

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

**COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO
CON LA STAZIONE DI BRINDISI**

INTERFERENZE IDRAULICHE

Relazione di calcolo scavi e opere provvisionali delle opere idrauliche

SCALA:

-

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

I A 7 K 0 0 D 1 0 C L I N 0 0 0 9 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L. Giannini	Dic. 2019	A. Ciavarella	Dic. 2019	T.Paoletti	Dic. 2019	L. Berardi Feb. 2020
B	Emissione esecutiva	L. Giannini	Feb. 2020	A. Ciavarella	Feb. 2020	T.Paoletti	Feb. 2020	



File: : IA7K00D10CLIN0009001B

n. Elab.:

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	2 di 119

INDICE

1. PREMESSA	7
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA, SOFTWARE.....	9
2.1. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	9
2.2. NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO.....	11
2.3. SOFTWARE.....	11
3. MATERIALI	12
3.1. CALCESTRUZZO PER REALIZZAZIONE CORDOLO	12
3.2. MALTA PER INIEZIONE MICROPALI A BASSA PRESSIONE – RIFERIMENTO A 1 MC	12
3.3. ACCIAIO PER TRAVI DI RIPARTIZIONE E PUNTELLI.....	12
3.4. ACCIAIO PER TUBOLARI DI ARMATURA DEI MICROPALI	12
3.5. ACCIAIO PER PALANCOLE.....	12
3.6. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	12
3.7. PROFILATO PALANCOLE	13
4. SISMICITA'	15
5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	16
6. MODELLO GEOTECNICO E IPOTESI DI CALCOLO	24
7. APPROCCI PROGETTUALI PER LE VERIFICHE DELLE OPERE	25
7.1. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	25
7.1.1. Azioni.....	26
7.1.2. Approccio progettuale per le verifiche delle opere di sostegno del tipo paratie in condizioni statiche.....	27
7.2. APPROCCIO PROGETTUALE PER LE VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE IDRAULICI - SIFONAMENTO	27
7.3. APPROCCIO PROGETTUALE PER LE VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE IDRAULICI - GALLEGGIAMENTO	28
7.4. VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	28
8. CARICHI E AZIONI.....	30

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	3 di 119

**INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE**

8.1.	CARICO VARIABILE (Q1).....	30
8.2.	SPINTA DEL TERRENO	30
8.3.	COMBINAZIONE DELLE AZIONI	30
9.	DESCRIZIONE DEI PROGRAMMI UTILIZZATI NELLE ANALISI	32
9.1.	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DI CALCOLO PARATIE PLUS PER L'ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO.....	32
9.1.1.	<i>Coefficienti di spinta.....</i>	33
9.1.2.	<i>Tiranti e puntoni.....</i>	34
9.1.3.	<i>Verifiche delle palancole.....</i>	34
9.1.4.	<i>Verifiche dei micropali.....</i>	35
9.1.5.	<i>Verifiche dei puntoni</i>	35
9.2.	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DI CALCOLO SLOPE/W	36
9.2.1.	<i>Parametri caratteristici e fattorizzazione.....</i>	37
10.	IN05 - ANALISI DI STABILITÀ DEL PRESCAVO PRIMA DELL'INFISSIONE DELLE PALANCOLE	39
11.	IN05 - SCAVO CON PALANCOLE DOPO IL PRESCAVO	41
11.1.	MODELLO E STRATIGRAFIA	41
11.2.	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO	41
11.3.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLE	43
11.4.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLU	44
11.4.1.	<i>Sollecitazioni di momento flettente.....</i>	45
11.4.2.	<i>Sollecitazioni di taglio.....</i>	47
11.5.	VERIFICHE ELEMENTO STRUTTURALE	48
11.5.1.	<i>Tasso di sfruttamento momento.....</i>	48
11.5.2.	<i>Tasso di sfruttamento taglio</i>	50
11.6.	SIFONAMENTO	52
12.	IN11 - SCAVO CON PALANCOLE DA PK 0 A PK 340 – ANALISI SEZIONE PK 80	54

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	4 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

12.1.	MODELLO E STRATIGRAFIA	54
12.2.	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO	54
12.3.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLE	56
12.4.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLU	57
12.4.1.	<i>Sollecitazioni di momento flettente</i>	58
12.4.2.	<i>Sollecitazioni di taglio</i>	60
12.5.	VERIFICHE ELEMENTO STRUTTURALE	61
12.5.1.	<i>Tasso di sfruttamento momento</i>	61
12.5.2.	<i>Tasso di sfruttamento taglio</i>	63
12.6.	INSTABILITÀ PUNTONE	65
12.7.	SIFONAMENTO	65
13.	IN11 E 14 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO CON PRESCAVO	67
14.	IN15 – VERIFICA A GALLEGGIAMENTO – ANALISI SEZIONE PK 700.....	69
15.	IN16 - SCAVO CON MICROPALI DA PK 700 A 747	71
15.1.	MODELLO E STRATIGRAFIA	71
15.2.	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO	71
15.3.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLE	73
15.4.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLU	74
15.4.1.	<i>Sollecitazioni di momento flettente</i>	75
15.4.2.	<i>Sollecitazioni di taglio</i>	77
15.5.	VERIFICHE ELEMENTO STRUTTURALE	78
15.5.1.	<i>Tasso di sfruttamento momento</i>	78
15.5.2.	<i>Tasso di sfruttamento taglio</i>	80
15.6.	INSTABILITÀ PUNTONE	82
15.7.	SIFONAMENTO	82
16.	IN16 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO – PK 890.....	84

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	5 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

17.	IN16 - SCAVO CON PALANCOLE DA PK 890 A PK 3208 – ANALISI SEZIONE PK 2300	88
17.1.	MODELLO E STRATIGRAFIA	88
17.2.	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO	88
17.3.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLE	91
17.4.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLU	92
17.4.1.	<i>Sollecitazioni di momento flettente</i>	93
17.4.2.	<i>Sollecitazioni di taglio</i>	95
17.5.	VERIFICHE ELEMENTO STRUTTURALE	96
17.5.1.	<i>Tasso di sfruttamento momento</i>	96
17.5.2.	<i>Tasso di sfruttamento taglio</i>	97
17.6.	INSTABILITÀ PUNTO NE	98
17.7.	SIFONAMENTO	98
18.	IN16 - SCAVO CON MICROPALI DA PK 3208 A PK 3247 – ANALISI SEZIONE PK 3240	101
18.1.	MODELLO E STRATIGRAFIA	101
18.2.	MODELLAZIONE VINCOLO DI TIPO MOLLA	101
18.3.	DESCRIZIONE DELLE FASI DI CALCOLO	102
18.4.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLE	104
18.5.	SINTESI DEI RISULTATI ALLO SLU	105
18.5.1.	<i>Sollecitazioni di momento flettente</i>	106
18.5.2.	<i>Sollecitazioni di taglio</i>	108
18.6.	VERIFICHE ELEMENTO STRUTTURALE	109
18.6.1.	<i>Tasso di sfruttamento momento</i>	109
18.6.2.	<i>Tasso di sfruttamento taglio</i>	111
18.7.	SIFONAMENTO	113
19.	V02 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO	114
20.	V04 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO	116



NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI
PROGETTO DEFINITIVO

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	6 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

21. V06 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO 118

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>7 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	7 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	7 di 119								

1. PREMESSA

La presente relazione riporta i risultati delle verifiche di stabilità degli scavi provvisori e dei calcoli di dimensionamento e verifica delle opere provvisionali previste per la realizzazione delle opere idrauliche, quali tombini, collettori e vasche di prima pioggia, incluse nel progetto definitivo del collegamento ferroviario dell'aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi.

Le analisi svolte sono riferite a specifiche configurazioni di scavo e di opere provvisionali (sezioni di calcolo tipo), individuate come rappresentative delle condizioni maggiormente critiche, in funzione di: altezza di scavo, assetto stratigrafico, caratteristiche meccaniche dei terreni, quota di falda, carichi accidentali da mezzi di cantiere/traffico veicolare presenti in adiacenza.

In particolare, riguardo i collettori, si presentano in maniera dettagliata le analisi effettuate per le configurazioni degli scavi e delle opere provvisionali previste per IN16, poiché, essendo quest'ultimo il collettore più lungo (circa 3 km), comprende la maggior parte delle condizioni (sezioni di calcolo tipo) presenti in progetto. Per tal motivo, quando non specificato, a queste situazioni tipo si fa riferimento anche per scavi e opere provvisionali utilizzati per la realizzazione degli altri collettori. Qualora le condizioni siano diverse, cioè tali da non poter essere ricomprese nelle sezioni tipologiche analizzate per l'IN16, sono stati svolti calcoli specifici, come nei casi presentati relativi ai collettori IN11, IN14, IN15. Per l'IN12, le configurazioni di scavo e opere provvisionali tipo sono incluse in quelle analizzate per gli altri collettori.

Nel presente documento sono inoltre incluse le analisi relative agli scavi e alle opere provvisionali necessarie per la costruzione del tombino IN05, situato sotto la trincea ferroviaria TR01, posto in continuità al collettore IN11.

Infine si riportano le verifiche degli scavi delle vasche di prima pioggia che presentano le configurazioni di scavo più critiche, ovvero le vasche V02 (da prendere a riferimento per le vasche V00, V01 e V02), V04 (riferimento per le vasche V04 e V07), V06 (riferimento per le vasche V05 e V06).

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	8 di 119



Figura 1: Tracciato di progetto con ubicazione opere principali

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>9 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	9 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	9 di 119								

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA, SOFTWARE

2.1. Documentazione di riferimento

- Rif. [1] IA7K 00 D 10 GE GE 0006 001 “Relazione Geotecnica Generale”
- Rif. [2] IA7K 00 D 10 F6 GE 0006 001 - “Profilo Geotecnico – Tav 1 di 6”
- Rif. [3] IA7K 00 D 10 F6 GE 0006 002 - “Profilo Geotecnico – Tav 2 di 6”
- Rif. [4] IA7K 00 D 10 F6 GE 0006 003 - “Profilo Geotecnico – Tav 3 di 6”
- Rif. [5] IA7K 00 D 10 F6 GE 0006 004 - “Profilo Geotecnico – Tav 4 di 6”
- Rif. [6] IA7K 00 D 10 F6 GE 0006 005 - “Profilo Geotecnico – Tav 5 di 6”
- Rif. [7] IA7K 00 D 10 F6 GE 0006 006 - “Profilo Geotecnico – Tav 6 di 6”
- Rif. [8] IA7K 00 D 10 PZ IN 0500 001 - “Tombino IN05 al km 0+250.000 - Pianta, profilo e sezioni di carpenteria e scavi”
- Rif. [9] IA7K 00 D 10 PZ IN 1100 001 - “IN11 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale”
- Rif. [10] IA7K 00 D 10 PZ IN 1100 002 - “IN11 – Sezioni trasversali, sezioni tipo, dettagli e fasi”
- Rif. [11] IA7K 00 D 10 PZ IN 1200 001 - “IN12 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale”
- Rif. [12] IA7K 00 D 10 PZ IN 1200 002 - “IN12 – Sezioni trasversali”
- Rif. [13] IA7K 00 D 10 PZ IN 1200 003 - “IN12 – Sezioni tipo, dettagli e fasi”
- Rif. [14] IA7K 00 D 10 PZ IN 1400 001 - “IN14 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale”
- Rif. [15] IA7K 00 D 10 PZ IN 1400 002 - “IN14 – Sezioni trasversali”
- Rif. [16] IA7K 00 D 10 PZ IN 1400 003 - “IN14 – Sezioni tipo, dettagli e fasi”
- Rif. [17] IA7K 00 D 10 PZ IN 1500 001 - “IN15 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale Tav. 1/2”
- Rif. [18] IA7K 00 D 10 PZ IN 1500 002 - “IN15 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale Tav. 2/2”

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	10 di 119

Rif. [19] IA7K 00 D 10 PZ IN 1500 003 - "IN15 – Sezioni trasversali Tav. 1/2"

Rif. [20] IA7K 00 D 10 PZ IN 1500 004 - "IN15 – Sezioni trasversali Tav. 2/2, Sezioni tipo, dettagli e fasi"

Rif. [21] IA7K 00 D 10 PZ IN 1600 001 - "IN16 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale Tav 1/4"

Rif. [22] IA7K 00 D 10 PZ IN 1600 002 - "IN16 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale Tav 2/4"

Rif. [23] IA7K 00 D 10 PZ IN 1600 003 - "IN16 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale Tav 3/4"

Rif. [24] IA7K 00 D 10 PZ IN 1600 004 - "IN16 – Planimetria, Pianta scavi e Profilo longitudinale Tav 4/4"

Rif. [25] IA7K 00 D 10 PZ IN 1600 005 - "IN16 – Sezioni trasversali – Tav. 1/2"

Rif. [26] IA7K 00 D 10 PZ IN 1600 006 - "IN16 – Sezioni trasversali – Tav. 2/2"

Rif. [27] IA7K 00 D 10 PZ IN 1600 007 - "IN16 – Sezioni tipo, dettagli e fasi"

Rif. [28] IA7K 00 D 10 BZ ID 0002 001 - "Impianto di trattamento acque di prima pioggia - Carpenteria TIPO 1
3.0x3.0x2.0"

Rif. [29] IA7K 00 D 10 BZ ID 0002 003 - "Impianto di trattamento acque di prima pioggia - Carpenteria TIPO 3
6.0x7.0x2.0"

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>11 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	11 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	11 di 119								

2.2. Normativa e Standard di Riferimento

Rif. [30] Decreto Ministeriale del 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”
(GU n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8)

Rif. [31] Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

Rif. [32] UNI EN 1992-1-1:2004: Eurocodice 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.

Rif. [33] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali.

Rif. [34] RFI DTC SI CS MA IFS 001 C del 21.12.2018 - Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II -Sezione 3 – Corpo Stradale.

Rif. [35] RFI DTC SI SP IFS 001 C del 21.12.2018- Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II – Sezione 5 – “Opere in terra e scavi”– RFI

2.3. Software

Rif. [36] Paratie plus 19.1.2

Rif. [37] Geostudio 2018, Slope/W, Geo-Slope, Canada

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	12 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

3. MATERIALI

Il progetto prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

3.1. Calcestruzzo per realizzazione cordolo

Classe di resistenza: C25/30 ($R_{ck} \geq 30$ MPa)

3.2. Malta per iniezione micropali a bassa pressione – riferimento a 1 mc

Classe di resistenza: C25/30 ($R_{ck} \geq 30$ MPa)

Tipo Cemento III-V

rapporto a/c in peso = 0.5

eventuale additivo

composizione malta riferita a 1 mc:

- cemento 600 kg
- acqua 300 kg
- sabbia 1100-1200 kg
- additivo 5-10 kg

3.3. Acciaio per travi di ripartizione e puntelli

Tipo S275: $f_{yk} \geq 275$ MPa.

3.4. Acciaio per tubolari di armatura dei micropali

Profili laminati a caldo con profili a sezione cava:

Tipo S275 $f_{yk} \geq 275$ MPa

3.5. Acciaio per palancole

Tipo S275: $f_{yk} \geq 275$ MPa.

3.6. Acciaio per cemento armato



NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI
PROGETTO DEFINITIVO

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	13 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

Tipo B450C

$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$

$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$

3.7. Profilato palancole

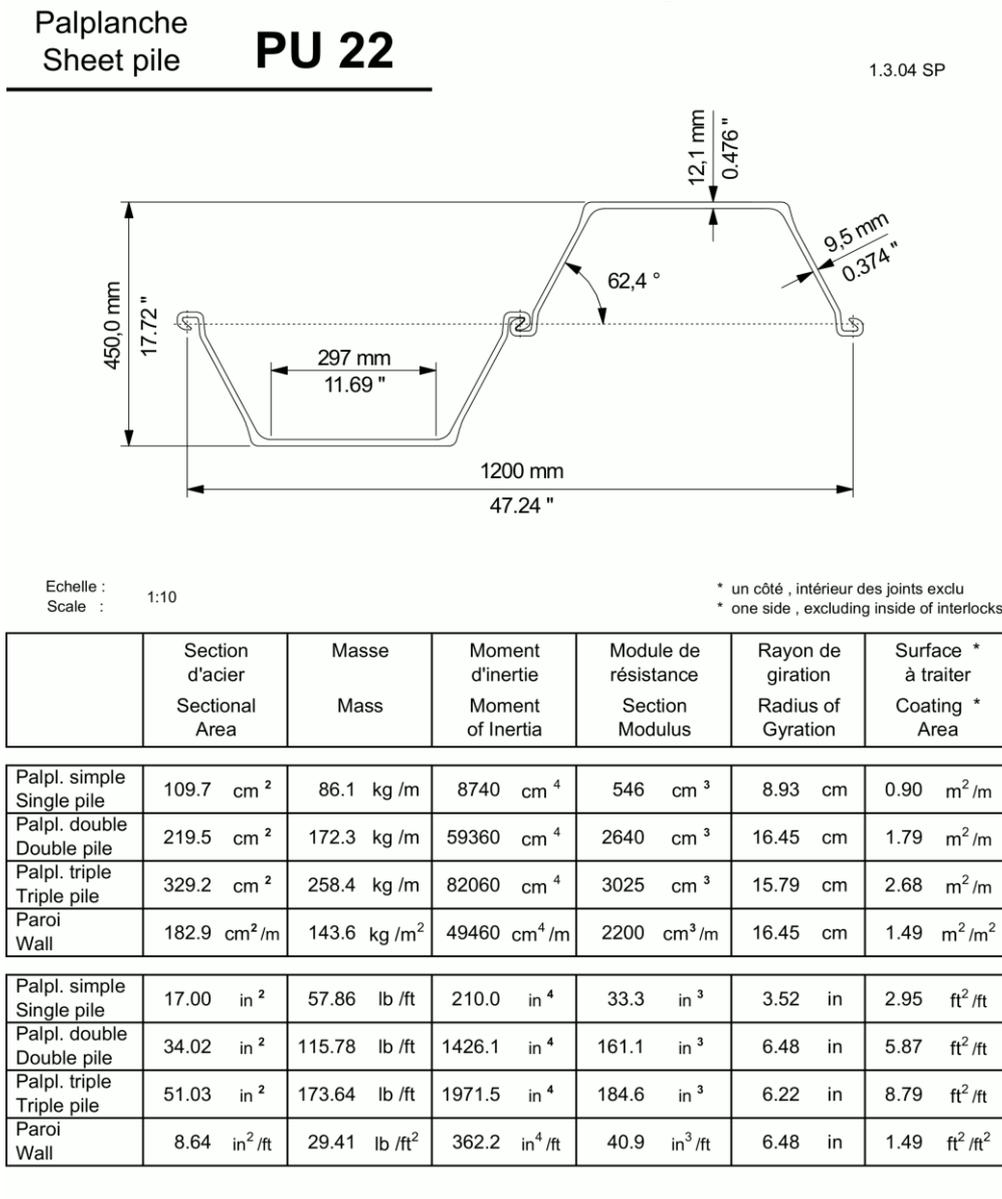
Sono previste palancole del tipo PU22 di lunghezza 9m, 10m e 12 m con le caratteristiche meccaniche riportate nella tabella seguente.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA7K 00 D10 CL IN.00.0.9 001 B 14 di 119

Tabella 1 Caratteristiche meccaniche delle palancole PU22



INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	15 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

4. SISMICITA'

Il 2.4.1 del DM18 (Doc.Rif. [30]) stabilisce, con riferimento alla Tab. 2.4.I, che le verifiche sismiche di opere di tipo 1 o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Figura 2 Tab. 2.4.I DM18

Le opere oggetto di tale relazione ricadono nel caso “Costruzioni temporanee e provvisorie”, pertanto le verifiche sismiche vengono omesse

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<p>COMMESSA IA7K</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D10</p>	<p>DOCUMENTO CL IN.00.0.9 001</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 16 di 119</p>

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Di seguito è riportata una sintetica descrizione delle modalità esecutive previste per le opere idrauliche cui fanno riferimento le opere provvisionali e gli scavi oggetto di dimensionamento e verifica.

Per la costruzione del **tombino idraulico IN05**, essendo ubicato in attraversamento della TR01, è necessario effettuare scavi dell'ordine dei 7 m di profondità. Le modalità esecutive prevedono la realizzazione di un prescavo di profondità 3m e successivamente un sostegno dello scavo tramite palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza L=12m, come rappresentato nel Doc. Rif. [8]

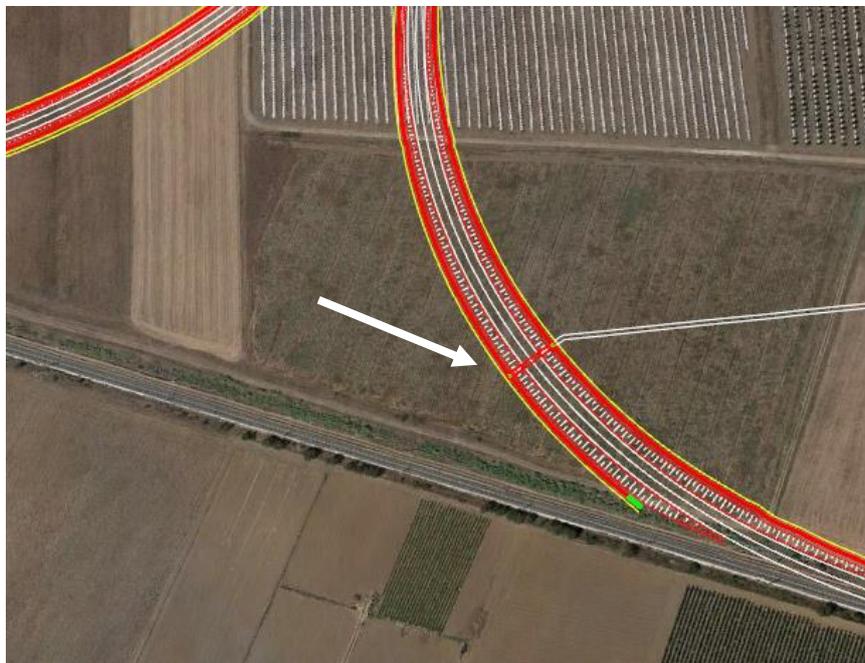


Figura 3 Tombino IN05

Per la realizzazione del **collettore IN11**, sono previste le modalità esecutive di seguito descritte:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>17 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	17 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	17 di 119								

- Da pk 0 a pk 340: scavi con palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza L=12m; puntoni a -0.5m da sommità, D168 s=8mm acciaio S275, a interasse i=4m
- Da pk 340 a pk 385: scavi a cielo aperto con pendenza 1:1 e prescavo di profondità 1m
- Da pk 385 a pk 412: scavi a cielo aperto con pendenza 1:1



Figura 4 Collettori IN11 (in basso) e IN12 (in alto)

Per la costruzione del **collettore IN14**, sono previste le modalità esecutive di seguito descritte:

- Da pk 0 a pk 475: scavi a cielo aperto con pendenza 1:1 e prescavo di profondità 1m
- Da pk 475 a pk 675: scavi a cielo aperto con pendenza 1:1
- Da pk 675 a pk 1000: scavi a cielo aperto con pendenza 1:1 e prescavo di profondità 1m

Per la realizzazione degli altri collettori in progetto, ovvero **IN12**, **IN15**, sono previsti scavi a cielo aperto con pendenza 1:1 lungo tutto il loro sviluppo.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	18 di 119



Figura 5 Collettore IN14 (in alto)



Figura 6 percorso del collettore IN15

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>19 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	19 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	19 di 119								

Per la realizzazione del collettore **IN16**, che dovrà procedere da valle (mare) verso monte, sono previste le modalità esecutive di seguito descritte (si fa riferimento alle progressive del collettore IN16):

- Da pk 0 a pk 700, da pk 747 a pk 890: scavi a cielo aperto con pendenza 1:1
- Da pk 700 a pk 747: scavi con micropali D200mm, tubolare D127mm s=5mm acciaio S275, Lunghezza L=6m; puntoni a -0.5m da sommità micropalo, D168mm s=8mm acciaio S275, a interasse i=4m
- Da pk 890 a pk 1150, da pk 2550 a pk 2750, da pk 3000 a pk 3150: scavi con palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza L=9m; puntoni a -0.5m da sommità, D168mm s=8mm acciaio S275, a interasse i=4m
- Da pk 1150 a pk 1400, da pk 1600 a pk 2200, da pk 2350 a pk 2550, da pk 2750 a pk 3000, da pk 3150 a pk 3208: scavi con palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza L=10m; puntoni a -0.5m da sommità, D168mm s=8mm acciaio S275, a interasse i=4m
- Da pk 1400 a pk 1600, da pk 2200 a pk 2350: scavi con palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza L=12m; puntoni a -0.5m da sommità, D168mm s=8mm acciaio S275, a interasse i=4m
- Da pk 3208 a pk 3247: scavi con micropali D250mm, tubolare D168mm s=10mm acciaio S275, Lunghezza L=12m; puntoni a -0.5m da sommità micropalo, D168mm s=8mm acciaio S275, a interasse i=4m

Lo scavo tra palancole è ipotizzato come rappresentato nel Doc. Rif. [27].

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	20 di 119



Figura 7 In rosso il percorso del collettore IN16

Per la costruzione delle **vasche di prima pioggia**, sono previsti scavi a cielo aperto con pendenza 1:1

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	21 di 119



Figura 8 Vasca di trattamento V00



Figura 9 Vasche di trattamento V01 e V02

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	22 di 119



Figura 10 Vasche di trattamento V04 (sotto) e V07 (sopra)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	23 di 119



Figura 11 Vasca di trattamento V05



Figura 12 Vasca di trattamento V06

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>24 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	24 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	24 di 119								

6. MODELLO GEOTECNICO E IPOTESI DI CALCOLO

Per la definizione del modello geotecnico per le singole sezioni tipologiche da analizzare si è fatto riferimento a quanto definito dallo studio geotecnico generale (profili geotecnici Rif. [7], relazione geotecnica generale Rif. [1]).

Si osserva che poiché gli scavi e le opere provvisionali ricadono, nella generalità dei casi, nella formazione delle Sabbie limose ($S_{L/Cal}$), le analisi sono state condotte in condizioni drenate. In pochi casi è presente, in copertura delle Sabbie, la formazione più superficiale dei Limi sabbiosi ($L_{S(ms)}$): le analisi condotte considerando i valori dei parametri non drenati della formazione dei Limi risultano meno critiche di quelle condotte considerando i valori in condizioni drenate. Per tale motivo nel presente documento sono presentate esclusivamente analisi in condizioni drenate. Le unità geotecniche utilizzate e i relativi parametri sono riportati nella tabella seguente. Tali parametri saranno riportati di volta in volta per le varie analisi svolte con relativa stratigrafia adottata.

Unità	γ	ϕ	c'	E
	kN/mc	°	kPa	MPa
$L_{S(ms)}$	19	26	5	10
Cal	19.5	31	0	30
$S_{L/cal}$	19	29	3	23
$L_{S(ga)}$	19.5	27	8	30

Nel calcolo delle paratie (palancole e paratie di micropali) i calcoli effettuati tengono conto della prescrizione contenuta al 6.5.2.2 del DM18 (Doc. Rif. [30]), per cui il modello geometrico deve considerare le possibili variazioni del profilo del terreno a monte e a valle del paramento rispetto ai valori nominali. Inoltre, nei casi in cui la funzione di sostegno è affidata esclusivamente alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota del terreno di valle (fondo scavo) è stata diminuita di una quantità pari al minore dei seguenti valori:

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

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>25 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	25 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	25 di 119								

7. APPROCCI PROGETTUALI PER LE VERIFICHE DELLE OPERE

Ai fini del progetto delle opere oggetto della relazione, sono stati considerati gli stati limite ultimi (SLU). Nel caso delle paratie, sono stati considerati anche gli stati limite di esercizio (SLE).

In generale, le analisi degli stati limite di esercizio (SLE) sono utilizzate per ottenere informazioni circa gli spostamenti attesi sotto i carichi di esercizio e/o per verificarne l'ammissibilità nei confronti della funzionalità dell'opera.

Le analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono impiegate per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali e per le verifiche geotecniche.

7.1. Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, ovvero:

$$E_d = E \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

$$E_d = \gamma_E E \left(F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

con $\gamma_E = \gamma_F$, e dove R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left(\gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right)$$

Effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto $\gamma_F F_k$, dei parametri di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d .

L'effetto delle azioni può anche essere valutato direttamente come $E_d = \gamma_E E_k$. Nella formulazione delle resistenze R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulle resistenze del sistema.

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	26 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito degli approcci previsti dalla normativa.

7.1.1. Azioni

I coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono indicati nella Tabella 2.

Tabella 2 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

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

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{e1}

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno sono indicati nella Tabella 3.

Tabella 3 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

La verifica allo stato limite ultimo richiesta dal DM2018 per la stabilità dei fronti di scavo in condizioni statiche, prevede l'utilizzo della combinazione di coefficienti:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>27 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	27 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	27 di 119								

- Approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R2,

tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nella Tabella 4.

Tabella 4 Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

7.1.2. Approccio progettuale per le verifiche delle opere di sostegno del tipo paratie in condizioni statiche

Le verifiche sono state sviluppate adottando per gli stati limite ultimi (SLU) di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO):

- Approccio 1, combinazione 1: A1+M1+R1 (STR);
- Approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R1 (GEO).

I coefficienti parziali per le azioni (A) e per i parametri geotecnici del terreno (M) sono in accordo alla Tabella 2 e Tabella 3 mentre quelli sulle resistenze sono posti pari a $R1=1$.

Le verifiche di stabilità del complesso opera di sostegno-terreno sono state condotte con:

- Approccio 1, combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nella Tabella 2 e Tabella 3 per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 4 per le resistenze.

7.2. Approccio progettuale per le verifiche degli stati limite idraulici - sifonamento

La verifica a sifonamento si esegue controllando che il gradiente idraulico i risulti non superiore al gradiente idraulico critico i_c diviso per un coefficiente parziale $\gamma_R = 3$, se si assume come effetto delle azioni il gradiente idraulico medio, e per un coefficiente parziale $\gamma_R = 2$ nel caso in cui si consideri il gradiente idraulico di efflusso.

Nel caso in esame verrà determinato il fattore di sicurezza al sifonamento con la relazione:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>28 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	28 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	28 di 119								

$$FS = \frac{i_C}{i_E} = \frac{\gamma'}{\gamma_W} \geq 3$$

Il gradiente idraulico medio è valutato cautelativamente come segue:

$$i_E = \frac{\Delta H_w}{h_{scavo} + 2 * infissione} \cong \frac{\Delta H_w}{2 * infissione}$$

Si riporta, solo per ulteriore cautela, il calcolo valutando il fattore di sicurezza confrontando la pressione idraulica instabilizzante $u_{inst,d}$ e la pressione stabilizzante $\sigma_{inst,d}$, calcolati come da precedente decreto DM08

7.3. Approccio progettuale per le verifiche degli stati limite idraulici - galleggiamento

Le opere geotecniche devono essere verificate nei confronti dei possibili stati limite di sollevamento

Per la stabilità al sollevamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante V_{inst} , ovvero della risultante delle pressioni idrauliche, sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti G_{stab} e delle eventuali resistenze R_d :

$$V_{inst} \leq G_{stab} + R_d$$

Per le verifiche di stabilità al sollevamento, i relativi coefficienti parziali sulle azioni sono indicati nella Tabella 5

Tab. 6.2.III – Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevole		1,5
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0
	Sfavorevole		1,5

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

Tabella 5 Coefficienti parziali per verifiche a sollevamento

7.4. Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE)

Per ciascun stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:



NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI
PROGETTO DEFINITIVO

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	29 di 119

$$E_d \leq C_d,$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>30 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	30 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	30 di 119								

8. CARICHI E AZIONI

I carichi considerati in fase di calcolo e verifica sono i seguenti:

- carico accidentale;
- spinta del terreno.

8.1. Carico variabile (Q1)

A monte dei palancolati e degli scavi a cielo aperto, è considerato un carico accidentale.

Tale carico è di entità pari a 10 kPa su una larghezza di 10.0 m quando riferito ai mezzi di cantiere, e applicato ad una distanza di 50 cm dall'asse dell'opera di sostegno; in presenza di viabilità in esercizio durante i lavori, si considera un carico accidentale dovuto all'azione da traffico di 20 kPa.

8.2. Spinta del terreno

La spinta del terreno sulle opere di sostegno è valutata sulla base del modello di interazione terreno struttura descritto al § 9.

8.3. Combinazione delle azioni

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

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

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

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	31 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

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

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

I coefficienti di combinazione ψ sono dati dalle NTC2018 a secondo del tipo di struttura (Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari).

Nel caso in esame sono state considerate le seguenti combinazioni di carico.

Tabella 6 Combinazioni di carico

ID	Tipo di combinazione		E	G1-G2	γ_G	Q1	γ_Q	ψ
SLU	A1+M1+R1	Statica		x	1.3	x	1.5	1
SLU	A2+M2+R1	Statica		x	1.0	x	1.3	1
SLE		Statica	x	x	1.0	x	1.0	1

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>32 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	32 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	32 di 119								

9. DESCRIZIONE DEI PROGRAMMI UTILIZZATI NELLE ANALISI

9.1. DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DI CALCOLO PARATIE PLUS PER L'ANALISI DELL'INTERAZIONE PARATIA-TERRENO

Al fine di rappresentare il comportamento dell'opera di sostegno durante le varie fasi di lavoro si è utilizzato un metodo di calcolo capace di simulare l'interazione terreno-paratia. L'analisi è stata sviluppata con il software Paratie Plus 2019 di Harpaceas.

PARATIE 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.

Il problema è visto come un problema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella seguente figura.

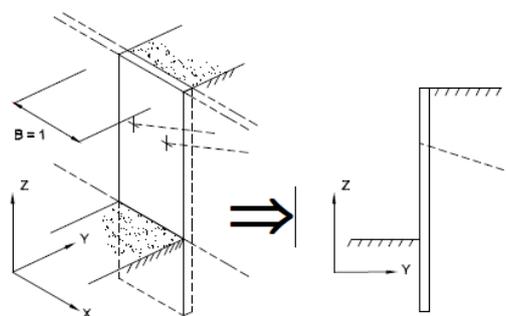


Figura 9-1 – Modellazione piana della paratia

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

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

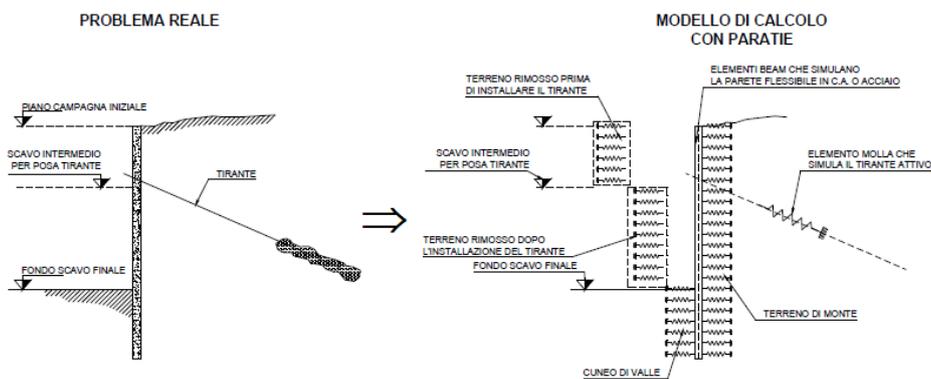


Figura 2 Schematizzazione terreno e vincoli (ancoraggi, puntoni, elem. strutturali)

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate/puntellate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi "statica incrementale": ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti/vincoli applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati. Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

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

9.1.1. Coefficienti di spinta

I coefficienti di spinta corrispondenti allo stato attivo e passivo sono valutati dal programma di calcolo a partire dai parametri geotecnici. In particolare i coefficienti di spinta attiva (k_a) sono calcolati secondo la formulazione di Coulomb; i coefficienti di spinta passiva (k_p) sono calcolati secondo la formulazione di Lancellotta (2007). In tutti i casi, spinta attiva e passiva, si considera un angolo di attrito terreno/calcestruzzo (δ) pari a $1/2\varphi'$. Tale assunzione risulta cautelativa in relazione alle modalità realizzative delle opere quali le palancole infisse oggetto di questa relazione.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>34 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	34 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	34 di 119								

9.1.2. Tiranti e puntoni

Il tirante o il puntone applicato è un elemento finito che diviene attivo a partire da un determinato step e che può eventualmente essere rimosso in seguito. La sua “nascita” provoca nel modello due effetti:

1. sorge una forza al nodo di applicazione del tirante/puntone, forza dovuta allo stato di eventuale coazione (la pretensione) con cui l'elemento nasce;
2. la rigidità globale della struttura riceve un contributo dovuto alla rigidità estensionale del tirante/puntone stesso. Quando, nelle fasi successive, il nodo ove il tirante/puntone è connesso, subirà ulteriori spostamenti, la forza nel tirante/puntone subirà mutamenti.

Il tirante/puntone viene caratterizzato da una rigidità assiale data da un'espressione del tipo:

$$K=E \cdot (A/L)$$

ove E è il modulo elastico della barra, A l'area per unità di larghezza della barra nel tratto deformabile e L la lunghezza del tratto deformabile del tirante o la lunghezza del puntone.

9.1.3. Verifiche delle palancole

Nel caso di palancole composte da elementi a U si può tenere conto cautelativamente della significativa riduzione della resistenza e della rigidità a causa della presenza di una giunzione non rigida tra elementi adiacenti, sull'asse neutro della sezione complessiva.

Allo scopo, in accordo con quanto suggerito da EC3 Parte 5, è possibile ridurre la resistenza tramite due coefficienti β_B e β_D :

$$M_{c,Rd} = \beta_B W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

sezioni in classe 1 e 2

$$M_{c,Rd} = \beta_B W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

sezioni in classe 3

$$(EI)_{eff} = \beta_D (EI)$$

Tali coefficienti sono assunti in riferimento alla tabella seguente, nel caso di opere puntonate, pari a 0.7 e 0.45 rispettivamente; nel caso di opere a sbalzo, pari a 0.6 e 0.4 rispettivamente.

