

**AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA
NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UC 162

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l
ECOPLAME S.r.l. - InArPRO S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Paolo IORIO

IL GEOLOGO:
Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico
Dott. Arch. Claudio TURRINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
Dott. Ing. Antonio CITARELLA



Direttore Tecnico:
Dott. Arch. Pasquale Pisano



Direttore Tecnico
Dott. Ing. Massimo T. DE IORIO

PROTOCOLLO

DATA
__20__

PROGETTO OPERE D'ARTE MINORI

**SEMISVINCOLO SUD - OS05 PARATIA DI SOSTEGNO IN SX
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO**

CODICE PROGETTO

DP UC 162 D 20

NOME FILE

T00OS05STRRE01B

REVISIONE

SCALA:

CODICE
ELAB.

T 0 0 O S 0 5 S T R R E 0 1

B

-

B	Emissione a seguito istruttoria ANAS	Marzo 2022	M. Piccolo	P. Valente	P. Iorio
A	Emissione definitiva	Maggio 2020	M. Piscitelli	P. Valente	P. Iorio
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	4
3	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4.1	CALCESTRUZZO PER PALI E PER MALTA CEMENTIZIA TIRANTI	7
4.2	CALCESTRUZZO PER CORDOLI E FODERE DI RIVESTIMENTO	7
4.3	ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C	8
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	9
5.1	AZIONI SISMICHE.....	9
5.2	SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI	13
6	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	14
6.1	MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO.....	15
7	CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE ADOTTATI	18
7.1	GENERALITÀ.....	18
7.2	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	18
8	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	21
8.1	PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI.....	21
8.2	SPINTE IN FASE STATICA	21
8.3	COEFFICIENTI SISMICI.....	23
8.4	SOVRASPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA	24
8.5	EFFETTI DELL' AZIONE SISMICA SULLA FALDA	24
8.6	COMBINAZIONI DI CARICO.....	25
9	ANALISI E VERIFICHE PARATIE.....	26
9.1	MODELLO DI CALCOLO.....	26
9.2	FASI DI CALCOLO.....	28
9.3	RISULTATI DELLE ANALISI.....	31
9.3.1	Verifica del complesso opera-terreno	31
9.3.2	Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni	33
9.4	VERIFICA STRUTTURALE PALI	36
9.5	VERIFICA STRUTTURALE CORDOLO.....	39
10	TABULATI DI CALCOLO PARATIE PK. 0+388.4 E 0+489.3	42

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 3 DI 81
-----------------------------------	--	-----------------

1 INTRODUZIONE

La presente relazione è redatta nell'ambito del progetto definitivo del "Nuovo svincolo di Mormanno", previsto sulla autostrada A2 del Mediterraneo (svincoli Nord e Sud).

In particolare la presente relazione di calcolo fa riferimento al dimensionamento geotecnico-strutturale delle opere di sostegno a servizio del tratto di strada in trincea in corrispondenza del ciglio sinistro della deviazione della viabilità locale del Semisvincolo Sud tra le pk. 0+388.4 e 0+489.3.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere di sostegno sono costituite da paratie di pali $\Phi 600$ ad interasse di 0.70m, collegati in testa da un cordolo in c.a. di dimensioni 0.80 x 0.80m (bxh). La lunghezza dei pali è pari a 12m.

Nel seguito si riportano alcune immagini rappresentative dell'opera in esame rimandando agli elaborati grafici di riferimento per ulteriori approfondimenti.

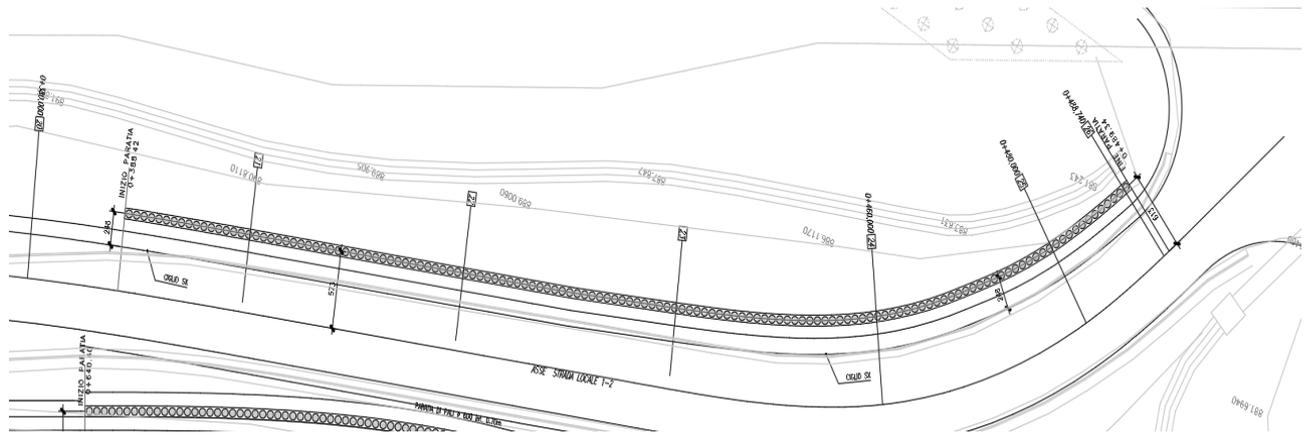


Figura 1 - Inquadramento planimetrico

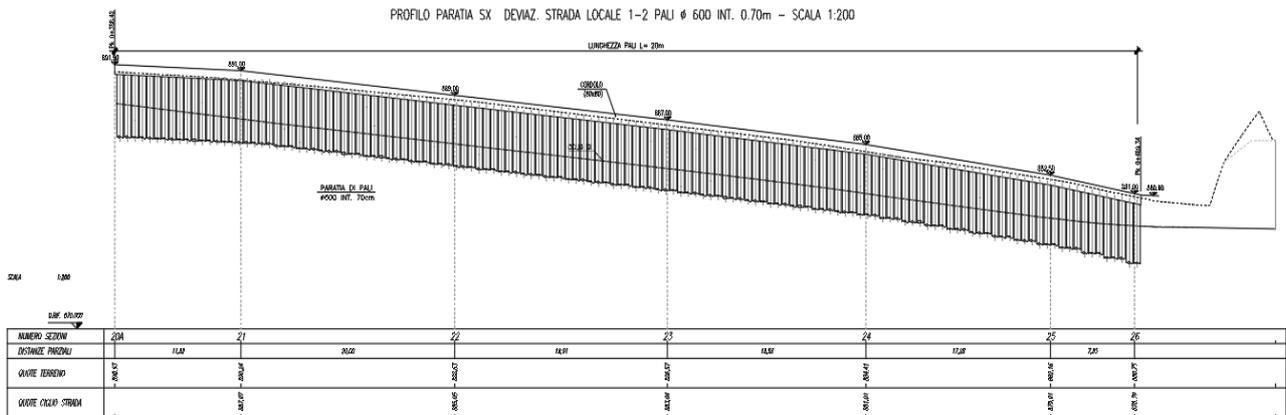


Figura 2 - Sviluppo longitudinale

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 6 DI 81
-----------------------------------	--	-----------------

3 DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato l'elenco delle Normative e dei Documenti assunti come riferimento per il progetto delle opere trattate nell'ambito del presente documento:

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture dei Trasporti, DM 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni» (GU n. 42 del 20 febbraio 2018).
- Rif. [2] Circolare Applicativa n 7 del 21 gennaio 2019 (GU n.35 del 11-2-2019 – Suppl. Ordinario n. 5.).
- Rif. [3] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 17 gennaio 2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche.

4.1 CALCESTRUZZO PER PALI E PER MALTA CEMENTIZIA TIRANTI

Classe d'esposizione	C30/37
XC2 – XA1	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	37	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	30,71	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	38,71	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	20,47	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	17,40	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,06	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3,53	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,37	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33019	N/mm ²

4.2 CALCESTRUZZO PER CORDOLI E FODERE DI RIVESTIMENTO

Classe d'esposizione	C32/40
XC4	$f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$ $R_{ck} \geq 37 \text{ MPa}$

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	40	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	33,20	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41,20	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	22,13	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lungo durata)} = 0.85 f_{cd}$	18,81	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3} [R_{ck} < 50/60]$	3,10	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	2,17	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3,72	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,45	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	33643	N/mm ²

4.3 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE B450C

B450 C (controllato in stabilimento)

f_{yk} = 450 MPa tensione caratteristica di snervamento

f_{yd} = $f_{yk} / 1.15 = 391$ MPa tensione caratteristica di calcolo

E_s = 210000 MPa modulo elastico

Stato limite di esercizio SLE RARA: $\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360$ MPa

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

5.1 AZIONI SISMICHE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati dalle NTC 2018, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R , nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l’uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le NTC 2018 stabiliscono che le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T^*c necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

L’area di studio è individuata dalle coordinate (ED50) Lat: 39,88322204° Long: 16,01221869° e ricade pertanto all’interno del reticolo di riferimento tra i 4 vertici indicati nella Figura 4 per i quali le NTC definiscono i parametri necessari per definire l’azione sismica.

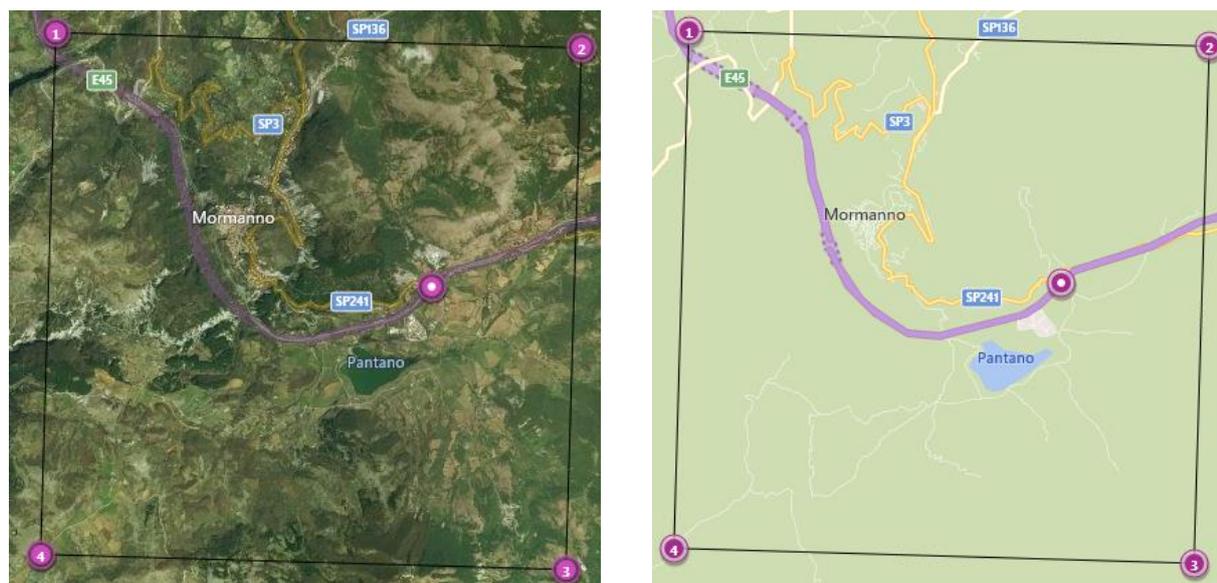


Figura 4 - Rappresentazione dei punti della maglia del reticolo di riferimento riportati nella Tab.1 allegata alle NTC 2018

La classificazione dell'area rispetto alle zone sismiche, ai sensi dell'Ord. 3519/2006, individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale su terreno rigido (a_g) con probabilità di superamento del 10% (SLV) in 100 anni (periodo di riferimento VR), è attribuibile alla **Zona 2**.

La seguente Tabella 1 riporta i parametri sismici relativi all'area di intervento, così come definiti dalle NTC 2018:

Tabella 1 - Parametri sismici dell'area di intervento (Tabella 1 allegata alle NTC 2018)

Stato limite	Tr [anni]	A_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,086	2,350	0,300
SLD	101	0,115	2,325	0,321
SLV	949	0,339	2,355	0,393
SLC	1950	0,442	2,446	0,423

Per quanto riguarda inoltre la definizione dei coefficienti sismici sono state operate a livello preliminare le seguenti classificazioni tipologiche sia per quanto concerne l'opera in progetto, sia per quanto riguarda la stratigrafia del sito di edificazione.

In primo luogo, è stata definita a livello preliminare la classe prevalente delle opere, facendo riferimento alla IV Classe, così come definita dalle NTC 2018 (

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 11 DI 81
---	--	--------------------------

Tabella 2).

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 12 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

Tabella 2 - Classi degli edifici secondo le NTC 2018

Classe	Descrizione
I.	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
II.	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III.	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
IV.	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

È stata quindi definita la "Vita nominale" dell'opera, facendo riferimento al valore di **50 anni**, così come definito dalle dalle NTC 2018 (Tabella 3).

Tabella 3 Vita nominale delle opere secondo le NTC 2018

Tipo opera	Vita Nominale
Opere provvisorie	≤10,
Opere ordinarie	≥50,
Grandi opere	≥100

È stata inoltre definita, sempre con riferimento ai criteri classificativi introdotti dalle NTC, e alle caratteristiche stratigrafiche individuate, la categoria di sottosuolo del sito di edificazione, facendo riferimento alla **Categoria E** (riferimenti MASW Me31_2 e Me31_3), così come definita dalle NTC (Tabella 4).

Tabella 4 Categorie di sottosuolo secondo le NTC 2018

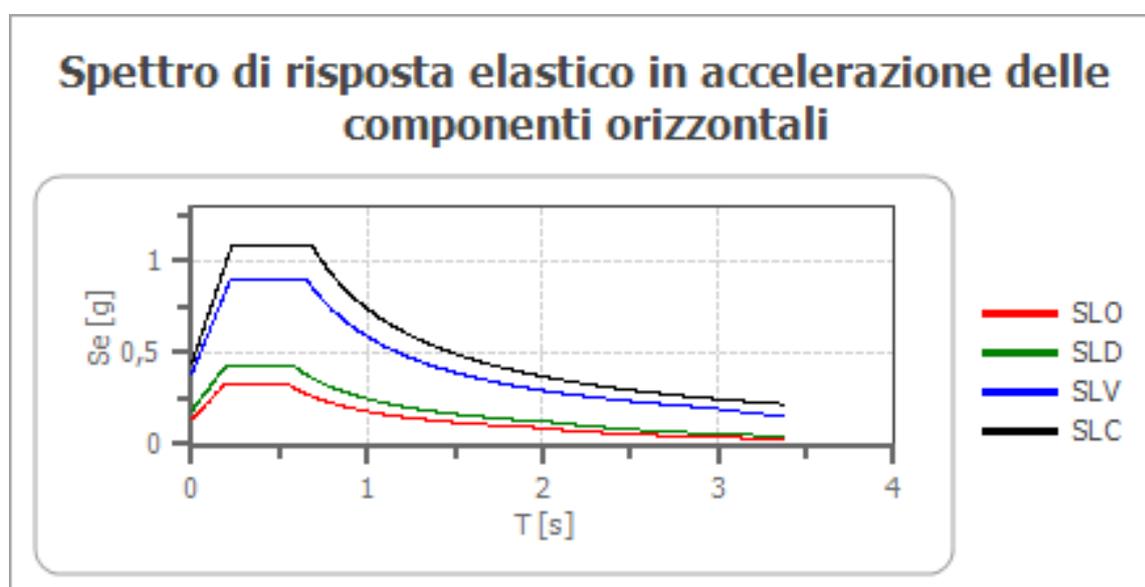
Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Per quanto riguarda infine la definizione della categoria topografica dell'area in esame è stato fatto riferimento alla categoria T1 in ragione della morfologia dell'area e così come definita dalle NTC 2018 (Tabella 5).

Tabella 5 *Categorie topografiche secondo le NTC 2018*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

5.2 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI



	Cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,086	2,350	0,300	1,600	1,860	1,000	1,600	1,000	0,186	0,558	1,943	0,137	0,322
SLD	2,0	0,115	2,325	0,321	1,600	1,810	1,000	1,600	1,000	0,194	0,581	2,059	0,184	0,427
SLV	2,0	0,339	2,355	0,393	1,120	1,670	1,000	1,120	1,000	0,219	0,657	2,956	0,380	0,895
SLC	2,0	0,442	2,446	0,423	1,000	1,620	1,000	1,000	1,000	0,228	0,685	3,367	0,442	1,080

6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La definizione delle unità geotecniche e geomeccaniche è stata impostata partendo in primo luogo dal modello geologico ottenuto dalle risultanze dei rilievi di terreno e dei sondaggi a carotaggio continuo. Tale modello è illustrato nei profili e sezioni geologiche.

Nel seguito si riporta la classificazione delle unità geotecniche interessate dalle opere e la correlazione tra unità geotecniche definite per le litologie interessate dal tracciato e le corrispondenti unità geologiche.

Tabella 6: Correlazione tra unità geotecniche-geomeccaniche e unità geologiche attraversate dal tracciato

Unità Geotecnica/ geomeccanica	Litologia	Unità geologica associata
R	Terreni di riporto e terreni vegetali	R
AL1	Depositi alluvionali: ghiaie e sabbie grossolane	Alr
LI	Depositi lacustri indifferenziati	FL, Ala, Alr
DC2p	Rocce calcaree fratturate ed alterate, condizioni profonde	BC, BG, D, Tr
DC2s	Rocce calcaree fratturate ed alterate, condizioni superficiali	BC, BG, D, Tr
DC3p	Rocce calcaree milonizzate (zona di faglia), condizioni profonde	BC, BG, D
DC3s	Rocce calcaree milonizzate ed alterate, condizioni superficiali	BC, BG, D

Ciascuna unità geotecnica e geomeccanica è stata distinta in base ad un'elaborazione dei dati delle campagne geognostiche, delle analisi a ritroso e dei dati da letteratura che ha consentito di valutare il campo di variabilità dei parametri geotecnici da utilizzarsi per i calcoli di progetto.

Si precisa che i parametri di calcolo di seguito riportati derivano dall'elaborazione statistica di tutte le indagini eseguite nell'ambito dei lavori di completamento della autostrada 2 dell'intero macrolotto (DG28, DG29, DG30 e DG31).

I parametri geotecnici riportati di seguito sono stati utilizzati per il dimensionamento e verifica delle opere del nuovo svincolo di Mormanno. Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica generale.

6.1 MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO

La stratigrafia assunta in fase di progetto è definita sulla base dei sondaggi più vicini nonché delle sezioni geologiche tracciata in direzione trasversale alla rampa di progetto:

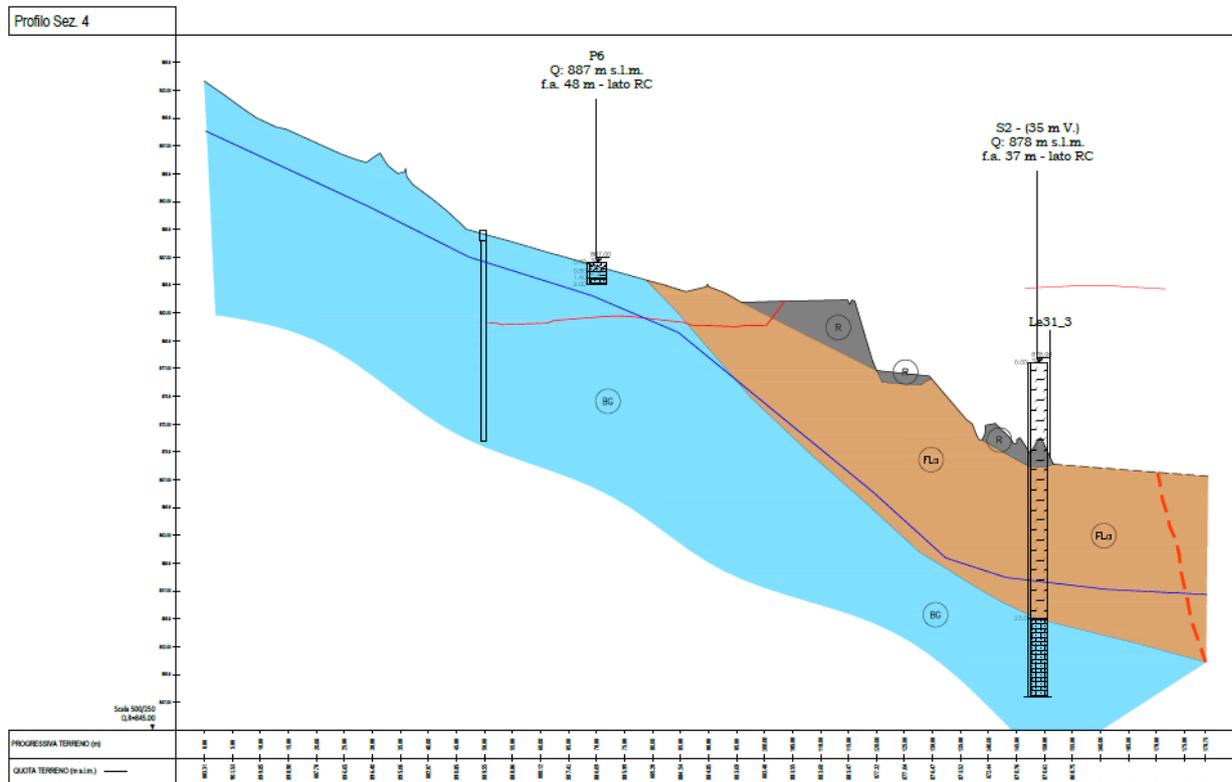


Figura 5 - sezione geologica Sez. 4

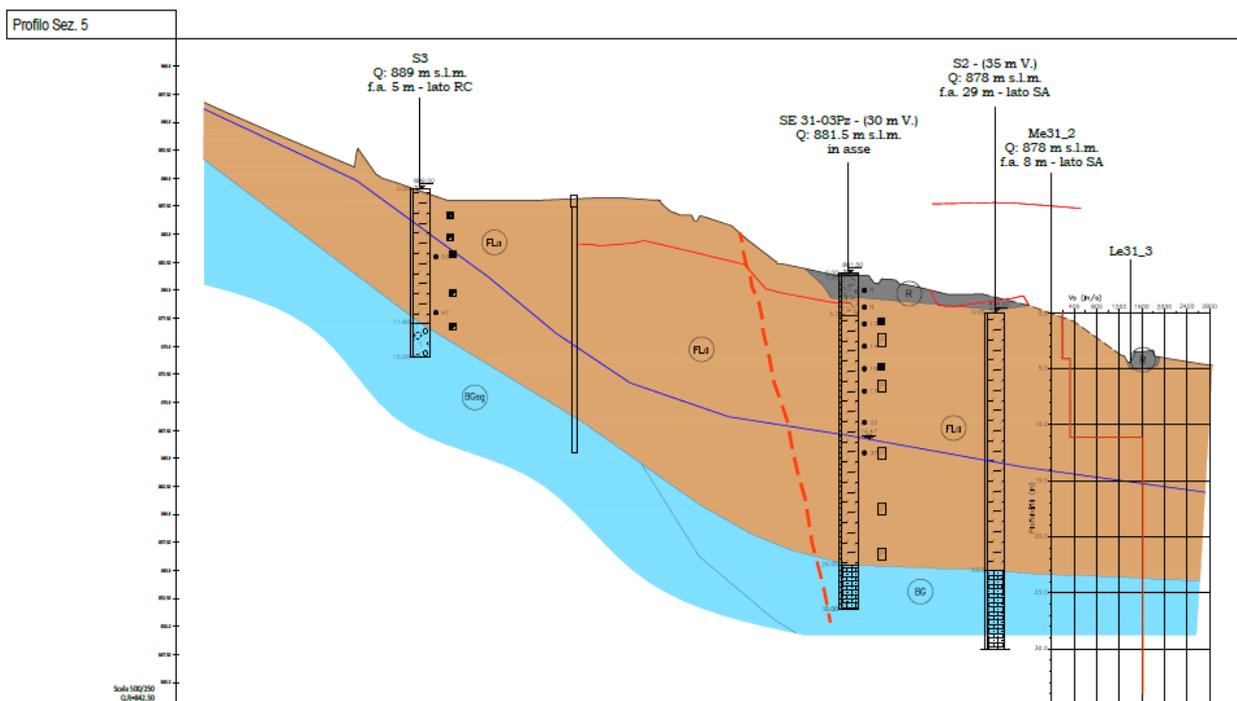


Figura 6 - sezione geologica Sez. 5

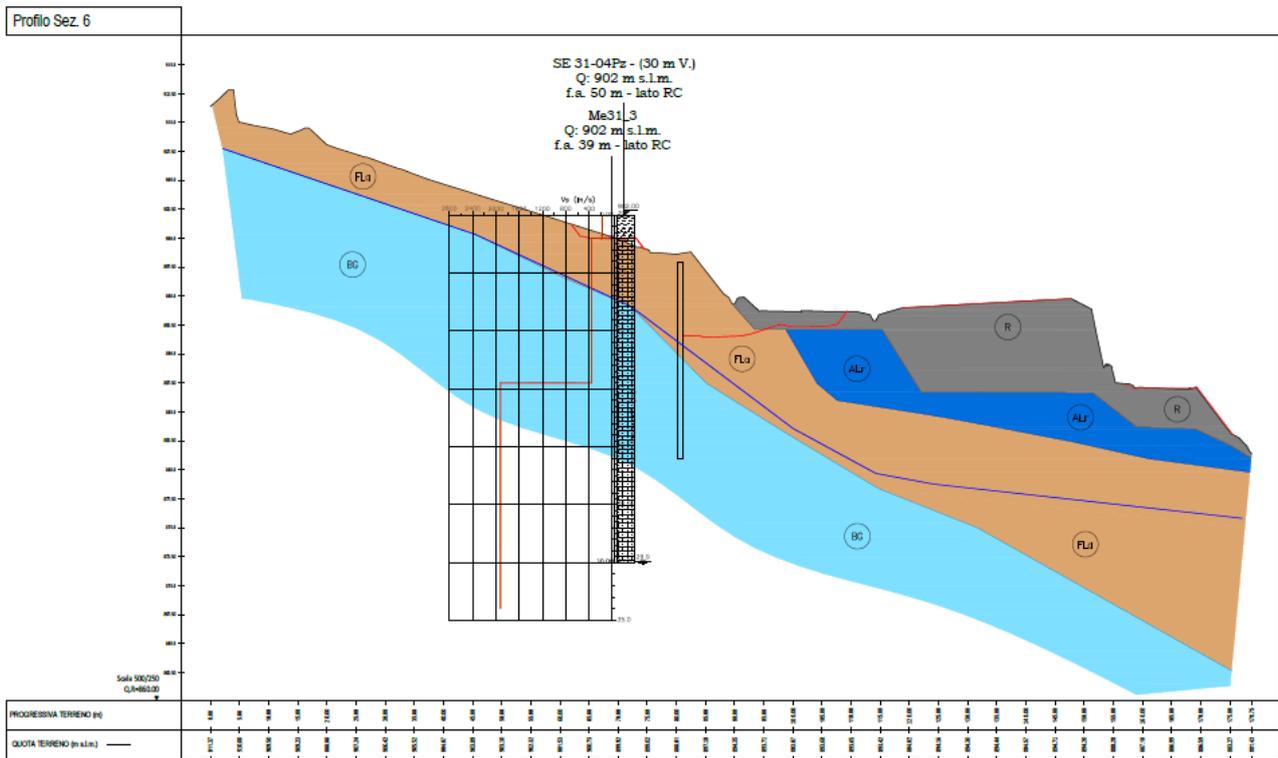


Figura 7 - sezione geologica Sez. 6

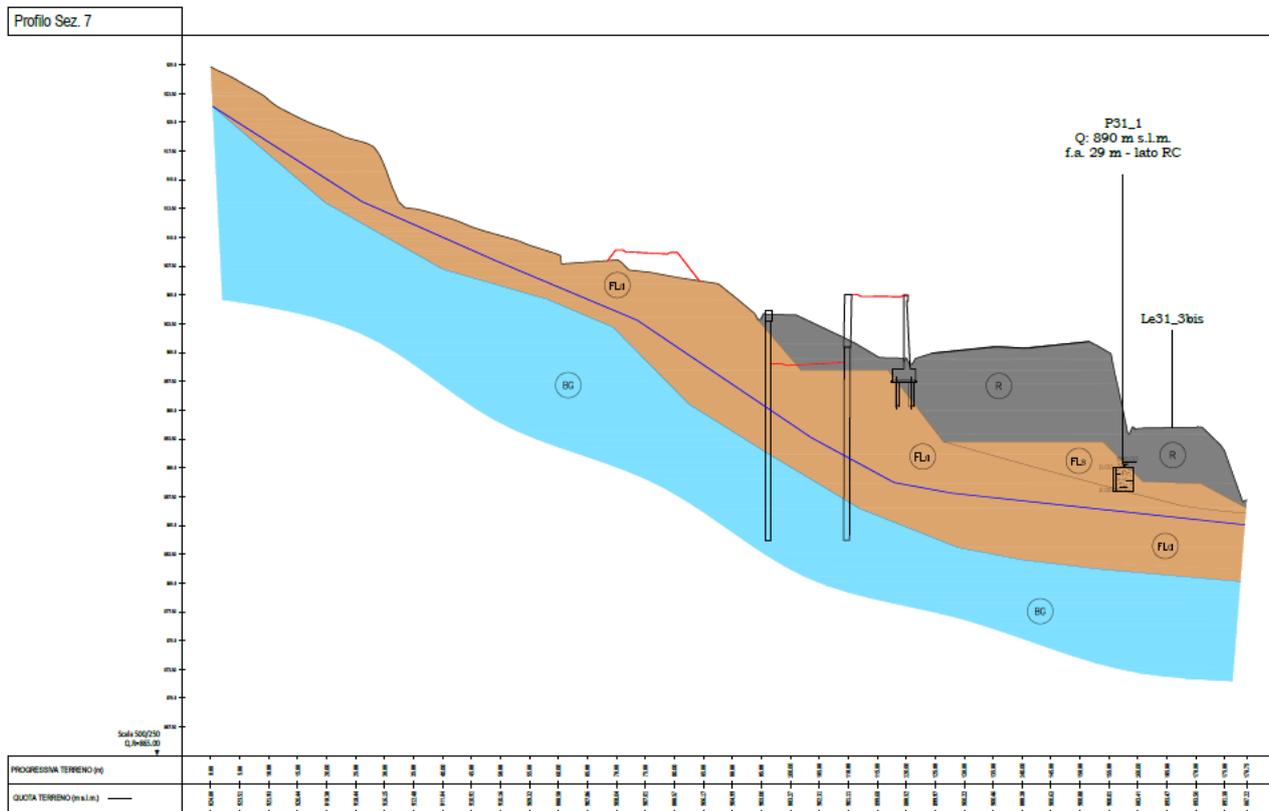


Figura 8 - sezione geologica Sez. 7

A ciascuna unità sono stati attribuiti dei valori dei parametri fisico – meccanici di calcolo utili ai fini delle analisi da effettuare, tenendo conto di quanto specificato per ciascuna di esse dalla caratterizzazione geotecnica generale. In particolare si ha:

Unità	γ	c'	φ'	E'	E_{ur}
	[kN/m ³]	[MPa]	[°]	[MPa]	[MPa]
Ra	19	0	32	100	300
FLa	19	10	26	75	225
BG	27	100	37	500	1500

Dove E' è il moduli di deformabilità “operativo” da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, assunto pari a 1/3÷1/5 di quello iniziale (E_0). Mentre E_{ur} è il modulo di ricarico pari a 1,6 – 3,0 volte il modulo E' .

7 CRITERI GENERALI DI MODELLAZIONE ADOTTATI

7.1 GENERALITÀ

Le analisi finalizzate al dimensionamento delle paratie trattate nell'ambito del presente documento, sono state condotte con il programma di calcolo "Paratie Plus" della HarpaCeas s.r.l. di Milano Version 20.0

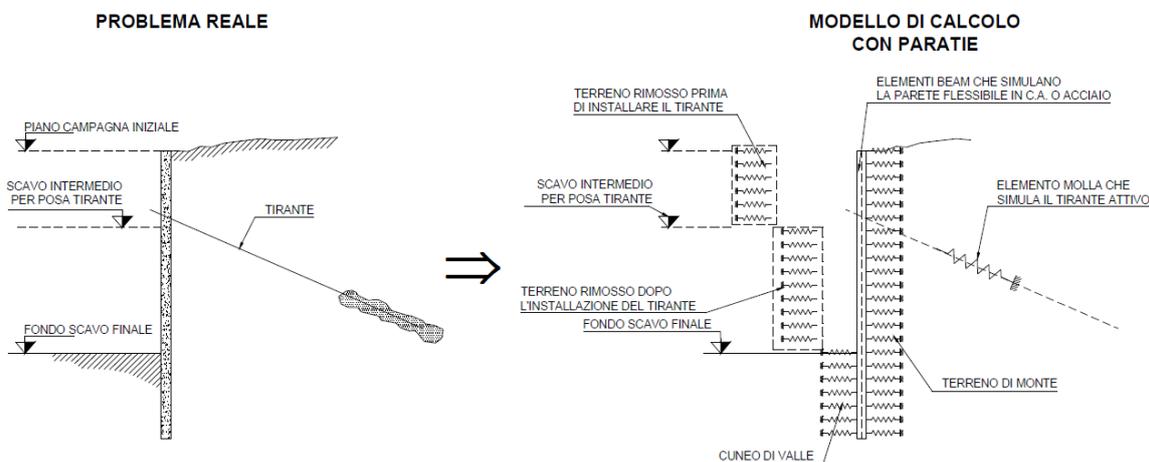
7.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".



Al fine di ottenere informazioni attendibili sull'entità delle sollecitazioni e delle deformazioni nelle paratie è necessario poterne seguire il comportamento durante le principali fasi esecutive.

A tal riguardo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidità flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidità proporzionale al modulo di rigidità del terreno. Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidità.

In particolare, la paratia è schematizzata attraverso un diaframma di spessore equivalente ricavato attraverso la seguente espressione:

$$s_{eq} = \sqrt[3]{12E_m J_p}$$

dove:

E_m modulo elastico del materiale costituente la paratia

J_p inerzia della sezione della paratia

Il terreno si comporta come un mezzo elastico sino a che il rapporto tra la tensione orizzontale efficace (σ'_{h}) e la tensione verticale efficace (σ'_{v}) risulta compreso tra il coefficiente di spinta attivo (k_a) e passivo (k_p), mentre quando il rapporto è pari a k_a o a k_p il terreno si comporta come un mezzo elasto-plastico.

Questo modello, nella sua semplicità concettuale, derivato direttamente dal modello di Winkler, consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle fasi esecutive.

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

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

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti.

Il valore di L è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva. Si è scelto:

<p>in zona attiva (uphill):</p> $L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi' / 2)$ <p>Dove: $\ell_A = \min\{l, 2H\}$;</p>	<p>in zona passiva (downhill):</p> $L_P = \frac{2}{3} \ell_P \tan(45^\circ + \phi' / 2)$ <p>Dove: $\ell_P = \min\{l - H, H\}$</p>
---	--

con

l = altezza totale della paratia

H = altezza corrente dello scavo.

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 20 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987). Si assume in ogni caso un valore di H non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

Il programma consente di seguire le fasi evolutive degli scavi a valle dell'opera, determinando, per ciascuna fase di scavo prevista, la deformata dell'opera e le sollecitazioni e gli stati tensionali nel terreno con essa interagente.

Il software consente di tener conto anche della presenza di vincoli lungo la paratia, sia di tipo elastico (molle /tiranti) che di tipo rigido.

La presenza dei tiranti viene infine schematizzata dal software come dei vincoli elastici, la cui deformabilità dipende dalle caratteristiche della sezione resistente in acciaio dei tiranti e dalla lunghezza libera degli stessi, eventualmente incrementata di una quantità funzione dell'efficienza (≤ 1) associata al bulbo di ancoraggio.

8 ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

Nel presente paragrafo si descrivono i criteri di valutazione delle azioni sollecitanti le opere di sostegno e relative combinazioni di calcolo adottate, in ossequio alle prescrizioni normative.

8.1 PESO PROPRIO ELEMENTI STRUTTURALI

I pesi degli elementi strutturali sono dedotti utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

8.2 SPINTE IN FASE STATICA

Le spinte agenti sull'opera di sostegno in fase statica dipendono direttamente dalla situazione geostatica e dai parametri di resistenza del terreno.

In particolare la pressione fondamentale dell'analisi è la σ'_h che lo scheletro solido del terreno esercita sulla struttura di sostegno che dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di σ'_h stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera.

<p>Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:</p> $\sigma'_h_a = K_a \sigma'_v - 2c'(K_a)^{0.5} \quad \text{pressione attiva}$ <p>dove:</p> <p>K_a = coefficiente di spinta attiva;</p> <p>σ'_v= tensione verticale efficace alla generica profondità</p> <p>c' = coesione efficace.</p>	<p>Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:</p> $\sigma'_h_p = K_p \sigma'_v + 2c'(K_p)^{0.5} \quad \text{pressione passiva}$ <p>dove:</p> <p>K_p = coefficiente di spinta passiva;</p> <p>σ'_v= tensione verticale efficace alla generica profondità</p> <p>c' = coesione efficace.</p>
---	---

In condizioni statiche, K_a e K_p sono funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido ϕ' , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno δ dell'inclinazione β del paramento di monte della struttura di sostegno e dell'inclinazione i del terrapieno a tergo dell'opera .

Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_a e K_p in letteratura, si è fatto riferimento a quelle proposte da Coulomb [1773], per il calcolo del K_a e di Lancellotta (2002) per il calcolo del Coefficiente K_p di cui in seguito si riportano le espressioni generali:

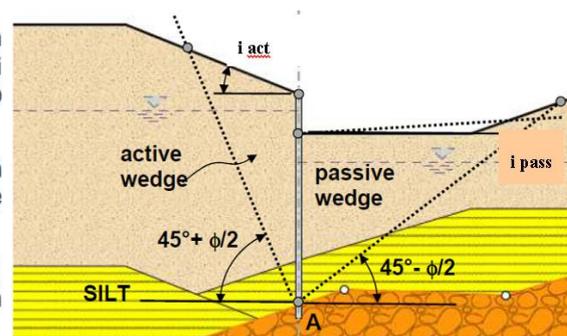
$$k_a = \frac{\cos^2(\phi' - \beta)}{\cos^2(\beta) \cos(\delta + \beta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi') \sin(\phi' - i)}{\cos(\delta + \beta) \cos(i - \beta)}} \right]^2} \quad K_P = \left[\frac{\cos \delta}{1 - \sin \phi'} \left(\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \phi' - \sin^2 \delta} \right) \right] e^{2\theta_P \tan \phi'}$$

$$\theta_P = \arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \phi'}\right) + \delta$$

In considerazione del fatto che nell'ambito dei modelli oggetto di analisi, i terrapieni spingenti sulle opere sono caratterizzati da alternanze stratigrafiche tra formazioni diverse in termini di parametri fisico meccanici, la determinazione dei coefficienti di spinta K_a e K_p viene effettuata per ciascuna unità tenendo conto del relativo angolo d'attrito ϕ' e quindi del valore dell'angolo d'attrito terra muro δ , posto in generali pari $0.6\phi'$, a meno della fase sismica, ove si assume in ogni caso $\delta=0$.

Il valore di inclinazione del piano limite del terrapieno i da considerare nella valutazione dei coefficienti di spinta, è funzione della zona di estensione del potenziale cuneo di spinta agente sull'opera. Tale valore assume un valore diverso per ciascuno strato, è viene valutato automaticamente nel software di calcolo utilizzato secondo la procedura sinteticamente illustrata nel seguito con riferimento allo strato "SILT" (in giallo):

- dal punto A più basso dello strato in corrispondenza della parete, si traccia la linea di rottura piana corrispondente al cuneo di mobilitazione in spinta attiva (o passiva) secondo la teoria di Coulomb, senza considerare attrito terra-muro, fino a raggiungere la linea di scavo (o piano campagna);
- si determina quindi un ipotetico cuneo di terreno mobilitato, compreso tra il punto A e la sommità del tratto non esposto della parete: tale cuneo sarà delimitato superiormente da una superficie irregolare;
- calcolata l'area di tale cuneo, si calcola una superficie piana equivalente (inclinata di i sull'orizzontale) tale che l'area del triangolo equivalente sia pari all'area del cuneo prima determinato.



- Schema di valutazione delle pendenze equivalenti del piano limite per ciascuno strato -

In presenza di falda, occorre inoltre tener conto, alla generica profondità, dell'ulteriore contributo di spinta attiva associato a quest'ultima, che può essere espressa come segue

$$\sigma_w = \gamma_w h_w$$

- γ_w = peso unità di volume dell'acqua
- h_w = battente idraulico alla quota considerate.

8.3 COEFFICIENTI SISMICI

Il § 7.11.6.3 del DM 17.01.18, precisa che l'analisi delle paratie in condizioni sismiche, può essere eseguita con metodi di analisi dinamica oppure mediante metodi pseudostatici; nel caso in esame si è fatto ricorso all'utilizzo delle formulazioni proposte dalla normativa in quest'ultimo caso, dove gli effetti dell'azione sismica sull'opera nonché sul terreno e sulla falda con essa interagente, sono valutabili attraverso le accelerazioni equivalenti orizzontale (a_h) e verticale (a_v). Nello specifico, risulta:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

Dove:

- $a_{max} = S_s S_T a_g$ è l'accelerazione di picco attesa al suolo;
- g : è l'accelerazione di gravità;
- S_s e S_T coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, come già definiti nell'ambito del precedente paragrafo
- β è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti (u_s) senza cadute di resistenza.
- α è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera, in funzione dell'altezza complessiva dell'opera H e del tipo di sottosuolo.

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi: $k_h = 0.2 a_{max}/g$, ovvero: $\alpha \cdot \beta = 0.20$.

I coefficienti α e β possono essere stimati dai seguenti grafici riportati nelle Fig. 7.11.2 e 7.11.3 del DM 17.01.18:

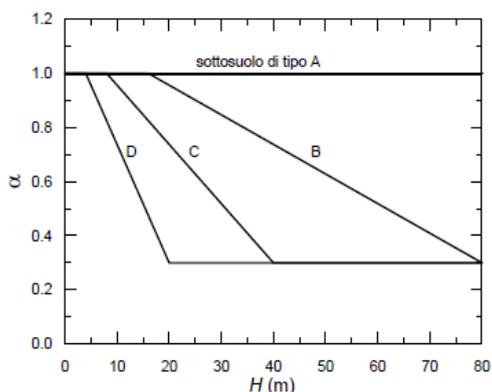


Fig. 7.11.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

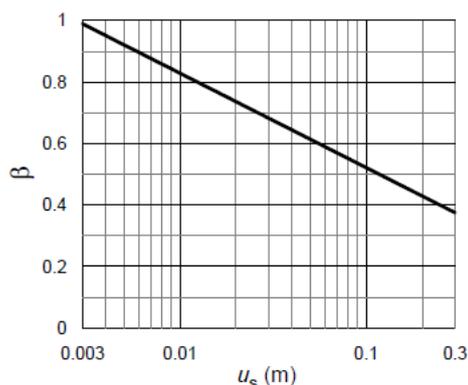


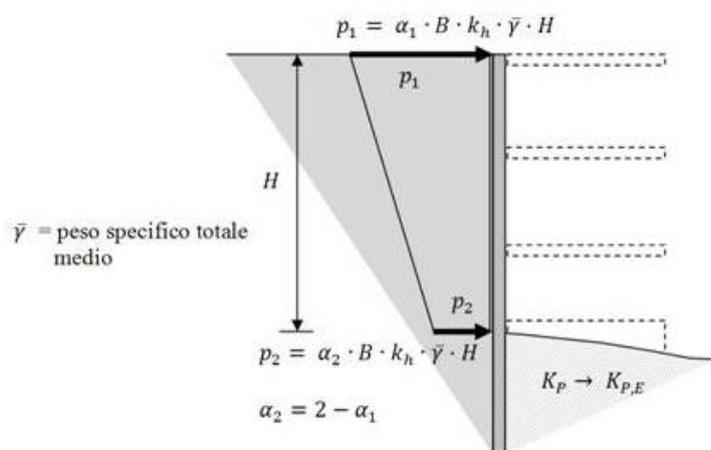
Fig. 7.11.3 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

Riguardo infine il valore dell'accelerazione equivalente verticale (a_v), la stessa norma precisa che per le paratie, può porsi $a_v = 0$.

8.4 SOVRASPINTE DEL TERRENO IN FASE SISMICA

Per la valutazione delle spinte aggiuntive esercitate del terreno sull'opera in fase sismica, si è fatto riferimento al modello proposto da Mononobe e Okabe specializzato con le ipotesi di Seed & Whitman (1970) circa la determinazione del coefficiente B, potendo far riferimento all'ipotesi di opera flessibile in relazione alle condizioni di vincolo presenti.

Il modello citato prevede la valutazione delle sovraspinte sismiche sull'opera come funzione dell'accelerazione ridotta k_h (coefficiente sismico orizzontale), come di seguito descritto:



Nel caso specifico si è assunto in particolare

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ (distribuzione di pressioni uniforme lungo la paratia)

H = intera altezza della paratia (tratto interrato + tratto fuori terra)

$B = 0.375$ (Seed & Whitman)

Figura 9: Modello tipico di paratia soggetto a sovraspinta sismica secondo Mononobe e Okabe/ Seed & Whitman

8.5 EFFETTI DELL'AZIONE SISMICA SULLA FALDA

Normalmente gli effetti idrodinamici considerati per il calcolo delle paratie sono calcolati con il metodo di Westergaard (1931) e sono applicate sempre come pressioni esterne. La pressione idrodinamica viene calcolata come in particolare come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

H è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

z_w è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

$a_x = k_h$ coefficiente sismico orizzontale

Se l'acqua si trova al di sopra della superficie del terreno, le pressioni esterne idrodinamiche sono contenute all'interno dell'equazione sopra riportata. Nel caso si abbia una quota di falda al di sopra della quota di scavo le pressioni idrodinamiche sono incluse nel lato scavo, nella direzione dell'accelerazione orizzontale.

Dipendendo dalla permeabilità del terreno, l'acqua contenuta nel terreno stesso può muoversi indipendentemente o insieme allo scheletro solido; nello specifico si fa l'ipotesi di terreno impervio, condizione che corrisponde alla impossibilità dell'acqua di muoversi in maniera indipendente, per cui gli effetti idrodinamici sono trascurabili ed il cuneo di spinta viene valutato con un peso dato dal γ_{saturo} .

8.6 COMBINAZIONI DI CARICO

In ottemperanza alle prescrizioni di normativa, come già illustrato ai precedenti paragrafi, le sollecitazioni associate alle diverse condizioni di carico elementari, sono state combinate secondo 4 combinazioni fondamentali (1 SLE / 2 SLU statiche / 1 SLU simica) come di seguito sinteticamente descritte, ove, per ciascuna di esse, sono specificati i valori dei coefficienti A-M-R previsti in accordo alle specifiche di normativa

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Favorevoli (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_GDSStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GSStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDSStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDSStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GSStab)
					A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
					YG	YG	YQ	YQ	YQE	YG	YG	YGdst	YGstb	YQdst	YGdst	YGstb
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	UNDEFINED	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: SLE (Rara/Frequen	SERVICE	1	1	1	1	<input type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 p	ULTIMATE	1.3	1	1.5	1	<input type="checkbox"/>	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A2+M2+R1	ULTIMATE	1	1	1.3	1	<input type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1.3	0.9
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: SISMICA STR	ULTIMATE	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: SISMICA GEO	ULTIMATE	1	1	1	1	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1.3	0.9

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	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)	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)	FS tiranti (F_Oskin)	Chiodi qS (F_OskinNails)	Chiodi qS(Tests) (F_OskinNailsTests)	Pressiometro PL (F_PL)	Tan(ang.attrito) Ter. Rinforzato (F_FNailM)	Coesione c' (ter. rinforzato) (F_CnailM)
					M	M	M	M	M	R	R	R	R	?	?	?	?	?	?
					Yq	Yc	Ycu	Yqu	Yy	yre	yap	yat	R	R	R	R	R	R	R
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	UNDEFINED	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: SLE (Rara/Frequen	SERVICE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 p	ULTIMATE	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.1	1	0	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: A2+M2+R1	ULTIMATE	1.25	1.25	1.4	1	1	1.2	1.1	1.1	1	1	1.4	1.4	1	1.25	1.25
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: SISMICA STR	ULTIMATE	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>		NTC2018 (ITA)	NTC2018: SISMICA GEO	ULTIMATE	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1.1	1	1	1	1	1	1	1

9 ANALISI E VERIFICHE PARATIE

9.1 MODELLO DI CALCOLO

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Il modello considerato per i dimensionamenti delle paratie, è posto in corrispondenza della pk. 0+388 e 0+489 in particolare si è fatto riferimento alla sezione n° 21 riportata di seguito:

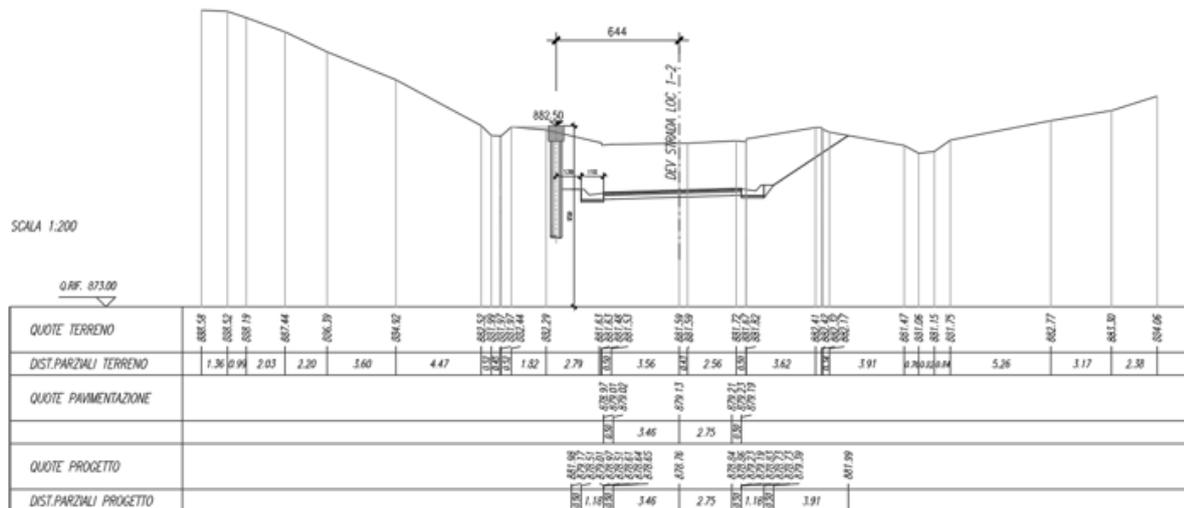


Figura 10 - sezione di calcolo

Nei riguardi della caratterizzazione geotecnica e stratigrafica si è fatto riferimento ai sondaggi più vicini nonché alla sezione geologica "Sez.5" tracciata in prossimità della sezione di calcolo analizzata e riportata a paragrafo 6.1.

In definitiva il modello di calcolo è il seguente:

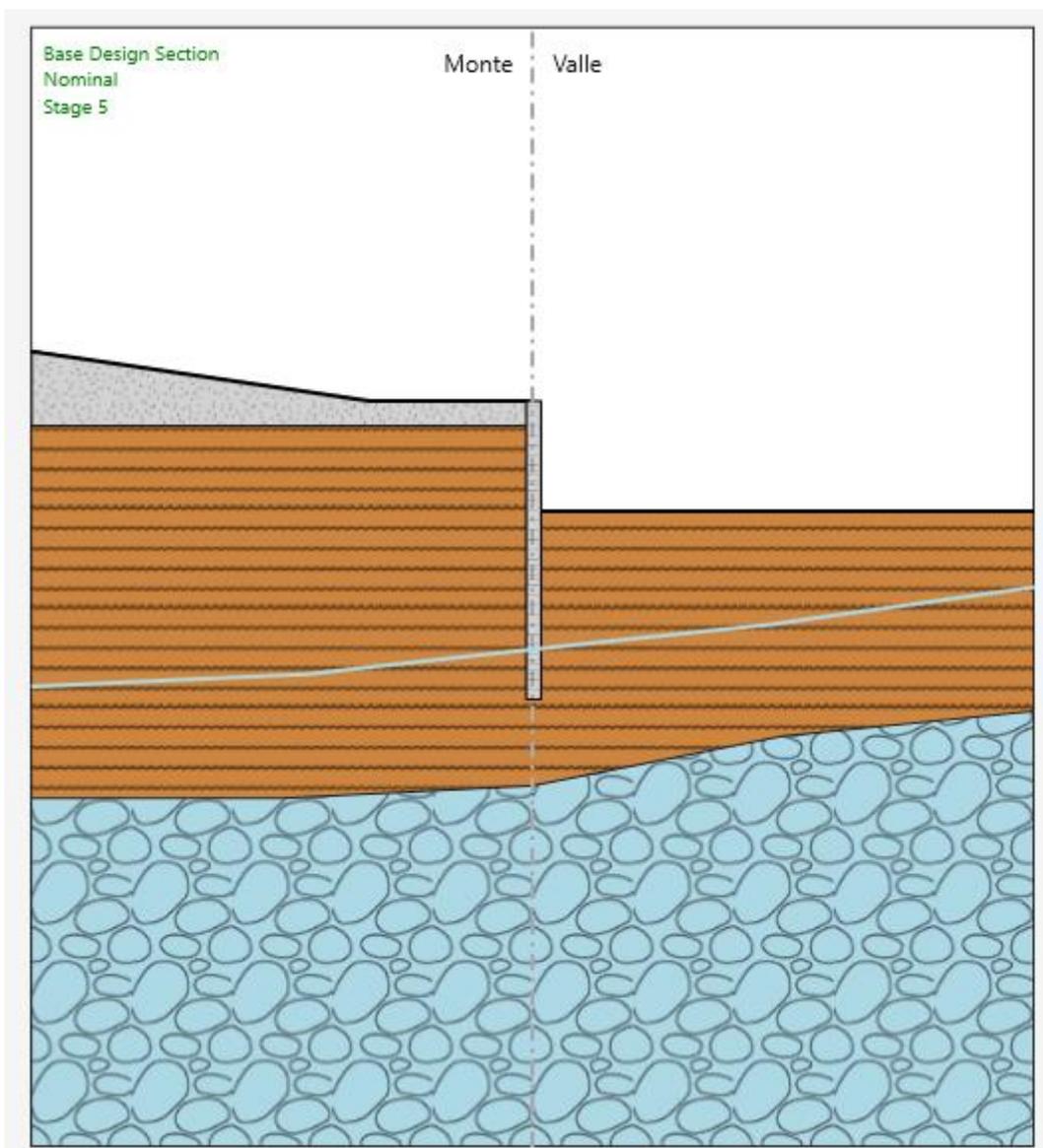


Figura 11 – Modello paratia (fase finale statica)

L'azione sismica è stata valutata sulla base di quanto riportato al paragrafo 8.3. Nel caso in esame si ha:

<i>Condizione</i>	H (m)	Categoria sottosuolo	a_g/g	S	a_{max}/g	α (-)	u_s (m)	β (-)	K_h (-)
SLV	12	E	0.339	1.12	0.379	1.0	0.02	0.734	0.279

a = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 17/01/2018). Cautelativamente si assume valore unitario
u_s = spostamento ammissibile
b = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 17/01/2018)
k_h = coefficiente sismico

Figura 12-Parametri per il calcolo azione sismica

9.2 FASI DI CALCOLO

Le analisi eseguite sono di tipo sequenziale, riproducendo in successione tutte le principali fasi operative previste per la realizzazione dell'opera. Quindi, il termine di ciascuna analisi rappresenta la condizione iniziale per la fase successiva.

Di seguito si riportano le fasi di calcolo che sono state analizzate in successione, nell'ambito delle analisi effettuate e le immagini delle fasi (La quota di zero è posta a quota testa cordolo paratia).

- Stage 1.** Condizione geostatica e carico permanente del versante lato monte.
- Stage 2.** Realizzazione pali
- Stage 3.** esecuzione scavo fino a quota -2m da p.c.
- Stage 4.** esecuzione scavo fino a quota massima di progetto -5m da p.c.
- Stage 5.** Sistemazione fondo scavo (+0.50m da fondo scavo) fino quota -4.5m da p.c.
- Stage 6.** Attivazione sisma

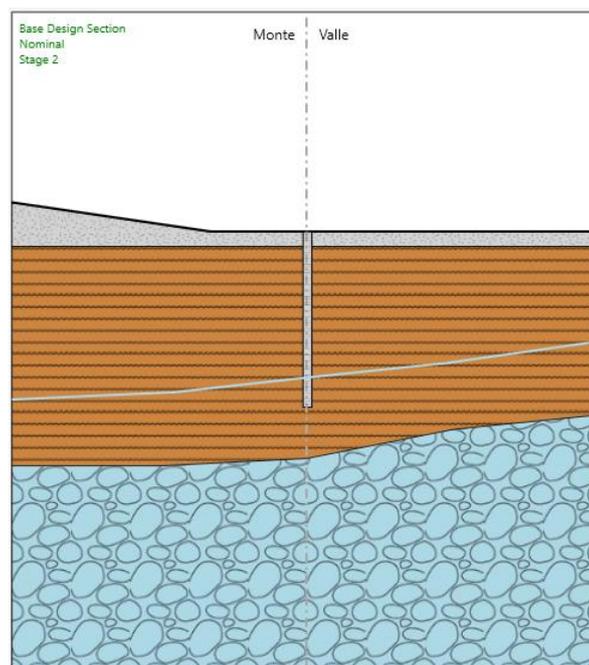


Figura 13: Stage 2

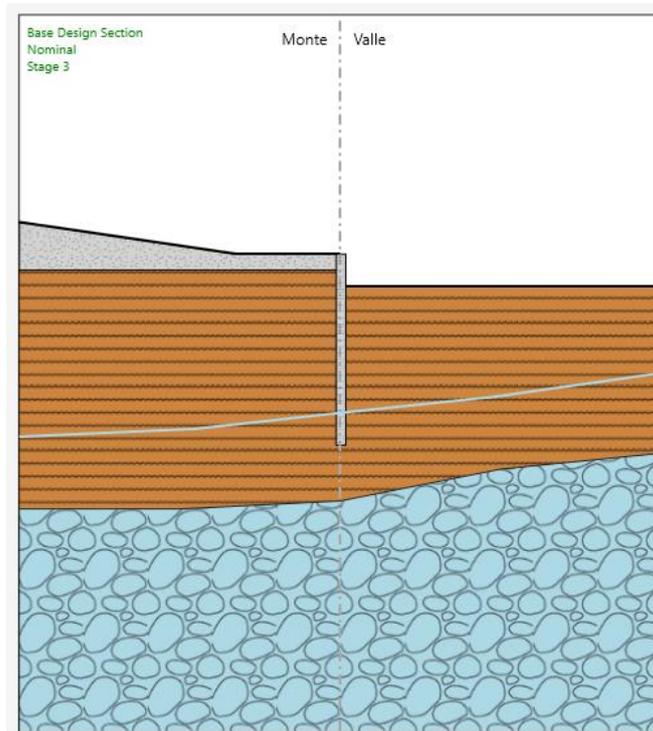


Figura 14: Stage 3

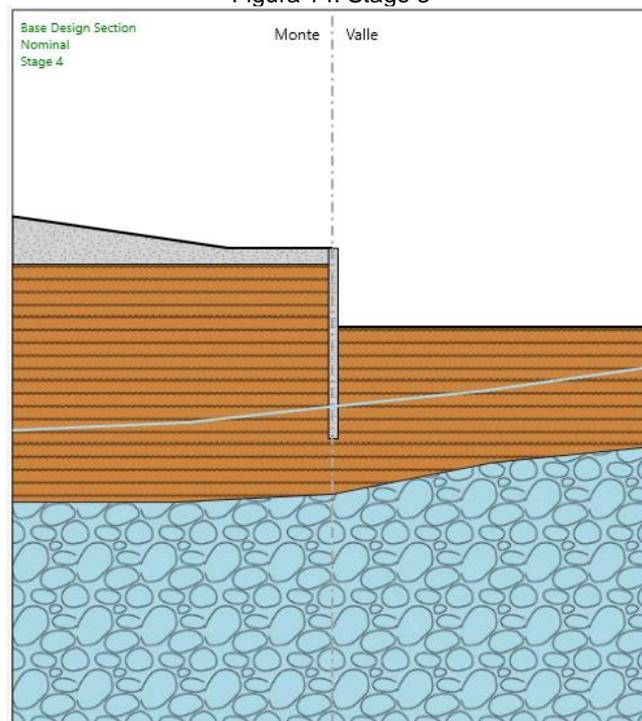


Figura 15: Stage 4

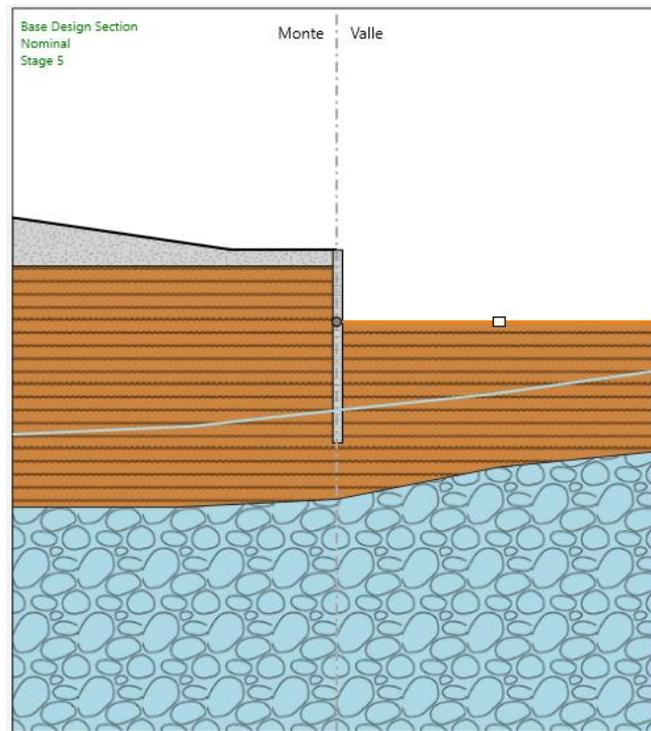


Figura 16: Stage 5

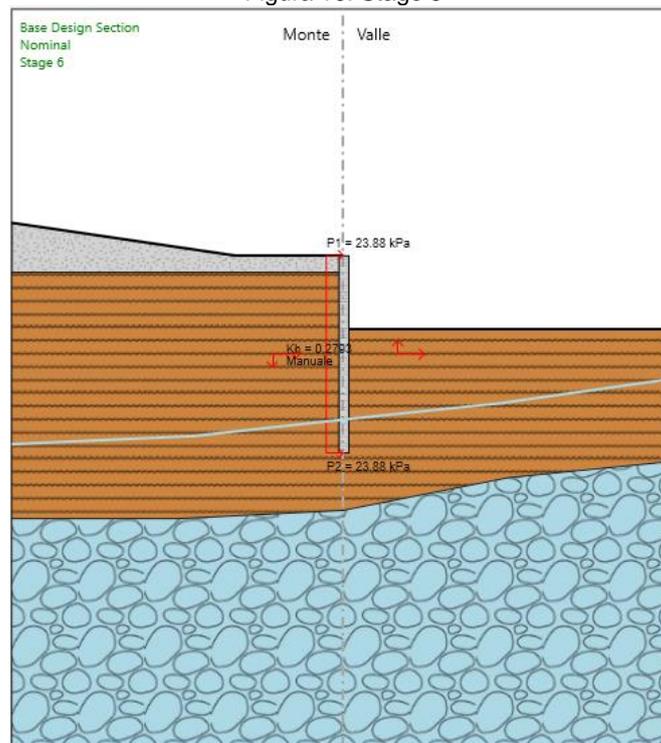


Figura 17: Stage 6

9.3 RISULTATI DELLE ANALISI

9.3.1 Verifica del complesso opera-terreno

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output in termini di deformata dell'opera e percentuale di spinta mobilitata.

Come mostrato nel seguito, gli spostamenti orizzontali massimi attesi pari a 6.53mm allo SLE sono di entità tale da consentire il corretto funzionamento dell'opera.

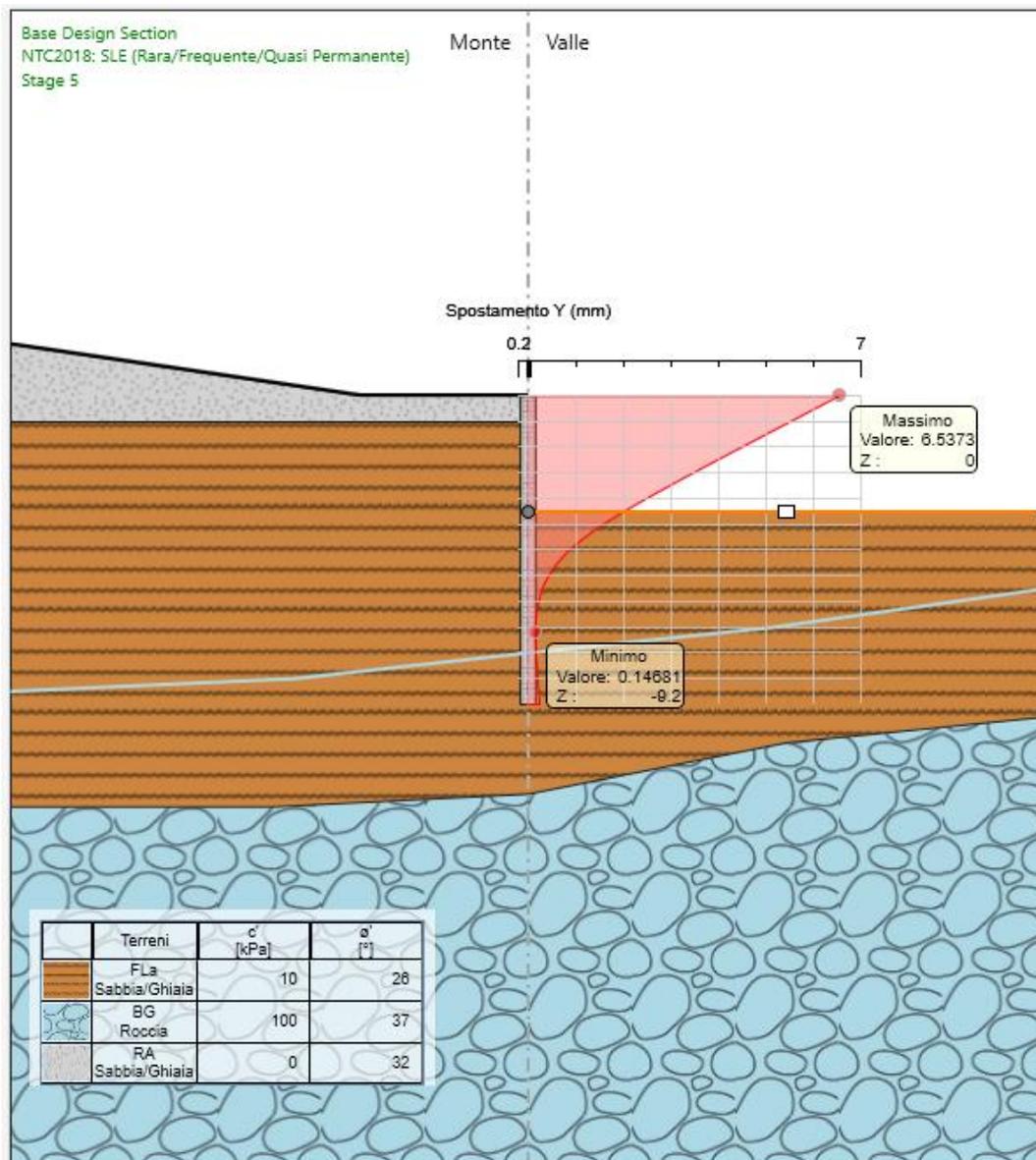
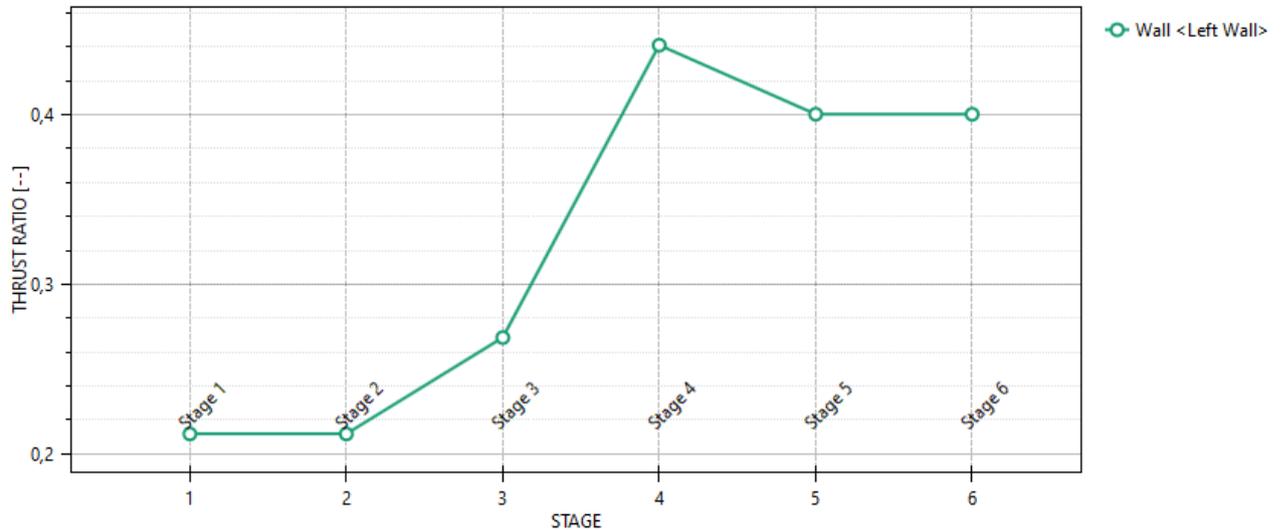


Figura 18: Spostamenti paratia allo SLE ($\delta_{max}=6.53$ mm)

L'andamento riporta i rapporti di mobilitazione in condizione statica GEO ad eccezione dell'ultima fase che corrisponde all'applicazione della azione pseudostatica e quindi non è significativa per la fase GEO.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

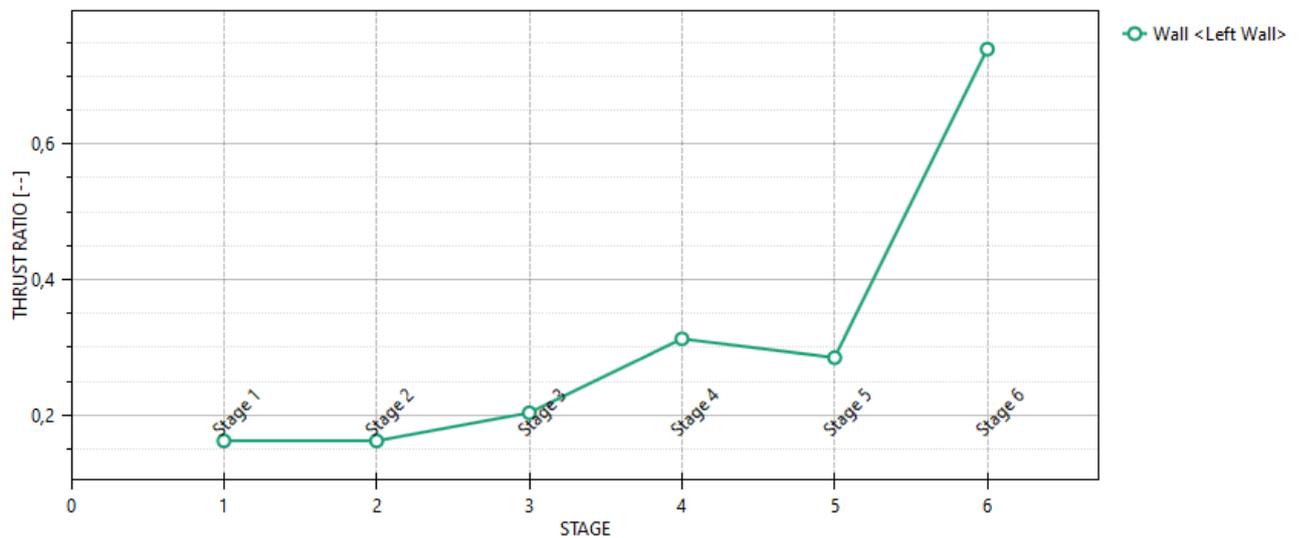
D.A. <NTC2018: A2+M2+R1>



La figura successiva riporta il rapporto di mobilitazione in fase sismica:

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <NTC2018: SISMICA GEO>



In entrambi i casi la spinta sollecitante non eguaglia la resistenza passiva di progetto quindi la verifica è soddisfatta con rapporti di mobilitazione pari a 0.44 in condizioni statiche e 0.74 in condizioni sismiche.

9.3.2 Sollecitazioni, Sforzi e Deformazioni

Nel seguito del presente paragrafo sono riportati, in forma grafica, i risultati delle sollecitazioni e degli sforzi di riferimento per la verifica dei pali, e cordoli delle paratie, con riferimento alle Combinazioni di Carico che, secondo le prescrizioni normative, vanno considerate per i vari casi.

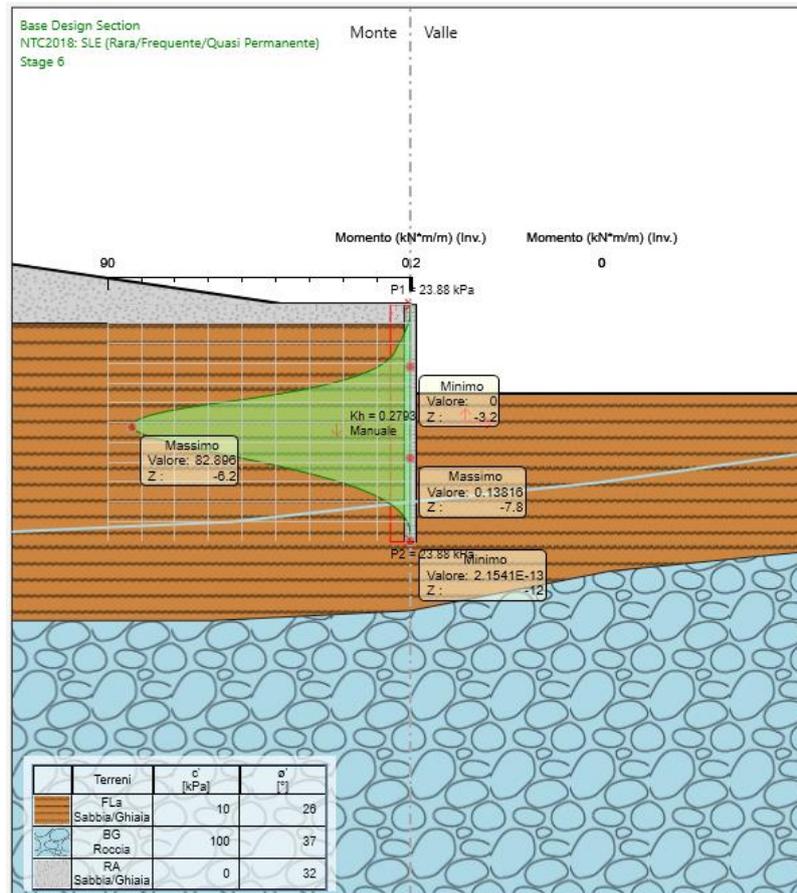


Figura 19: Involuppo momento sollecitante paratia SLE

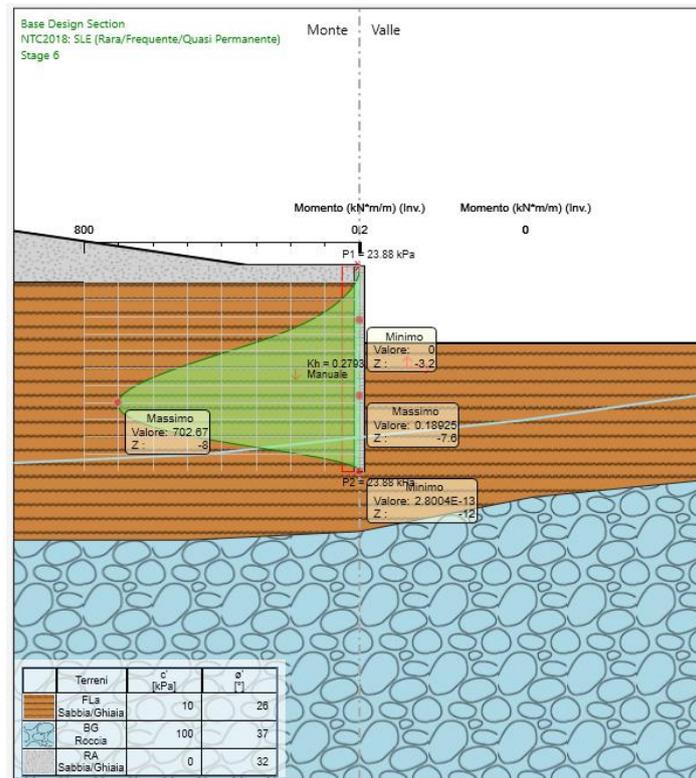


Figura 20: Involuppo momento sollecitante paratia SLU/SLV

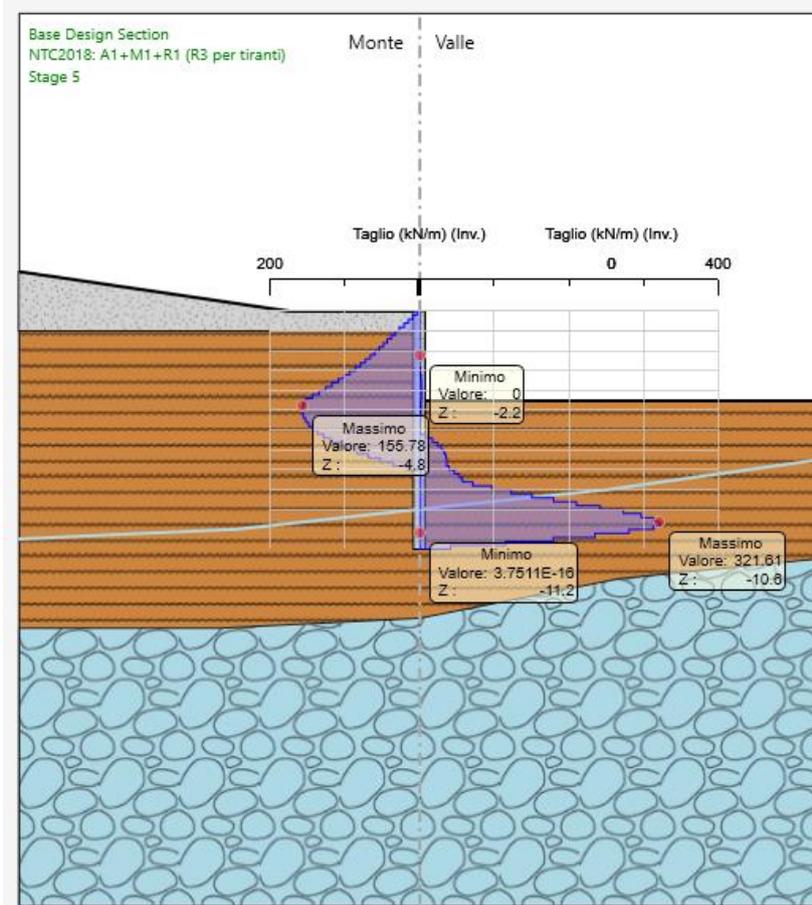


Figura 21. Involuppo Taglio_SLU/SLV

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 35 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

Nel seguito si riporta un riepilogo in forma tabellare delle sollecitazioni massime a metro lineare e sul singolo palo:

SOLLECITAZIONI A METRO LINEARE				SOLLECITAZIONI SU SINGOLO PALO		
	COMB.	Mmax [kNm/m]	Vmax [kN/m]	interasse	Mmax [kNm]	Vmax [kN]
				[m]		
PARATIA	SLU/SLV	702.67	321.61	0.70	491.9	225.13
	SLE	82.89	-	0.70	58.02	-

9.4 VERIFICA STRUTTURALE PALI

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali dei pali a flessione e a taglio sulla base delle sollecitazioni restituite da paratie plus.

Informazioni pannelli

Muro	palo sx
Sezione	d600
Diametro palo	0.6 m
Spaziatura pali	0.7 m
Materiale armature	B450C

Pali tangenti

Armatura longitudinale	Armature a taglio
Gruppo Armature Longitudinali	
Quota superiore	0 m
Lunghezza della gabbia	12 m
Quota inferiore	-12 m
Armature longitudinali	
Layer	< 1 / 1 >
Diametro	ø22
Numero per elemento	22
Copriferro asse barra	0.083 m
Armatura a taglio	
Strato armatura a taglio	< 1 / 1 >
Quota superiore	0 m
Lunghezza tratto armato a taglio	12 m
Quota inferiore	-12 m
Passo	0.2 m
Diametro	ø12
Numero di bracci	2
Copriferro netto	0.06 m

Si prevede un'armatura longitudinale **22Φ22** e armatura a taglio **spirale Φ12/20**.

Nei grafici sono riportati i tassi di sfruttamento ottenuti come rapporto tra resistenza disponibile e sollecitazione agente.

Ai fini delle verifiche agli stati limite di esercizio si è provveduto a verificare che le tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori ai valori massimi pari rispettivamente a 13.5 MPa (per calcestruzzo di classe C30/37 combinazioni rare) e di 360 Mpa (per acciaio B 450 C), nonché di verificare che l'apertura delle fessure sia inferiore al valore limite di $w_3=0,2\text{mm}$ (Classe di esposizione XC2-XA1 ed armature poco sensibili).

Il tasso di sfruttamento a pressoflessione è pari a 0.84.

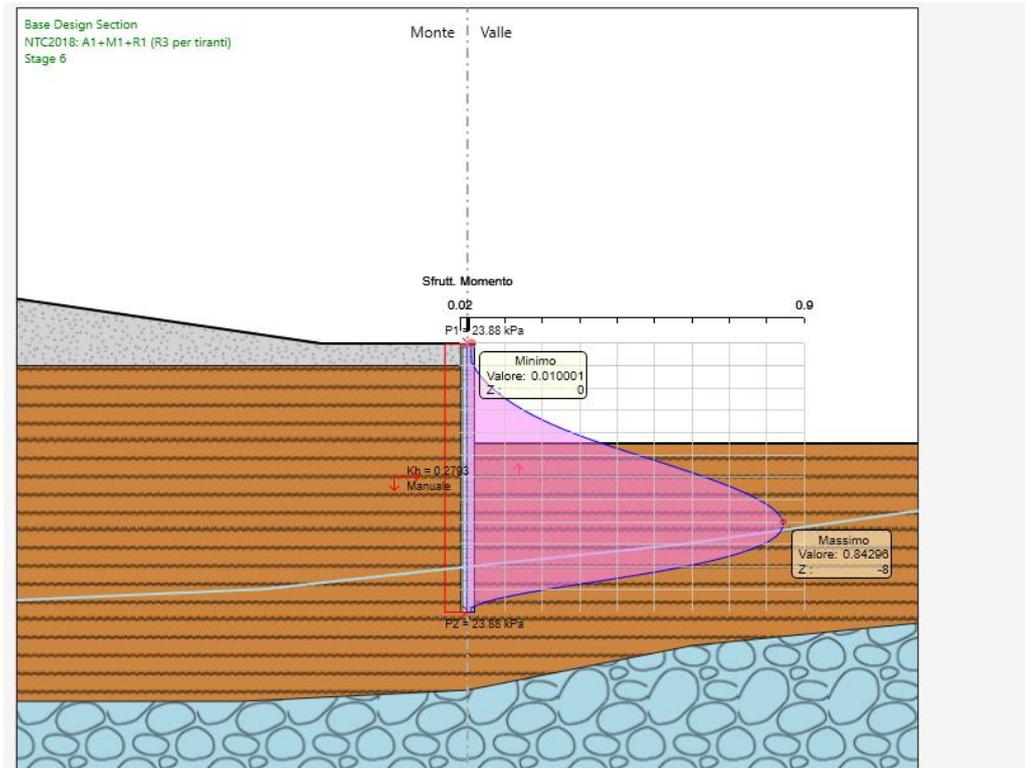


Figura 22: Verifica a pressoflessione SLU/SLV

Il tasso di sfruttamento a taglio è pari a 0.73

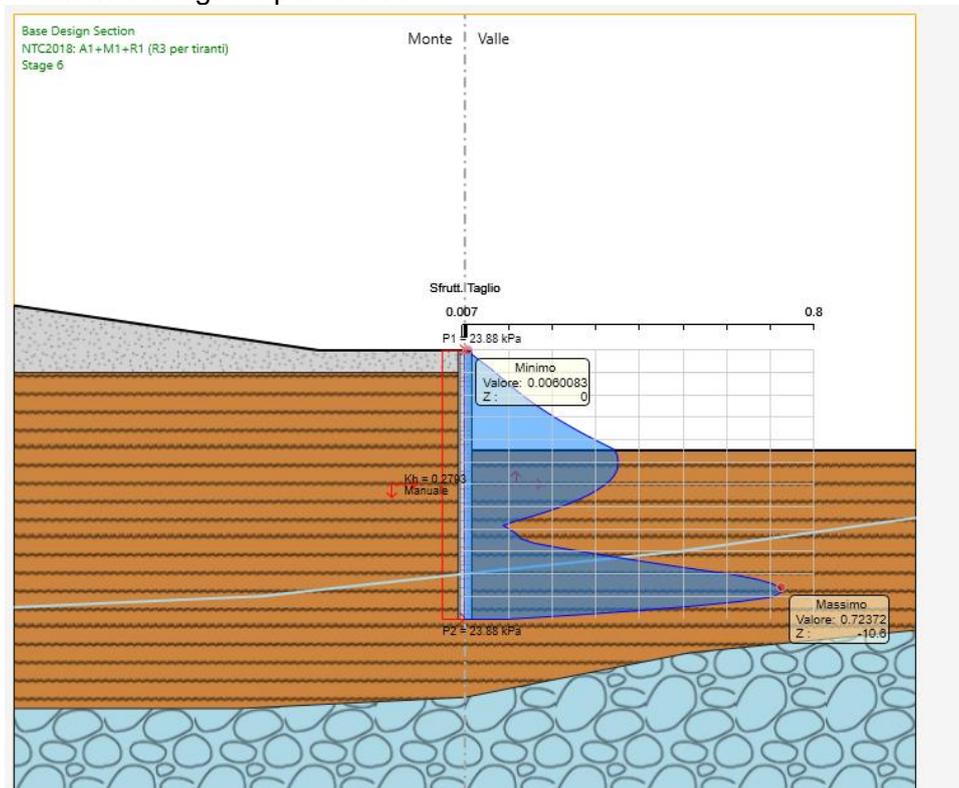


Figura 23: Verifica a Taglio SLU/SLV

Il valore di apertura delle fessure è pari a 0.046mm.

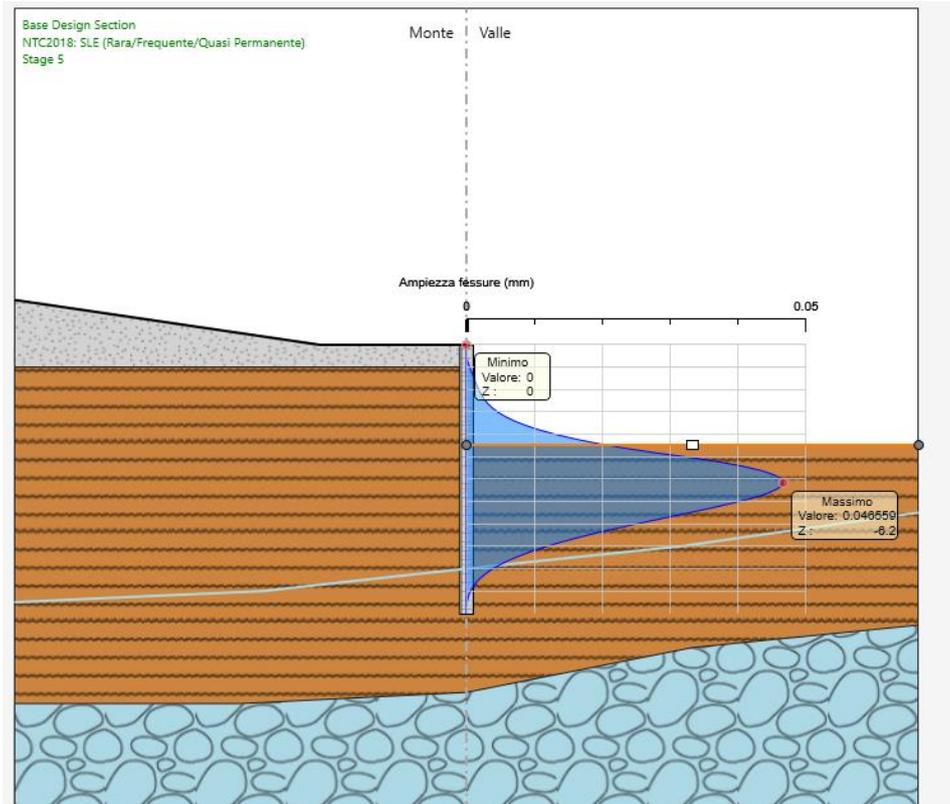


Figura 24: Verifica a fessurazione SLE

Il tasso di sfruttamento del calcestruzzo allo SLE è pari a 0.242.

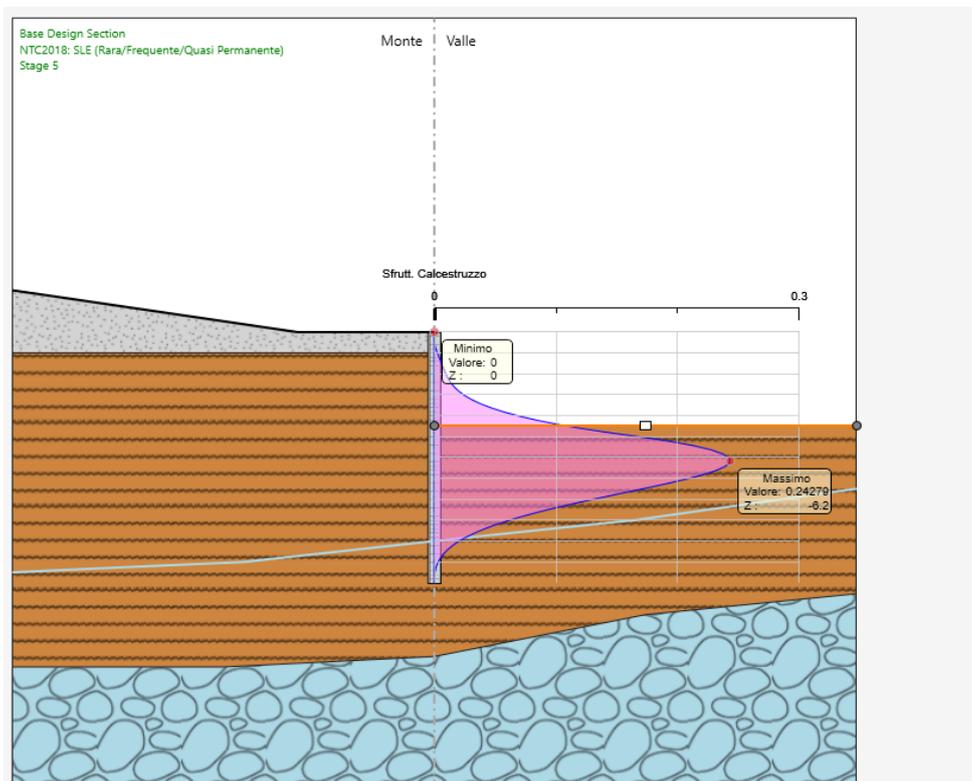


Figura 25: Verifica tensionale SLE (calcestruzzo)

Il tasso di sfruttamento dell'acciaio allo SLE è pari a 0.129

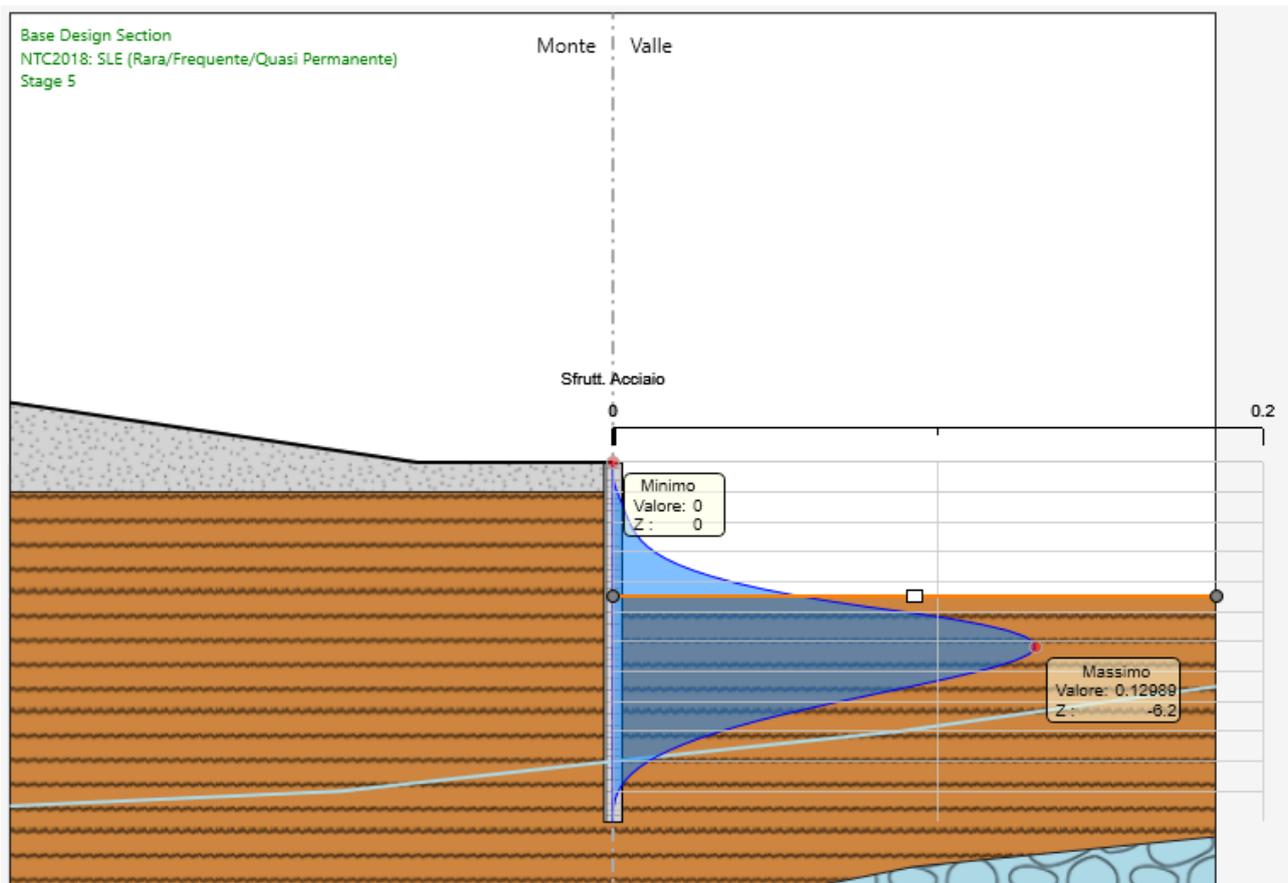


Figura 26: Verifica tensionale SLE (acciaio)

Le verifiche sono dunque soddisfatte (tassi di sfruttamento inferiori all'unità).

9.5 VERIFICA STRUTTURALE CORDOLO

Le caratteristiche della sollecitazione sono determinate modellando gli elementi strutturali oggetto di verifica alla stregua di travi continue su più appoggi; la luce delle campate è data dall'interasse tra tre pali supponendo la rottura del palo intermedio ed il carico, uniformemente distribuito, è determinato ripartendo il taglio ottenuto dal modello di calcolo dell'opera di sostegno. Definito T_d il massimo taglio sollecitante il cordolo, il suddetto carico è così calcolato $q_{sd} = T_d / l$ (con l posto cautelativamente pari a 1.4m).

Secondo tale modello le massime azioni di calcolo sull'elemento strutturale saranno:

$$M_{S,d} = \frac{1}{10} \cdot q_{sd} \cdot l^2 \qquad T_{S,d} = \frac{1}{2} \cdot q_{sd} \cdot l$$

SOLLECITAZIONI A METRO LINEARE				SOLLECITAZIONI SU CORDOLO	
	COMB.	T_d, max [kN/m]	l [m]	M_{max} [kNm]	V_{max} [kN]
OS05	SLU/SLV	20	1.40	3.92	14
	SLE	1.4	1.4	0.27	-

Si riporta l'armatura del cordolo e le verifiche a taglio e flessione realizzate con l'ausilio del software di calcolo PresFle+ v.5.15.

Nella tabella seguente è riportata l'Armatura di progetto:

CORDOLO OS05 - C32/40				
Altezza (m)	Larghezza (m)	Armatura scavo longitudinale	Armatura terreno longitudinale	Armatura trasversale
0.80	0.80	4 ϕ 16	5 ϕ 16	ϕ 10/400 - 2 Bracci

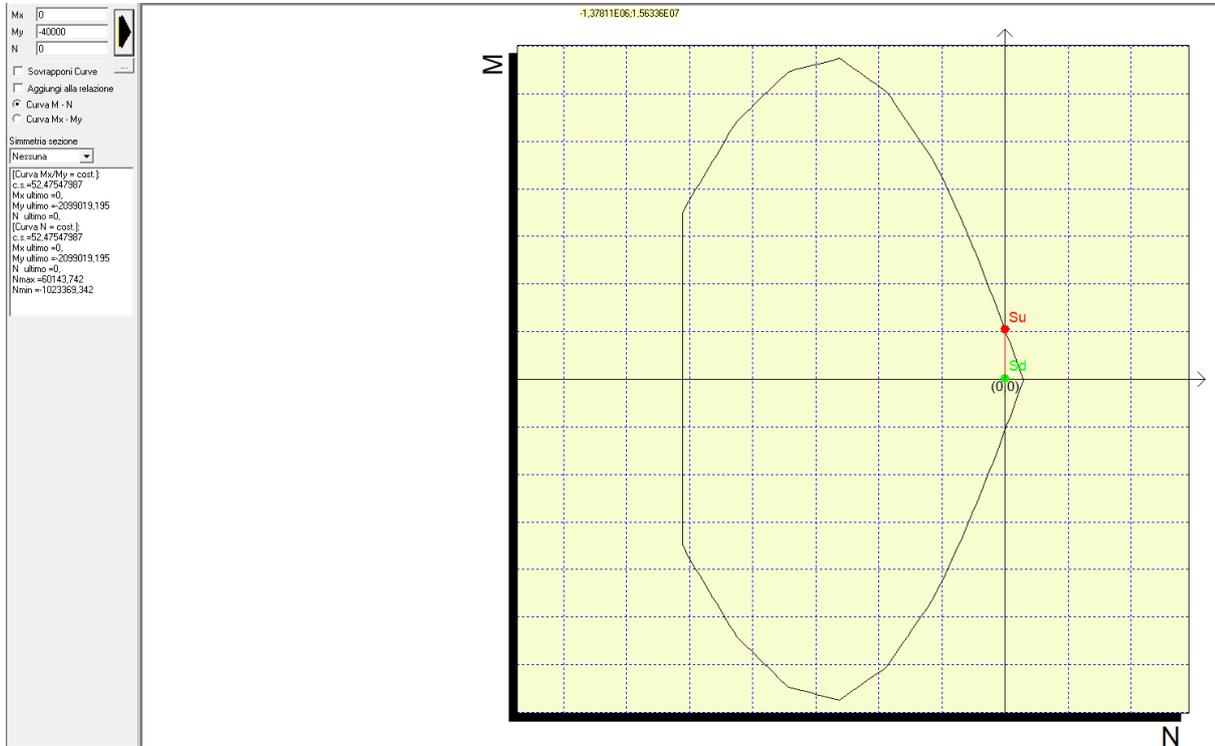
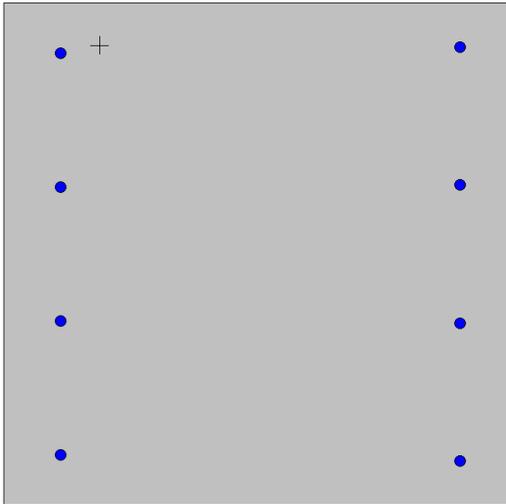


Figura 27 – Verifica a Flessione FS=52.5 - SLU/SLV

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 41 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

Elemento	Geometrie				Armatura long. tesa		Sollecitazioni di Calcolo		TAGLIO RESISTENTE ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO								
	b _w (mm)	H (mm)	c (mm)	d (mm)	n	Ø	As (mm ²)	N _{sd} (KN)	V _{sd} (KN)	σ _{cp} (Mpa)	ρ _t	k	f _{ck} (Mpa)	v _{min}	V _{Rdmin} (KN)	V _{Ret} (KN)	F.S.
Cordolo OS05	800	800	45	755	4	16	803,84	0	14,00	0	0,001	1,51	33,2	0,38	227,07	180,15	12,87

Tabella 7 – Verifica a Taglio SLU/SLV

Le verifiche tensionali e a fessurazione allo SLE risultano essere soddisfatte.

