-23.8		0.028
-24		0.019
-24.2		0.013
-24.4		0.007
-24.6		0.003
-24.8		0.001
-25		0

MANDATARIA: MANDANTI:



Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Cover



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento Armature - Cover

MANDATARIA:

MANDANTI:



Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : LEFT

Involuppi Apertura Fessure - Caver		LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)	
-10	0	
-10.2	0	
-10.4	0	
-10.6	0	
-10.8	0	
-11	0	
-11.2	0.001	
-11.4	0.001	
-11.6	0.002	
-11.8	0.002	
-12	0.003	
-12.2	0.004	
-12.4	0.005	
-12.6	0.007	
-12.8	0.008	
-13	0.01	
-13.2	0.013	
-13.4	0.015	
-13.6	0.018	
-13.8	0.021	
-14	0.025	
-14.2	0.029	
-14.4	0.033	
-14.6	0.038	
-14.8	0.043	
-15	0.048	
-15.2	0.054	
-15.4	0.061	
-15.6	0.068	
-15.8	0.076	
-16	0.084	
-16.2	0.092	
-16.4	0.101	
-16.6	0.109	
-16.8	0.116	
-17	0.122	
-17.2	0.128	
-17.4	0.132	
-17.6	0.136	
-17.8	0.14	
-18	0.142	
-18.2	0.144	
-18.4	0.145	
-18.6	0.145	
-18.8	0.145	
-19	0.144	
-19.2	0.142	
-19.4	0.14	
-19.6	0.137	
-19.8	0.133	
-20	0.129	
-20.2	0.124	
-20.4	0.118	
-20.6	0.112	

MANDATARIA: MANDANTI:



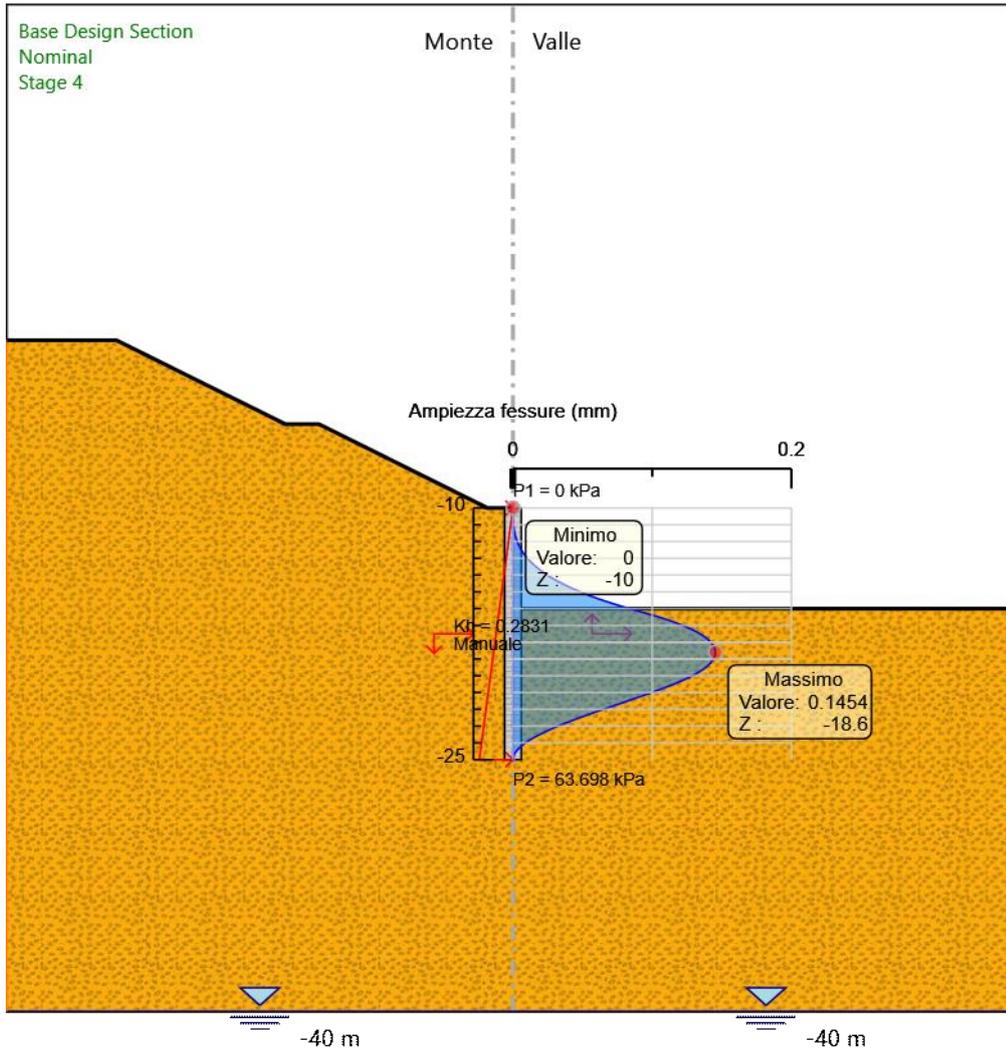
Inviluppi Apertura Fessure - Caver	LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)
-20.8	0.106
-21	0.1
-21.2	0.093
-21.4	0.086
-21.6	0.079
-21.8	0.072
-22	0.065
-22.2	0.058
-22.4	0.051
-22.6	0.045
-22.8	0.038
-23	0.032
-23.2	0.027
-23.4	0.022
-23.6	0.017
-23.8	0.013
-24	0.009
-24.2	0.006
-24.4	0.003
-24.6	0.001
-24.8	0
-25	0