Tabella 7 Coefficienti di riduzione resistenza e rigidezza palancolati

Type of U-pile unit	No. of structural support levels (see note 1)	Reduction factors β_B and β_D referred to in clauses 5.2.2(2); 5.2.2(9); 5.2.3(2); 6.4(3) (see notes 2, 3, 4, and 5)					
		Highly unfavourable conditions (see note 6)		Unfavourable conditions (see note 7)		Favourable conditions (see note 8)	
		β_B	β_D	β_B	β_D	β_B	β_D
Singles or uncrimped doubles	0	0.40	0.30	0.50	0.35	0.60	0.40
	1	0.55	0.35	0.60	0.40	0.70	0.45
	>1	0.65	0.45	0.70	0.50	0.80	0.55
Crimped or welded doubles	0	0.70	0.60	0.75	0.65	0.80	0.70
	1	0.80	0.70	0.85	0.75	0.95	0.80
	>1	0.90	0.80	0.95	0.85	1.00	0.90

9.1.4. Verifiche dei micropali

La verifica del micropalo alle sollecitazioni taglianti e flettenti è implementata nel software ParatiePlus. A tal proposito, si riporteranno, nei paragrafi dedicati, gli screenshots dei valori di sfruttamento della sezione

9.1.5. Verifiche dei puntoni

Per i puntoni, si verifica l'instabilità secondo quanto riportato al par. 4.2.4.1.3.1 - Aste compresse del DM18.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

Dove:

N_{Ed} è l'azione di compressione di progetto

$N_{b,Rd}$ è la resistenza di progetto all'instabilità nell'asta compressa

La verifica è implementata nel software ParatiePlus, di cui si riportano i valori.

Le verifiche, comprendono:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>36 di 119</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	36 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	36 di 119								

- la resistenza della sezione, aggiungendo all'azione assiale, gli effetti flettenti dovuti al peso proprio (talora non trascurabile);
- le verifiche di stabilità dell'elemento compresso, assumendo come lunghezza di libera inflessione L l'interasse tra le pareti (assunzione conservativa).

9.2. DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DI CALCOLO SLOPE/W

La valutazione dei fattori di sicurezza per la stabilità globale dell'opera è condotta mediante il modulo "Slope /W" del programma GeoStudio 2018 della GEO-SLOPE International.

Tale programma consente un'analisi di stabilità all'equilibrio limite tenendo conto di terreni variamente stratificati, dell'eventuale falda idrica, di sovraccarichi, della presenza di pressioni neutre diverse dalle pressioni idrostatiche, di sollecitazioni sismiche mediante un'analisi di tipo pseudostatico, di tiranti di ancoraggio e di eventuali altri elementi di rinforzo (ad esempio geogriglie).

Il programma è in grado di fornire una soluzione generale al problema bidimensionale di stabilità ricavandone il coefficiente di sicurezza (FS) come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie di possibile scorrimento e quella effettivamente mobilitata dal volume di terreno coinvolto nel movimento; il criterio di rottura adottato è quello classico di Mohr - Coulomb.

La valutazione del coefficiente di sicurezza è effettuata per tentativi, generando un elevato numero di superfici mediante un algoritmo pseudo - casuale.

Il programma è in grado di compiere le verifiche di stabilità fornendo il coefficiente di sicurezza secondo differenti criteri; l'analisi è stata sviluppata utilizzando il metodo di Morgenstern-Price con superfici circolari ottimizzate.

Si precisa che la ricerca delle superfici critiche avviene definendo un intervallo di entrata (a monte) ed un intervallo di uscita (a valle); vengono quindi generati diversi archi di cerchio, contraddistinti ovviamente da diversi centri. Gli intervalli di entrata e uscita delle superfici sono individuati nelle figure estratte dal programma da una linea di colore rosso, mentre la linea verde identifica il profilo del terreno (vedasi figura seguente).

INTERVALLO DI
ENTRATA

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	37 di 119

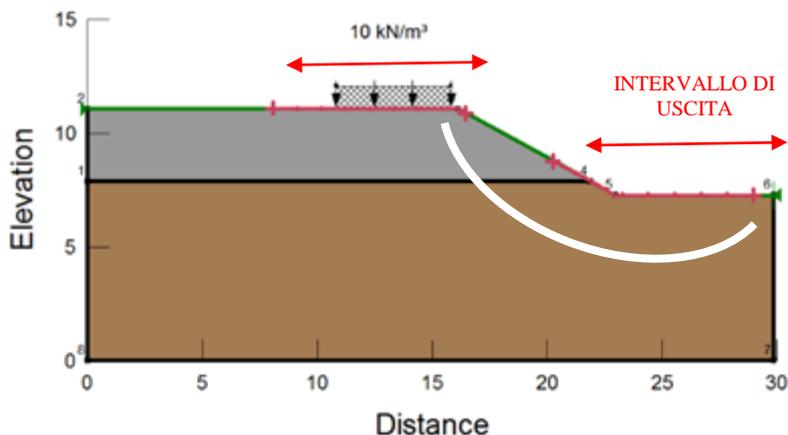


Figura 3 Criteri di ricerca delle superfici di scivolamento

Nella schermata di analisi, viene dunque riportata in verde chiaro la superficie di scorrimento critica (minimo FS tra tutte le superfici di scorrimento critiche) con relativo fattore di sicurezza FS.

9.2.1. Parametri caratteristici e fattorizzazione

Nelle analisi di stabilità con il software Slope/W i parametri di resistenza delle unità geotecniche e i carichi variabili sono inseriti con i valori caratteristici; nelle analisi di stabilità in condizioni statiche vengono poi fattorizzati in accordo ai criteri illustrati nel 7.1 per il caso statico. Nelle figure seguenti si riportano i coefficienti parziali utilizzati all'interno del software per le analisi in condizioni statiche.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	38 di 119

Name:

Permanent Point Loads/Surcharge Loads

Favorable:

Unfavorable:

Variable Point Loads/Surcharge Loads

Favorable:

Unfavorable:

Soil Unit Weight

Favorable:

Unfavorable:

Other Parameters

Seismic Coefficients:

Earth Resistance:

Material Parameters

Effective Cohesion:

Effective Coefficient of Friction:

Undrained Strength:

Shear Strength (Other Models):

Reinforcement Parameters

Pullout Resistance:

Shear Force:

Tensile Strength:

Figura 4 Software Slope/W. Coefficienti parziali utilizzati nelle analisi di stabilità in condizioni statiche

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>39 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	39 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	39 di 119								

10. IN05 - ANALISI DI STABILITÀ DEL PRESCAVO PRIMA DELL'INFISSIONE DELLE PALANCOLE

Nel seguito si riportano le analisi di stabilità condotte e i relativi fattori di sicurezza determinati per il prescavo previsto per IN05 . L'altezza massima di scavo risulta pari a 3m. Le analisi sono state condotte considerando il terreno con comportamento drenato.

Per i parametri geotecnici, le condizioni di falda e la stratigrafia di riferimento si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale di cui al Doc. Rif. [1] e al Profilo Geotecnico Doc. Rif. [7].

È stato considerato un sovraccarico variabile a tergo dello scavo pari a 10 kPa.

La stratigrafia considerata è la seguente:

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
L _s	0	1	19	26	5
S _{L/cal}	1	in poi	19	29	3

La falda è ubicata a -4m da p.c..

Nella seguente figura si riporta il modello di calcolo implementato nel software GeoSlope, riportando i risultati nella combinazione A2-M2-R2.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	40 di 119

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
■	Q1L	19	5	26
■	Sabbia Limosa	19	3	29

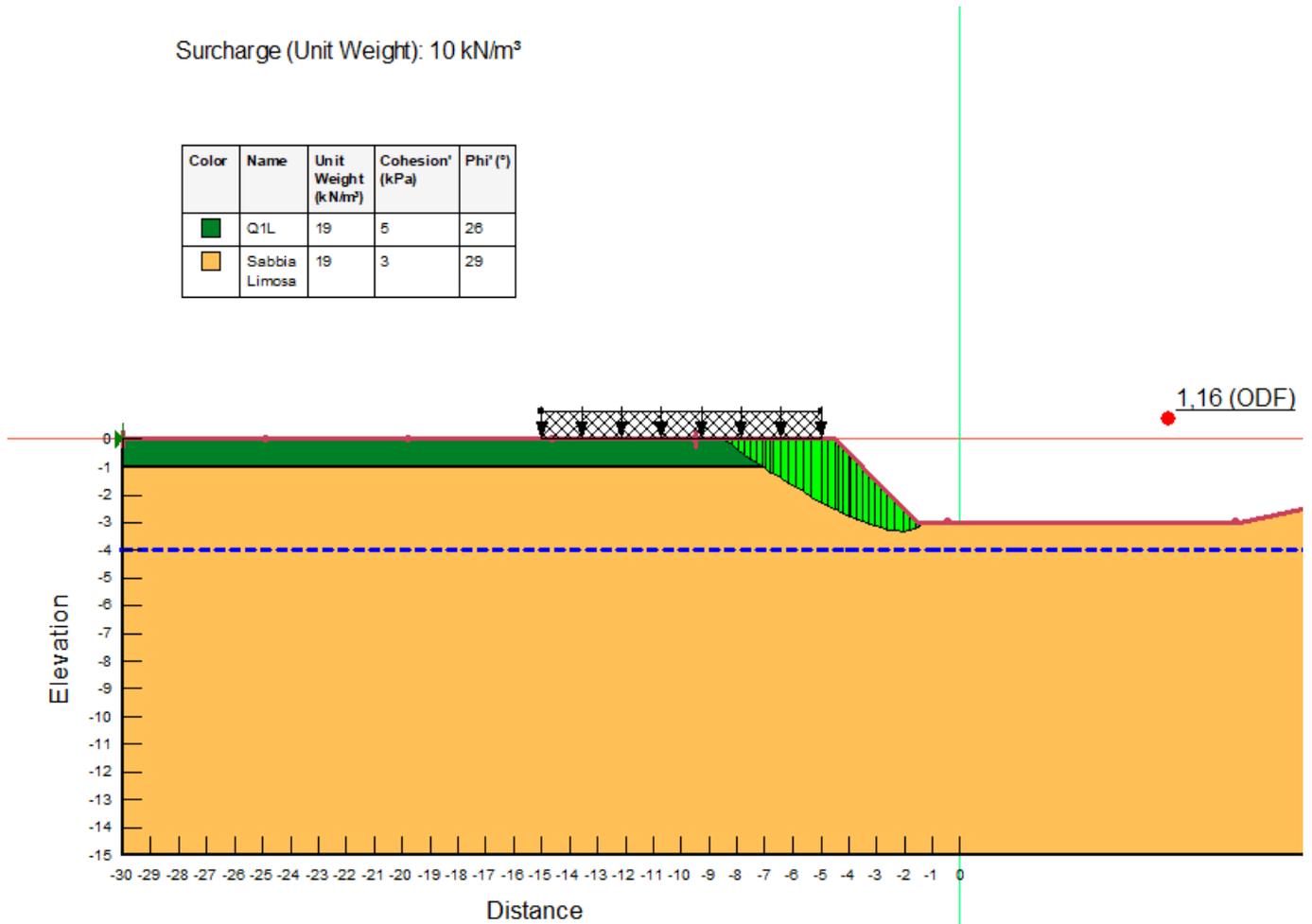


Figura 5 Sezione di calcolo prescavo

La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.16 \geq 1.1$

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	41 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

11. IN05 - SCAVO CON PALANCOLE DOPO IL PRESCAVO

Di seguito l'analisi per le opere di sostegno per il tombino IN05, previste nella fase successiva al prescavo di profondità 3m analizzato al paragrafo 10, tramite palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza L=12m.

11.1. Modello e stratigrafia

L'altezza di scavo risulta pari a 3.2m. Tenendo presente i criteri esposti al capitolo 6 riguardo l'altezza di calcolo, si adotta un'altezza di calcolo pari a $h_D=3.7m$. La falda è ubicata a -1m, considerando che si trova a -4m da p.c originario e che è stato effettuato un prescavo pari a 4m.

La stratigrafia utilizzata, sempre tenendo conto dello scavo dei primi 3m di terreno della stratigrafia riportata al paragrafo 10, è la seguente

Unità	da	a	γ	ϕ	c'	E
	m	m	kN/mc	°	kPa	MPa
$S_{L/cal}$	0	10	19	29	3	23
$L_s (ga)$	10	in poi	19.5	27	8	30

11.2. Descrizione delle fasi di calcolo

Il modello si basa sulle seguenti fasi di calcolo:

- Fase 1: condizione geostatica e costruzione opera provvisoria;
- Fase 2: applicazione sovraccarico da mezzi di cantiere pari a 10 kPa;
- Fase 3: scavo fino a quota fondo scavo

Di seguito si riporta il modello di calcolo con la stratigrafia di riferimento.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	42 di 119

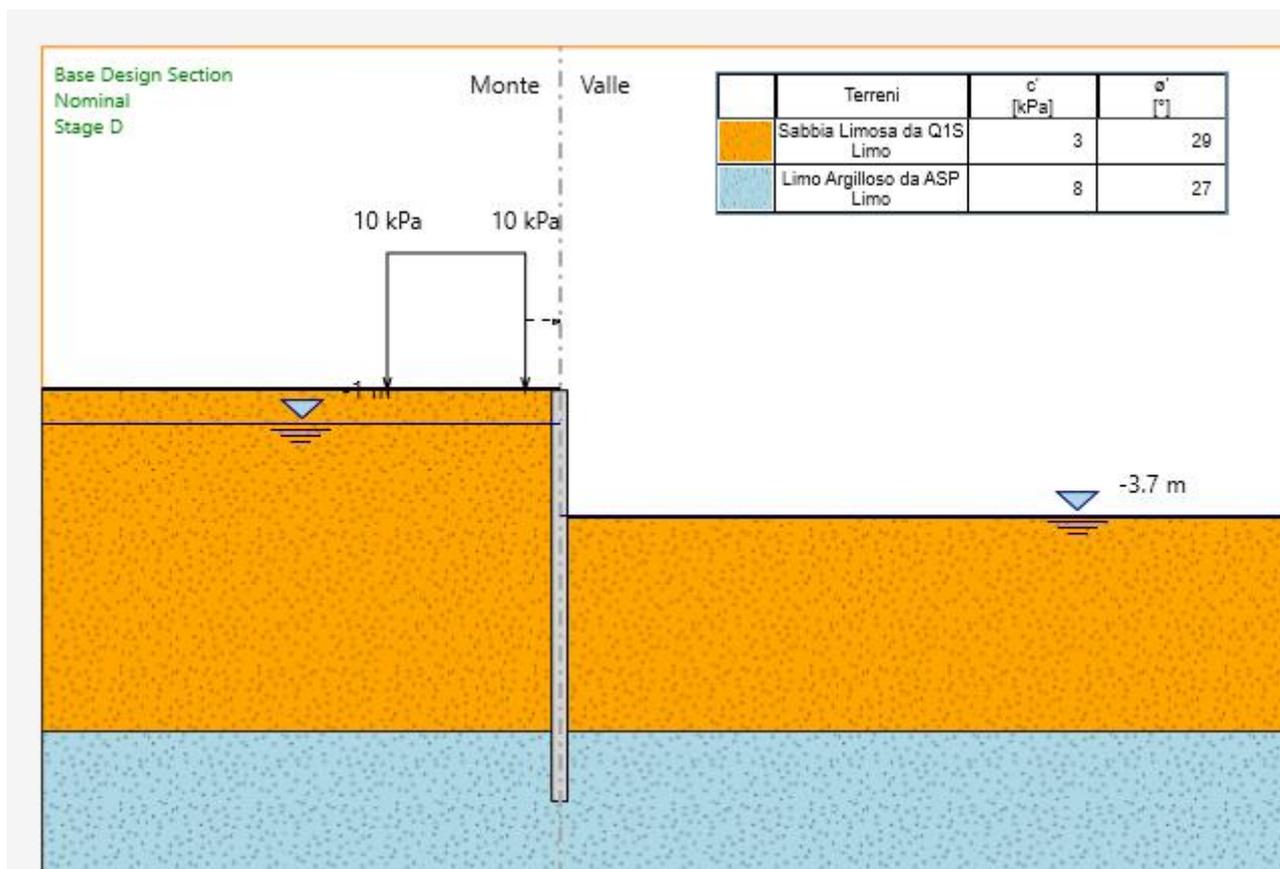


Figura 6 Modello di calcolo

Nella figura seguente si riportano le spinte calcolate dal programma per la combinazione GEO

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	43 di 119

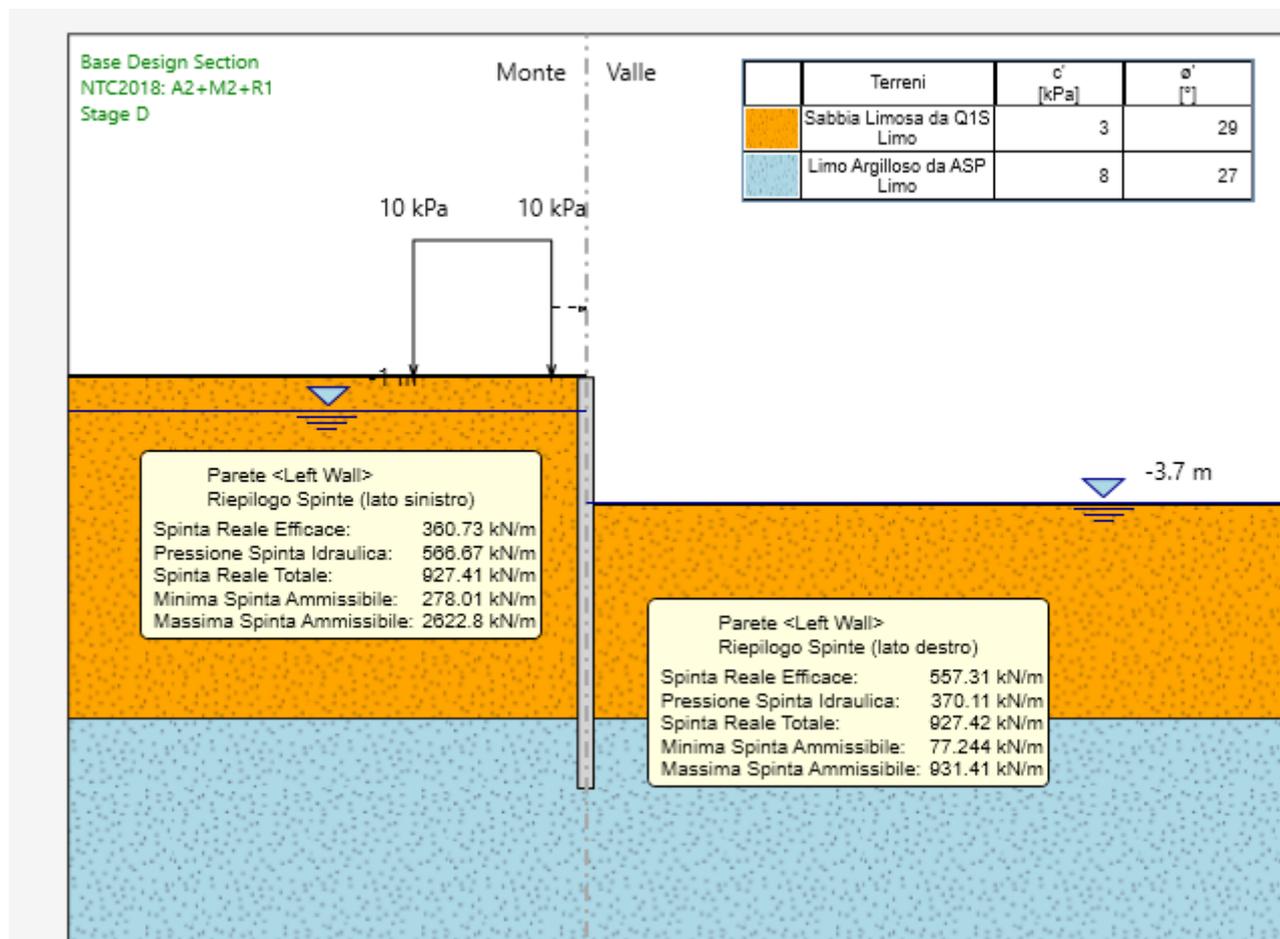


Figura 7 Modello di calcolo e spinte

11.3. Sintesi dei risultati allo SLE

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti nell'ultima fase di calcolo:

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	44 di 119

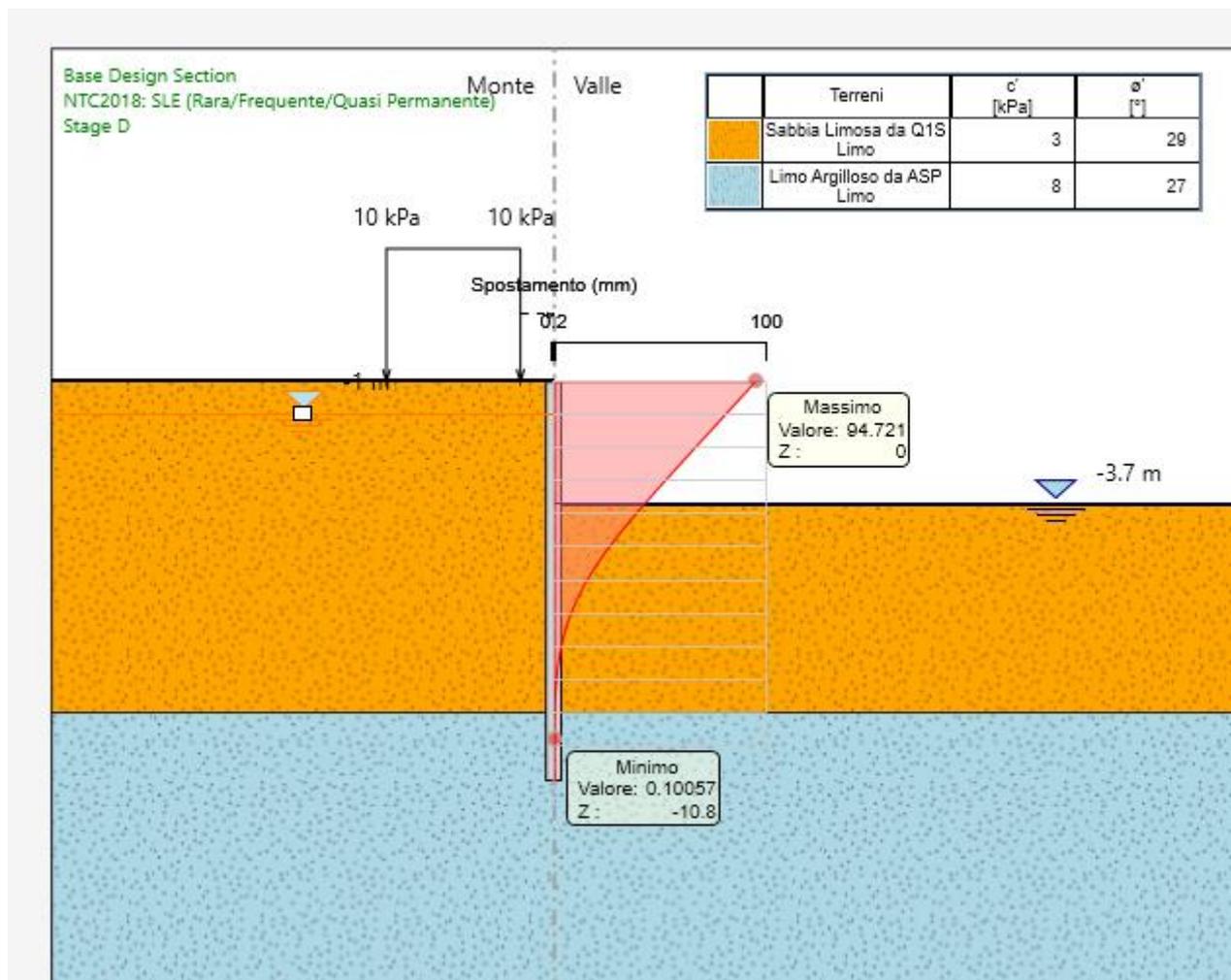


Figura 8 Spostamenti SLE

Lo spostamento in testa risulta pari a 9.4 cm

11.4. Sintesi dei risultati allo SLU

Nelle figure seguenti si riportano i diagrammi dei momenti e i diagrammi del taglio nell'ultima fase di calcolo, corrispondente alle condizioni A1+M1+R1 (STR) e A2-M2-R1 (GEO).

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	45 di 119

11.4.1. Sollecitazioni di momento flettente

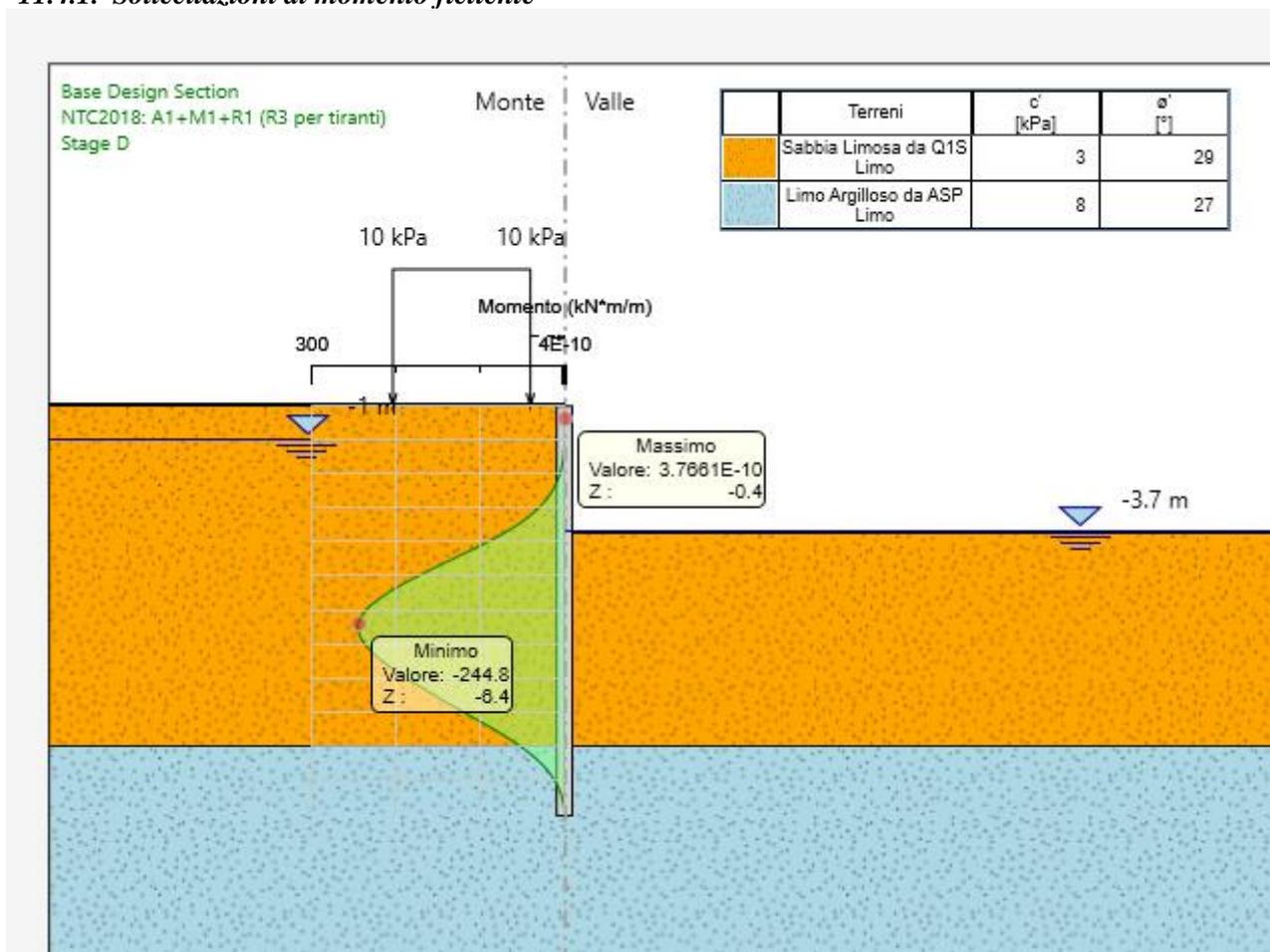


Figura 9 Diagramma momenti flettenti (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	46 di 119

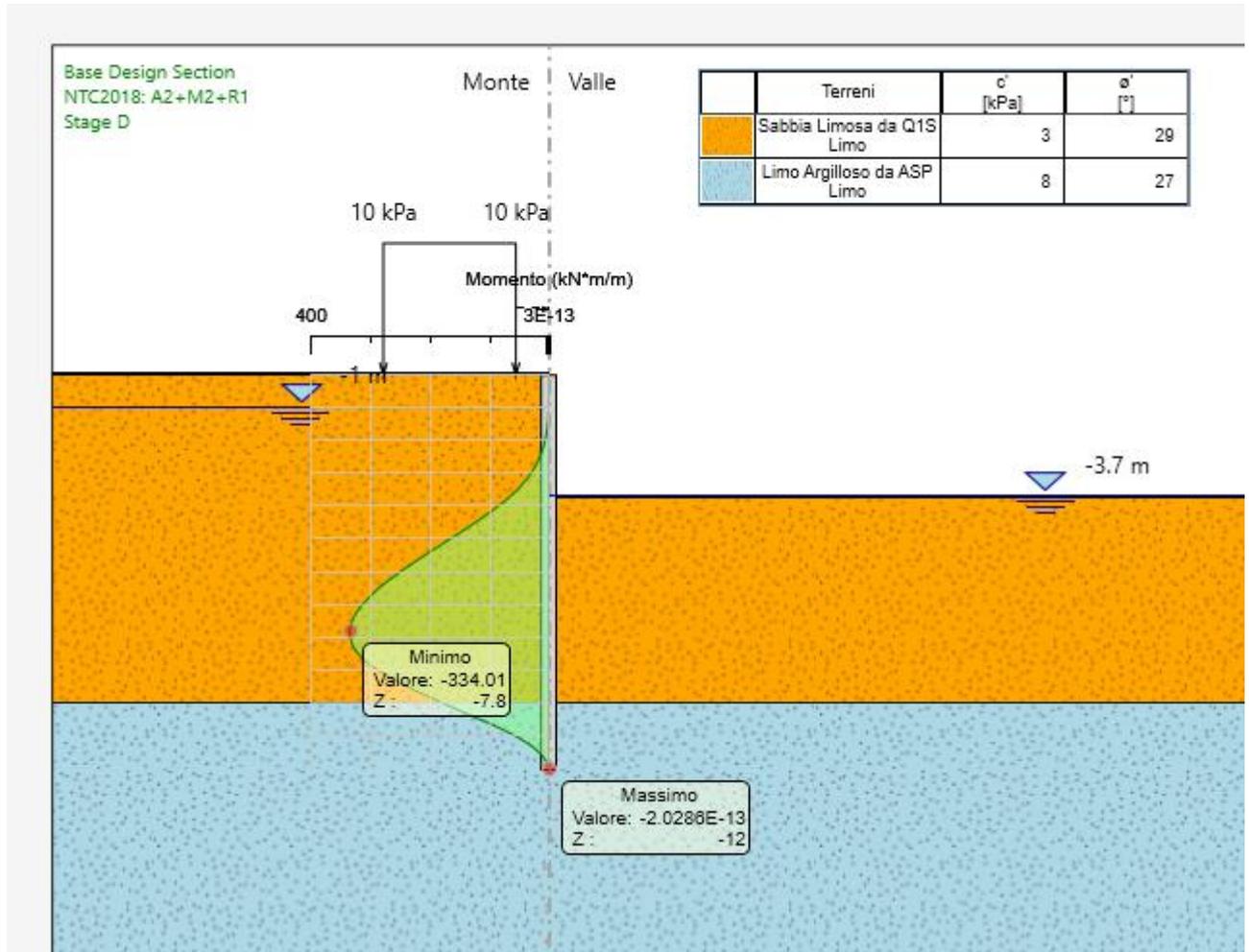


Figura 10 Diagramma momenti flettenti (GEO)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	47 di 119

11.4.2. Sollecitazioni di taglio

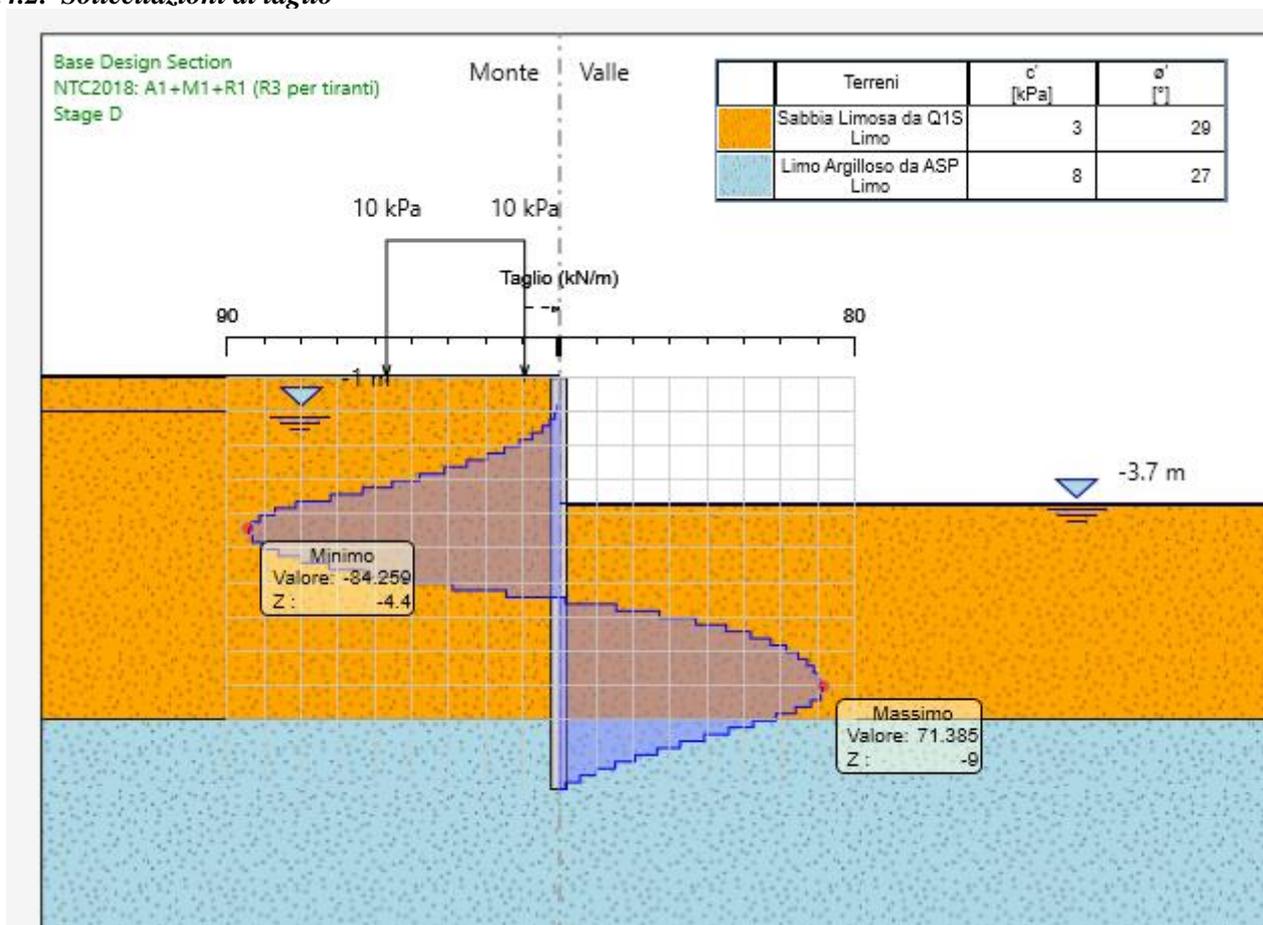


Figura 11 Diagramma taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	48 di 119

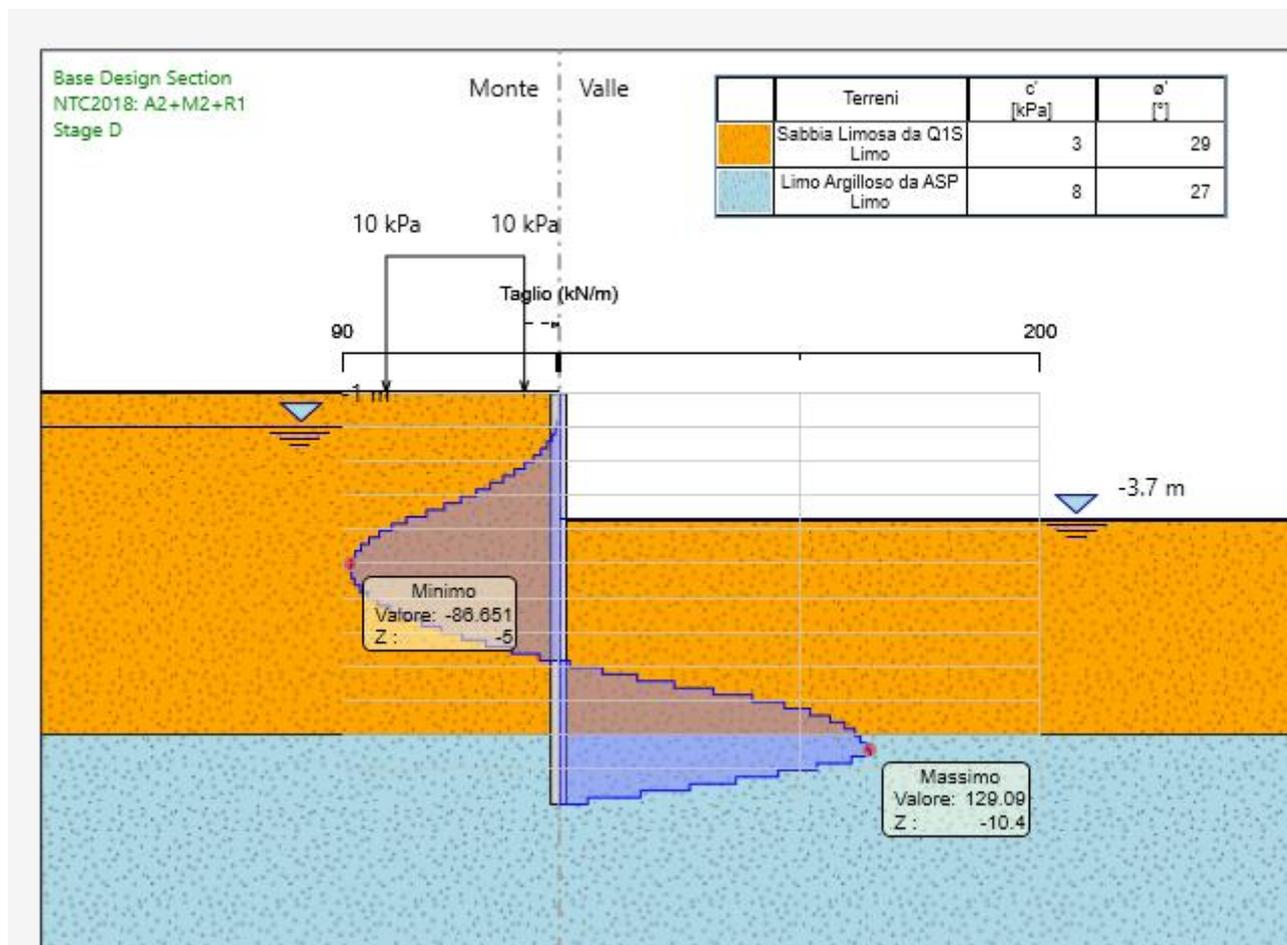


Figura 12 Diagramma taglio (GEO)

11.5. Verifiche elemento strutturale

Nelle figure seguenti si riportano i tassi di sfruttamento calcolati dal programma per la condizione A1+M1+R1 e A2-M2-R1. I tassi di sfruttamento risultano sempre inferiori a 1, pertanto le verifiche delle sezioni sono soddisfatte

11.5.1. Tasso di sfruttamento momento

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	49 di 119

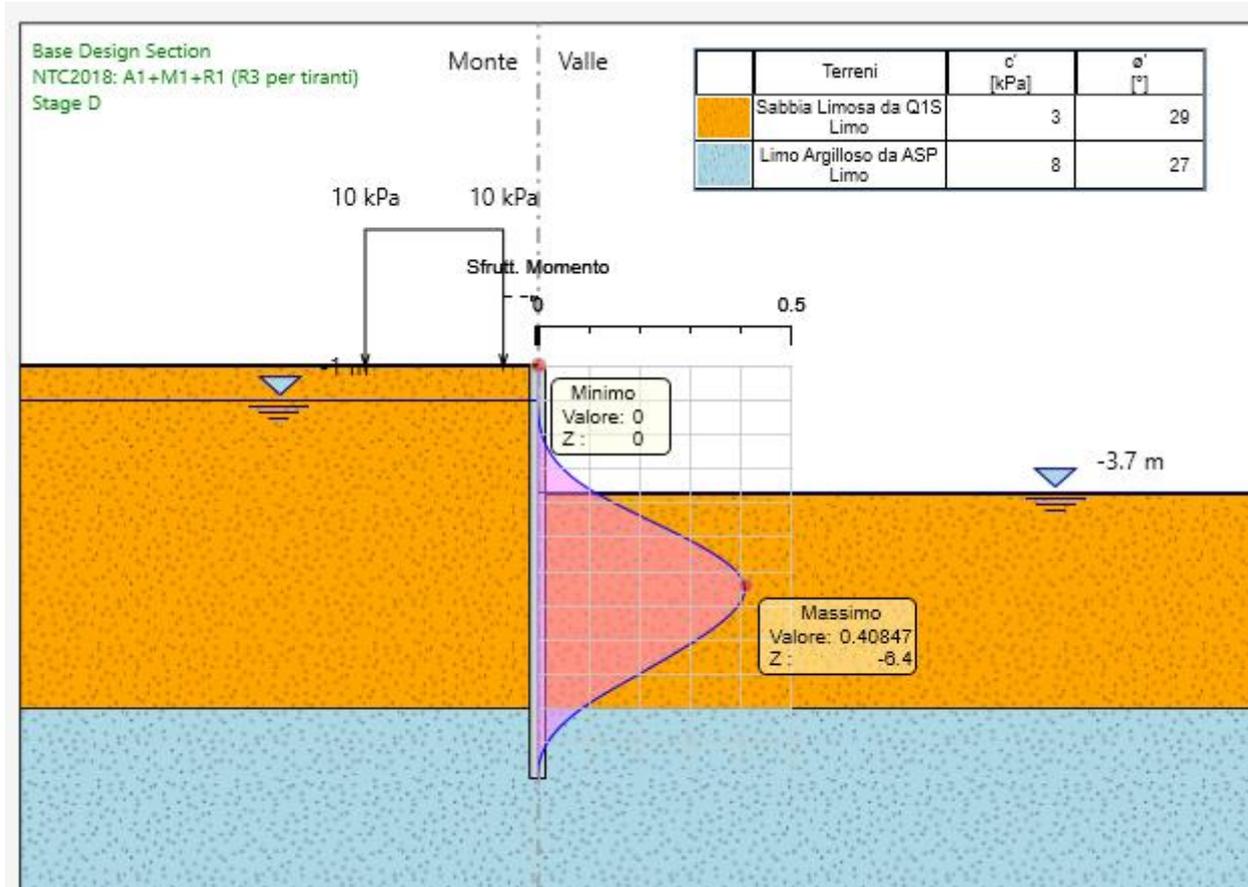


Figura 13 Tasso sfruttamento Momento (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	50 di 119

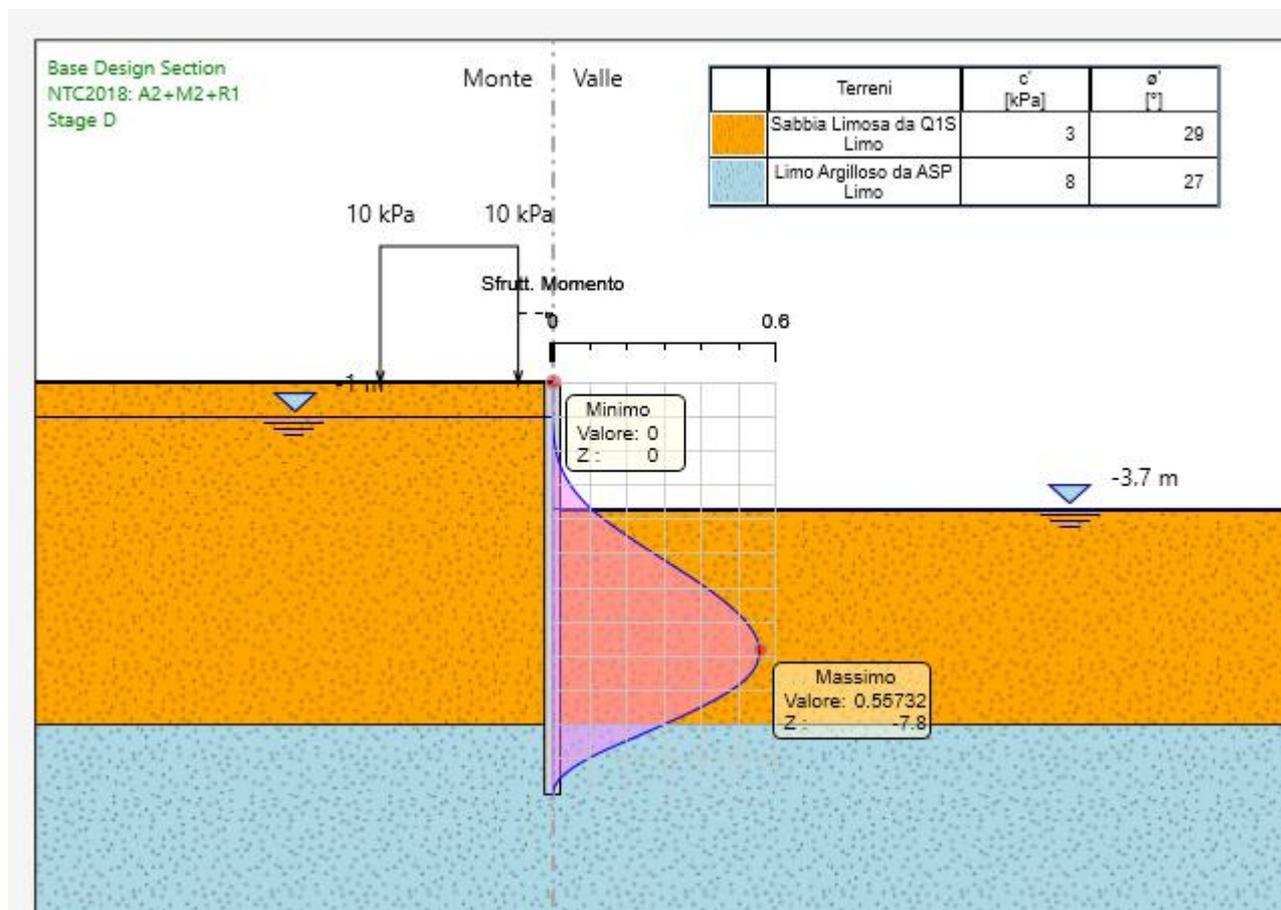


Figura 14 Tasso sfruttamento Momento (GEO)

11.5.2. Tasso di sfruttamento taglio

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	51 di 119

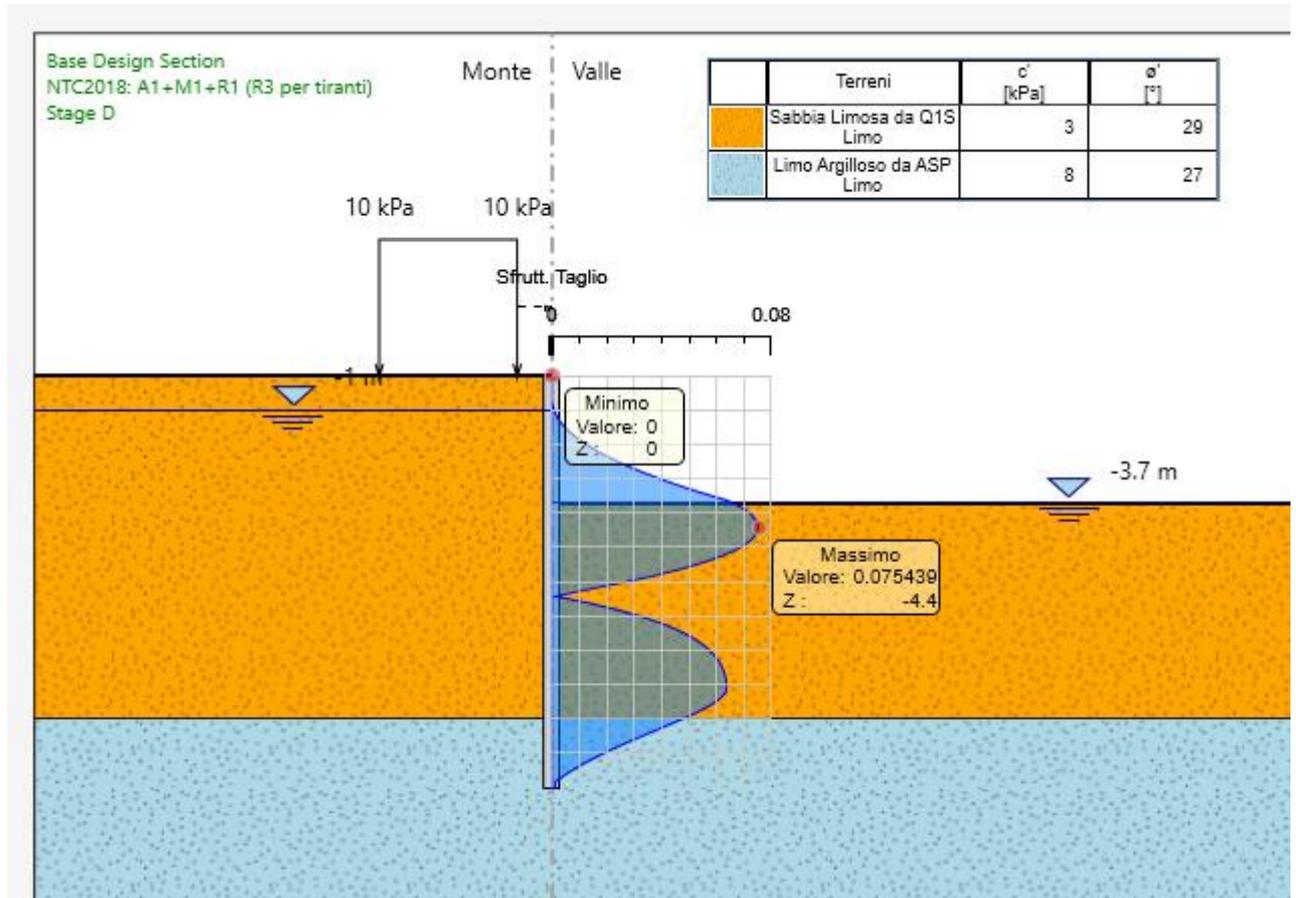


Figura 15 Tasso sfruttamento Taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	52 di 119

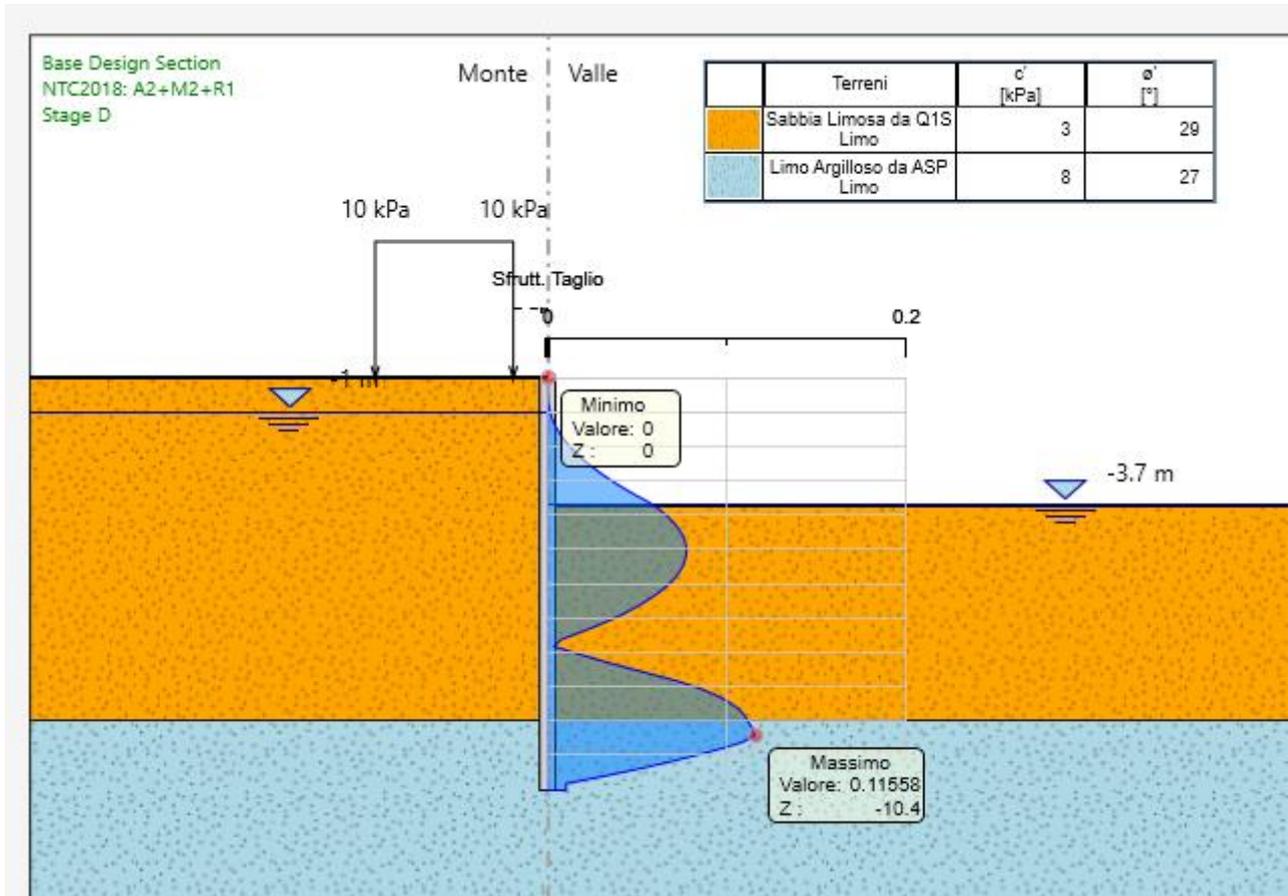


Figura 16 Tasso sfruttamento Taglio (GEO)

11.6. Sifonamento

Di seguito la verifica a sifonamento, effettuata sia secondo DM08 che DM18, utilizzando l'altezza di scavo effettiva

SIFONAMENTO:

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	53 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

	2,2	ΔH_w [m] monte-valle
	3,2	h_{scavo} [m]
	8,8	infissione [m]
	12	H_{tot} [m]
	19,0	γ_{valle} [kN/m ³]
Verifiche stati limite ultimi idraulici DM08	0,90	i_{crit} [-]
	3	FS da garantire
	0,13	i_{eff} [-]
	Verifica Gradiente soddisfatta	
	128,7	$u_{inst,d}$ [kPa]
	150,5	$\sigma_{stab,d}$ [kPa]
	Verifica a Sifonamento soddisfatta	
Caso frontiera di efflusso libera DM18	0,30	$i_{crit,d}$ ($\gamma_R=3$)
	0,13	i_{eff} [-]
	Verifica Gradiente soddisfatta	

La verifica risulta soddisfatta

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	54 di 119

12. IN11 - SCAVO CON PALANCOLE DA PK 0 A PK 340 – ANALISI SEZIONE PK 80

Di seguito l'analisi per le palancole da pk 0 a pk 340 di IN11. Gli scavi sono previsti con palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza L=12m; i puntone si trovano a -0.5m da sommità, e risultano essere D168mm s=8mm acciaio S275, a interasse i=4m

12.1. Modello e stratigrafia

La sezione critica per lo scavo tra palancole risulta quella ubicata alla pk 80. Qui l'altezza di scavo risulta pari a 5.7m. Tenendo presente i criteri esposti al capitolo 6 riguardo l'altezza di calcolo, e considerata la presenza del vincolo puntone, si adotta un'altezza di calcolo pari a $h_D=6.2m$. La falda è ubicata a -3.5m

La stratigrafia utilizzata è la seguente

Unità	da	a	γ	ϕ	c'	E
	m	m	kN/mc	°	kPa	MPa
L_s	0	1	19	26	5	10
$S_{L/cal}$	1	in poi	19	29	3	23

12.2. Descrizione delle fasi di calcolo

Il modello si basa sulle seguenti fasi di calcolo:

- Fase 1: condizione geostatica e costruzione opera provvisoria;
- Fase 2: applicazione sovraccarico da mezzi di cantiere pari a 10 kPa;
- Fase 3: scavo fino a quota -1m da p.c. per inserimento puntone;
- Fase 4: inserimento puntone;
- Fase 5: scavo fino a quota fondo scavo

Di seguito si riporta il modello di calcolo con la stratigrafia di riferimento.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	55 di 119

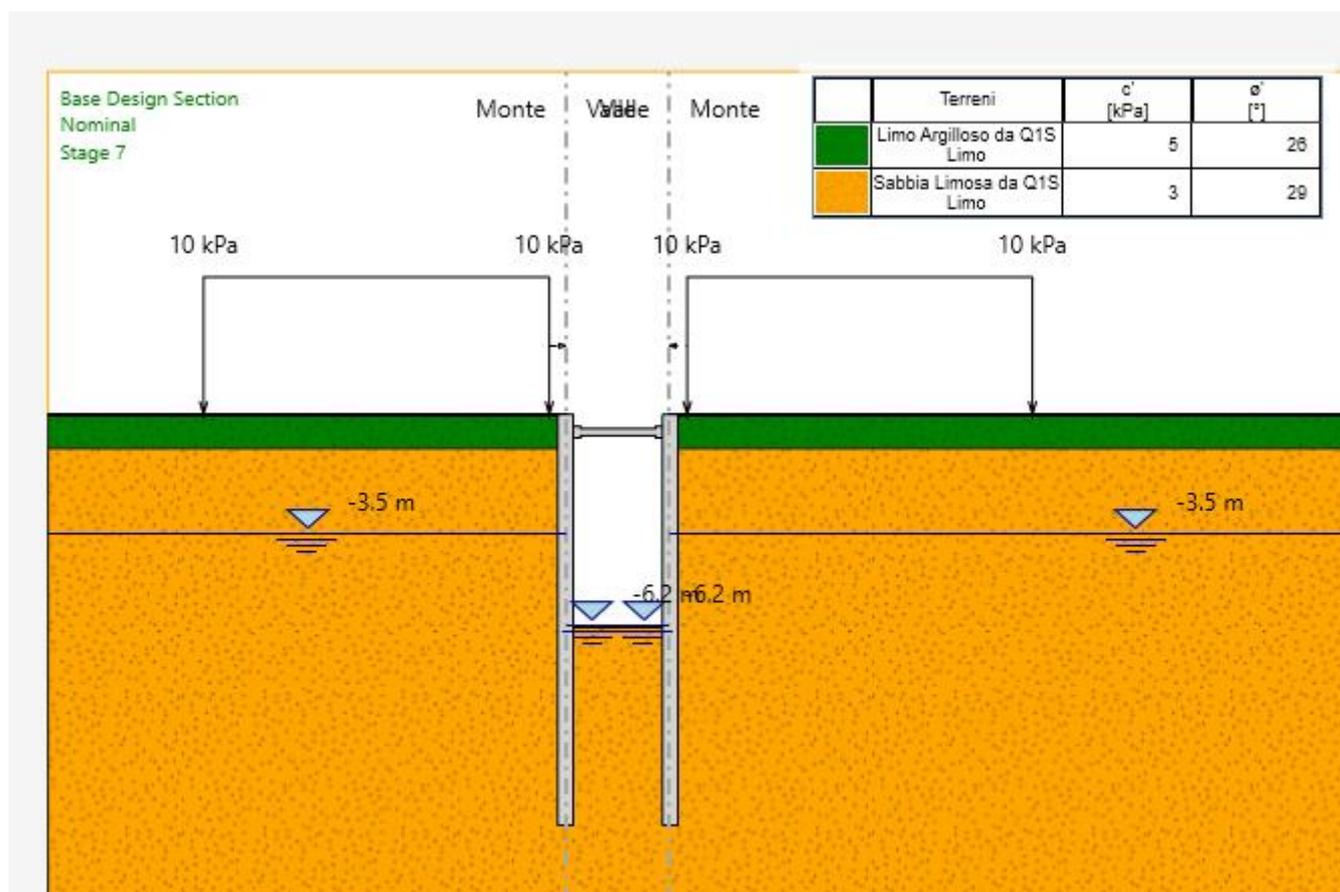


Figura 17 Modello di calcolo

Di seguito si riportano le spinte calcolate dal programma per la combinazione GEO

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	56 di 119

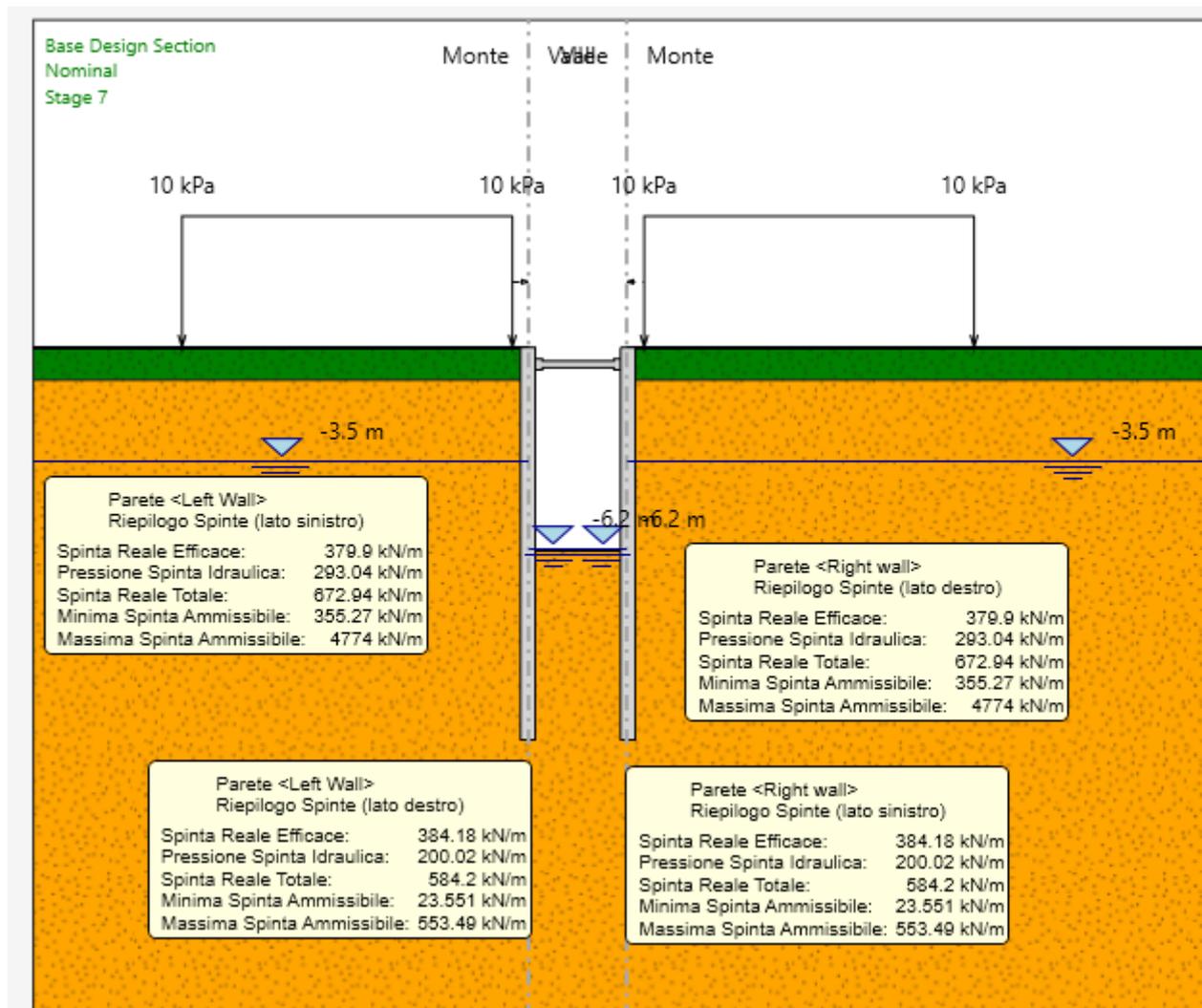


Figura 18 Modello di calcolo e spinte

12.3. Sintesi dei risultati allo SLE

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti nell'ultima fase di calcolo:

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	57 di 119

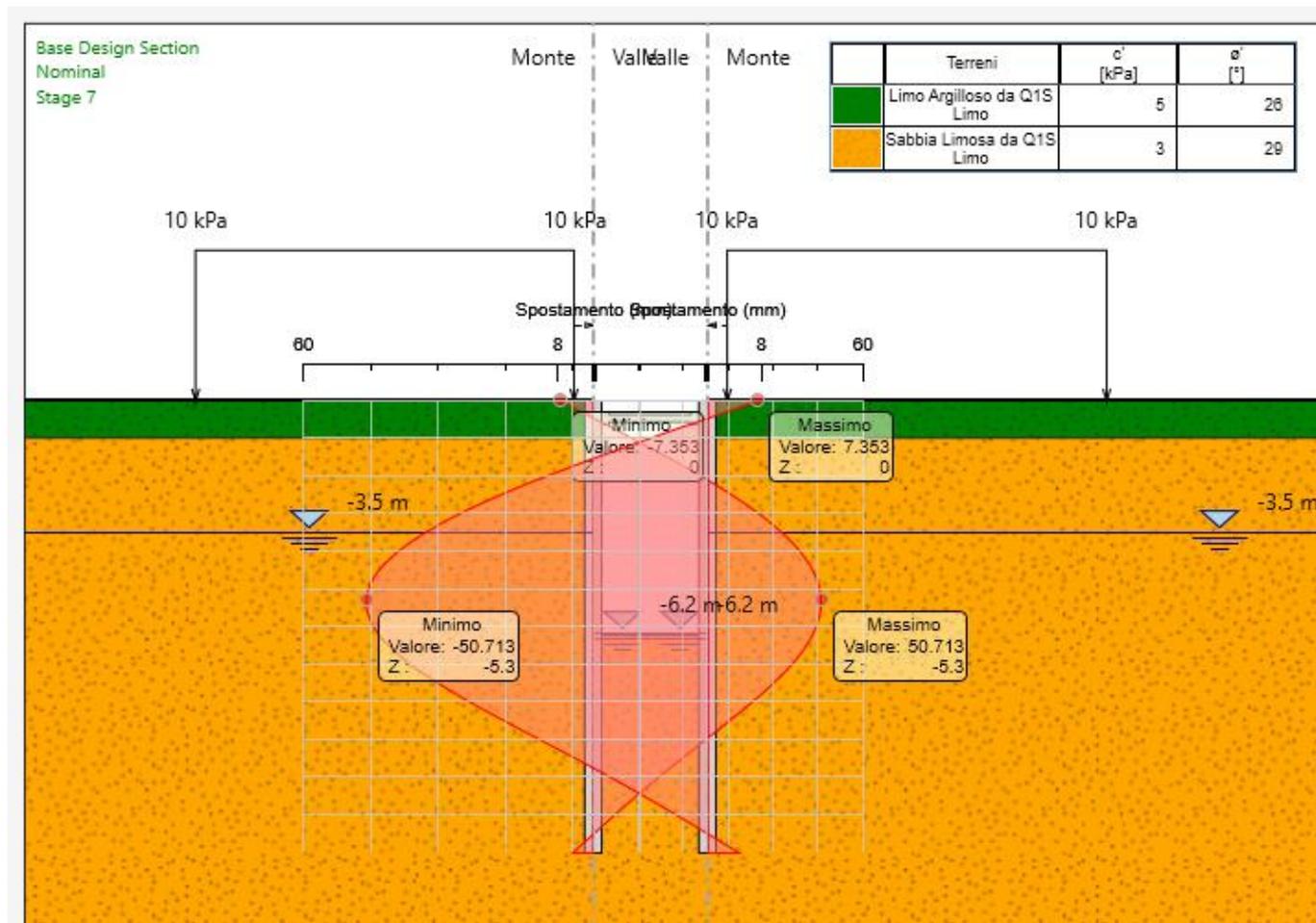


Figura 19 Spostamenti SLE

Lo spostamento in testa risulta pari a 0.7 cm

12.4. Sintesi dei risultati allo SLU

Nelle figure seguenti si riportano i diagrammi dei momenti e i diagrammi del taglio nell'ultima fase di calcolo, corrispondente alle condizioni A1+M1+R1 (STR) e A2-M2-R1 (GEO).

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	58 di 119

12.4.1. Sollecitazioni di momento flettente

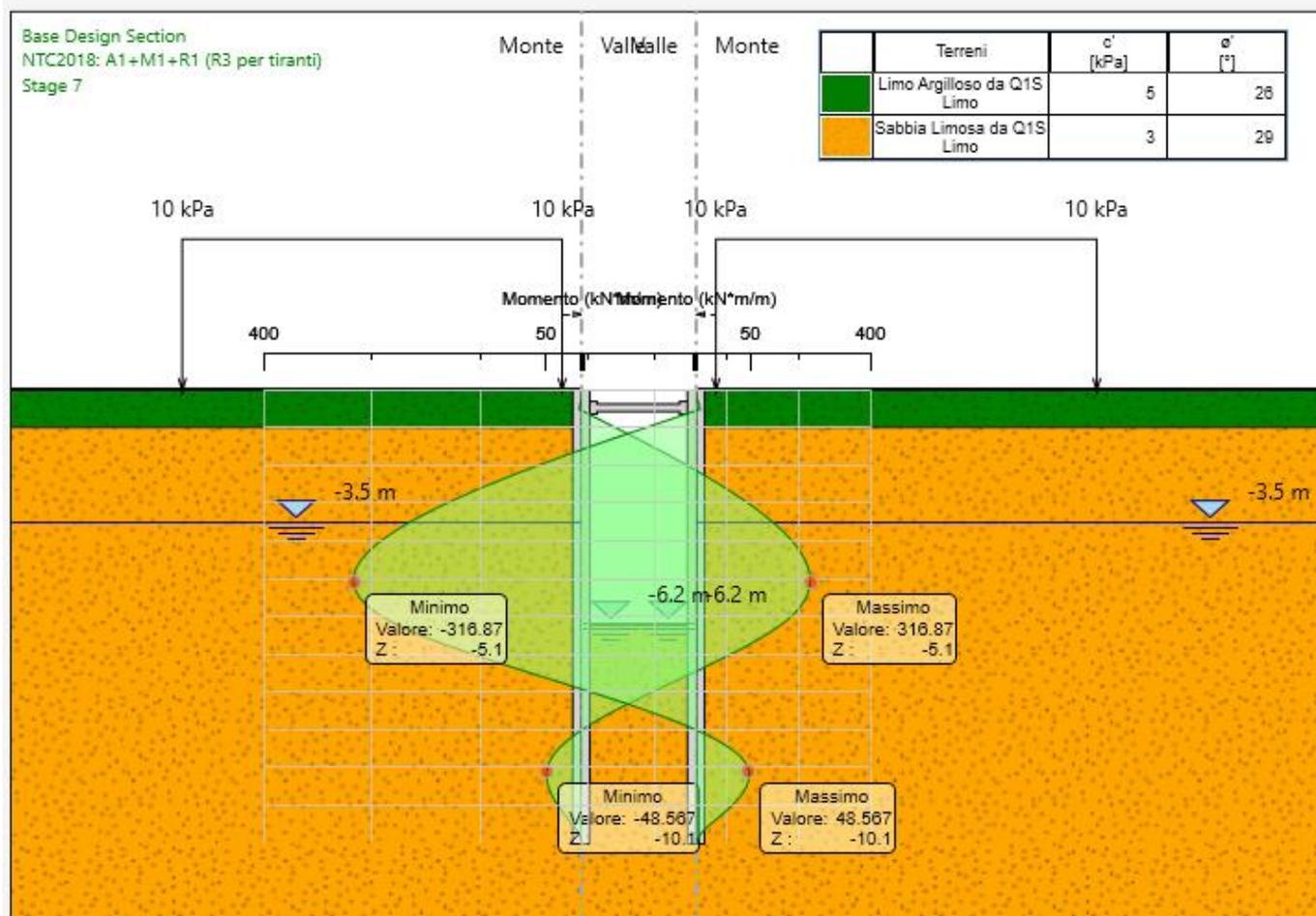


Figura 20 Diagramma momenti flettenti (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	59 di 119

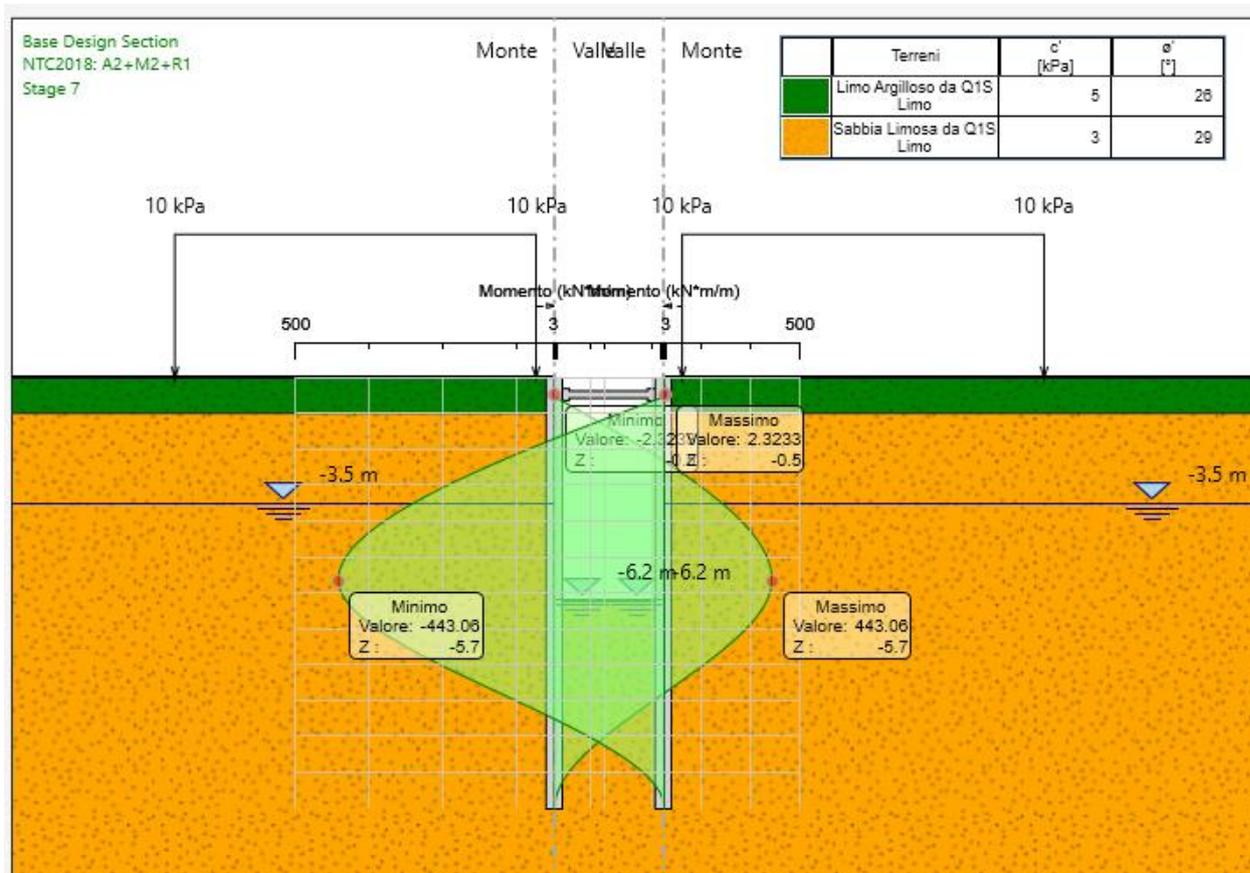


Figura 21 Diagramma momenti flettenti (GEO)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	60 di 119

12.4.2. Sollecitazioni di taglio

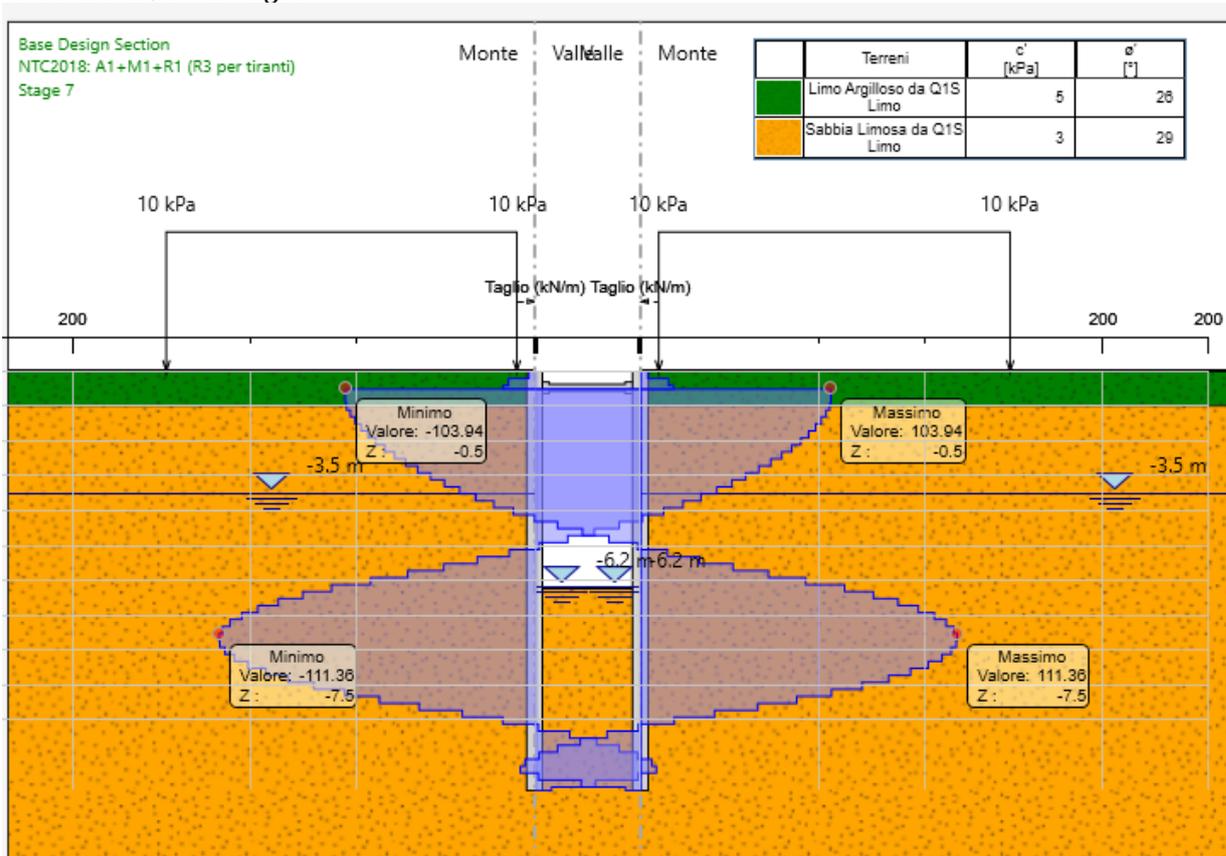


Figura 22 Diagramma taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	61 di 119

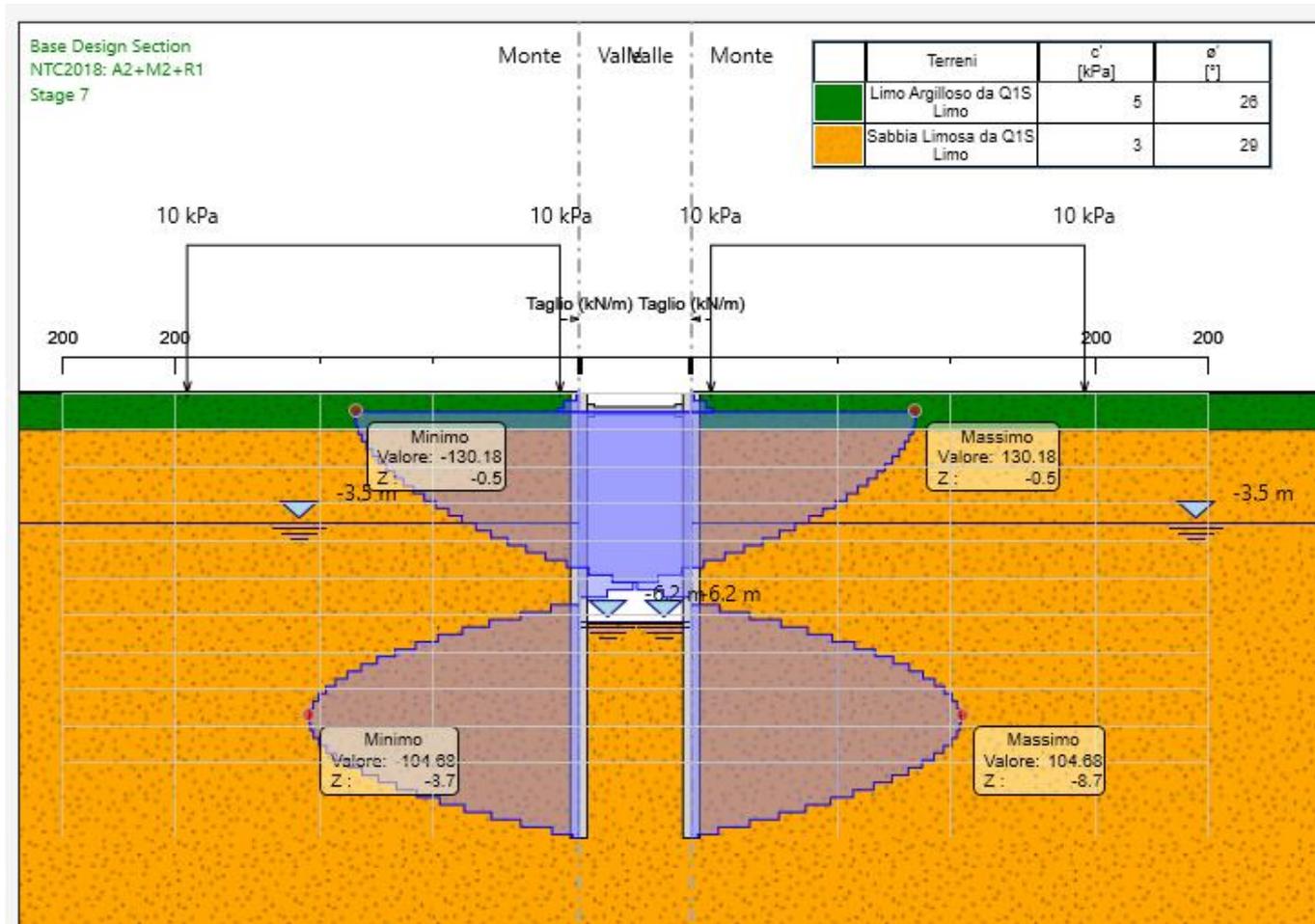


Figura 23 Diagramma taglio (GEO)

12.5. Verifiche elemento strutturale

Nelle figure seguenti si riportano i tassi di sfruttamento calcolati dal programma per la condizione A1+M1+R1 e A2-M2-R1. I tassi di sfruttamento risultano sempre inferiori a 1, pertanto le verifiche delle sezioni sono soddisfatte

12.5.1. Tasso di sfruttamento momento

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	62 di 119

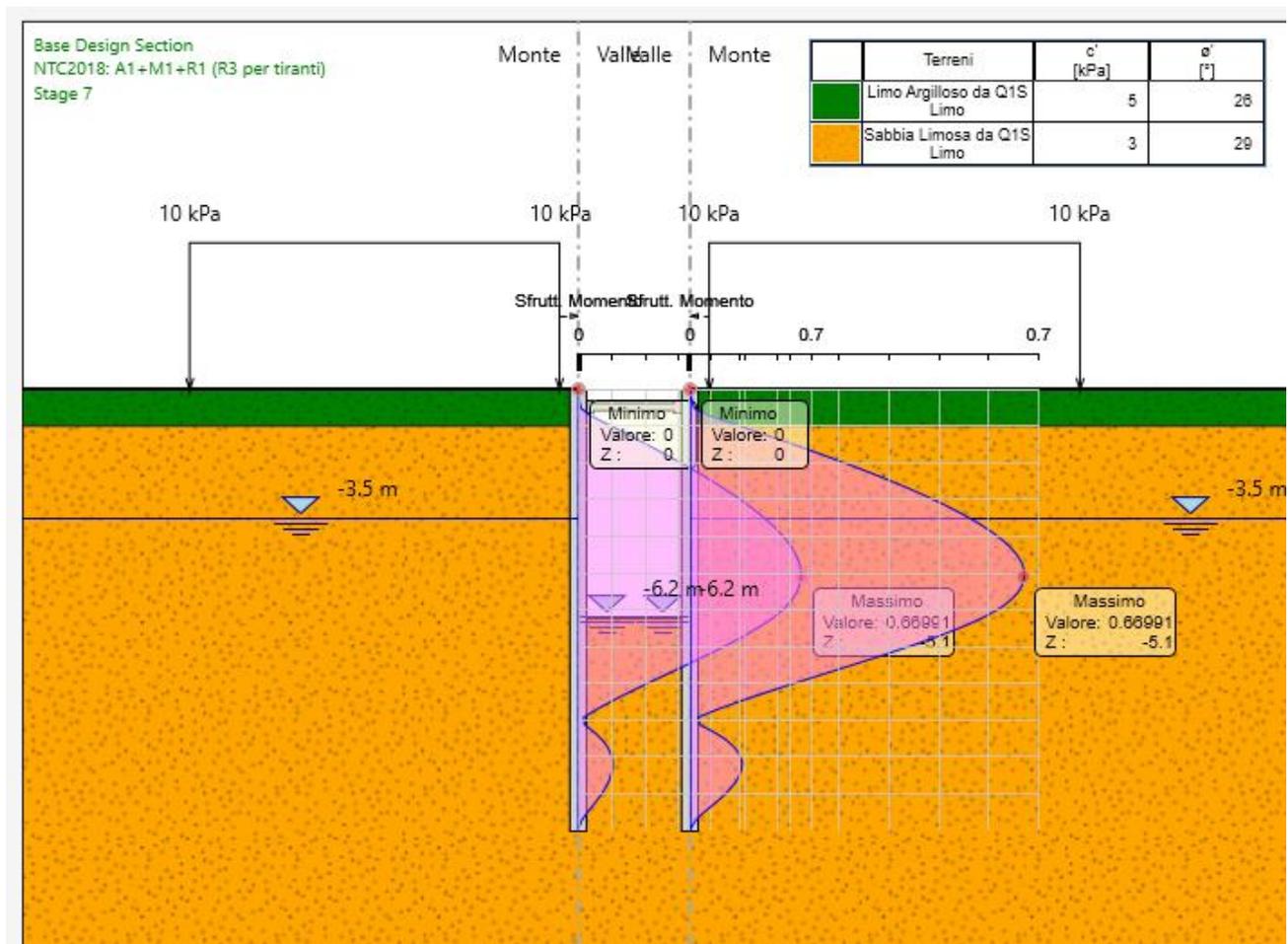


Figura 24 Tasso sfruttamento Momento (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	63 di 119

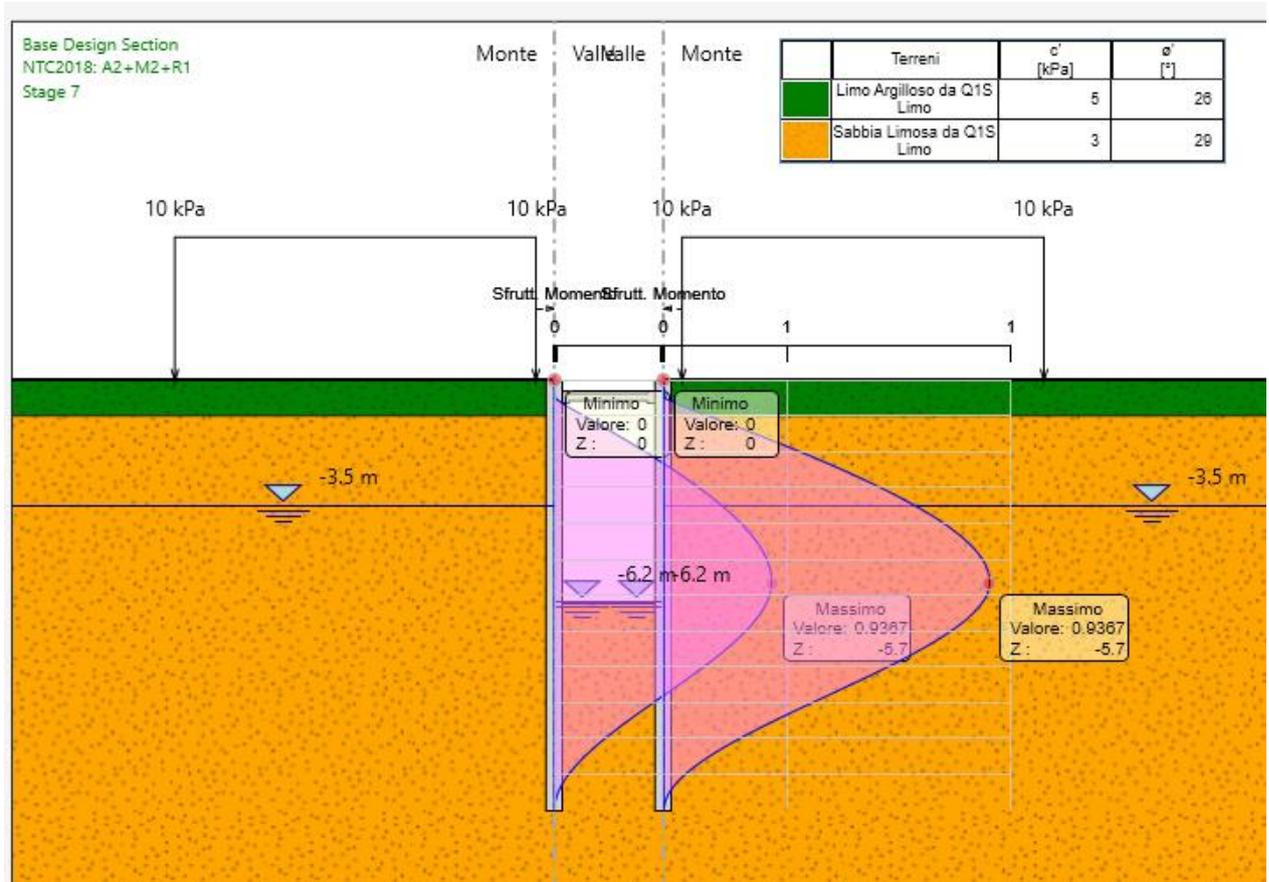


Figura 25 Tasso sfruttamento Momento (GEO)

12.5.2. Tasso di sfruttamento taglio

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	64 di 119

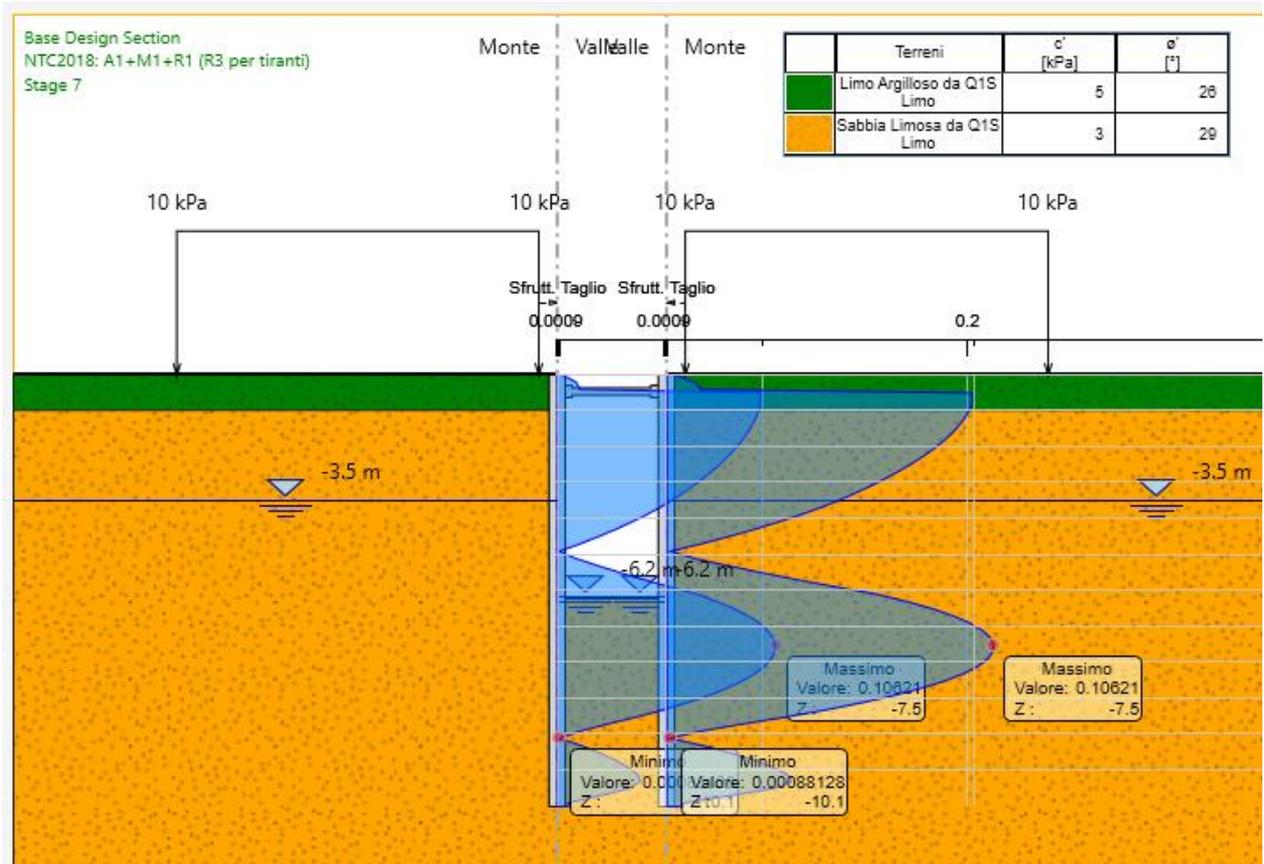


Figura 26 Tasso sfruttamento Taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	65 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

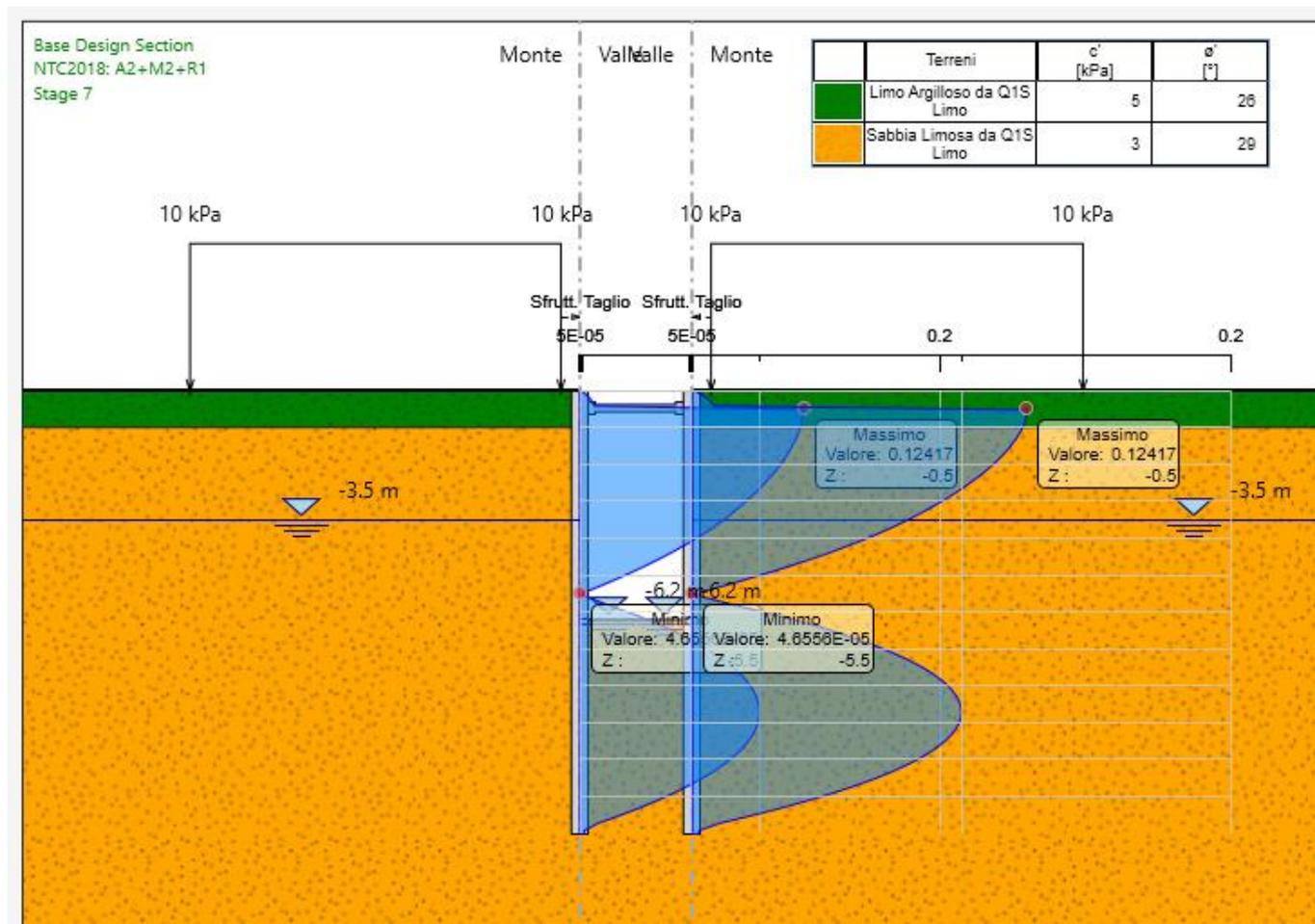


Figura 27 Tasso sfruttamento Taglio (GEO)

12.6. Instabilità puntone

La verifica del puntone è soddisfatta. I coefficienti di sfruttamento e l'instabilità risultano <1.

Sezione: D168 s=8mm S275	N [kN/m]	N [kN]	sfrut. Momento	sfrut. Taglio	Instabilità
STR	115	462	0,438	0,002	0,504
GEO	139	555	0,527	0,001	0,602

12.7. Sifonamento

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	66 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

Di seguito la verifica a sifonamento, effettuata sia secondo DM08 che DM18, utilizzando l'altezza di scavo effettiva

SIFONAMENTO:		
2.2	ΔH_w [m] monte-valle	
5.7	h_{scavo} [m]	
6.3	infissione [m]	
12	H_{tot} [m]	
19.5	γ_{valle} [kN/m ³]	
Verifiche stati limite ultimi idraulici (DM 08)	0.95	i_{crit} [-]
	3	FS da garantire
	0.17	i_{eff} [-]
	Verifica Gradiente soddisfatta	
	96.2	$u_{inst,d}$ [kPa]
	110.6	$\sigma_{stab,d}$ [kPa]
	Verifica a Sifonamento soddisfatta	
Caso frontiera di efflusso libera (DM 18)	0.32	$i_{crit,d}$ ($\gamma_R=3$)
	0.17	i_{eff} [-]
	Verifica Gradiente soddisfatta	

La verifica risulta soddisfatta

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	67 di 119

13. IN11 E 14 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO CON PRESCAVO

Nel seguito si riportano le analisi di stabilità condotte e i relativi fattori di sicurezza determinati per lo scavo a cielo aperto con prescavo di 1m previsto per IN14 da pk 0 a pk 475 e da pk 675 a fine collettore e per IN11 da pk 340 a pk 385. L'altezza massima di scavo risulta pari a 3.7m, collocata sul percorso di IN14. Le analisi sono state condotte considerando il terreno con comportamento drenato.

Per i parametri geotecnici, le condizioni di falda e la stratigrafia di riferimento si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale di cui al Doc. Rif. [1] e al Profilo Geotecnico Doc. Rif. [7].

È stato considerato un sovraccarico variabile a tergo dello scavo pari a 10 kPa.

La stratigrafia considerata è la seguente:

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
L _s	0	1	19	26	5
S _{L/cal}	1	in poi	19	29	3

La falda è ubicata a -3.7m

Nella seguente figura si riporta il modello di calcolo implementato nel software GeoSlope, riportando i risultati nella combinazione A2-M2-R2.

Si è modellato un prescavo di profondità 1m, con una banca orizzontale di 1m.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	68 di 119

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
■	Q1L	19	5	28
■	Sabbia Li mosa	19	3	29

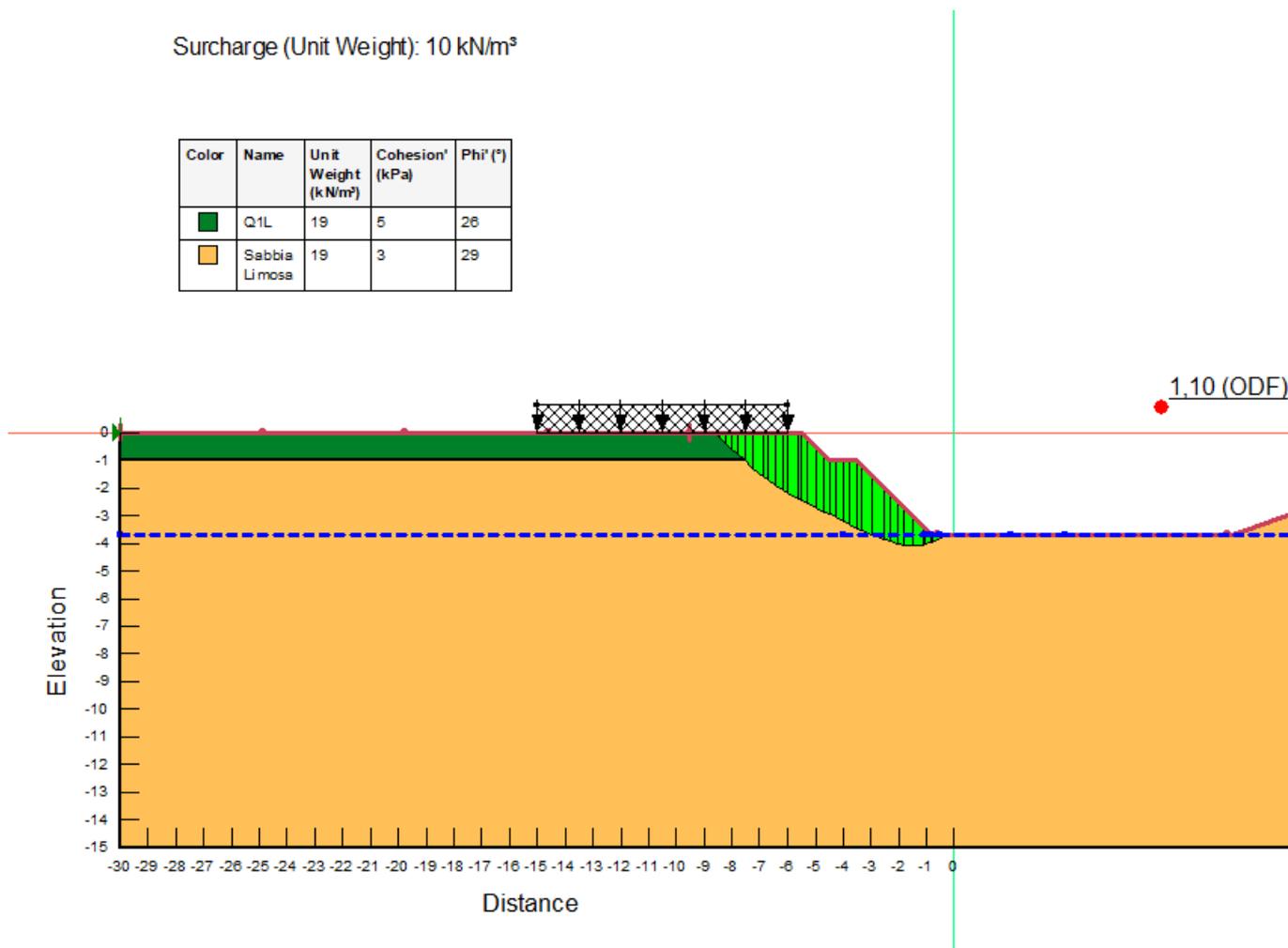


Figura 28 Sezione di calcolo scavo a cielo aperto con precavo

La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.1 \geq 1.1$

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	69 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

14. IN15 – VERIFICA A GALLEGGIAMENTO – ANALISI SEZIONE PK 700

Si riporta di seguito la sezione di calcolo critica per cui viene svolta la verifica a galleggiamento, ubicata alla pk 700

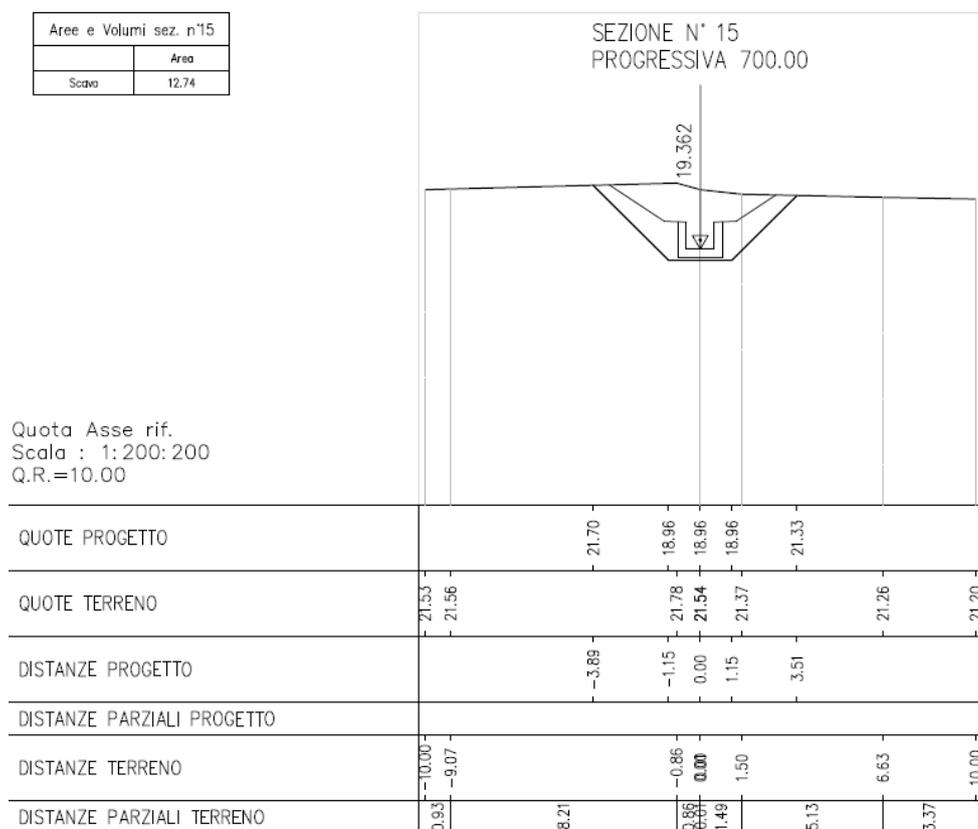


Figura 29 Sezione di analisi IN15

Con riferimento ai fattori amplificativi o riduttivi riportati al paragrafo 7.3, si effettua la verifica al galleggiamento del canale. Si precisa che la condizione critica analizzata di seguito è fortemente localizzata, e quindi il fattore di sicurezza (comunque maggiore di 1), seppur esiguo, è ritenuto soddisfacente. Nelle altre sezioni del collettore e negli altri collettori infatti, il fondo canale è a quote superiori, dunque il battente e la sottospinta sono nettamente inferiori, motivo per cui la verifica negli altri casi è soddisfatta con fattori di sicurezza elevati.

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	70 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

AZIONI STABILIZZANTI	spessore laterale canale	0,3	m
	Altezza esclusa base	1	m
	larghezza base canale	1,6	m
	spessore base canale	0,3	m
	peso sp. CLS	25	kN/mc
	peso canale	27	kN/m
	fattore pesi stabilizzanti:	0,9	
	peso canale fattorizzato:	24,3	kN/m
AZIONI INSTABILIZZANTI	battente idraulico	1,35	m
	peso sp. acqua	10	kN/mc
	sottospinta idraulica	21,6	kN/m
	fattore forze instabilizzanti:	1,1	
	sottospinta fattorizzata:	23,76	kN/m
FS	FS	1,02	

La verifica risulta soddisfatta

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	71 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

15. IN16 - SCAVO CON MICROPALI DA PK 700 A 747

Di seguito l'analisi per i micropali da pk 700 a pk 747 di IN16. Gli scavi sono previsti con micropali D200mm, tubolare D127mm, spessore $s=5\text{mm}$ acciaio S275, Lunghezza $L=6\text{m}$; sono previsti puntone a -0.5m da sommità micropalo, D168mm, spessore $s=8\text{mm}$ acciaio S275, a interasse $i=4\text{m}$

15.1. Modello e stratigrafia

L'altezza di scavo risulta pari a 2.6m. Tenendo presente i criteri esposti al capitolo 6 riguardo l'altezza di calcolo, e considerata la presenza del vincolo puntone, si adotta un'altezza di calcolo pari a $h_D=2.9\text{m}$. La falda è ubicata a -2.5m

La stratigrafia utilizzata è la seguente. Si trascurano, a vantaggio di sicurezza, i primi 50cm di materiale limoso appartenente all'unità L_s (ms).

Unità	da	a	γ	ϕ	c'	E
	m	m	kN/mc	°	kPa	MPa
Cal	0	2	19.5	31	0	25
$S_{L/cal}$	2	8	19	29	3	23
L_s (ga)	8	in poi	19.5	27	8	30

15.2. Descrizione delle fasi di calcolo

Il modello si basa sulle seguenti fasi di calcolo:

- Fase 1: condizione geostatica e costruzione opera provvisoria;
- Fase 2: applicazione sovraccarico da mezzi di cantiere pari a 10 kPa;
- Fase 3: scavo fino a quota -1m da p.c. per inserimento puntone;
- Fase 4: inserimento puntone;
- Fase 5: scavo fino a quota fondo scavo

Di seguito si riporta il modello di calcolo con la stratigrafia di riferimento.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	72 di 119

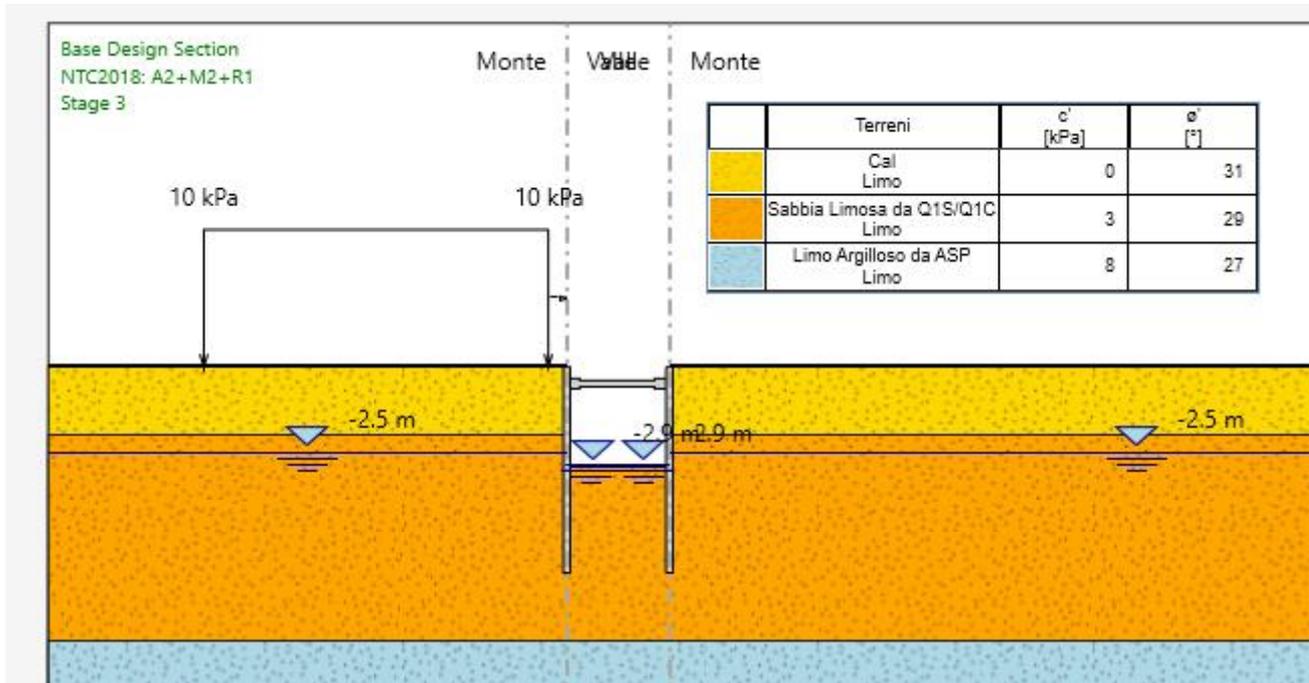


Figura 30 Modello di calcolo

Nella figura seguente si riportano le spinte calcolate dal programma per la combinazione GEO

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	73 di 119

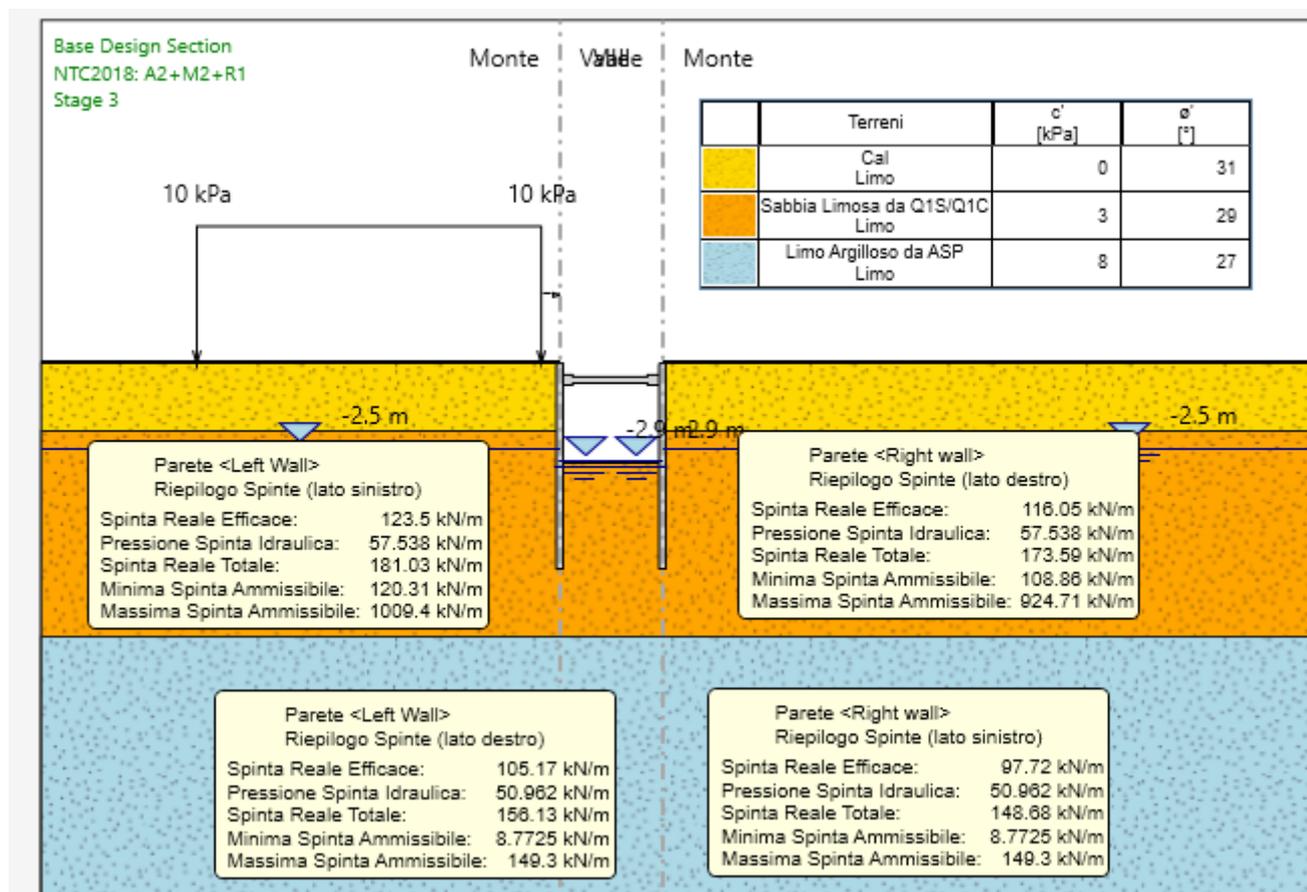


Figura 31 Modello di calcolo e spinte

15.3. Sintesi dei risultati allo SLE

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti nell'ultima fase di calcolo:

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	74 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

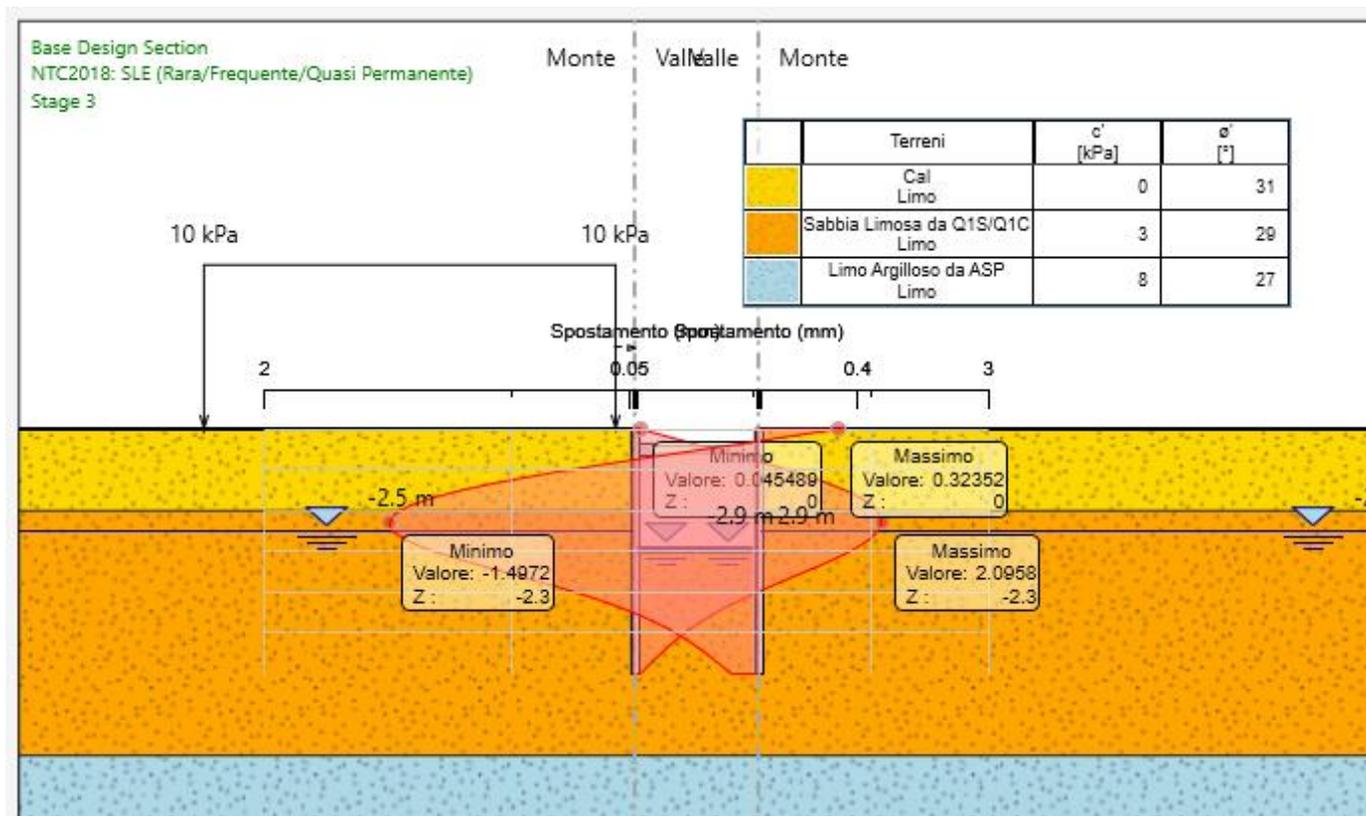


Figura 32 Spostamenti SLE

Lo spostamento in testa risulta pari a 0.03 cm

15.4. Sintesi dei risultati allo SLU

Nelle figure seguenti si riportano i diagrammi dei momenti e i diagrammi del taglio nell'ultima fase di calcolo, corrispondente alle condizioni A1+M1+R1 (STR) e A2-M2-R1 (GEO).

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	75 di 119

15.4.1. Sollecitazioni di momento flettente

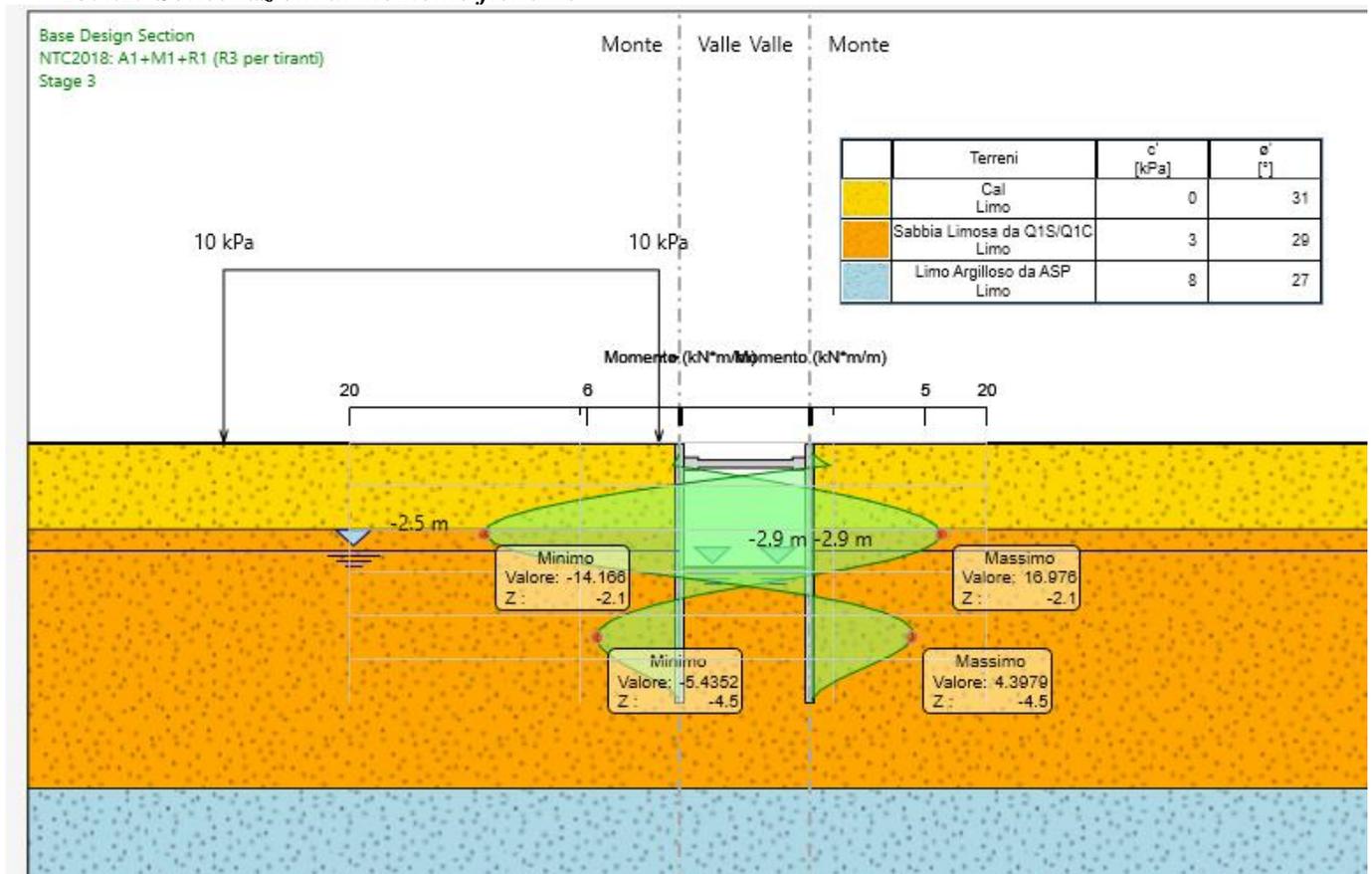


Figura 33 Diagramma momenti flettenti (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	76 di 119

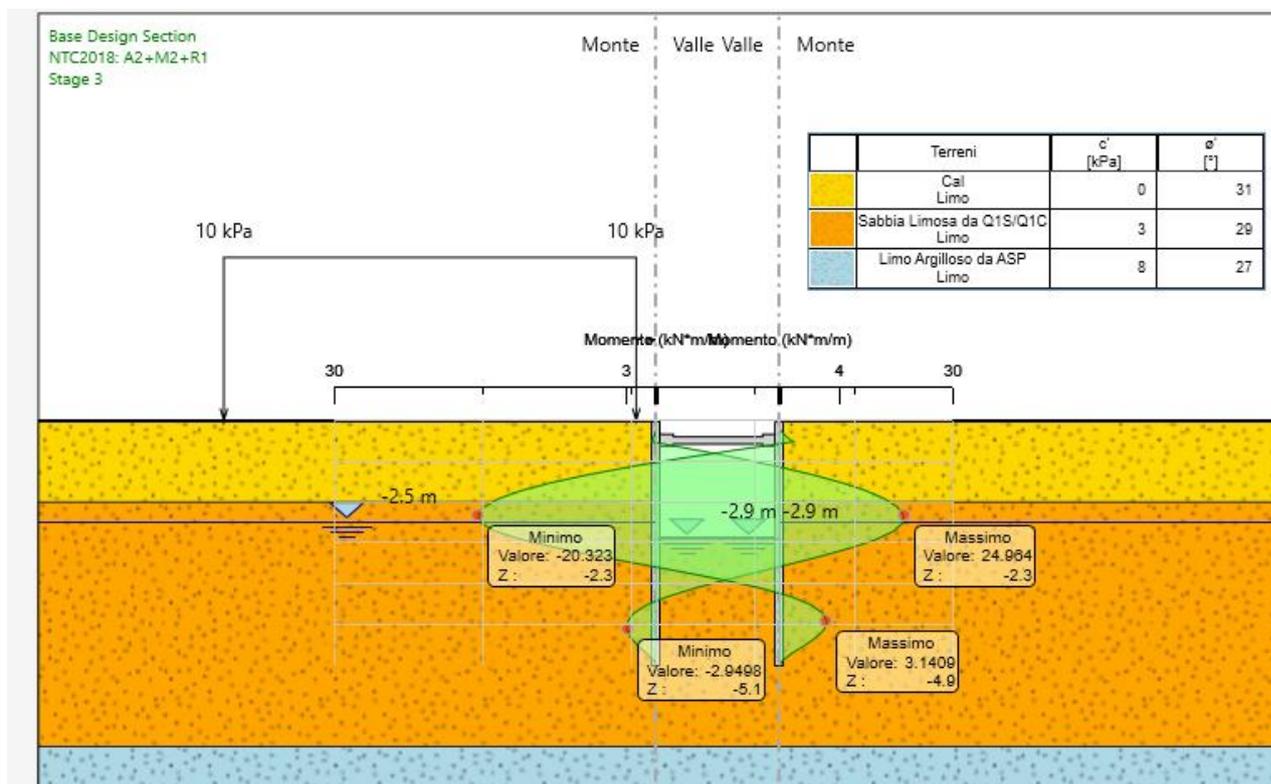


Figura 34 Diagramma momenti flettenti (GEO)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	77 di 119

15.4.2. Sollecitazioni di taglio

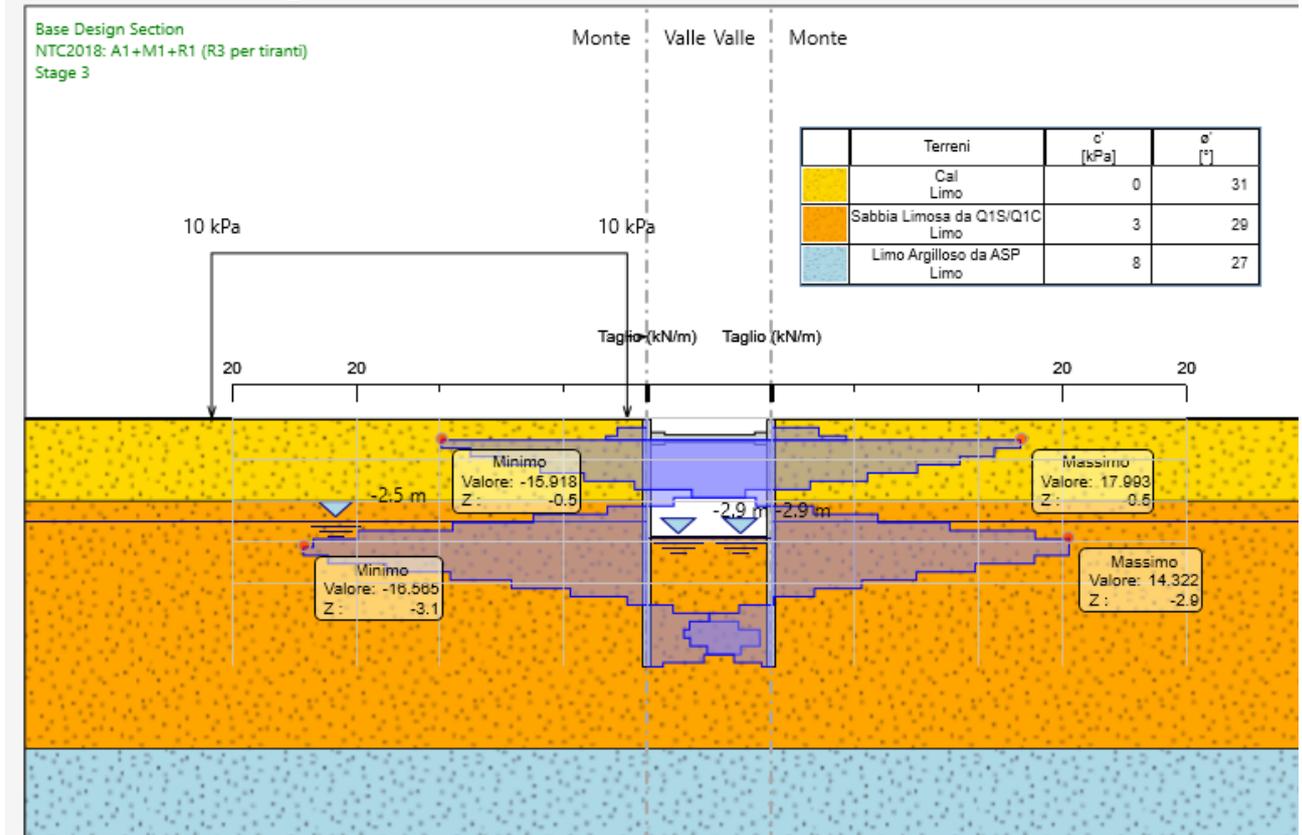


Figura 35 Diagramma taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	78 di 119

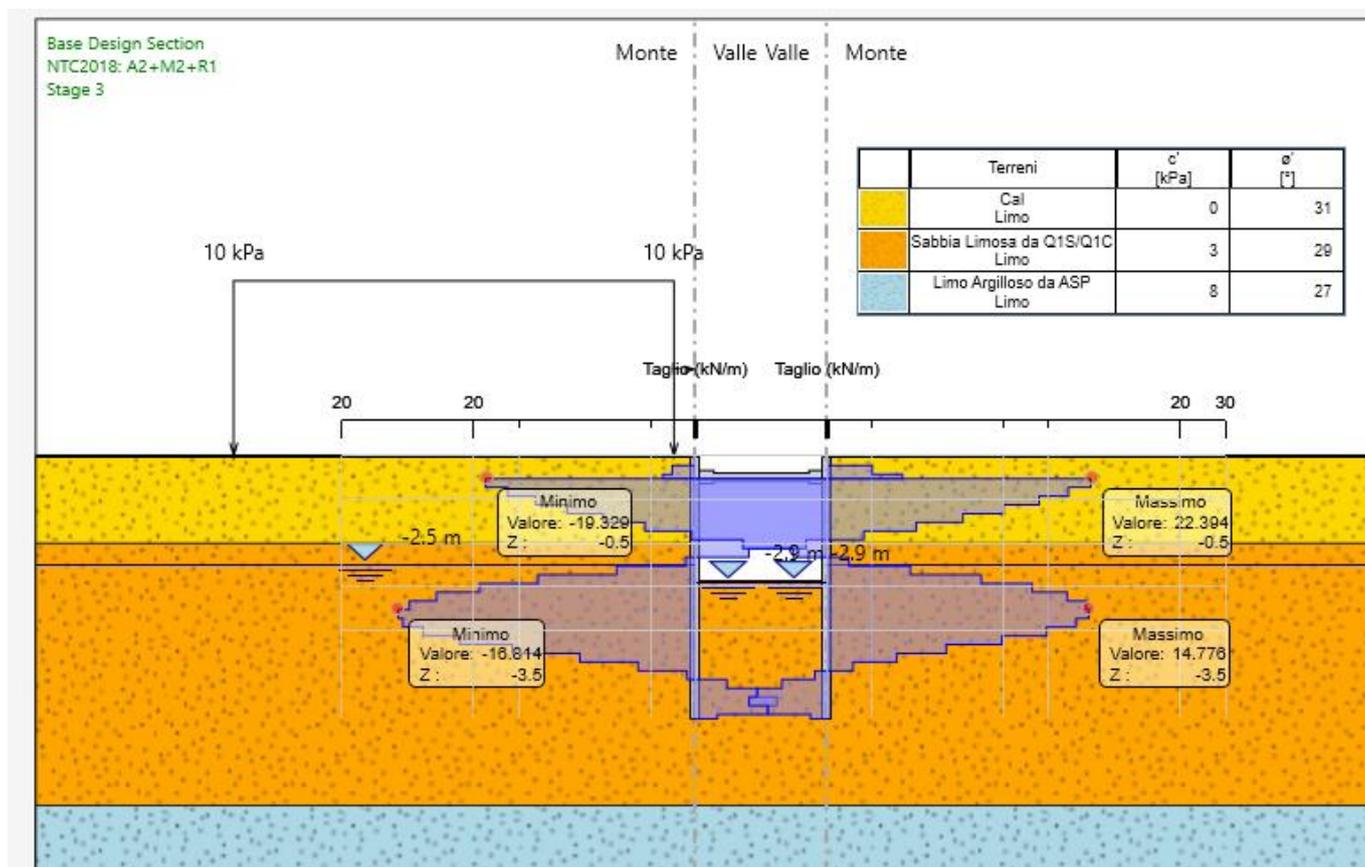


Figura 36 Diagramma taglio (GEO)

15.5. Verifiche elemento strutturale

Nelle figure seguenti si riportano i tassi di sfruttamento calcolati dal programma per la condizione A1+M1+R1 e A2-M2-R1. I tassi di sfruttamento risultano sempre inferiori a 1, pertanto le verifiche delle sezioni sono soddisfatte

15.5.1. Tasso di sfruttamento momento

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	79 di 119

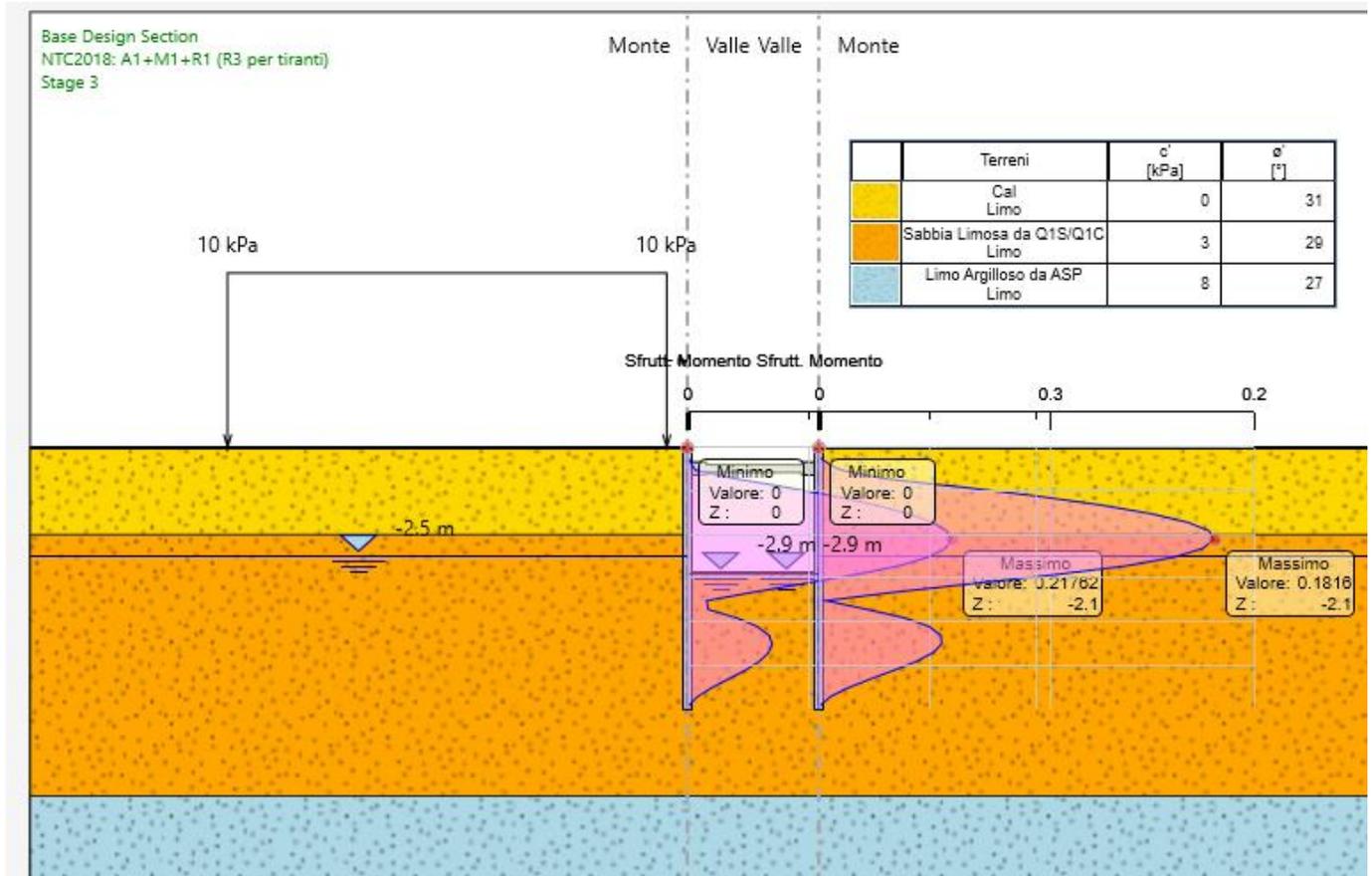


Figura 37 Tasso sfruttamento Momento (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	80 di 119

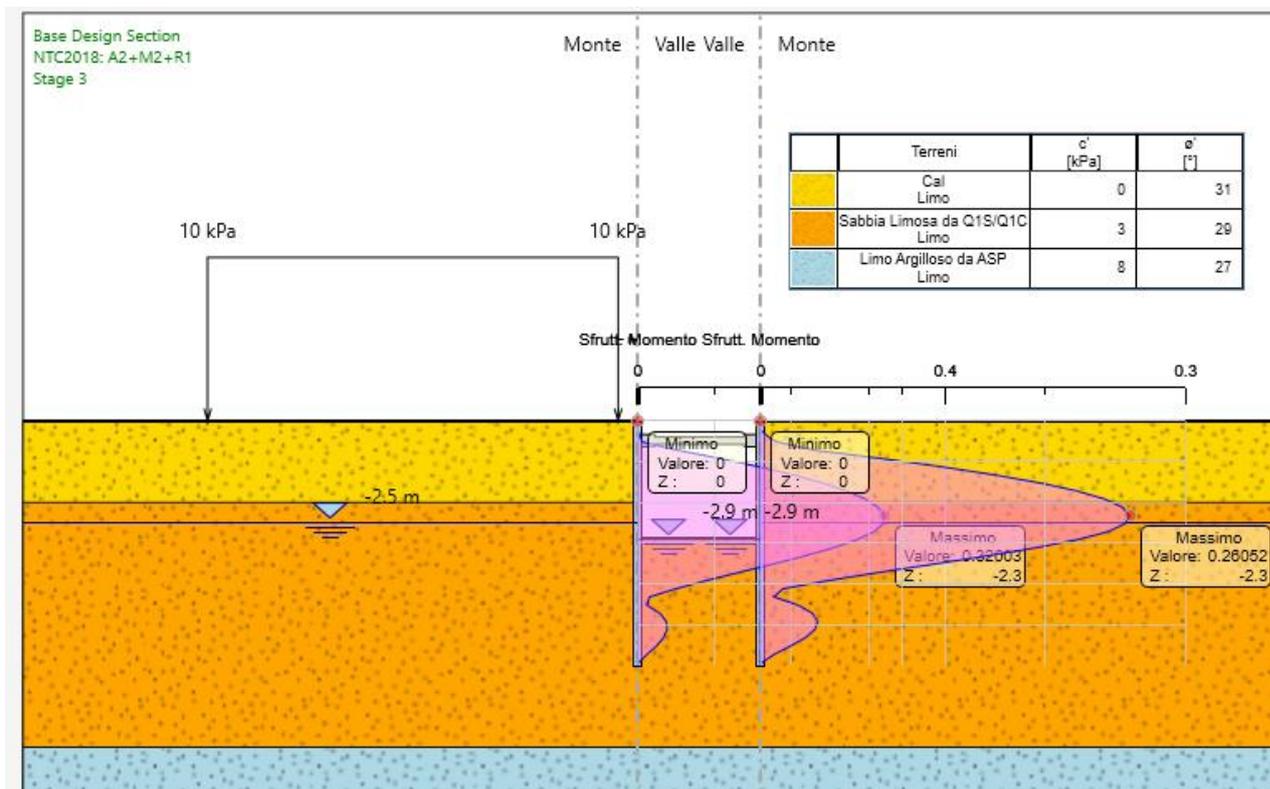


Figura 38 Tasso sfruttamento Momento (GEO)

15.5.2. Tasso di sfruttamento taglio

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	81 di 119

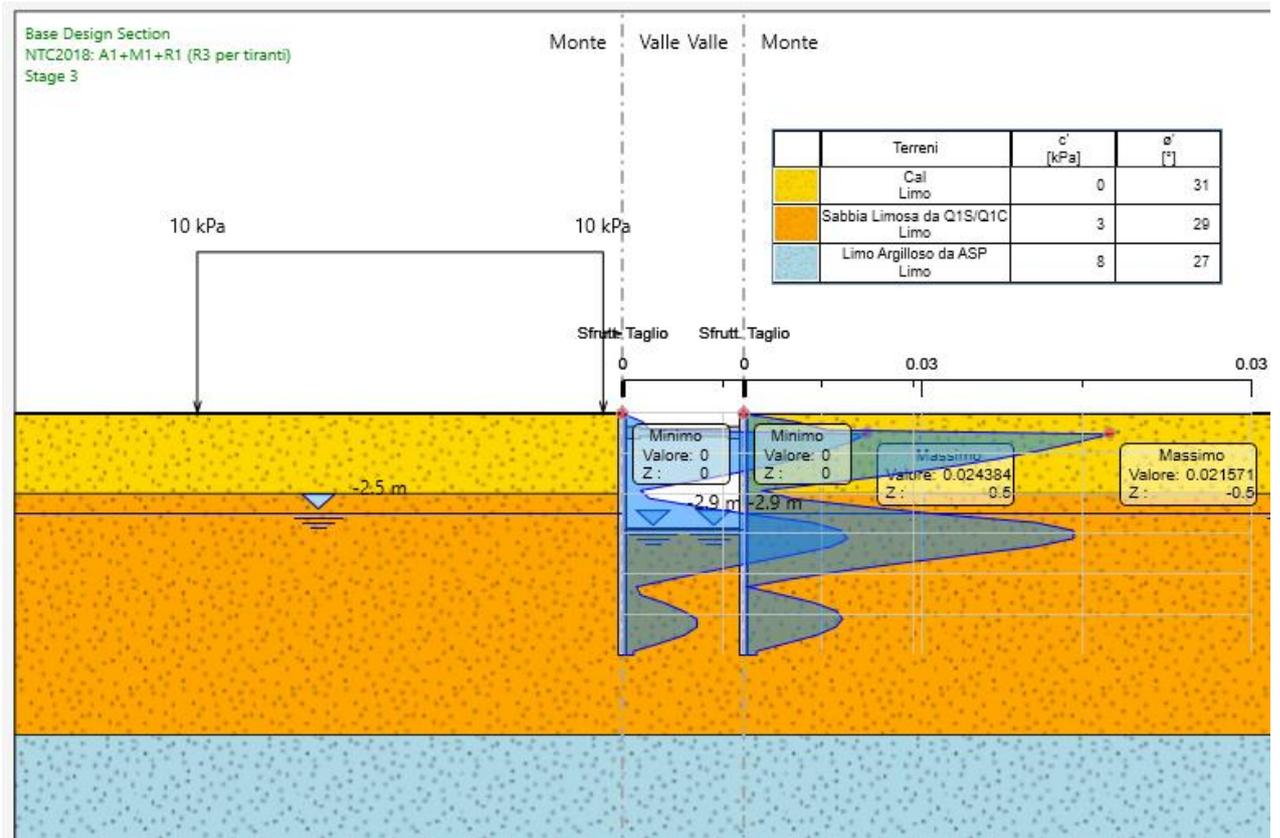


Figura 39 Tasso sfruttamento Taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	82 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

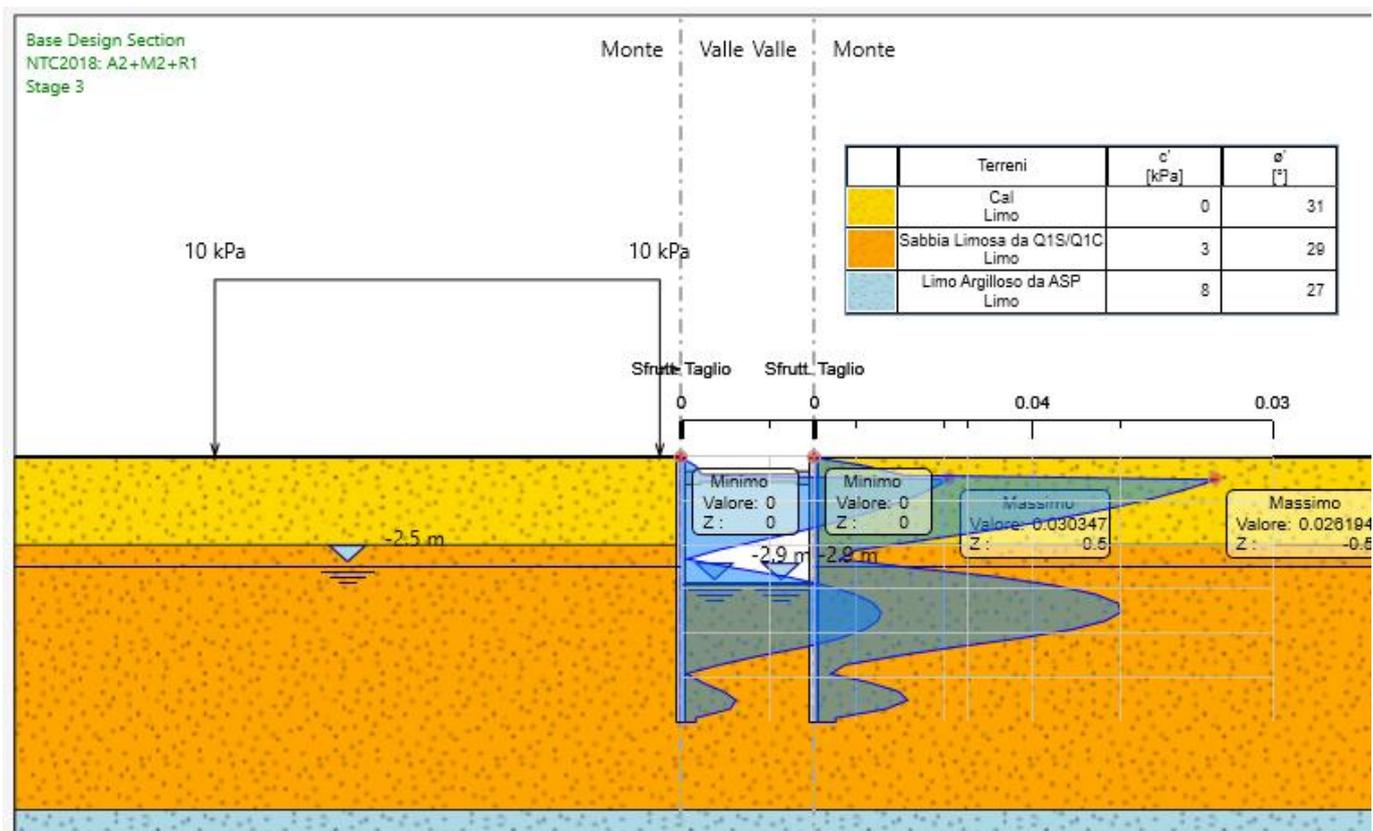


Figura 40 Tasso sfruttamento Taglio (GEO)

15.6. Instabilità puntone

La verifica del puntone è soddisfatta. I coefficienti di sfruttamento e l'instabilità risultano <1.

Sezione: D127 s=5mm S275	N [kN/m]	N [kN]	sfrut. Momento	sfrut. Taglio	Instabilità
STR	21	83	0.01	0.01	0.01
GEO	25	99	0.01	0.01	0.01

15.7. Sifonamento

Di seguito la verifica a sifonamento, effettuata sia secondo DM08 che DM18, utilizzando l'altezza di scavo effettiva

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	83 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

SIFONAMENTO:		
0,1	ΔH_w [m] monte-valle	
2,6	h_{scavo} [m]	
3,4	infissione [m]	
6	H_{tot} [m]	
19,5	γ_{valle} [kN/m ³]	
0,95	i_{crit} [-]	
3	FS da garantire	
0,01	i_{eff} [-]	
Verifica Gradiente soddisfatta		
44,9	$u_{inst,d}$ [kPa]	
59,7	$\sigma_{stab,d}$ [kPa]	
Verifica a Sifonamento soddisfatta		
Caso frontiera di efflusso libera DM18	0,32	$i_{crit,d}$ ($\gamma_R=3$)
	0,01	i_{eff} [-]
	Verifica Gradiente soddisfatta	

La verifica risulta soddisfatta

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	84 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

16. IN16 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO – PK 890

Nel seguito si riportano le analisi di stabilità condotte e i relativi fattori di sicurezza determinati per lo scavo a cielo aperto previsto da pk 0 a pk 710 e da pk 758 a pk 890 di IN16 . L'altezza massima di scavo risulta pari a 3m, alla progressiva pk 890. Le analisi sono state condotte considerando il terreno con comportamento drenato.

Per i parametri geotecnici, le condizioni di falda e la stratigrafia di riferimento si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale di cui al Doc. Rif. [1] e al Profilo Geotecnico Doc. Rif. [7].

È stato considerato un sovraccarico variabile a tergo dello scavo pari a 10 kPa.

Le stratigrafie considerate sono le seguenti:

La prima analisi viene effettuata ipotizzando il rinvenimento di calcarenite superficiale:

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
Cal	0	2	19,5	31	0
S _{L/cal}	2	in poi	19	29	3

La seconda analisi è svolta nel caso non fossero rinvenute calcarenite superficiali e lo scavo sia completamente in sabbia limosa

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
S _{L/cal}	0	in poi	19	29	3

La terza analisi è svolta immaginando il rinvenimento di limo superficiale (unità geotecnica L_{s(ms)})

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
L _{s(ms)}	0	1	19	26	5
Cal	1	2	19,5	31	0
S _{L/cal}	2	in poi	19	29	3

La falda è ubicata in tutte le analisi a -2.5m

Nella seguente figura si riporta il modello di calcolo implementato nel software GeoSlope per la prima analisi, riportando i risultati nella combinazione A2-M2-R2.

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	85 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
■	Cal	19.5	0	31
■	Sabbia Limosa	19	3	29

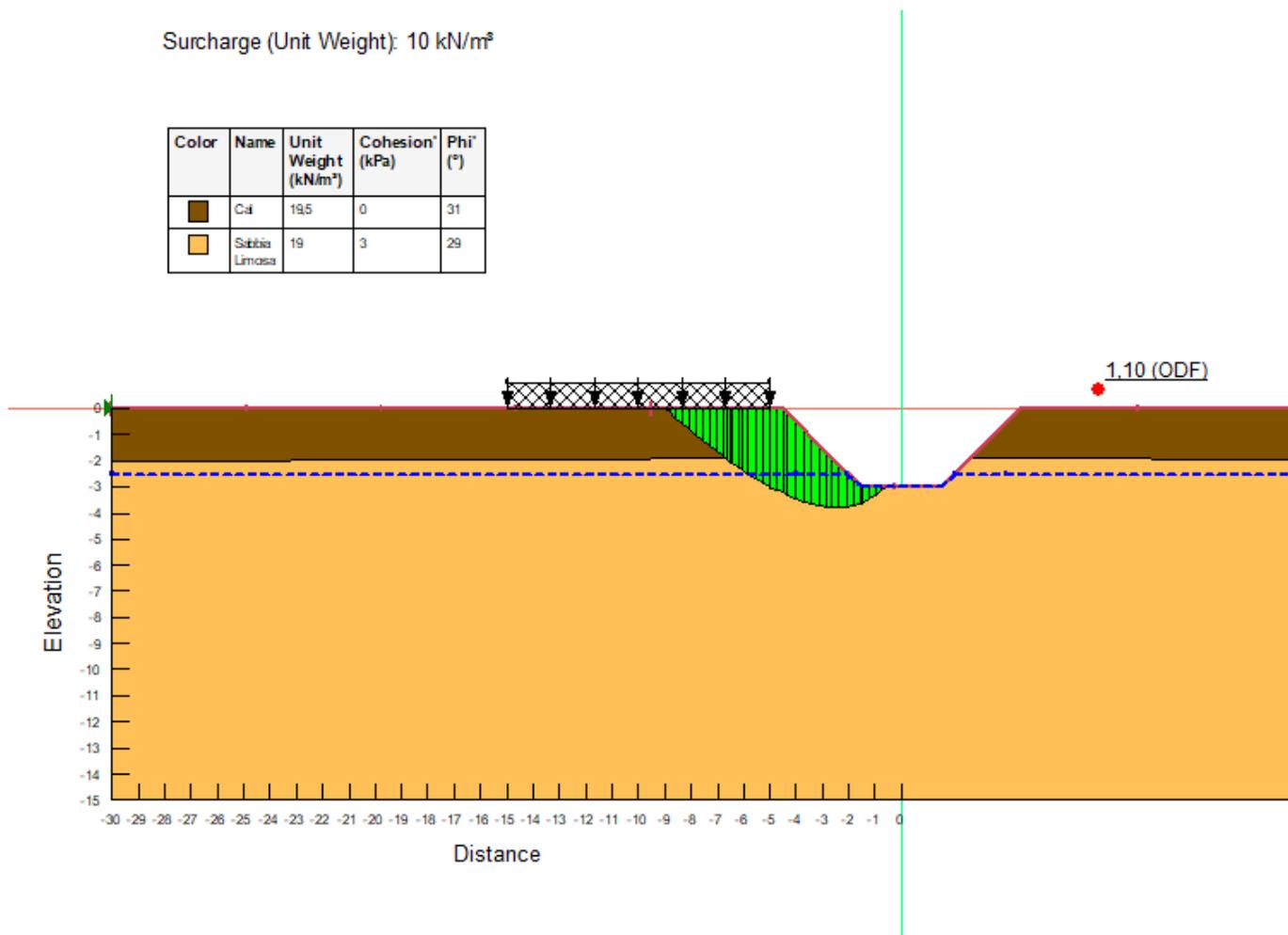


Figura 41 Sezione di calcolo scavo a cielo aperto

La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.1 \geq 1.1$

Qualora non dovessero riscontrarsi le lenti calcarenitiche previste sul profilo geotecnico, l'analisi risulterebbe soddisfatta comunque (seconda analisi):

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	86 di 119

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	UnitWeight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
■	Sabbia Limosa	19	3	29

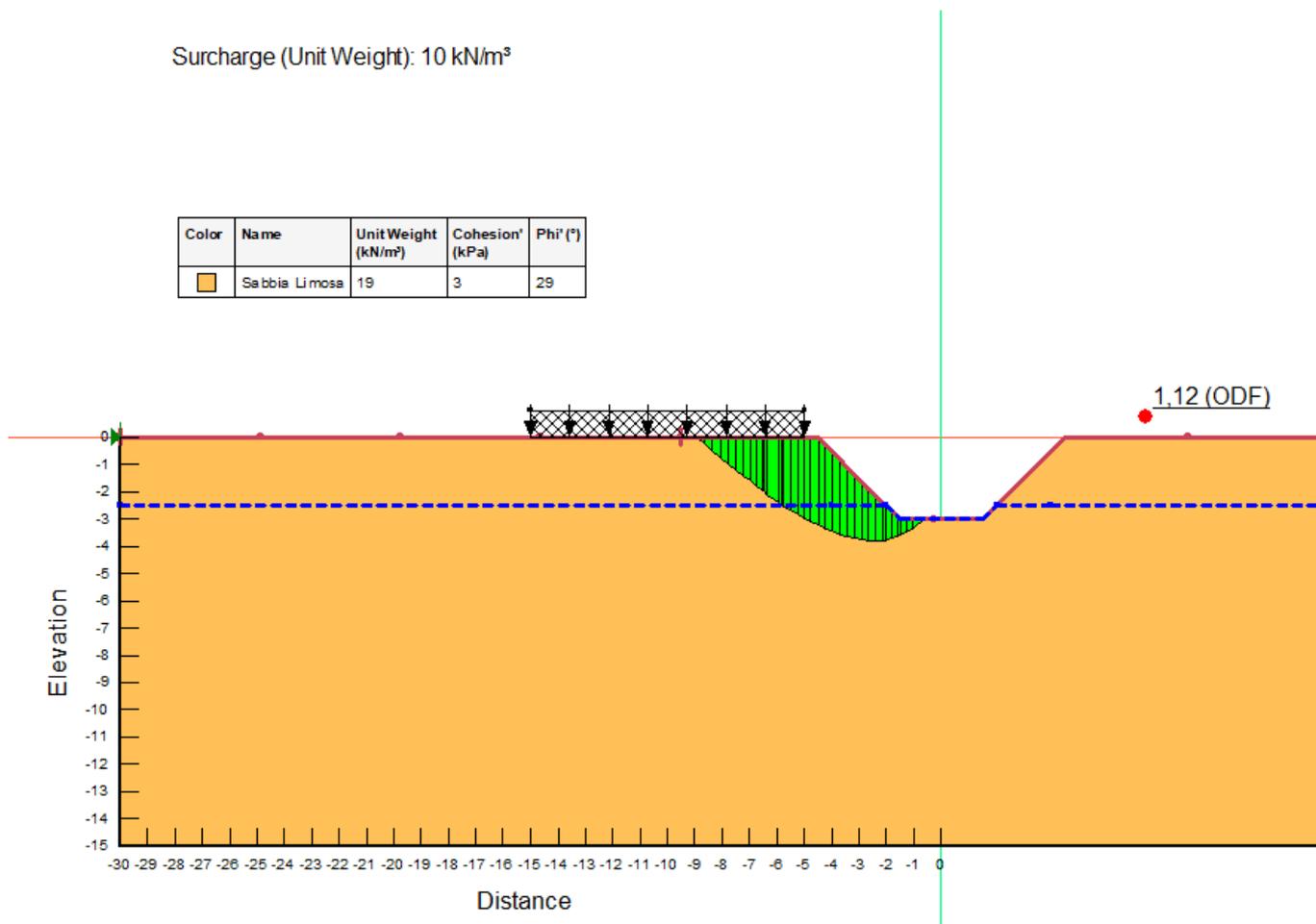


Figura 42 Sezione di calcolo scavo a cielo aperto in assenza dell'unità "Cal"

La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.12 \geq 1.1$

Nei tratti in cui ci sia possibilità di rinvenire uno strato superficiale di limo appartenente all'unità geotecnica $L_{s(ms)}$, la verifica risulta altresì soddisfatta (terza analisi):

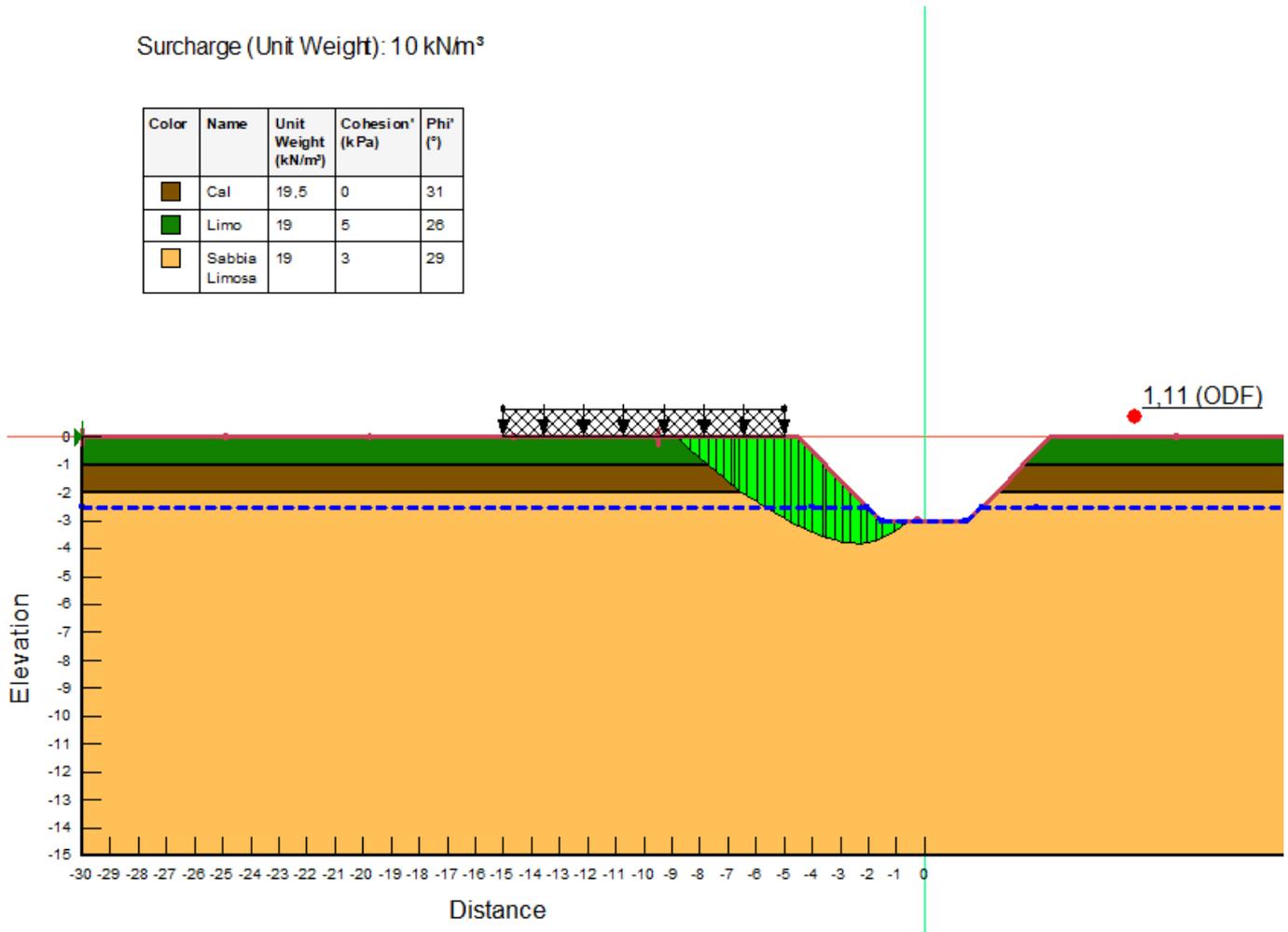
INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	87 di 119

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
■	Cal	19,5	0	31
■	Limo	19	5	28
■	Sabbia Limosa	19	3	29



La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.11 \geq 1.1$

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	88 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

17. IN16 - SCAVO CON PALANCOLE DA PK 890 A PK 3208 – ANALISI SEZIONE PK 2300

Di seguito l'analisi per le palancole da pk 890 a pk 3208 di IN16. Gli scavi sono previsti con palancole PU22 acciaio S275, Lunghezza variabile pari a $L=9\text{m}$, 10m e 12m ; i puntoni si trovano a -0.5m da sommità, e risultano essere $D168\text{mm}$, spessore $s=8\text{mm}$ acciaio S275, a interasse $i=4\text{m}$.

I calcoli sono stati svolti per tutte e tre le lunghezze utilizzate in progetto ($L=9\text{m}$, 10m , 12m), ma per brevità di trattazione si riporta di seguito solo il calcolo effettuato con la lunghezza maggiore $L=12\text{m}$, ovvero per l'altezza di scavo più critica. Una tabella riepilogativa è presentata di seguito:

$L_{\text{palancole}}$	h_{scavo}		$h_{\text{modello (con extrascavo DM18)}}$
	da (m)	a (m)	m
9	3	4.3	4.8
10	4.3	4.9	5.4
12	4.9	5.4	5.9

17.1. Modello e stratigrafia

La sezione critica per lo scavo tra palancole risulta quella ubicata alla pk 2300. Qui l'altezza di scavo risulta pari a 5.4m . Tenendo presente i criteri esposti al capitolo 6 riguardo l'altezza di calcolo, e considerata la presenza del vincolo puntone, si adotta un'altezza di calcolo pari a $h_D=5.9\text{m}$. La falda è ubicata a -3m

La stratigrafia utilizzata è la seguente

Unità	da	a	γ	ϕ	c'	E
	m	m	kN/mc	°	kPa	MPa
L_s (ms)	0	2	19	26	5	10
$S_{L/\text{cal}}$	2	10	19	29	3	23
L_s (ga)	10	in poi	19.5	27	8	30

17.2. Descrizione delle fasi di calcolo

Il modello si basa sulle seguenti fasi di calcolo:

- Fase 1: condizione geostatica e costruzione opera provvisoria;

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	89 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

- Fase 2: applicazione sovraccarico da mezzi di cantiere pari a 10 kPa;
- Fase 3: scavo fino a quota -1m da p.c. per inserimento puntone;
- Fase 4: inserimento puntone;
- Fase 5: scavo fino a quota fondo scavo

Di seguito si riporta il modello di calcolo con la stratigrafia di riferimento.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	90 di 119

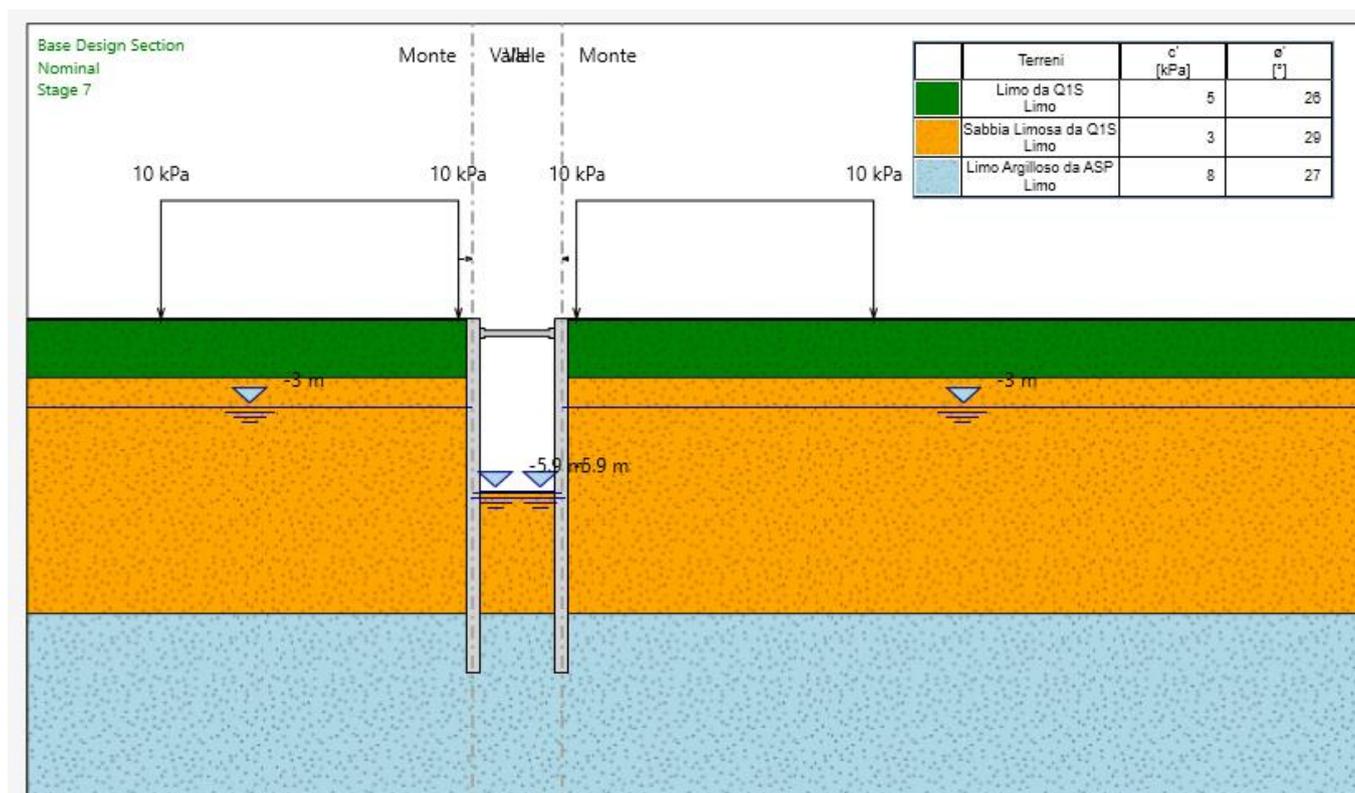


Figura 43 Modello di calcolo

Nella figura seguente si riportano le spinte calcolate dal programma per la combinazione GEO

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	91 di 119

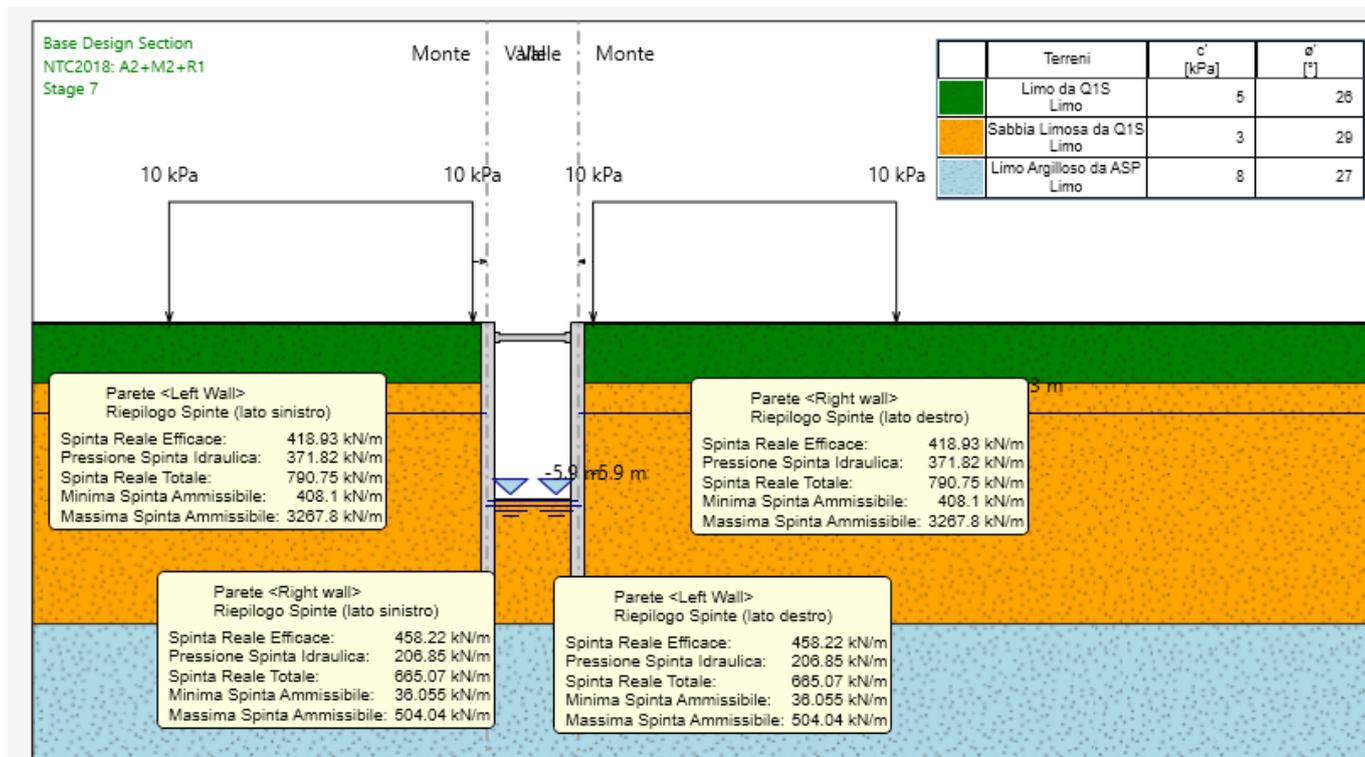


Figura 44 Modello di calcolo e spinte

17.3. Sintesi dei risultati allo SLE

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti nell'ultima fase di calcolo:

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	92 di 119

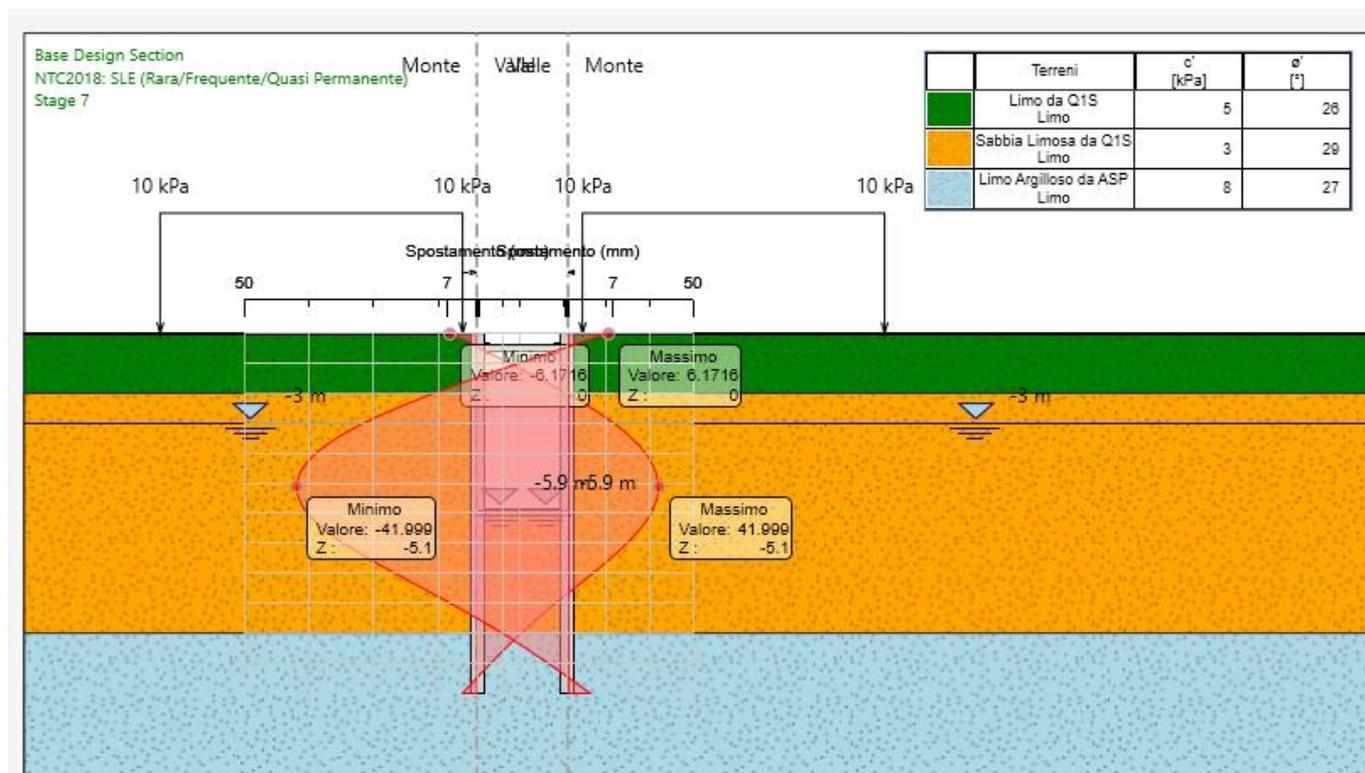


Figura 45 Spostamenti SLE

Lo spostamento in testa risulta pari a 0.6 cm

17.4. Sintesi dei risultati allo SLU

Nelle figure seguenti si riportano i diagrammi dei momenti e i diagrammi del taglio nell'ultima fase di calcolo, corrispondente alle condizioni A1+M1+R1 (STR) e A2-M2-R1 (GEO).

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	93 di 119

17.4.1. Sollecitazioni di momento flettente

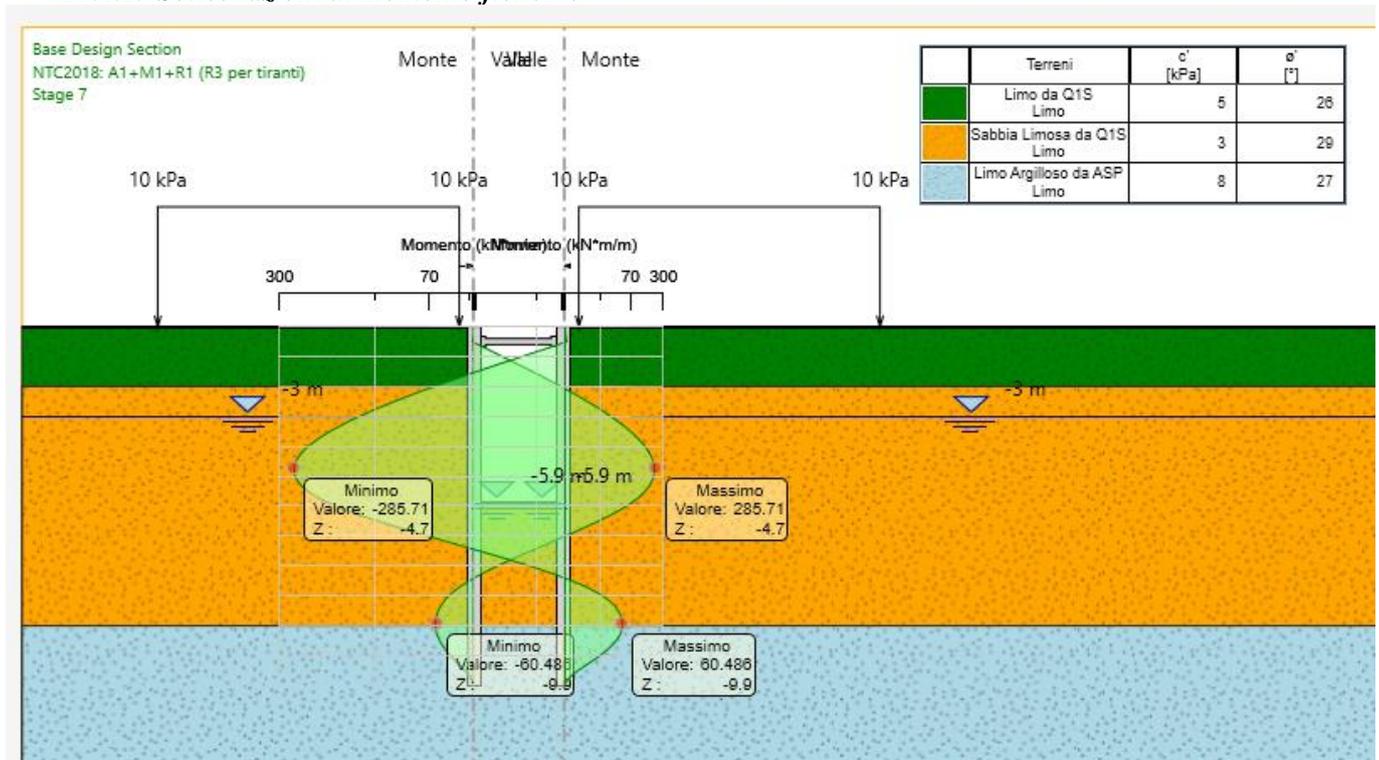


Figura 46 Diagramma momenti flettenti (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	94 di 119

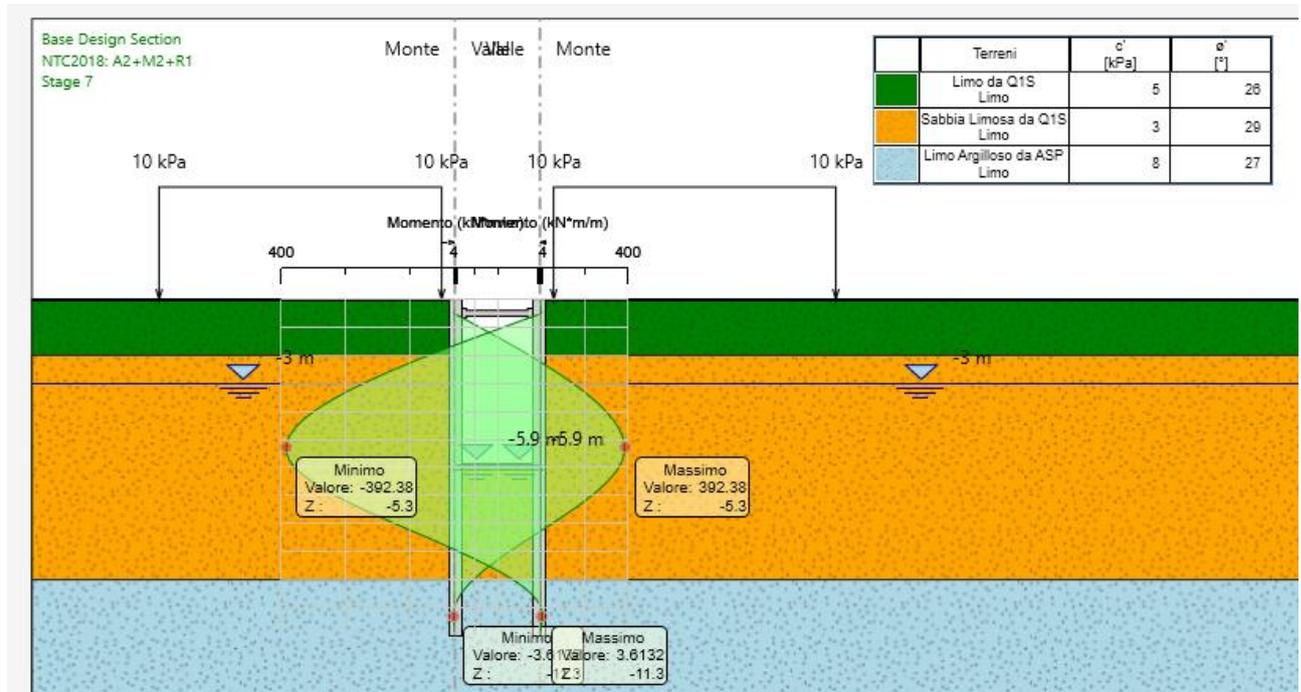


Figura 47 Diagramma momenti flettenti (GEO)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	95 di 119

17.4.2. Sollecitazioni di taglio

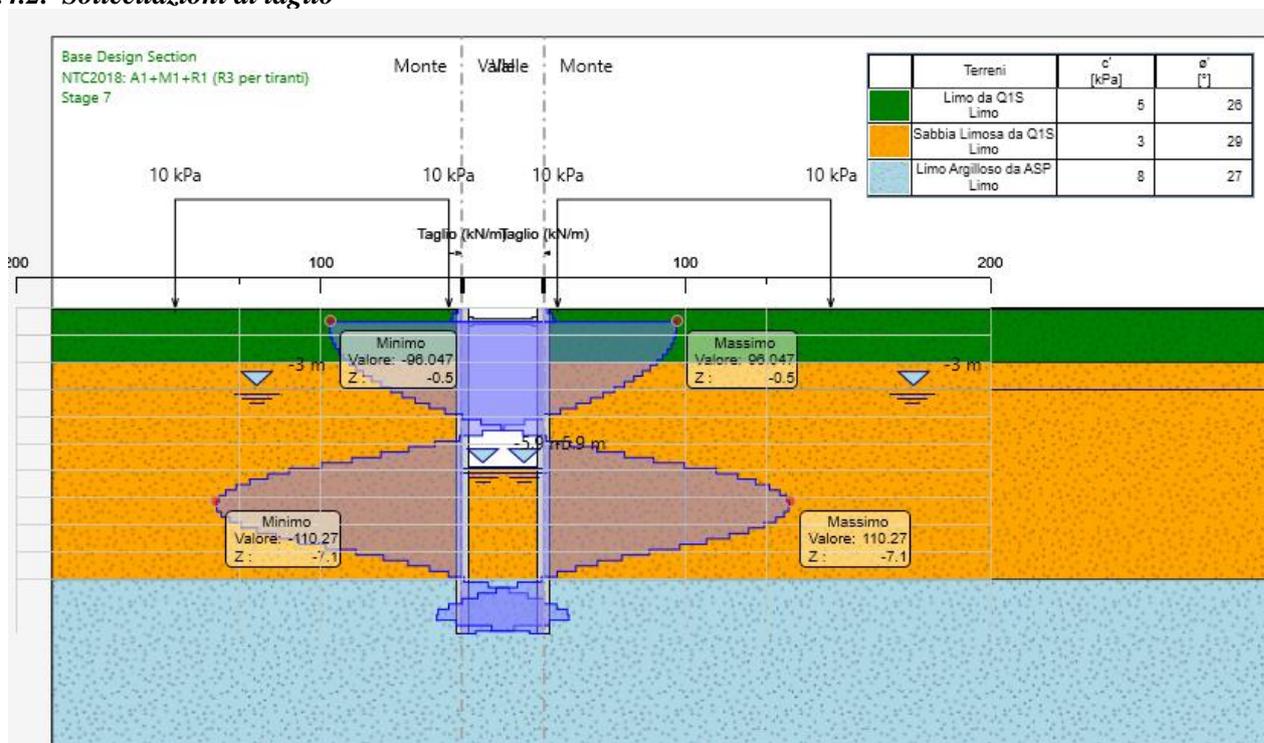


Figura 48 Diagramma taglio (STR)

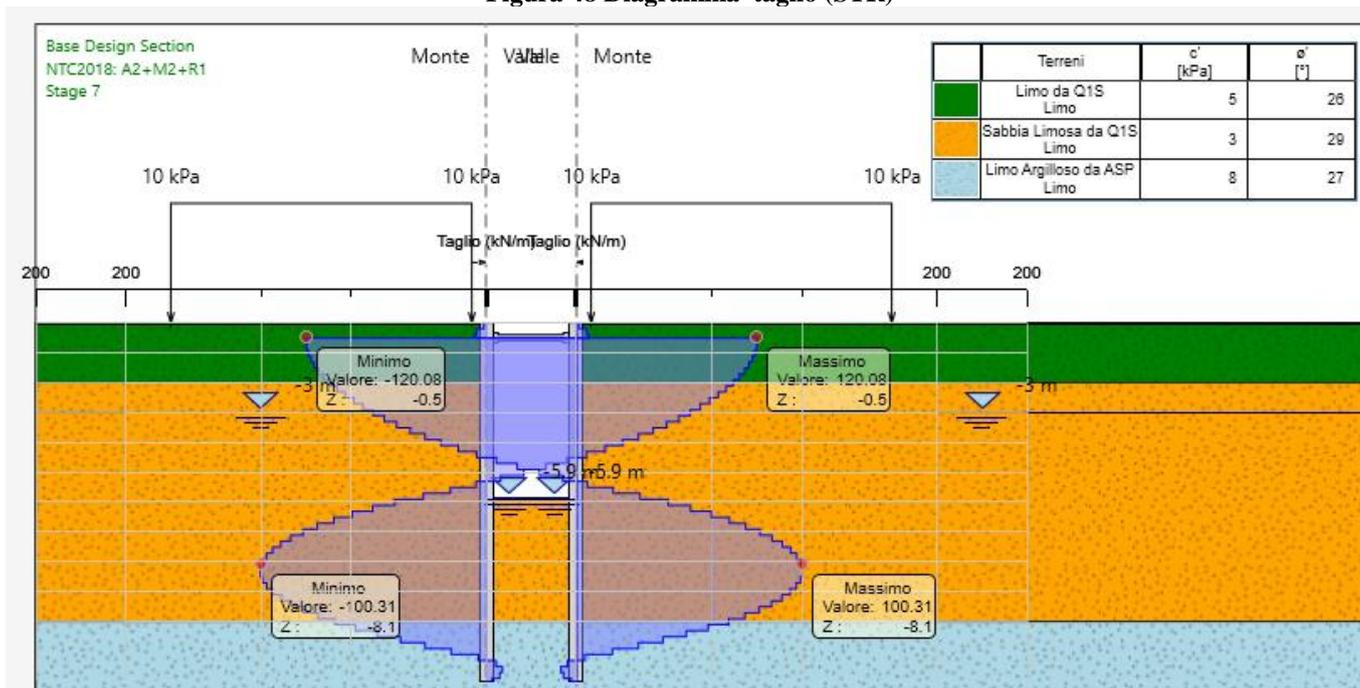


Figura 49 Diagramma taglio (GEO)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>NODO INTERMODALE DI BRINDISI COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>INTERFERENZE IDRAULICHE</p> <p>INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IA7K</td> <td>00</td> <td>D10</td> <td>CL IN.00.0.9 001</td> <td>B</td> <td>96 di 119</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	96 di 119
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	96 di 119								

17.5. Verifiche elemento strutturale

Nelle figure seguenti si riportano i tassi di sfruttamento calcolati dal programma per la condizione A1+M1+R1 e A2-M2-R1. I tassi di sfruttamento risultano sempre inferiori a 1, pertanto le verifiche delle sezioni sono soddisfatte

17.5.1. Tasso di sfruttamento momento

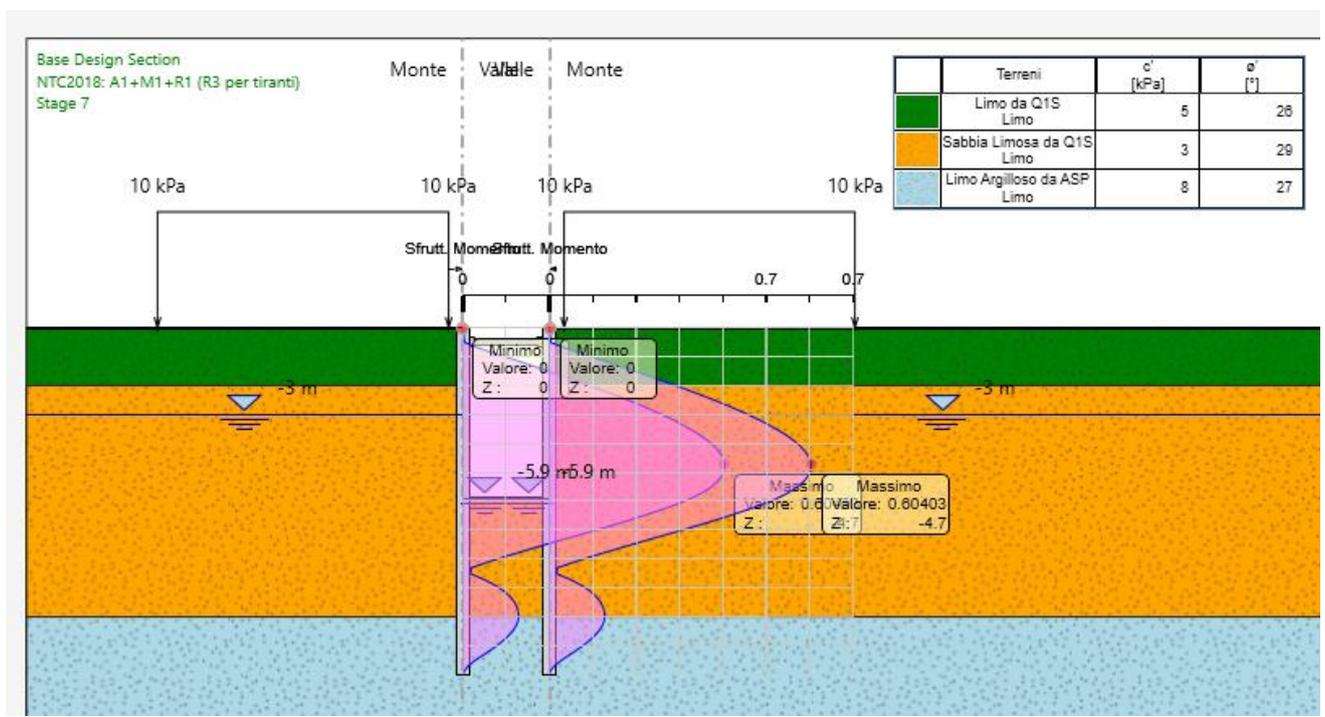


Figura 50 Tasso sfruttamento Momento (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	97 di 119

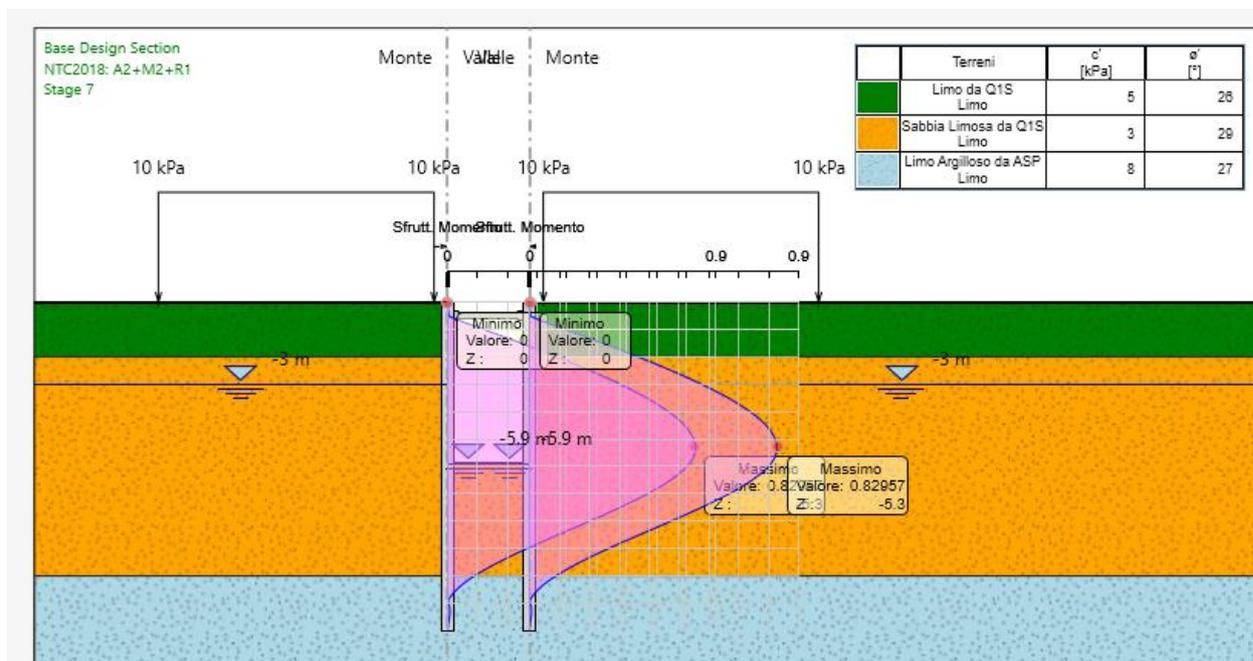


Figura 51 Tasso sfruttamento Momento (GEO)

17.5.2. Tasso di sfruttamento taglio

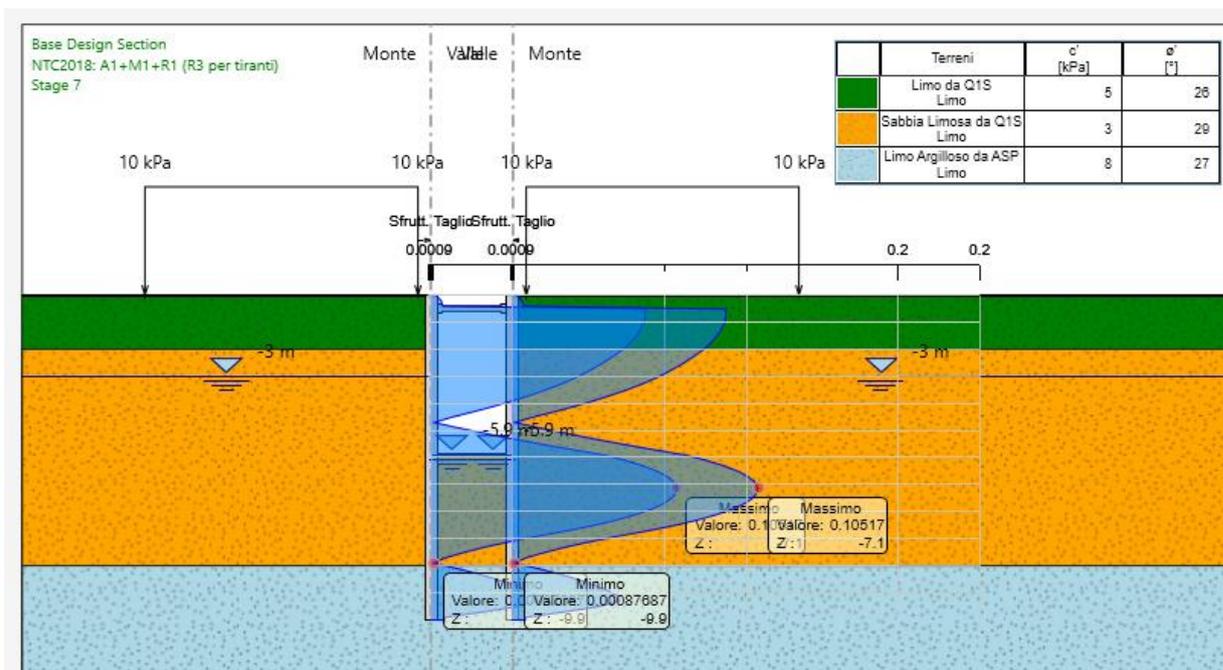


Figura 52 Tasso sfruttamento Taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	98 di 119

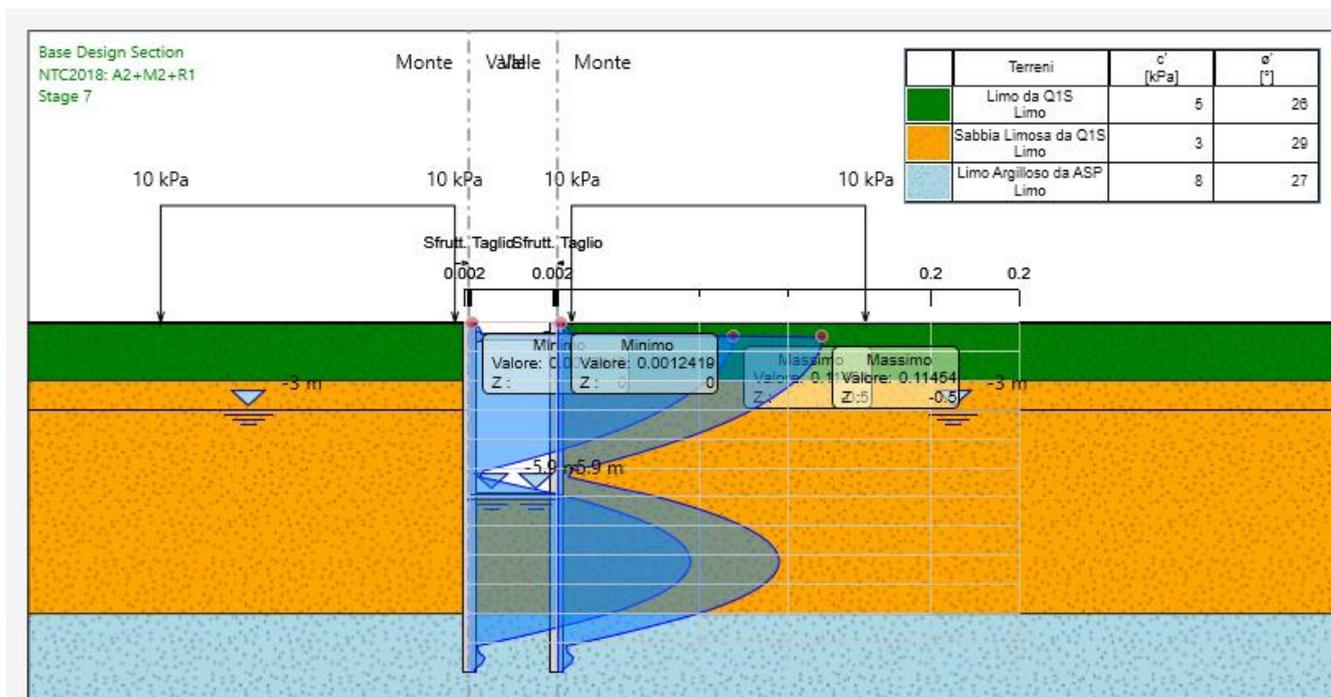


Figura 53 Tasso sfruttamento Taglio (GEO)

17.6. Instabilità puntone

La verifica del puntone è soddisfatta. I coefficienti di sfruttamento e l'instabilità risultano <1.

Sezione: D168 s=8mm S275	N [kN/m]	N [kN]	sfrut. Momento	sfrut. Taglio	Instabilità
STR	101	405	0.385	0.002	0.443
GEO	125	503	0.477	0.001	0.546

17.7. Sifonamento

Di seguito la verifica a sifonamento, effettuata sia secondo DM08 che DM18, utilizzando l'altezza di scavo effettiva per tutte e 3 le altezze di scavo e lunghezze di palancole previste

SIFONAMENTO L=9m:		SIFONAMENTO L=10m:		SIFONAMENTO L=12m:	
2.4	ΔH_w [m] monte-valle	1.9	ΔH_w [m] monte-valle	1.3	ΔH_w [m] monte-valle
5.4	h_{scavo} [m]	4.9	h_{scavo} [m]	4.3	h_{scavo} [m]

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	99 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

	6.6	infissione [m]	5.1	infissione [m]	4.7	infissione [m]
	12	H_{tot} [m]	10	H_{tot} [m]	9	H_{tot} [m]
	19.5	γ_{valle} [kN/m ³]	19.5	γ_{valle} [kN/m ³]	19.5	γ_{valle} [kN/m ³]
Verifiche stati limite ultimi idraulici (DM 08)	0.95	i_{crit} [-]	0.95	i_{crit} [-]	0.95	i_{crit} [-]
	3	FS da garantire	3	FS da garantire	3	FS da garantire
	0.18	i_{eff} [-]	0.19	i_{eff} [-]	0.14	i_{eff} [-]
	Verifica Gradiente soddisfatta		Verifica Gradiente soddisfatta		Verifica Gradiente soddisfatta	
	101.4	$u_{inst,d}$ [kPa]	78.7	$u_{inst,d}$ [kPa]	69.6	$u_{inst,d}$ [kPa]
	115.8	$\sigma_{stab,d}$ [kPa]	89.5	$\sigma_{stab,d}$ [kPa]	82.5	$\sigma_{stab,d}$ [kPa]
	Verifica a Sifonamento soddisfatta		Verifica a Sifonamento soddisfatta		Verifica a Sifonamento soddisfatta	

SIFONAMENTO:		
3,0	ΔH_w [m] monte-valle	
5,4	h_{scavo} [m]	
6,6	infissione [m]	
12	H_{tot} [m]	
19,5	γ_{valle} [kN/m ³]	
0,95	i_{crit} [-]	
3	FS da garantire	
0,23	i_{eff} [-]	
Verifica Gradiente soddisfatta		
105,3	$u_{inst,d}$ [kPa]	
115,8	$\sigma_{stab,d}$ [kPa]	
Verifica a Sifonamento soddisfatta		
Caso frontiera di efflusso libera DM 18	0,32	$i_{crit,d}$ ($\gamma_R=3$)
	0,23	i_{eff} [-]
	Verifica Gradiente soddisfatta	



NODO INTERMODALE DI BRINDISI
COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL
SALENTO CON LA STAZIONE DI BRINDISI
PROGETTO DEFINITIVO

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	100 di 119

La verifica risulta soddisfatta

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	101 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

18. IN16 - SCAVO CON MICROPALI DA PK 3208 A PK 3247 – ANALISI SEZIONE PK 3240

Di seguito l'analisi per i micropali da pk 3235 a pk 3247 di IN16. Gli scavi sono previsti con micropali D250, tubolare D168 s=10mm acciaio S275, Lunghezza L=12m

Si riporta nel seguito la verifica della paratia di micropali che sarà realizzata in asse alla carreggiata stradale, al fine di permettere, durante le fasi di realizzazione del collettore, il transito veicolare su una sezione parzializzata della strada (senso unico alternato). Sulla paratia, in questa configurazione, oltre la spinta del terreno, grava il sovraccarico veicolare che è stato considerato presente sul piano di campagna posto a circa 0.5m di distanza dall'asse della struttura. Il calcolo è svolto considerando la paratia in asse alla carreggiata vincolata in testa, potendo considerare la presenza delle due paratie di micropali ortogonali ad essa che presidiano gli altri lati dello scavo. Il vincolo considerato in testa è stato schematizzato con una molla di rigidità equivalente al cordolo di testa delle paratie (cordolo in calcestruzzo di sezione 0.5mx0.5m). Si osserva che l'ipotesi adottata circa la funzione di vincolo svolto dalle paratie ortogonali è basata sulla ragionevole assunzione che la struttura di sostegno possiede una rigidità "per forma" (U in pianta). Tale assunzione è ulteriormente garantita dall'aver previsto, come indicato negli elaborati grafici, in corrispondenza della sezione perimetrale opposta alla mezzeraia stradale, la predisposizione di un puntone metallico di sezione D168 s=8mm acciaio S275

18.1. Modello e stratigrafia

L'altezza di scavo risulta pari a 4.4m. Tenendo presente i criteri esposti al capitolo 6 riguardo l'altezza di calcolo, si adotta un'altezza di calcolo pari a $h_D=4.9m$. La falda è ubicata a -5m

La stratigrafia utilizzata è la seguente

Unità	da	a	γ	ϕ	c'	E
	m	m	kN/mc	°	kPa	MPa
L_s (ms)	0	-1.5	19	26	5	10
Cal	-1.5	-5	19.5	31	0	30
$S_{L/cal}$	-5	In poi	19	29	3	23

18.2. Modellazione vincolo di tipo molla

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	102 di 119

Il vincolo esercitato dalla paratia ortogonale, viene calcolato ipotizzando la paratia come appoggiata sulle due paratie, che forniscono dunque un vincolo di tipo appoggio. Cautelativamente, si calcola lo spostamento in mezzera e, applicando una forza unitaria, si valuta la molla da applicare.

Il calcolo è effettuato considerando cautelativamente una lunghezza $L=4m$ in luogo dei $3m$ previsti

$w=FL^3/48EI$		
F	1	kN
E cls	30000000	kPa
h cordolo	0,5	m
b cordolo	0,5	m
I cordolo	0,005208	m^4
EI	156250	$kN*m^2$
L	4	m
$K=48EI/FL^3$	117187,5	kN/m

La molla che ne deriva è pari a 117000 kN/m. Nel modello si applica cautelativamente una molla pari a 50000 kN/m

18.3. Descrizione delle fasi di calcolo

Il modello si basa sulle seguenti fasi di calcolo:

- Fase 1: condizione geostatica e costruzione opera provvisoria con applicazione vincolo;
- Fase 2: applicazione sovraccarico da traffico stradale pari a 20 kPa ad almeno $1m$ dalla paratia;
- Fase 3: scavo fino a quota fondo scavo

Di seguito si riporta il modello di calcolo con la stratigrafia di riferimento.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	103 di 119

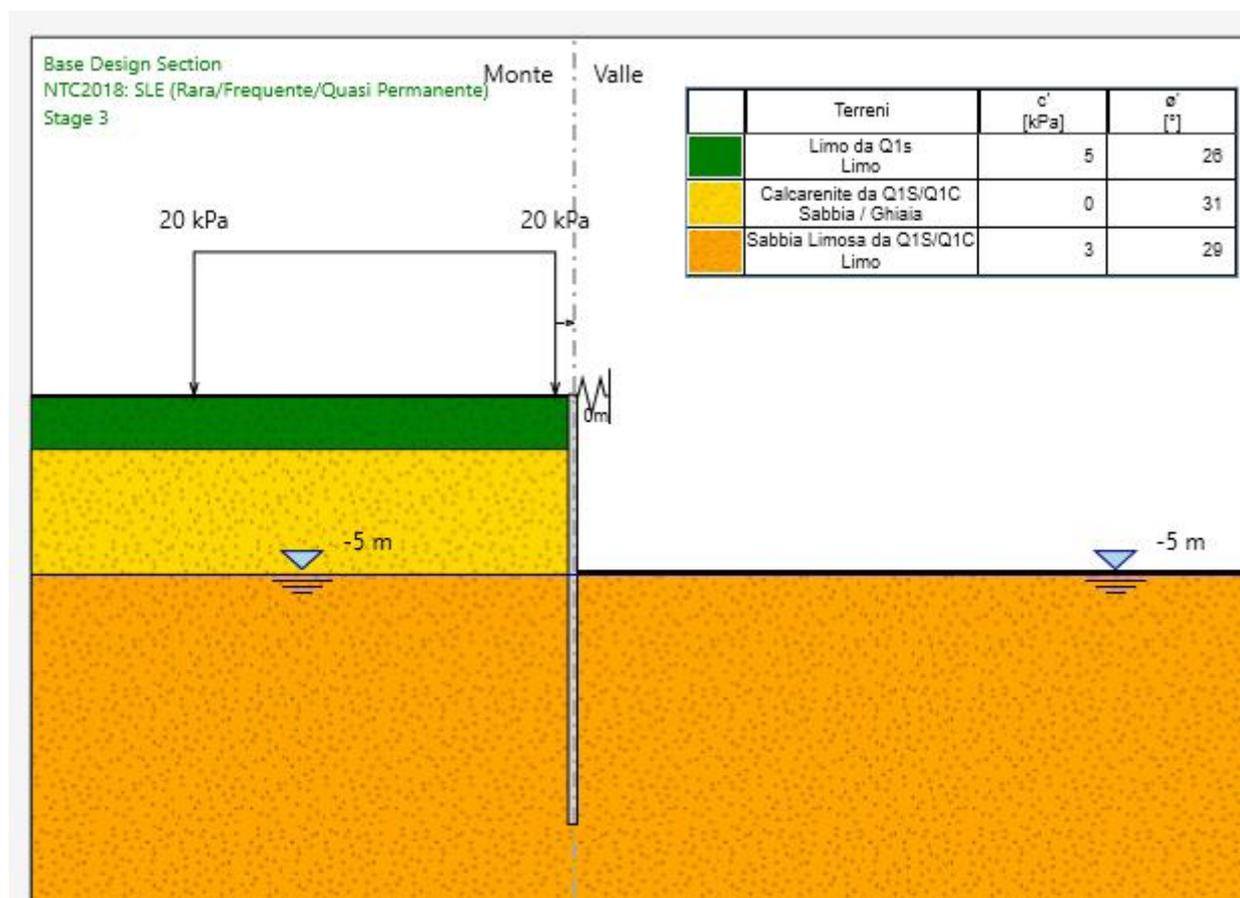


Figura 54 Modello di calcolo

Di seguito si riportano le spinte calcolate dal programma per la combinazione GEO

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	104 di 119

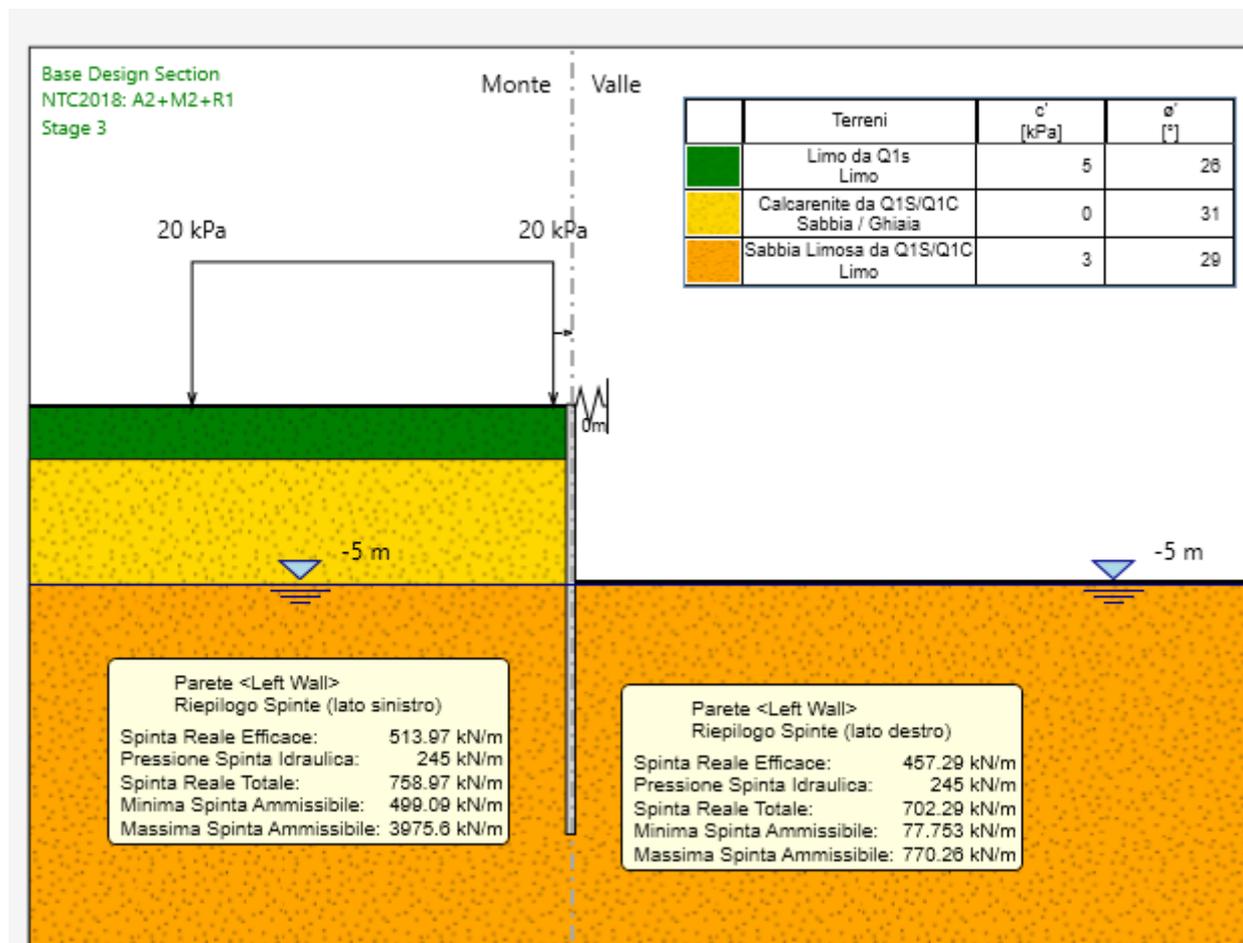


Figura 55 Modello di calcolo e spinte

18.4. Sintesi dei risultati allo SLE

Nella figura seguente si riportano gli spostamenti nell'ultima fase di calcolo:

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	105 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

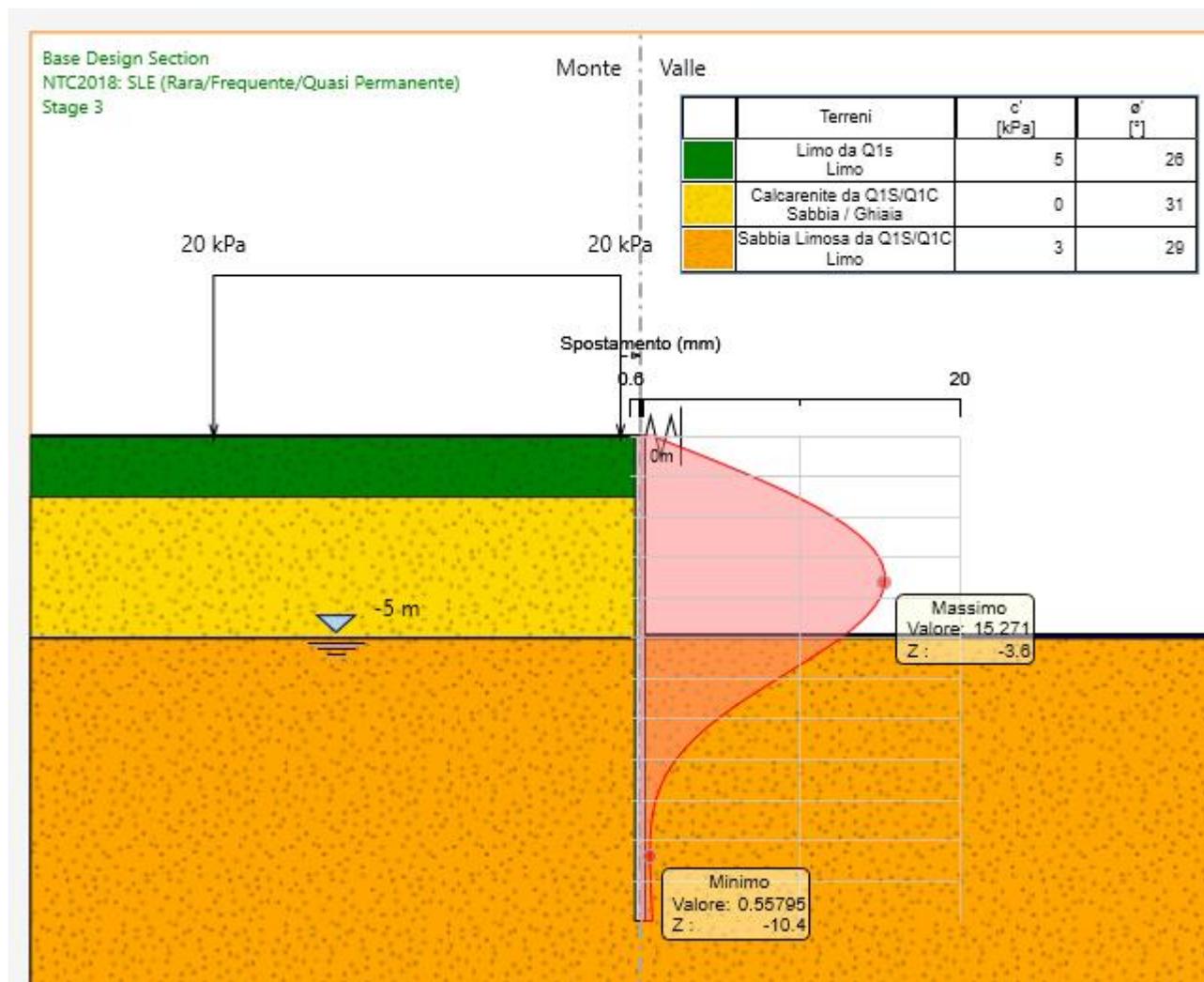


Figura 56 Spostamenti SLE

Lo spostamento massimo risulta pari a 1.5 cm

18.5. Sintesi dei risultati allo SLU

Nelle figure seguenti si riportano i diagrammi dei momenti e i diagrammi del taglio nell'ultima fase di calcolo, corrispondente alle condizioni A1+M1+R1 (STR) e A2-M2-R1 (GEO).

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	106 di 119

18.5.1. Sollecitazioni di momento flettente

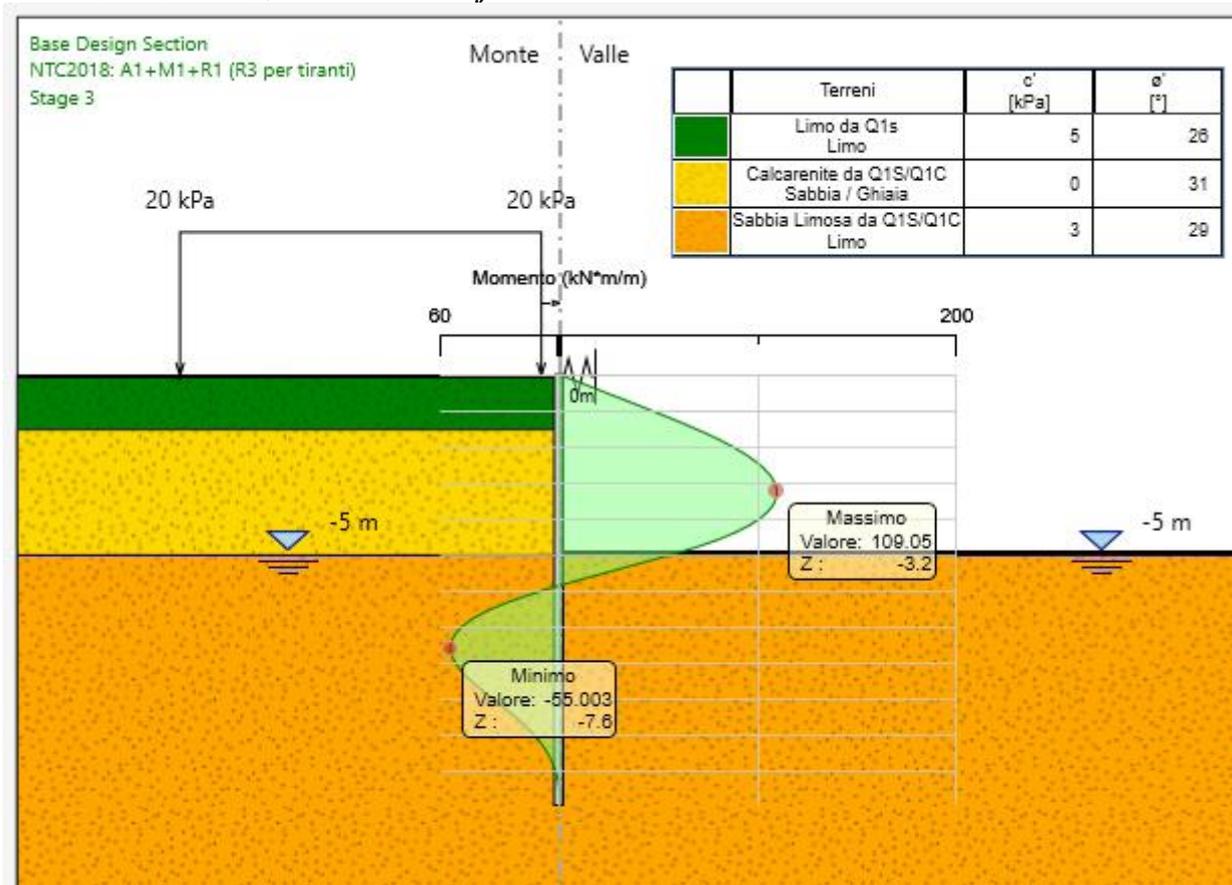


Figura 57 Diagramma momenti flettenti (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	107 di 119

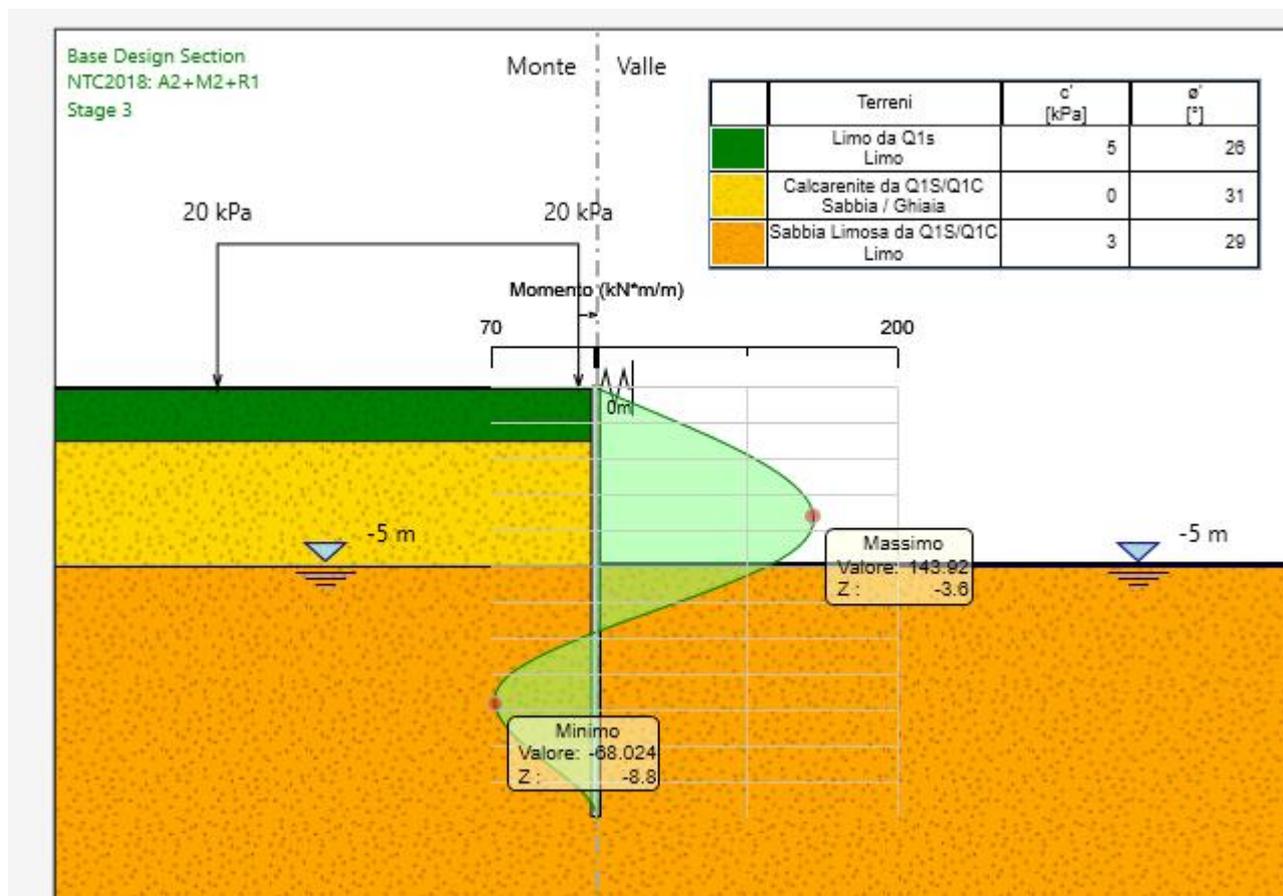


Figura 58 Diagramma momenti flettenti (GEO)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	108 di 119

18.5.2. Sollecitazioni di taglio

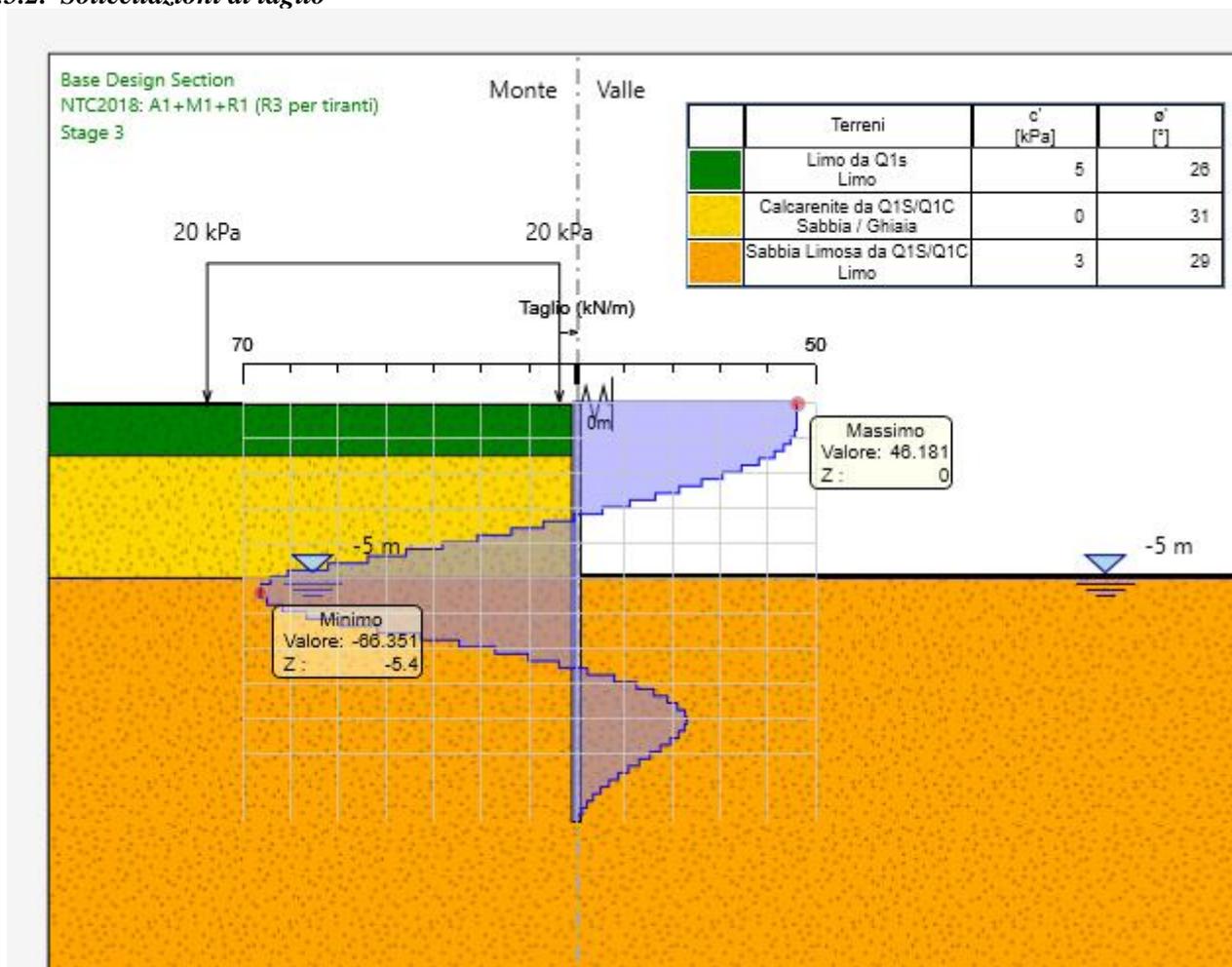


Figura 59 Diagramma taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	109 di 119

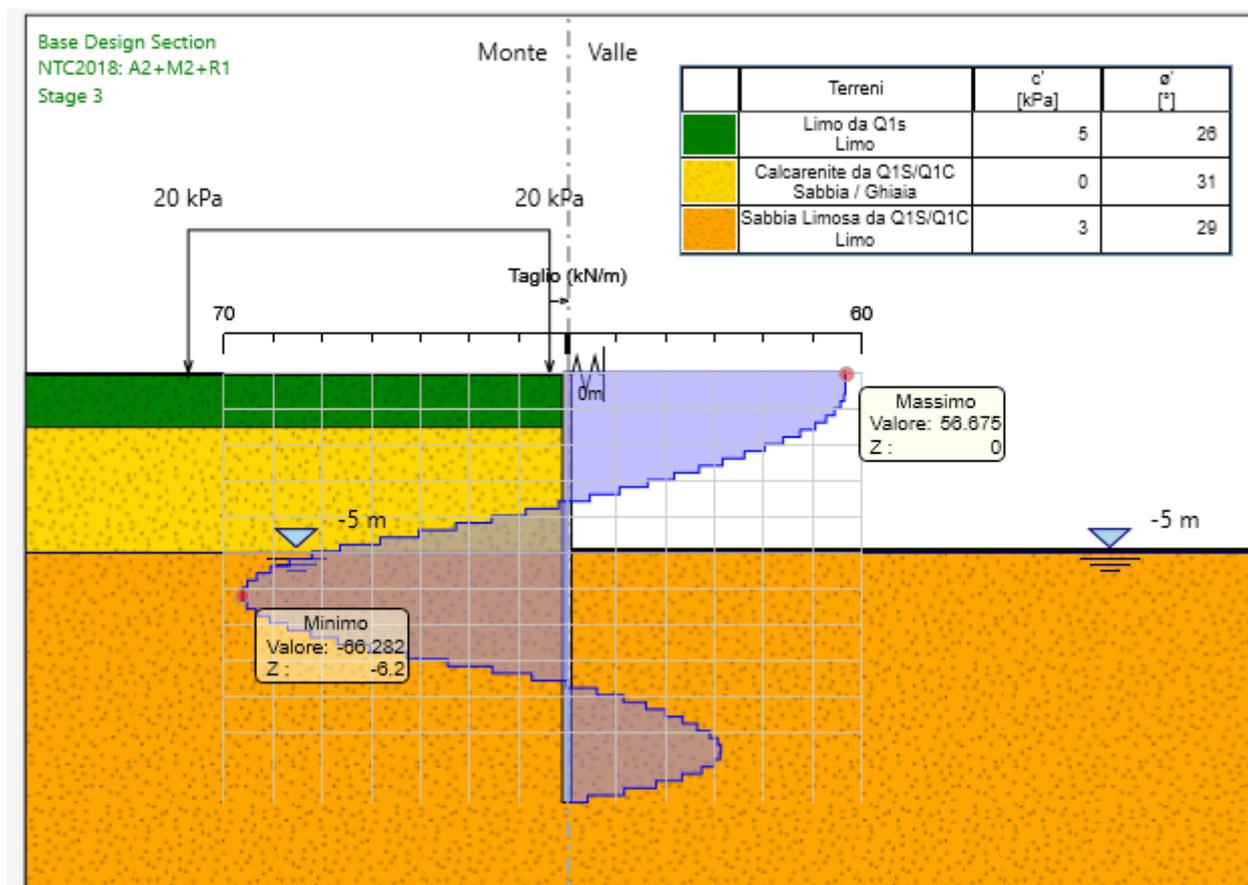


Figura 60 Diagramma taglio (GEO)

18.6. Verifiche elemento strutturale

Nelle figure seguenti si riportano i tassi di sfruttamento calcolati dal programma per la condizione A1+M1+R1 e A2-M2-R1. I tassi di sfruttamento risultano sempre inferiori a 1, pertanto le verifiche delle sezioni sono soddisfatte

18.6.1. Tasso di sfruttamento momento

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	110 di 119

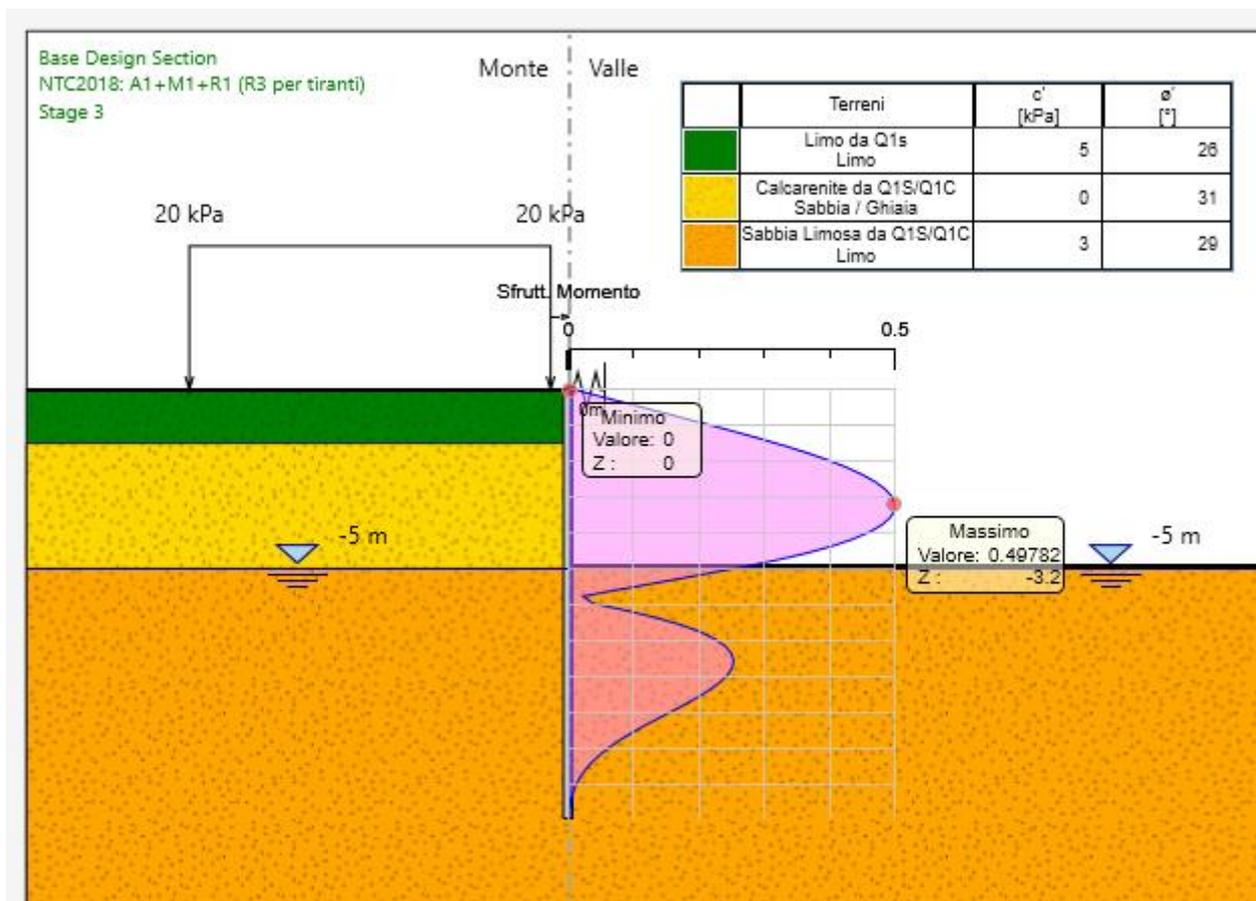


Figura 61 Tasso sfruttamento Momento (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	111 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

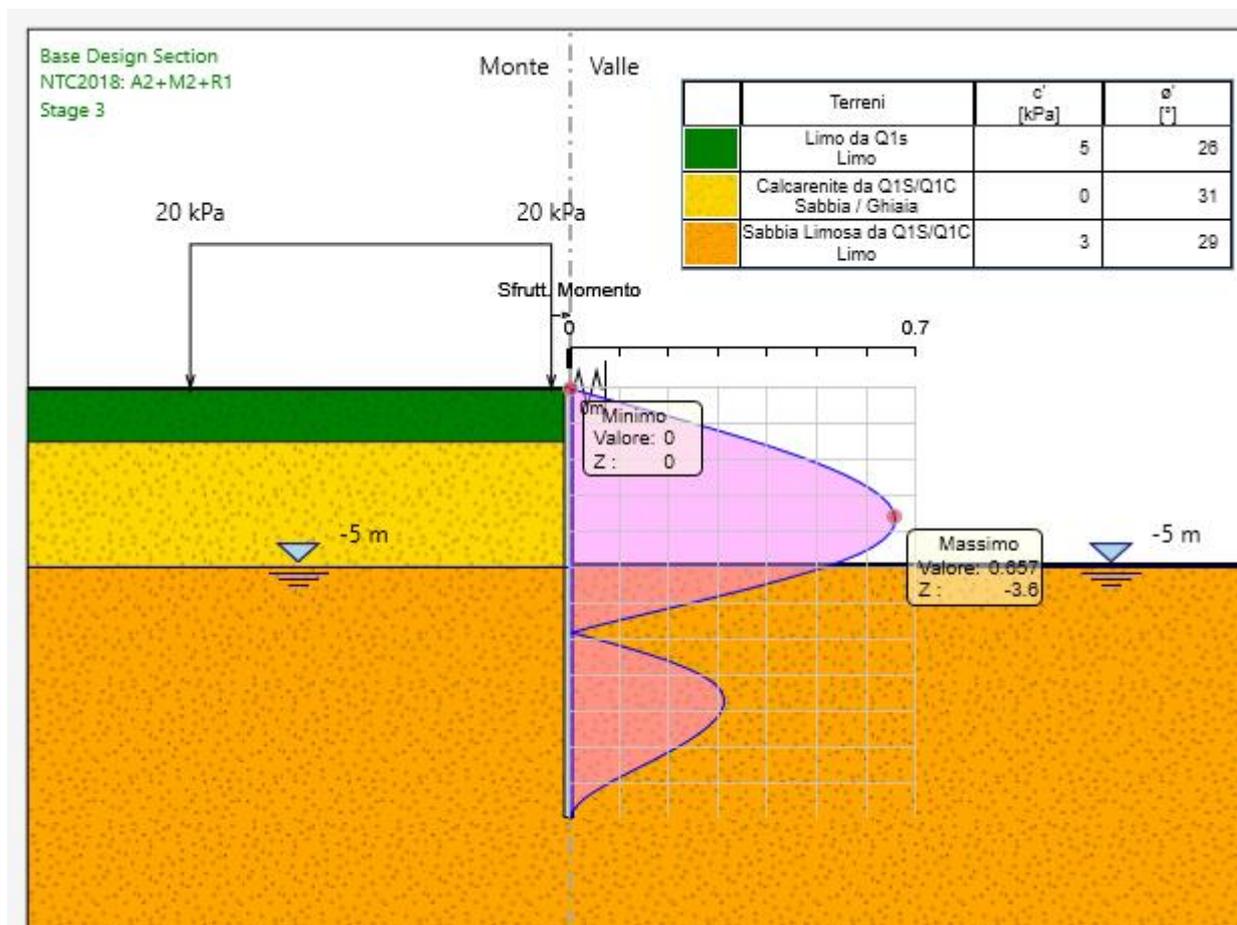


Figura 62 Tasso sfruttamento Momento (GEO)

18.6.2. Tasso di sfruttamento taglio

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	112 di 119

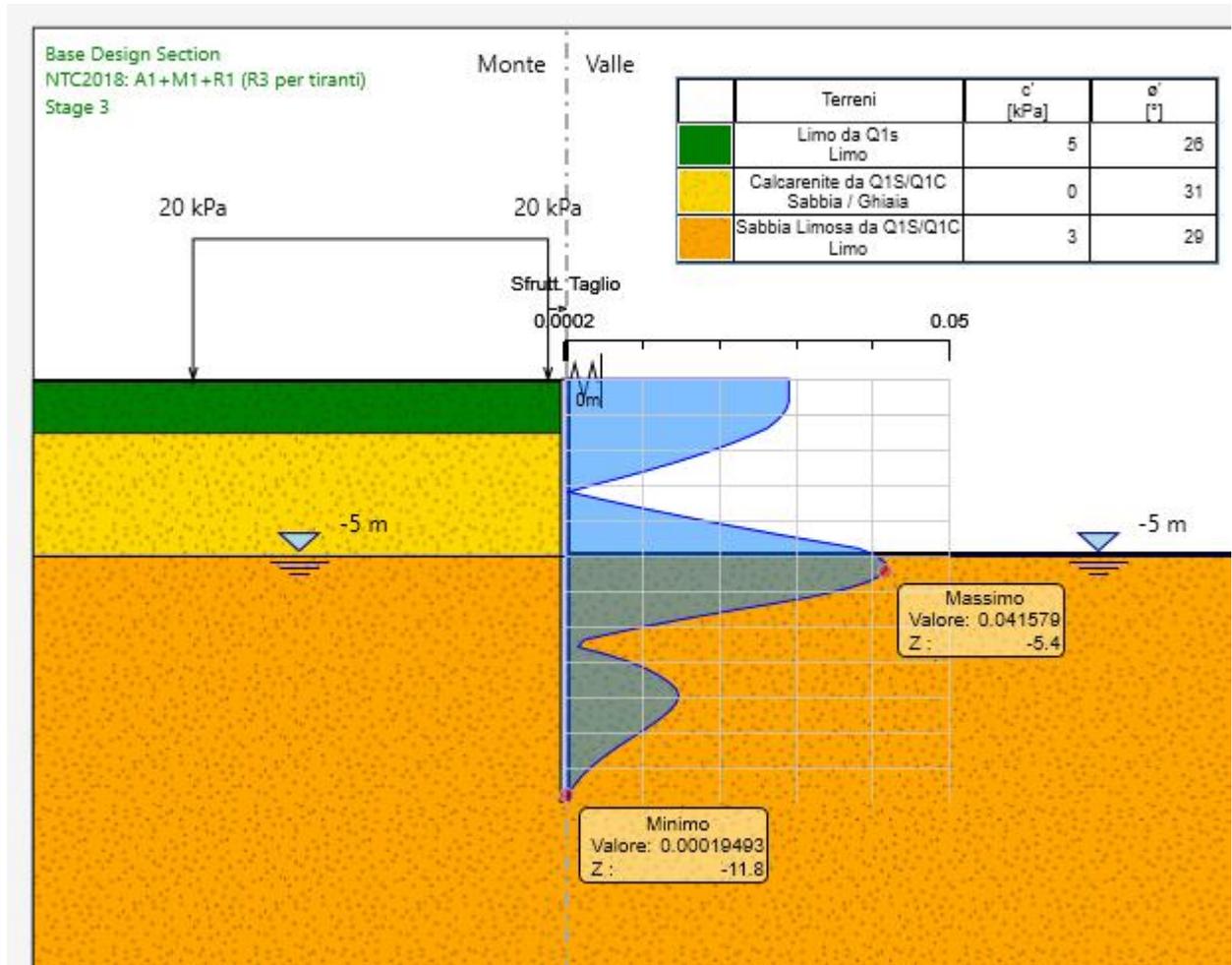


Figura 63 Tasso sfruttamento Taglio (STR)

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	113 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

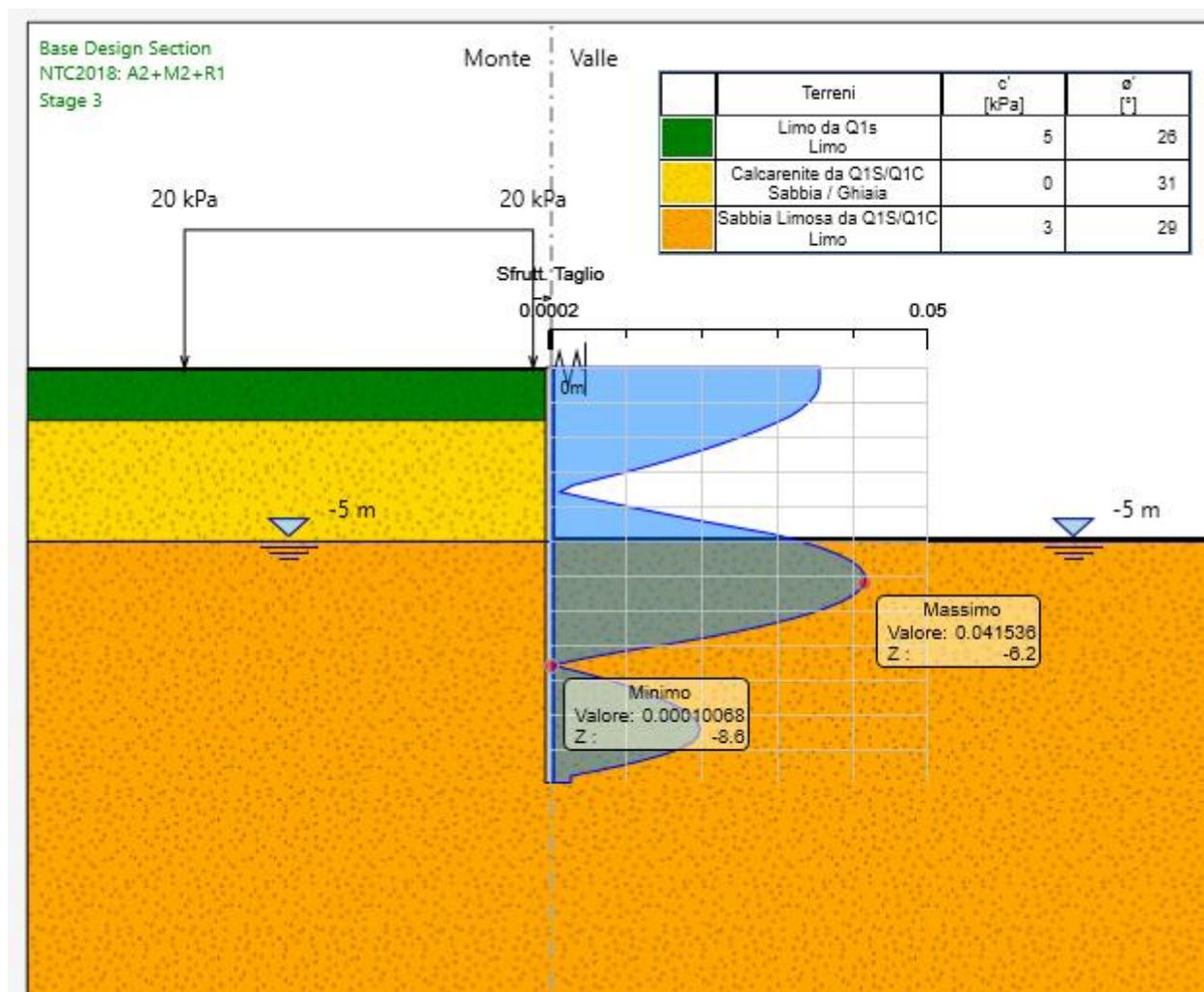


Figura 64 Tasso sfruttamento Taglio (GEO)

18.7. Sifonamento

La verifica a sifonamento non viene in questo caso effettuata, non essendo previsto un moto di filtrazione

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	114 di 119

19. V02 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO

L'altezza massima di scavo risulta pari a 2.6m. Le analisi sono state condotte considerando il terreno con comportamento drenato.

Per i parametri geotecnici, le condizioni di falda e la stratigrafia di riferimento si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale di cui al Doc. Rif. [1] e al Profilo Geotecnico Doc. Rif. [7].

È stato considerato un sovraccarico variabile a tergo dello scavo pari a 10 kPa.

La stratigrafia considerata è la seguente:

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
L _s	0	1	19	26	5
S _{L/cal}	1	in poi	19	29	3

La falda è ubicata a -2m

Nella seguente figura si riporta il modello di calcolo implementato nel software GeoSlope, riportando i risultati nella combinazione A2-M2-R2.

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	115 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)
■	Q1L	19	5	26
■	Sabbia Limosa	19	3	29

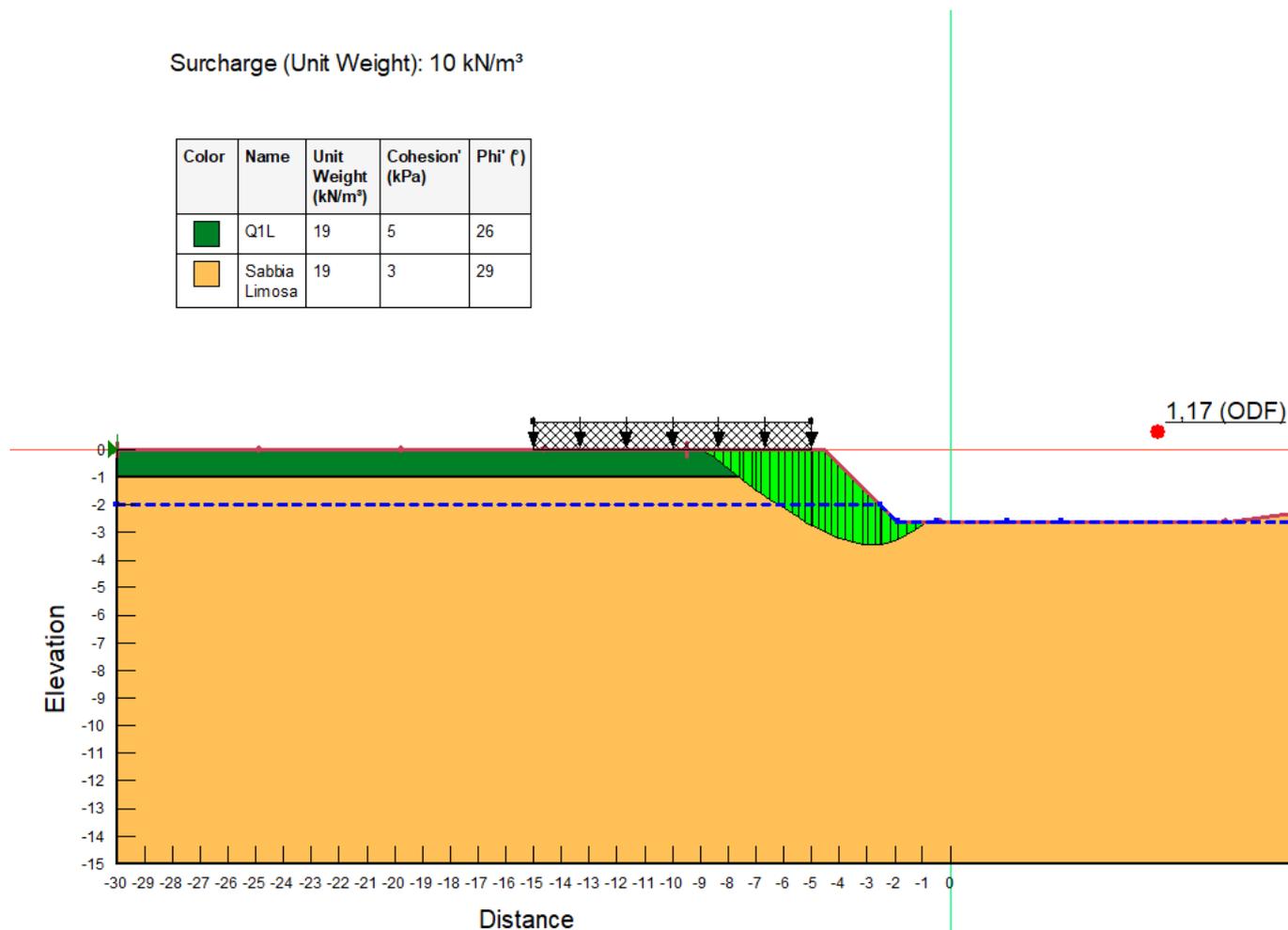


Figura 65 Sezione di calcolo scavo

La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.17 \geq 1.1$

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	116 di 119

20. V04 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO

L'altezza massima di scavo risulta pari a 2.3m. Le analisi sono state condotte considerando il terreno con comportamento drenato.

Per i parametri geotecnici, le condizioni di falda e la stratigrafia di riferimento si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale di cui al Doc. Rif. [1] e al Profilo Geotecnico Doc. Rif. [7].

È stato considerato un sovraccarico variabile a tergo dello scavo pari a 10 kPa.

La stratigrafia considerata è la seguente:

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
L _s	0	1	19	26	5
S _{L/cal}	1	in poi	19	29	3

La falda è ubicata a -1m

Nella seguente figura si riporta il modello di calcolo implementato nel software GeoSlope, riportando i risultati nella combinazione A2-M2-R2.

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIE DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	117 di 119

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
■	Q1L	19	5	26
■	Sabbia Limosa	19	3	29

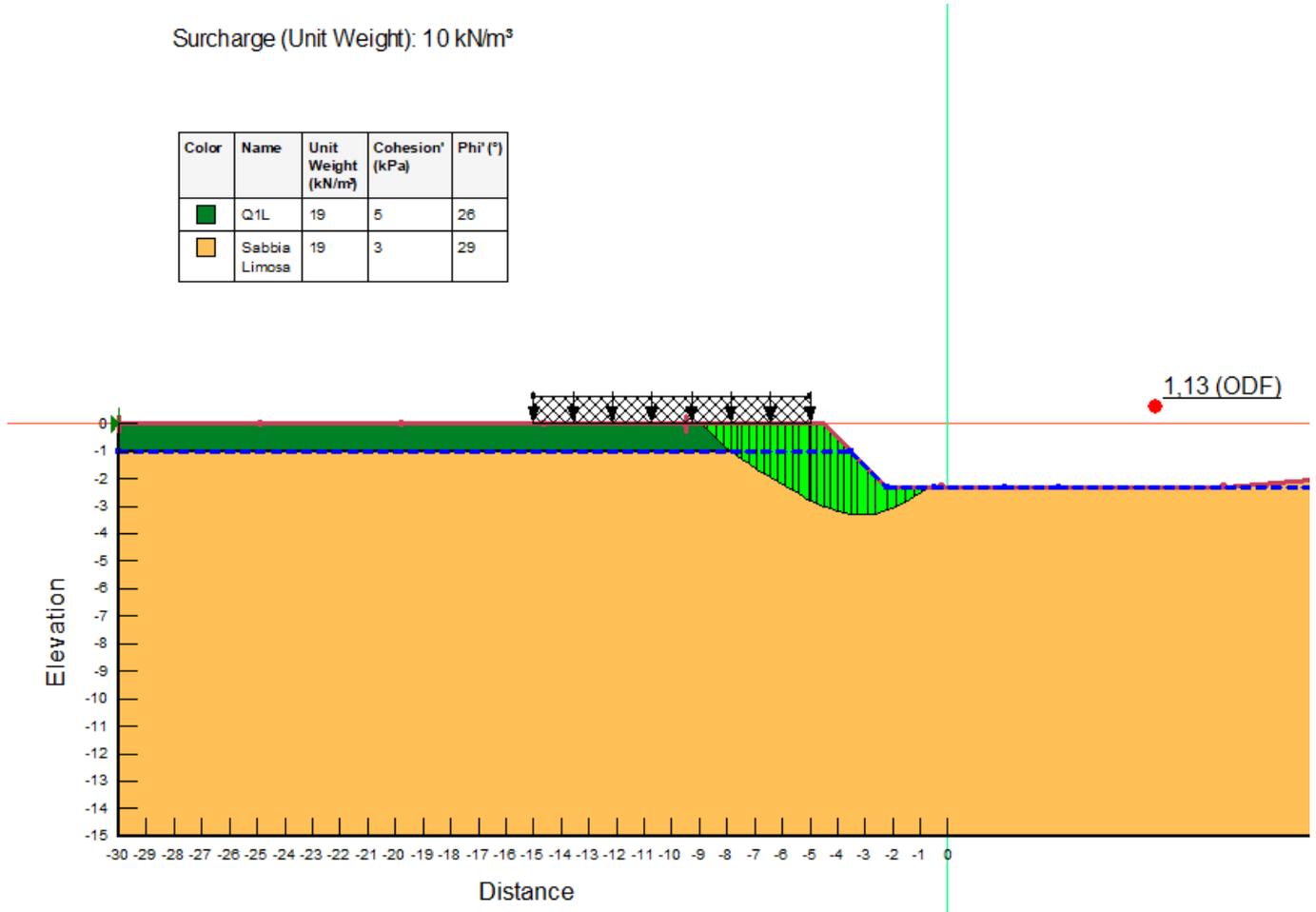


Figura 66 Sezione di calcolo scavo

La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.13 \geq 1.1$

INTERFERENZE IDRAULICHE

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	118 di 119

21. V06 - ANALISI DI STABILITÀ SCAVO A CIELO APERTO

L'altezza massima di scavo risulta pari a 2.6m. Le analisi sono state condotte considerando il terreno con comportamento drenato.

Per i parametri geotecnici, le condizioni di falda e la stratigrafia di riferimento si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale di cui al Doc. Rif. [1] e al Profilo Geotecnico Doc. Rif. [7].

È stato considerato un sovraccarico variabile a tergo dello scavo pari a 10 kPa.

La stratigrafia considerata è la seguente:

Unità	da	a	γ	ϕ	c'
	m	m	kN/mc	°	kPa
L _s	0	1	19	26	5
S _{L/cal}	1	in poi	19	29	3

La falda è ubicata a -3m

Nella seguente figura si riporta il modello di calcolo implementato nel software GeoSlope, riportando i risultati nella combinazione A2-M2-R2.

INTERFERENZE IDRAULICHE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D10	CL IN.00.0.9 001	B	119 di 119

INTERFERENZE IDRAULICHE - RELAZIONE DI CALCOLO
SCAVI E OPERE PROVVISORIALI DELLE OPERE IDRAULICHE

Surcharge (Unit Weight): 10 kN/m³

Color	Name	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi? (°)
■	Q1L	19	5	26
■	Sabbia Limosa	19	3	29

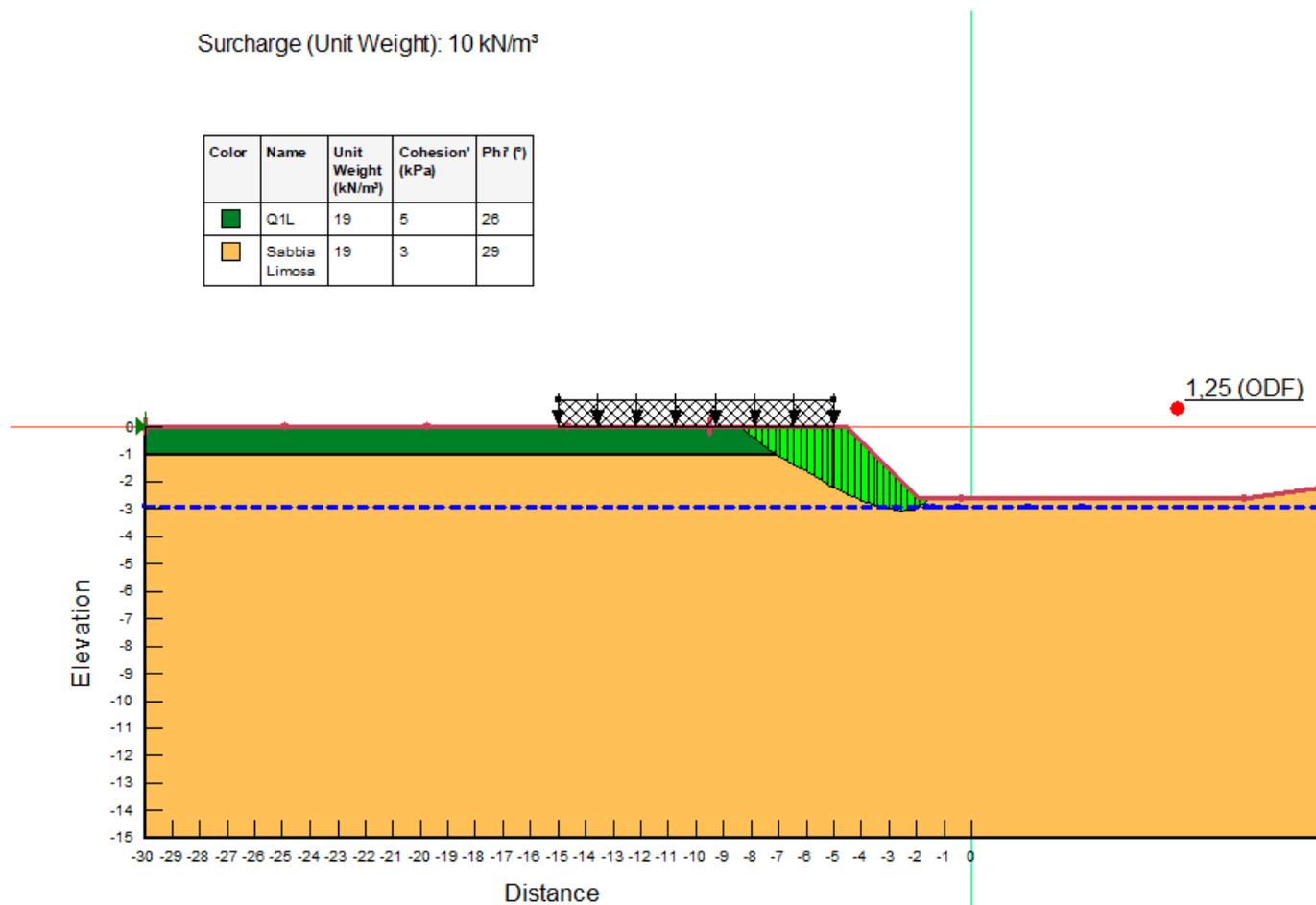


Figura 67 Sezione di calcolo scavo

La verifica di stabilità risulta soddisfatta, essendo $FS=1.25 \geq 1.1$