10 TABULATI DI CALCOLO PARATIE PK. 0+388.4 e 0+489.3

PARATIE *plus*TM

Descrizione del Software

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

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Muro di sinistra

Armatura Lunghezza segmenti : 1 m

Rinforzo longitudinale 1

Lunghezza : 12 m

Materiale : B450C

Quota iniziale : 0 m

Barre 1

Numero di barre : 22

Diametro : 0.022 m

Distanza dal bordo : 0.083 m

Staffe 1

Numero di staffe : 2

Copertura : 0.06 m

Diametro : 0.012 m

Lunghezza : 12 m

Quota iniziale : 0 m

Passo : 0.2 m

Sezione : d600

Area equivalente : 0.403919055461545 m

Inerzia equivalente : 0.0091 m⁴/m

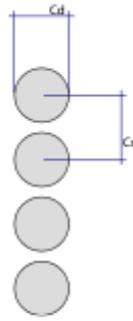
Materiale calcestruzzo : C30/37

Tipo sezione : Tangent

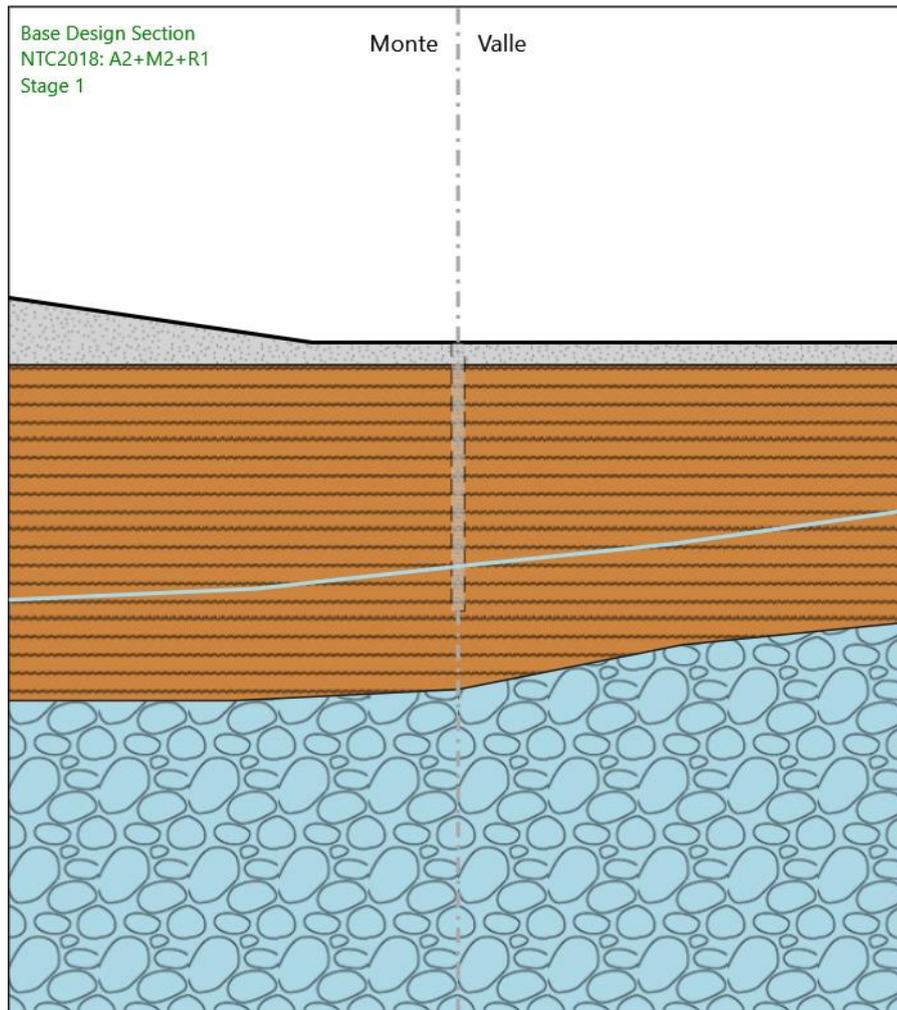
Spaziatura : 0.7 m

Diametro : 0.6 m

Efficacia : 1



Fasi di Calcolo Stage 1



Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

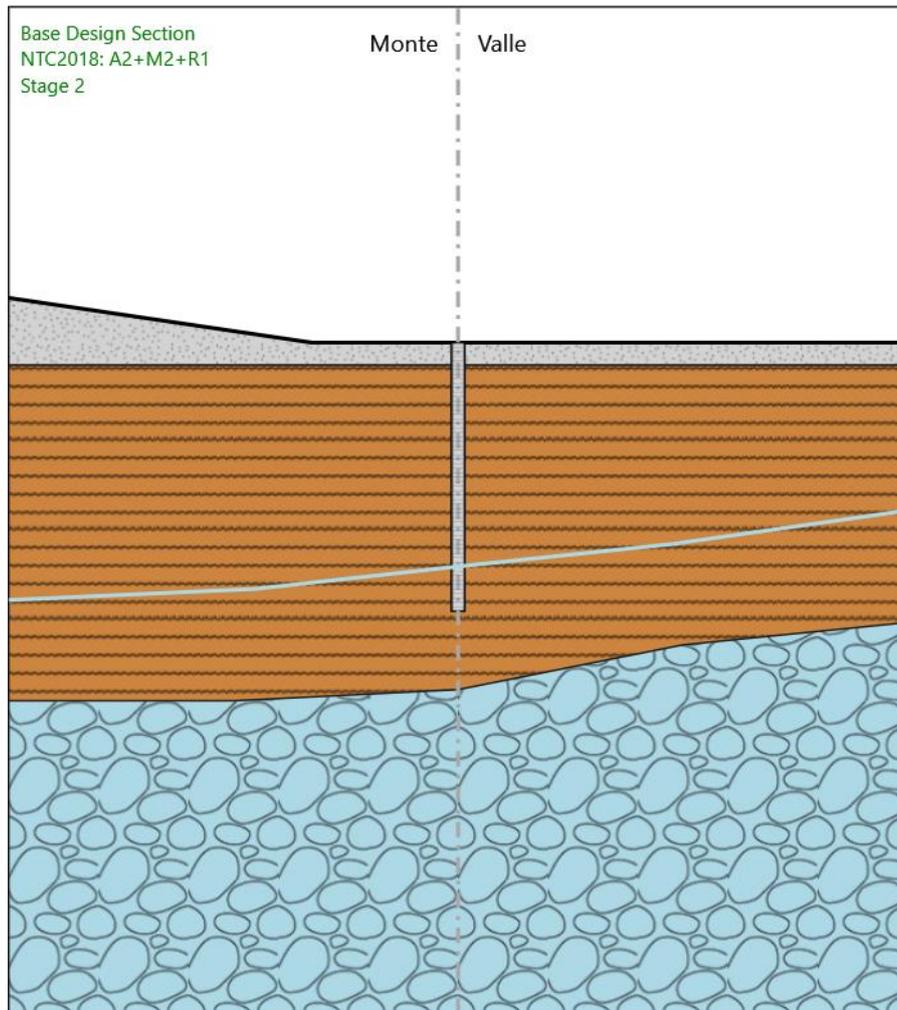
(-20;2)

(-6.5;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)
0 m

Stage 2



Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;2)

(-6.5;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 50 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

0 m

Elementi strutturali

Paratia : palo sx

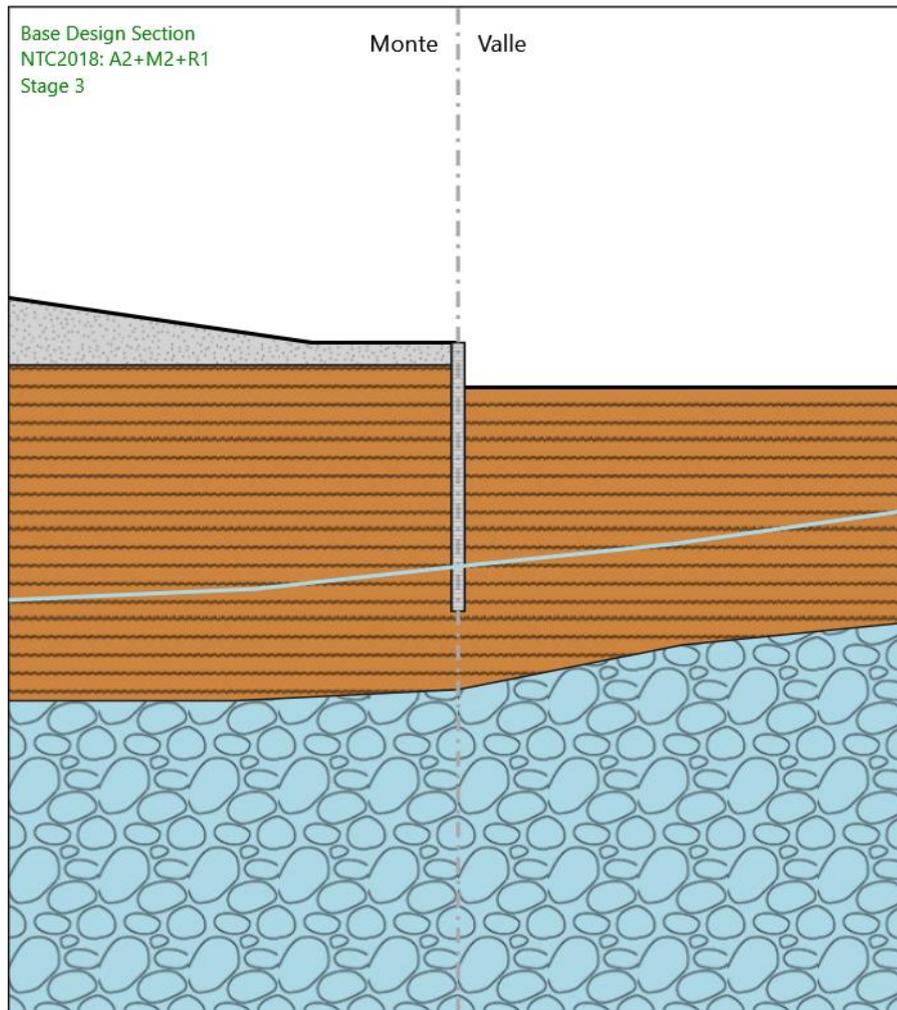
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : d600

Stage 3



Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -2 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;2)

(-6.5;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 52 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

-2 m

Elementi strutturali

Paratia : palo sx

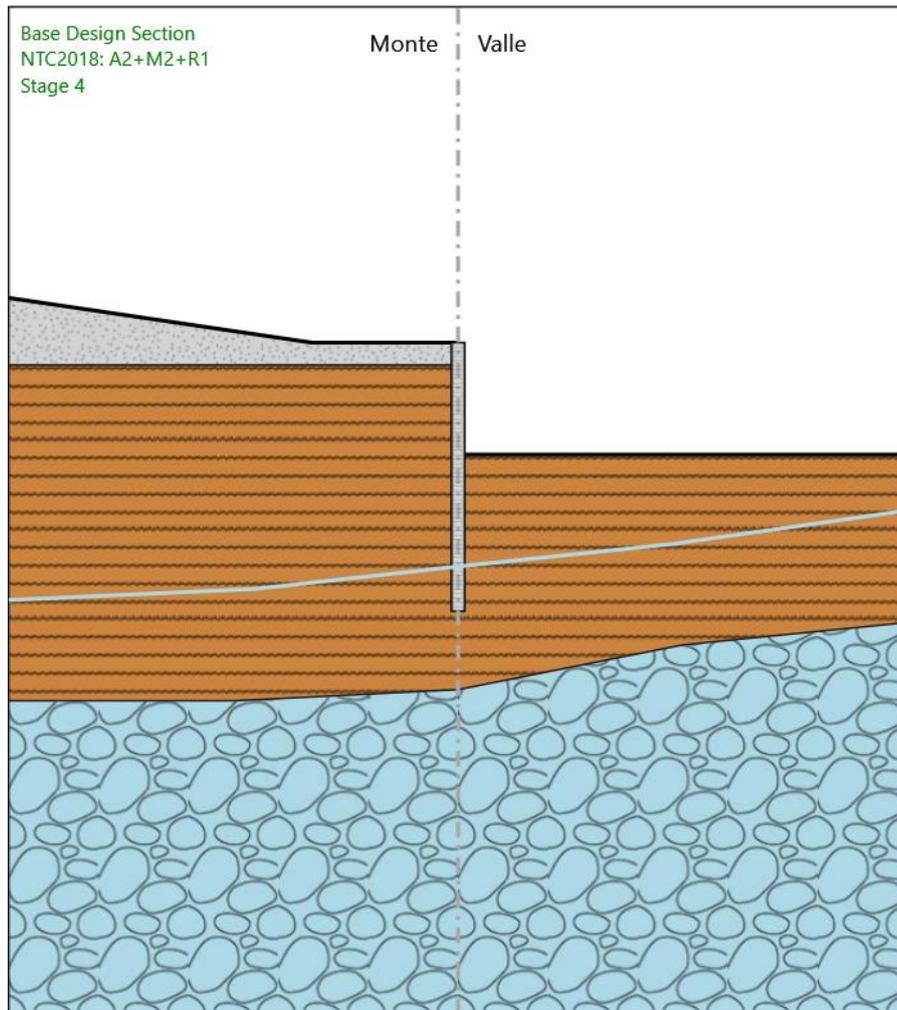
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : d600

Stage 4



Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;2)

(-6.5;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 54 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

-5 m

Elementi strutturali

Paratia : palo sx

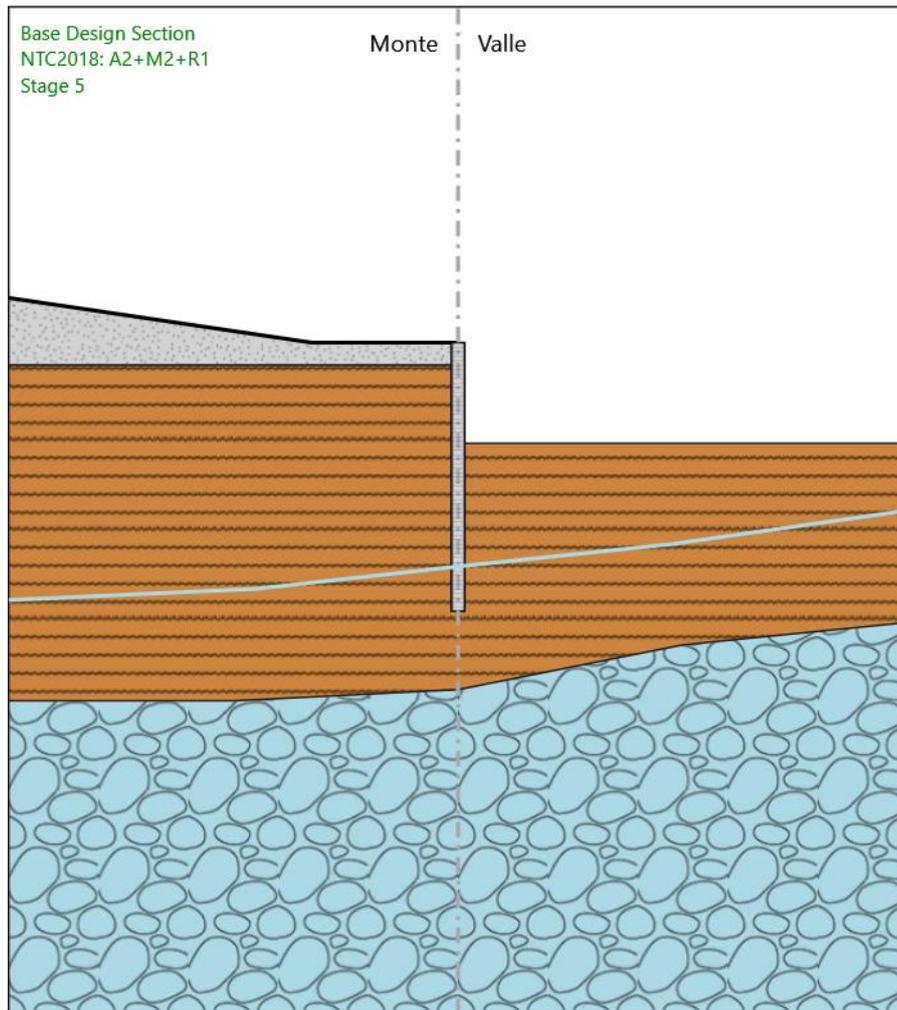
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : d600

Stage 5



Stage 5

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;2)

(-6.5;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 56 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

-4.5 m

Elementi strutturali

Paratia : palo sx

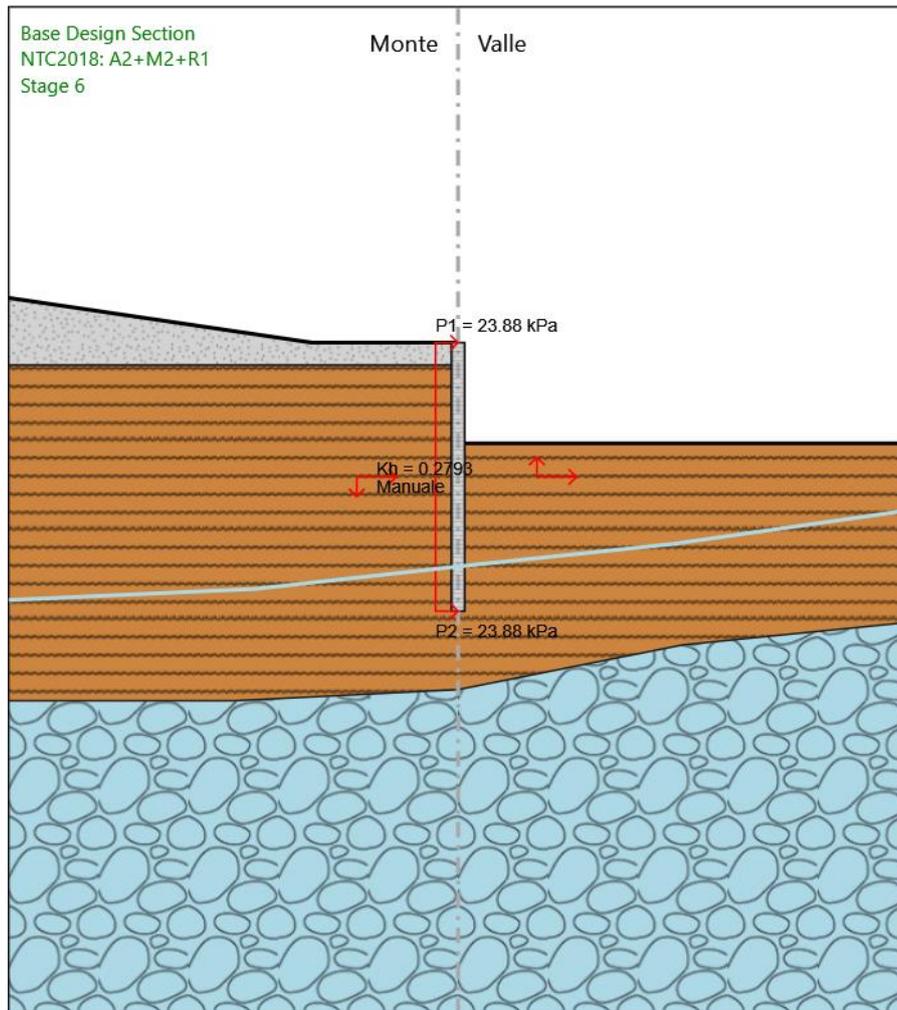
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : d600

Stage 6



Stage 6

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-20;2)

(-6.5;0)

(0;0)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 58 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

-4.5 m

Elementi strutturali

Paratia : palo sx

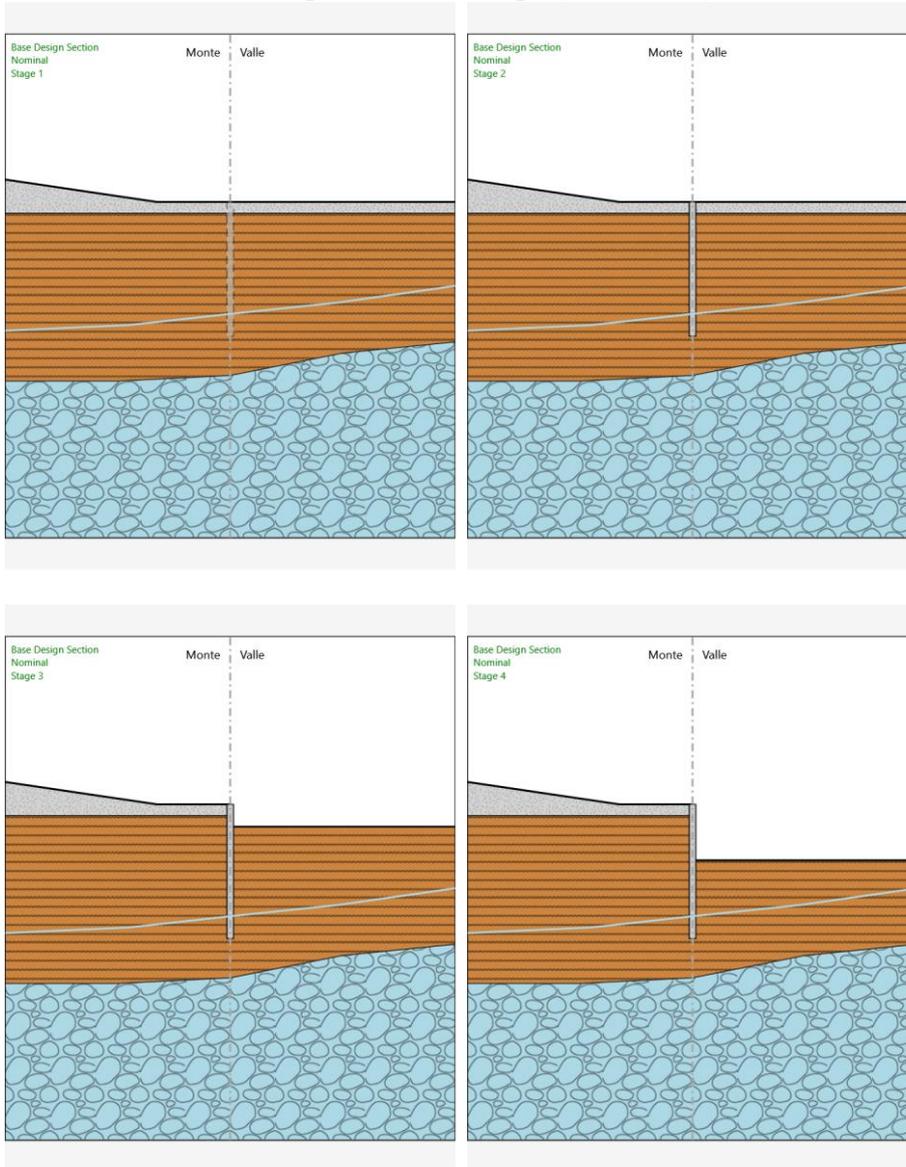
X : 0 m

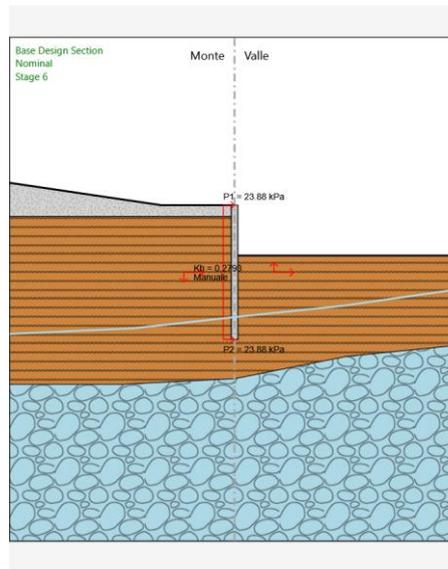
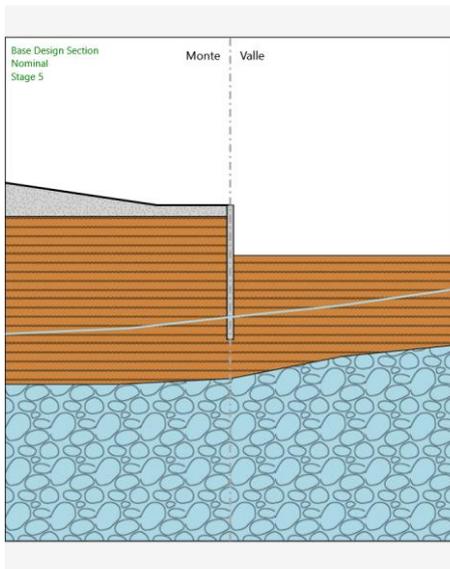
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -12 m

Sezione : d600

Tabella Configurazione Stage (Nominal)





RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO	AUTOSTRADA A2 MEDITERRANEA NUOVO SVINCOLO DI MORMANNO	Pag. 61 DI 81
-----------------------------------	--	------------------

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Permanenti (F_dead_load _unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_loa d_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load _unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Sismico (F_seis m_load)	Pressio ni Acqua Lato Monte (F_Wa terDR)	Pressio ni Acqua Lato Valle (F_Wat erRes)	Carichi Permane nti Destabili zzanti (F_UPL_ GStab)	Carichi Perman enti Stabilizz anti (F_UPL_ GStab)	Carichi Variabili Destabili zzanti (F_UPL_ QDStab)	Carichi Permane nti Destabili zzanti (F_HYD_ GStab)	Carichi Perman enti Stabilizz anti (F_HYD_ GStab)	Carichi Variabili Destabili zzanti (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
NTC2018: SLE (Rara/Frequ ente/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
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

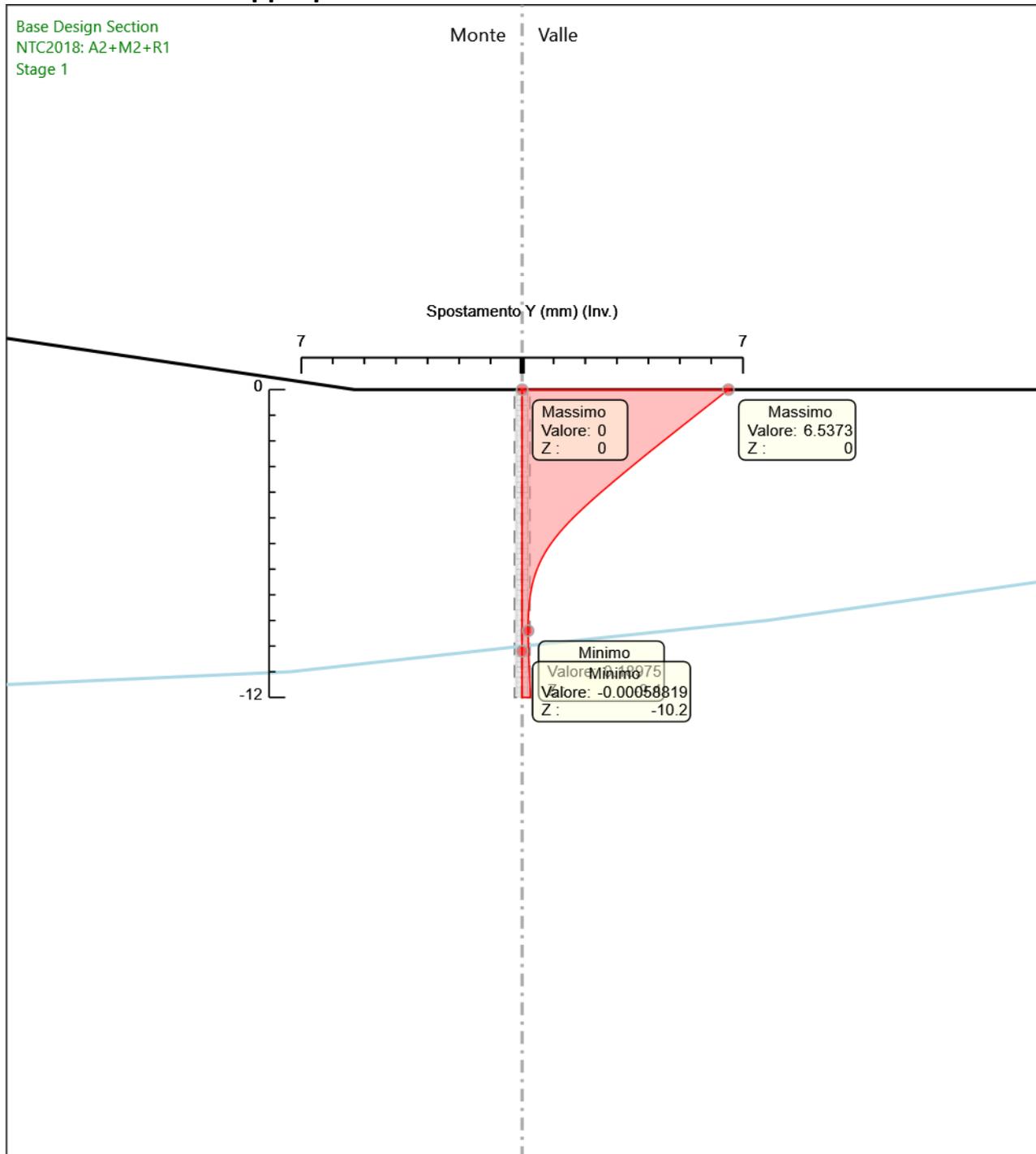
Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

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

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi) Grafico Inviluppi Spostamento

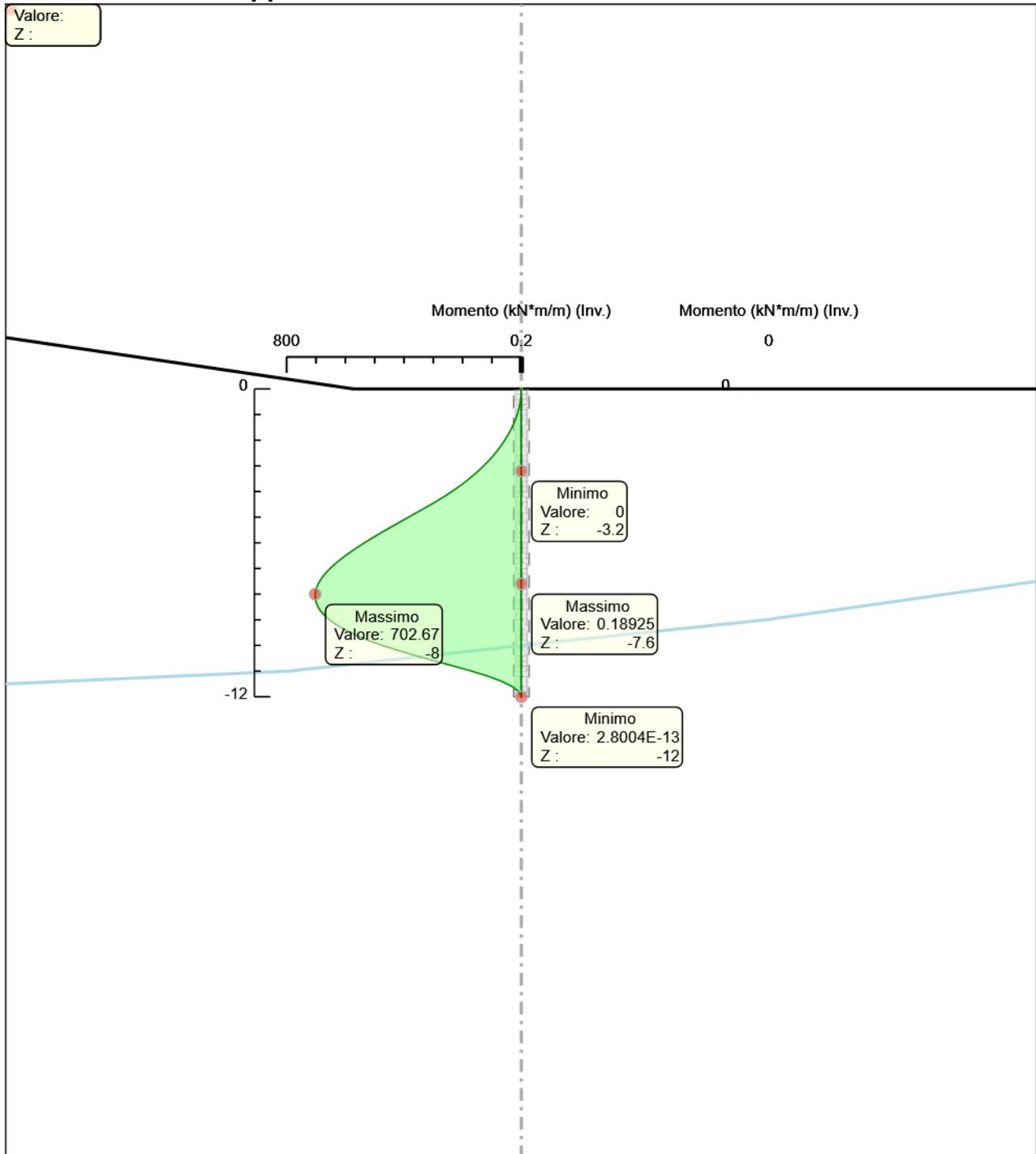


Spostamento

Tabella Inviluppi Momento palo sx

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Momento	Muro: palo sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0.534	0
-0.4	2.183	0
-0.6	4.993	0
-0.8	9.011	0
-1	14.283	0
-1.2	20.624	0
-1.4	28.033	0
-1.6	36.509	0
-1.8	46.054	0
-2	56.701	0
-2.2	68.51	0
-2.4	81.541	0
-2.6	95.853	0
-2.8	111.505	0
-3	128.557	0
-3.2	147.069	0
-3.4	167.099	0
-3.6	188.707	0
-3.8	211.952	0
-4	236.895	0
-4.2	263.594	0
-4.4	292.108	0
-4.6	322.498	0
-4.8	353.404	0
-5	384.56	0
-5.2	415.704	0
-5.4	446.572	0
-5.6	476.9	0
-5.8	506.424	0
-6	534.88	0
-6.2	562.004	0
-6.4	587.533	0
-6.6	611.203	0.014
-6.8	632.75	0.084
-7	651.909	0.133
-7.2	668.418	0.164
-7.4	682.011	0.182
-7.6	692.427	0.189
-7.8	699.4	0.187
-8	702.667	0.179
-8.2	701.963	0.166
-8.4	697.026	0.149
-8.6	687.591	0.131
-8.8	673.395	0.113
-9	654.173	0.094
-9.2	629.662	0.076
-9.4	599.598	0.06
-9.6	563.716	0.045
-9.8	521.754	0.032
-10	473.448	0.022
-10.2	418.866	0.014
-10.4	359.543	0.008
-10.6	296.98	0.003
-10.8	232.658	0.001
-11	169.988	0
-11.2	113.978	0
-11.4	67.08	0
-11.6	31.233	0
-11.8	8.265	0
-12	0	0

Grafico Inviluppi Momento

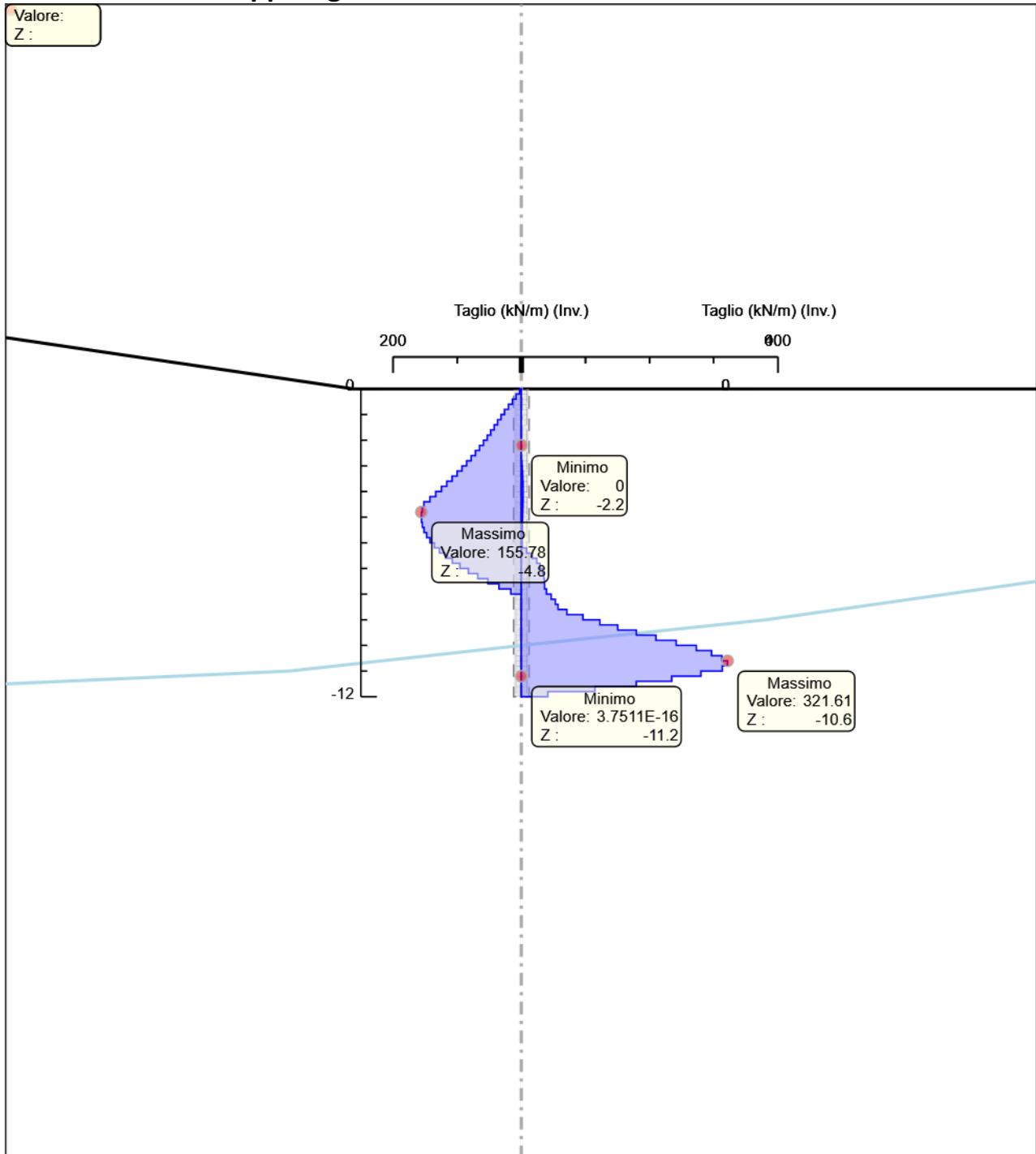


Momento

Tabella Inviluppi Taglio palo sx

Selected Design Assumptions	Inviluppi: Taglio	Muro: palo sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	2.67	0
-0.2	8.243	0
-0.4	14.05	0
-0.6	20.09	0
-0.8	26.363	0
-1	31.703	0
-1.2	37.043	0
-1.4	42.383	0
-1.6	47.723	0
-1.8	53.236	0
-2	59.047	0
-2.2	65.154	0
-2.4	71.559	0
-2.6	78.261	0
-2.8	85.26	0.788
-3	92.556	1.49
-3.2	100.15	1.998
-3.4	108.04	2.347
-3.6	116.228	2.583
-3.8	124.713	2.692
-4	133.495	2.698
-4.2	142.574	2.698
-4.4	151.95	2.624
-4.6	154.526	2.49
-4.8	155.783	2.313
-5	155.783	2.108
-5.2	155.721	1.888
-5.4	154.34	1.662
-5.6	151.639	1.44
-5.8	147.619	1.226
-6	142.28	1.025
-6.2	135.622	8.253
-6.4	127.645	17.013
-6.6	118.348	24.039
-6.8	107.732	29.228
-7	95.797	32.824
-7.2	82.543	35.055
-7.4	67.97	36.134
-7.6	52.077	36.255
-7.8	34.865	39.299
-8	16.334	46.557
-8.2	0.081	53.039
-8.4	0.09	57.283
-8.6	0.094	70.982
-8.8	0.094	96.11
-9	0.093	122.556
-9.2	0.09	150.321
-9.4	0.083	179.406
-9.6	0.075	209.81
-9.8	0.064	241.533
-10	0.053	272.903
-10.2	0.041	296.631
-10.4	0.03	312.816
-10.6	0.021	321.608
-10.8	0.014	321.608
-11	0.008	313.35
-11.2	0.003	280.05
-11.4	0	234.489
-11.6	0	179.237
-11.8	0	114.841
-12	0	41.321

Grafico Inviluppi Taglio



Taglio

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	LEFT	19.3
NTC2018: SISMICA STR	Stage 6	Left Wall	RIGHT	73.96

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato	Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 4 Left Wall		LEFT		121.51
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 1 Left Wall		RIGHT		165.7

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}	1.6
γ_s	1.15

Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

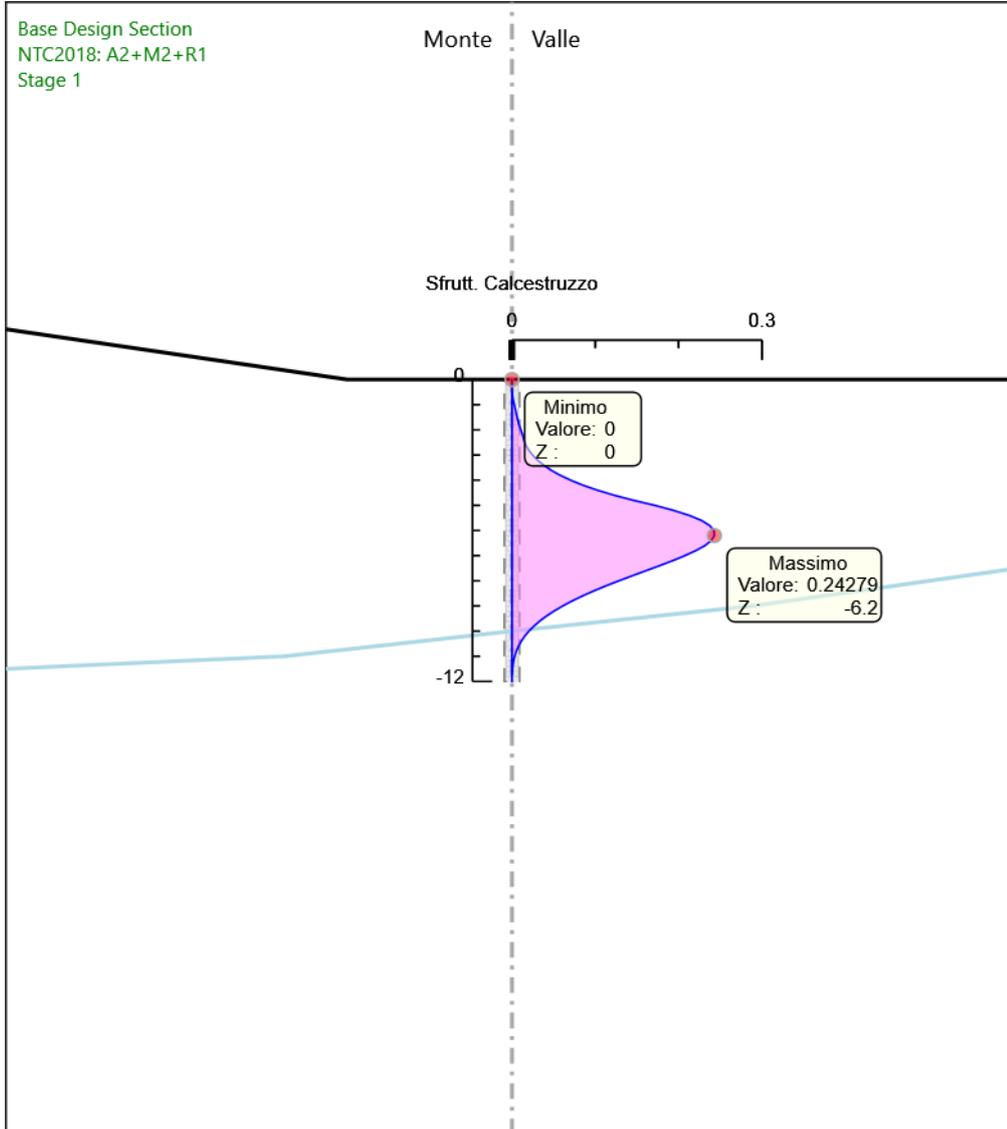
Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	V	V	V	V	V	
NTC2018: A2+M2+R1	V	V	V	V	V	
NTC2018: SISMICA STR			V			V
NTC2018: SISMICA GEO						

Risultati Caver

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver
0	0
-0.2	0
-0.4	0
-0.6	0.001
-0.8	0.001
-1	0.003
-1.2	0.004
-1.4	0.005
-1.6	0.007
-1.8	0.008
-2	0.011
-2.2	0.013
-2.4	0.014
-2.6	0.016
-2.8	0.02
-3	0.025
-3.2	0.031
-3.4	0.038
-3.6	0.047
-3.8	0.058
-4	0.07
-4.2	0.085
-4.4	0.103
-4.6	0.123
-4.8	0.146
-5	0.171
-5.2	0.194
-5.4	0.213
-5.6	0.227
-5.8	0.237
-6	0.242
-6.2	0.243
-6.4	0.239
-6.6	0.231
-6.8	0.221
-7	0.207
-7.2	0.193
-7.4	0.177
-7.6	0.161
-7.8	0.144
-8	0.128
-8.2	0.113
-8.4	0.098
-8.6	0.085
-8.8	0.072
-9	0.061
-9.2	0.051
-9.4	0.041
-9.6	0.033
-9.8	0.026
-10	0.02
-10.2	0.015
-10.4	0.011
-10.6	0.008
-10.8	0.005
-11	0.003
-11.2	0.002
-11.4	0.001
-11.6	0
-11.8	0
-12	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

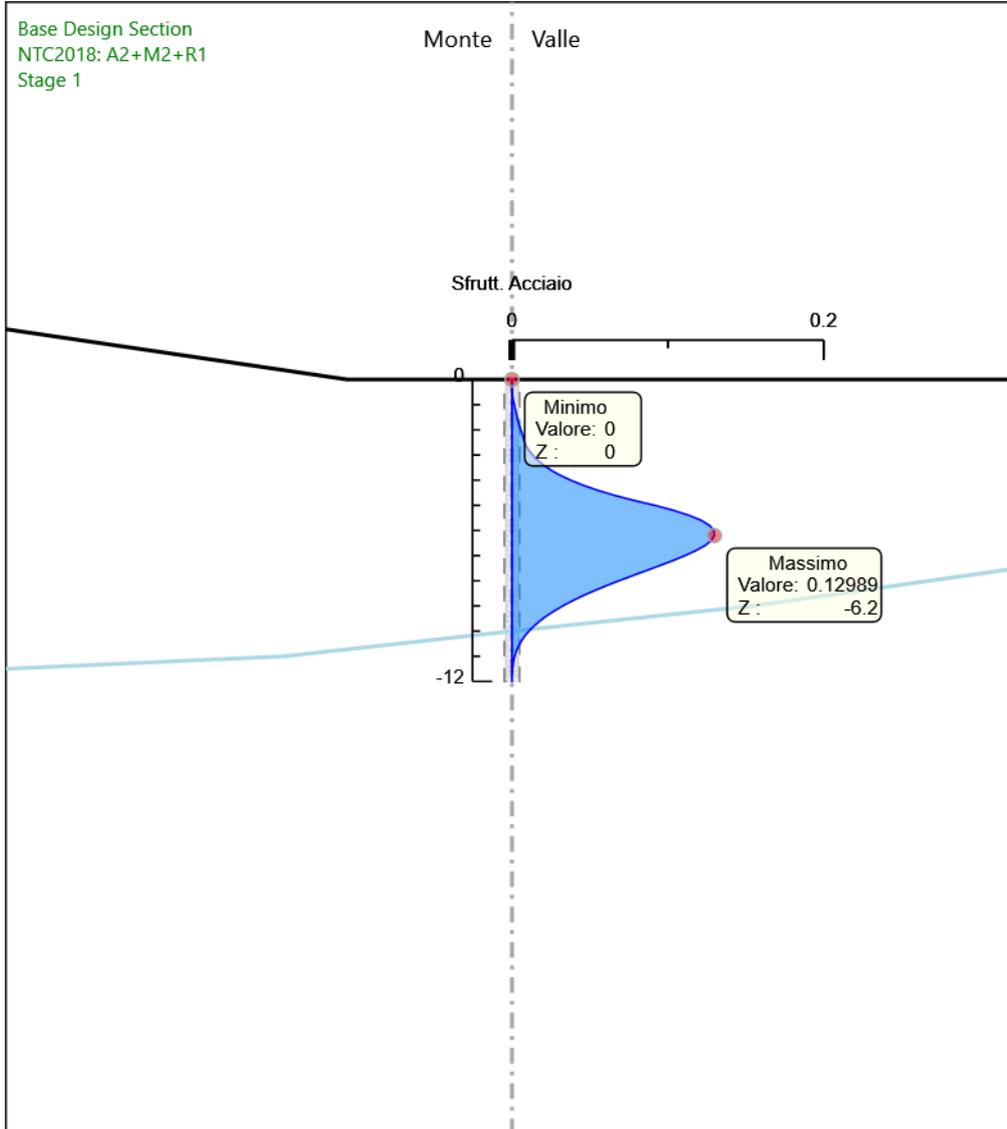


Involuppi
Tasso di Sfruttamento Calcestruzzo - Caver

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento Armature - Caver	
0	0	
-0.2	0	
-0.4	0	
-0.6	0	
-0.8	0.001	
-1	0.001	
-1.2	0.002	
-1.4	0.003	
-1.6	0.004	
-1.8	0.005	
-2	0.006	
-2.2	0.007	
-2.4	0.008	
-2.6	0.009	
-2.8	0.011	
-3	0.013	
-3.2	0.016	
-3.4	0.02	
-3.6	0.025	
-3.8	0.031	
-4	0.038	
-4.2	0.046	
-4.4	0.055	
-4.6	0.066	
-4.8	0.078	
-5	0.092	
-5.2	0.104	
-5.4	0.114	
-5.6	0.122	
-5.8	0.127	
-6	0.13	
-6.2	0.13	
-6.4	0.128	
-6.6	0.124	
-6.8	0.118	
-7	0.111	
-7.2	0.103	
-7.4	0.095	
-7.6	0.086	
-7.8	0.077	
-8	0.069	
-8.2	0.06	
-8.4	0.053	
-8.6	0.045	
-8.8	0.039	
-9	0.033	
-9.2	0.027	
-9.4	0.022	
-9.6	0.018	
-9.8	0.014	
-10	0.011	
-10.2	0.008	
-10.4	0.006	
-10.6	0.004	
-10.8	0.003	
-11	0.002	
-11.2	0.001	
-11.4	0	
-11.6	0	
-11.8	0	
-12	0	

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento Armature - Caver

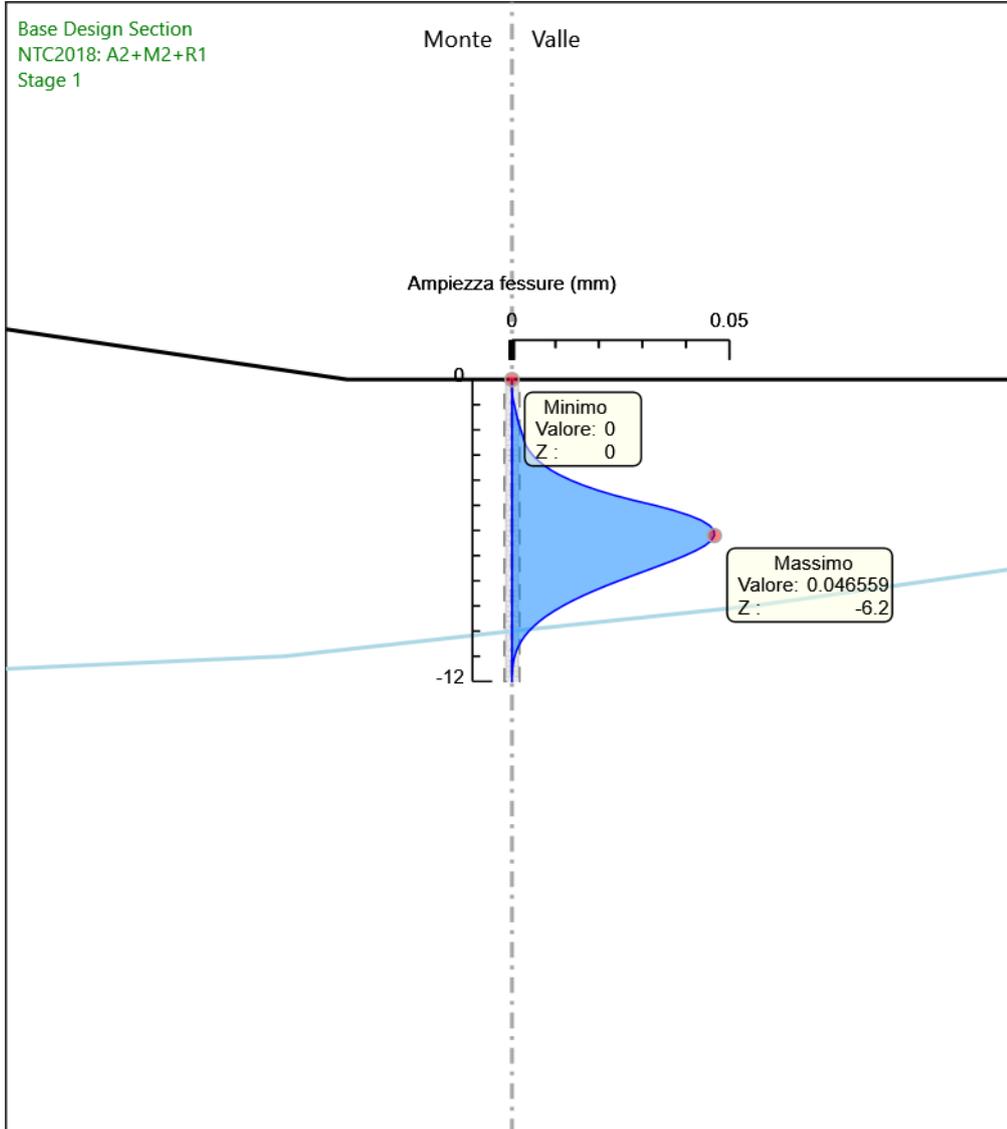


Involuppi
Tasso di Sfruttamento Armature - Caver

Tabella Involuppi Apertura Fessure - Caver : LEFT

Involuppi Apertura Fessure - Caver		LEFT
Z (m)	Apertura Fessure - Caver (mm)	
0	0	
-0.2	0	
-0.4	0	
-0.6	0	
-0.8	0	
-1	0.001	
-1.2	0.001	
-1.4	0.001	
-1.6	0.001	
-1.8	0.002	
-2	0.002	
-2.2	0.002	
-2.4	0.003	
-2.6	0.003	
-2.8	0.004	
-3	0.005	
-3.2	0.006	
-3.4	0.007	
-3.6	0.009	
-3.8	0.011	
-4	0.013	
-4.2	0.016	
-4.4	0.02	
-4.6	0.024	
-4.8	0.028	
-5	0.033	
-5.2	0.037	
-5.4	0.041	
-5.6	0.044	
-5.8	0.045	
-6	0.046	
-6.2	0.047	
-6.4	0.046	
-6.6	0.044	
-6.8	0.042	
-7	0.04	
-7.2	0.037	
-7.4	0.034	
-7.6	0.031	
-7.8	0.028	
-8	0.025	
-8.2	0.022	
-8.4	0.019	
-8.6	0.016	
-8.8	0.014	
-9	0.012	
-9.2	0.01	
-9.4	0.008	
-9.6	0.006	
-9.8	0.005	
-10	0.004	
-10.2	0.003	
-10.4	0.002	
-10.6	0.001	
-10.8	0.001	
-11	0.001	
-11.2	0	
-11.4	0	
-11.6	0	
-11.8	0	
-12	0	

Grafico Involuppi Apertura Fessure - Caver

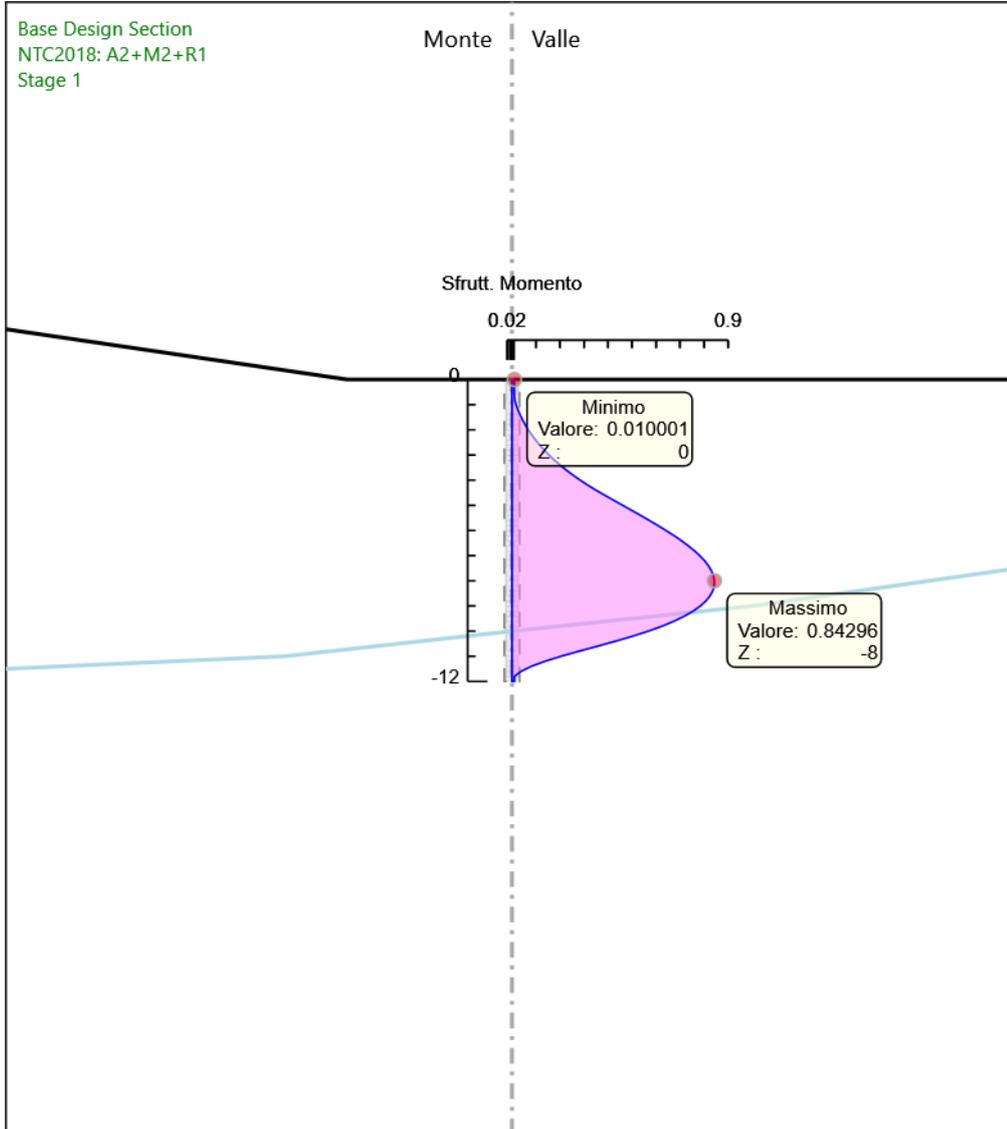


Involuppi
Apertura Fessure - Caver

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - Caver : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento M-N - Caver		LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento M-N - Caver	
0	0.01	
-0.2	0.01	
-0.4	0.01	
-0.6	0.01	
-0.8	0.011	
-1	0.017	
-1.2	0.025	
-1.4	0.034	
-1.6	0.044	
-1.8	0.055	
-2	0.068	
-2.2	0.082	
-2.4	0.098	
-2.6	0.115	
-2.8	0.134	
-3	0.154	
-3.2	0.176	
-3.4	0.2	
-3.6	0.226	
-3.8	0.254	
-4	0.284	
-4.2	0.316	
-4.4	0.35	
-4.6	0.387	
-4.8	0.424	
-5	0.461	
-5.2	0.499	
-5.4	0.536	
-5.6	0.572	
-5.8	0.608	
-6	0.642	
-6.2	0.674	
-6.4	0.705	
-6.6	0.733	
-6.8	0.759	
-7	0.782	
-7.2	0.802	
-7.4	0.818	
-7.6	0.831	
-7.8	0.839	
-8	0.843	
-8.2	0.842	
-8.4	0.836	
-8.6	0.825	
-8.8	0.808	
-9	0.785	
-9.2	0.755	
-9.4	0.719	
-9.6	0.676	
-9.8	0.626	
-10	0.568	
-10.2	0.502	
-10.4	0.431	
-10.6	0.356	
-10.8	0.279	
-11	0.204	
-11.2	0.137	
-11.4	0.08	
-11.6	0.037	
-11.8	0.01	
-12	0.01	

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento M-N - Caver

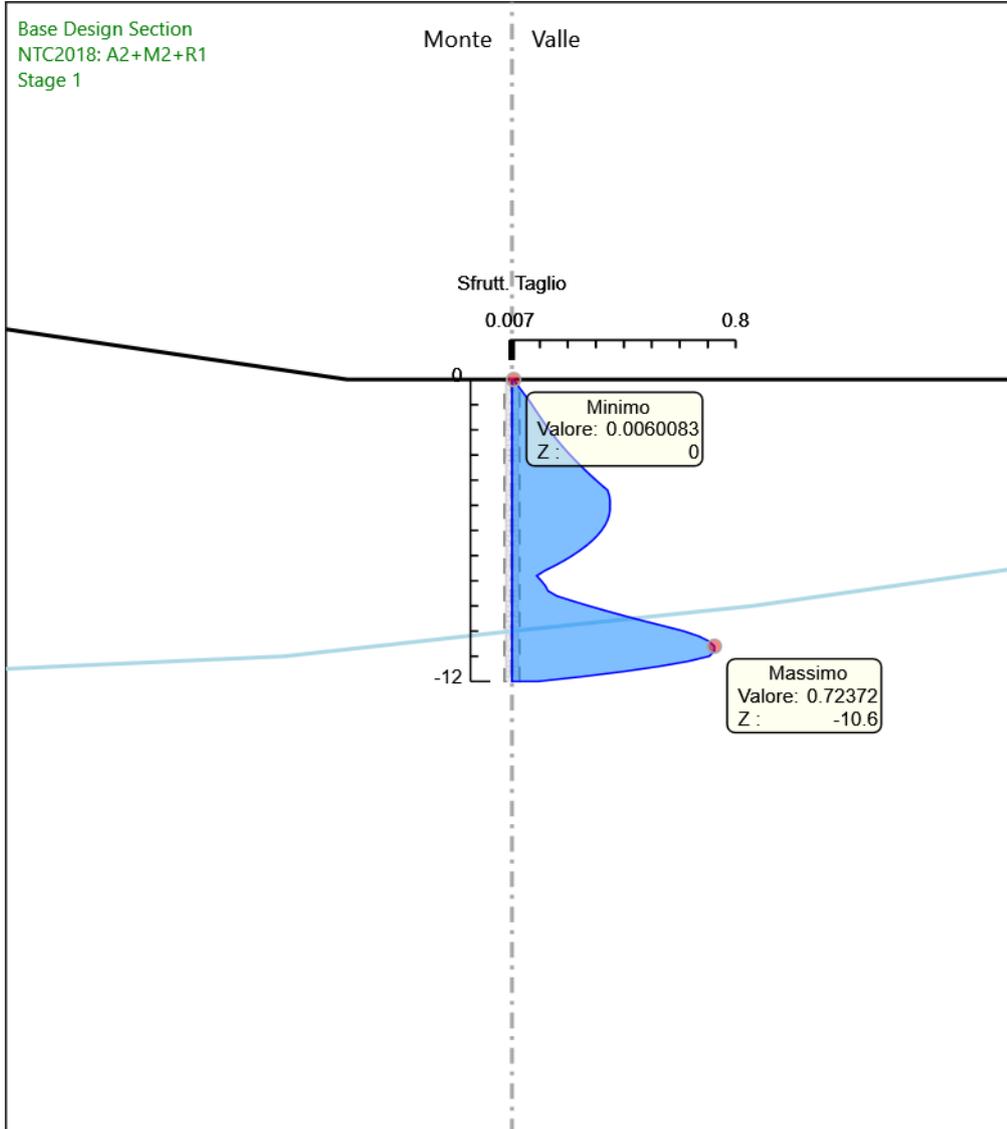


Involuppi
Tasso di Sfruttamento M-N - Caver

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver
0	0.006
-0.2	0.019
-0.4	0.032
-0.6	0.045
-0.8	0.059
-1	0.071
-1.2	0.083
-1.4	0.095
-1.6	0.107
-1.8	0.12
-2	0.133
-2.2	0.147
-2.4	0.161
-2.6	0.176
-2.8	0.192
-3	0.208
-3.2	0.225
-3.4	0.243
-3.6	0.262
-3.8	0.281
-4	0.3
-4.2	0.321
-4.4	0.342
-4.6	0.348
-4.8	0.351
-5	0.351
-5.2	0.35
-5.4	0.347
-5.6	0.341
-5.8	0.332
-6	0.32
-6.2	0.305
-6.4	0.287
-6.6	0.266
-6.8	0.242
-7	0.216
-7.2	0.186
-7.4	0.153
-7.6	0.117
-7.8	0.088
-8	0.105
-8.2	0.119
-8.4	0.129
-8.6	0.16
-8.8	0.216
-9	0.276
-9.2	0.338
-9.4	0.404
-9.6	0.472
-9.8	0.544
-10	0.614
-10.2	0.668
-10.4	0.704
-10.6	0.724
-10.8	0.724
-11	0.705
-11.2	0.63
-11.4	0.528
-11.6	0.403
-11.8	0.258
-12	0.093

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver



Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - Caver