MANDATARIA:

MANDANTI:



Grafico Inviluppi Apertura Fessure - Caver



Inviluppi
Apertura Fessure - Caver

MANDATARIA:

MANDANTI:



Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Cover : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Cover	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Cover
-10	0.01
-10.2	0.01
-10.4	0.01
-10.6	0.01
-10.8	0.01
-11	0.01
-11.2	0.01
-11.4	0.01
-11.6	0.01
-11.8	0.013
-12	0.017
-12.2	0.022
-12.4	0.027
-12.6	0.034
-12.8	0.042
-13	0.05
-13.2	0.06
-13.4	0.07
-13.6	0.082
-13.8	0.096
-14	0.11
-14.2	0.126
-14.4	0.143
-14.6	0.162
-14.8	0.183
-15	0.205
-15.2	0.229
-15.4	0.254
-15.6	0.281
-15.8	0.311
-16	0.342
-16.2	0.375
-16.4	0.41
-16.6	0.446
-16.8	0.483
-17	0.521
-17.2	0.559
-17.4	0.597
-17.6	0.634
-17.8	0.67
-18	0.705
-18.2	0.738
-18.4	0.769
-18.6	0.798
-18.8	0.824
-19	0.847
-19.2	0.866
-19.4	0.881
-19.6	0.893
-19.8	0.899
-20	0.901
-20.2	0.897
-20.4	0.888
-20.6	0.872

MANDATARIA: MANDANTI:



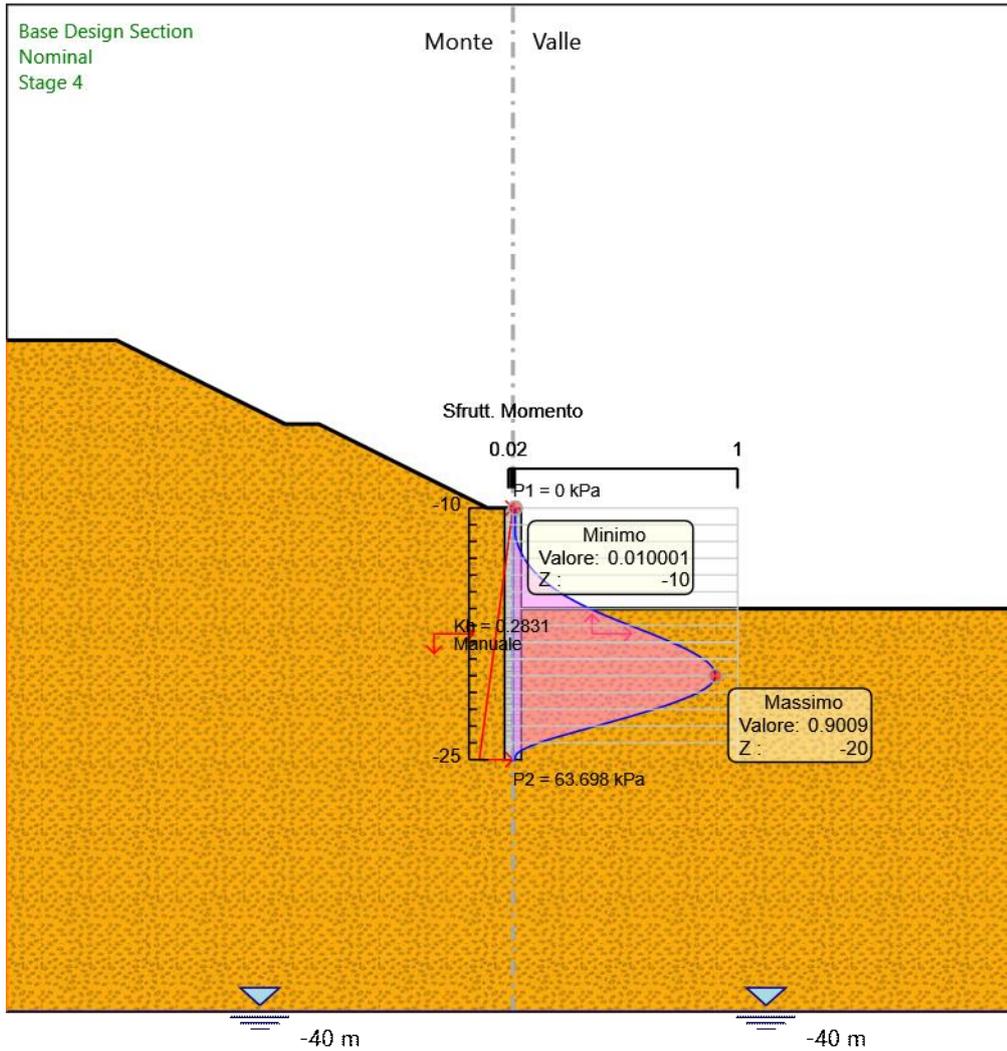
RELAZIONE DI CALCOLO

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - Caver
-20.8	0.851
-21	0.824
-21.2	0.793
-21.4	0.757
-21.6	0.717
-21.8	0.674
-22	0.628
-22.2	0.579
-22.4	0.528
-22.6	0.476
-22.8	0.423
-23	0.37
-23.2	0.316
-23.4	0.262
-23.6	0.21
-23.8	0.16
-24	0.115
-24.2	0.076
-24.4	0.044
-24.6	0.02
-24.8	0.01
-25	0.01

MANDATARIA: MANDANTI:



Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Momento - Cover



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - Cover

MANDATARIA: MANDANTI:

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
-10	0.001
-10.2	0.004
-10.4	0.007
-10.6	0.012
-10.8	0.017
-11	0.024
-11.2	0.031
-11.4	0.039
-11.6	0.048
-11.8	0.058
-12	0.068
-12.2	0.08
-12.4	0.093
-12.6	0.106
-12.8	0.12
-13	0.135
-13.2	0.152
-13.4	0.169
-13.6	0.186
-13.8	0.205
-14	0.225
-14.2	0.245
-14.4	0.267
-14.6	0.289
-14.8	0.312
-15	0.336
-15.2	0.361
-15.4	0.387
-15.6	0.414
-15.8	0.441
-16	0.47
-16.2	0.493
-16.4	0.511
-16.6	0.524
-16.8	0.532
-17	0.534
-17.2	0.534
-17.4	0.532
-17.6	0.524
-17.8	0.511
-18	0.492
-18.2	0.469
-18.4	0.44
-18.6	0.406
-18.8	0.367
-19	0.323
-19.2	0.273
-19.4	0.219
-19.6	0.159
-19.8	0.181
-20	0.208
-20.2	0.234
-20.4	0.257
-20.6	0.302

MANDATARIA: MANDANTI:



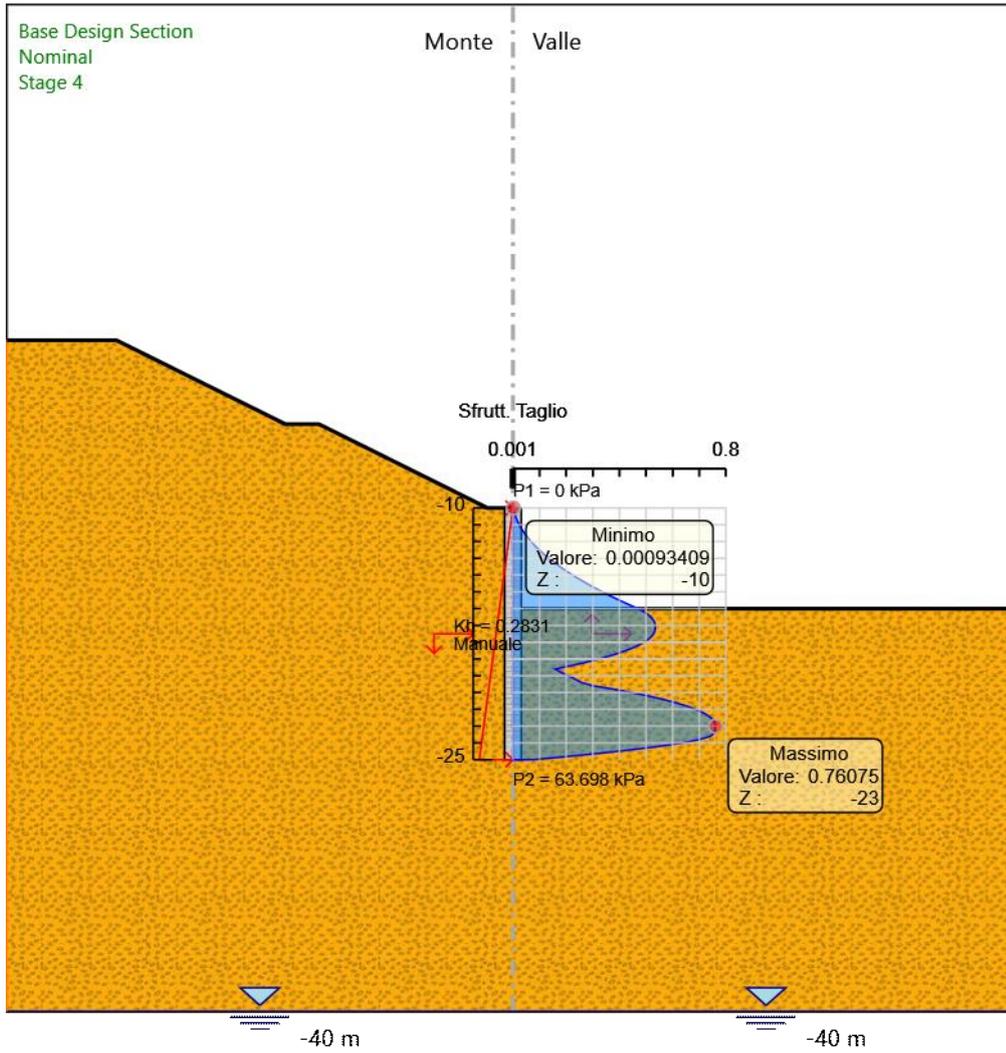
RELAZIONE DI CALCOLO

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
-20.8	0.377
-21	0.446
-21.2	0.508
-21.4	0.563
-21.6	0.61
-21.8	0.652
-22	0.686
-22.2	0.714
-22.4	0.735
-22.6	0.75
-22.8	0.759
-23	0.761
-23.2	0.761
-23.4	0.756
-23.6	0.742
-23.8	0.7
-24	0.637
-24.2	0.551
-24.4	0.45
-24.6	0.337
-24.8	0.212
-25	0.075

MANDATARIA: MANDANTI:



Grafico Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Inviluppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver

MANDATARIA:

MANDANTI:



MANDATARIA:

MANDANTI:

