

S.S. n.626 della "Valle del Salso"

Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela

Itinerario Gela - Agrigento - Castelvetro

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. PA83

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

**PROGETTISTA:**

*Responsabile Integrazioni specialistiche Dott. Ing. Giovanni Piazza*

*Responsabile Tracciato stradale Dott. Ing. Massimo Capasso*

*Responsabile Strutture Dott. Ing. Giovanni Piazza*

*Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti Dott. Ing. Sergio Di Maio*

*Responsabile Ambiente e SIA Dott. Ing. Francesco Ventura*

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**



**GEOLOGO:**

*Geol. Enrico Curcuruto*

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. ing. Sergio Di Maio*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

*Dott. Ing. Maria Coppola*



**OPERE D'ARTE MAGGIORI**  
**GALLERIE ARTIFICIALI**  
**GALLERIA ARTIFICIALE POGGIO VIPERA**  
Relazione tecnica e di Calcolo



CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	PA83_P00GA01STRE01_A			
DPPA0083	D 19	CODICE ELAB. P00GA01STRRE01		A	-
D		-	-	-	-
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEBB. 2020	E.STRAMACCI	G.PIAZZA	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



## INDICE

---

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>4</b>
1.1	OGGETTO.....	4
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA	4
1.2.1	<i>Vita Nominale <math>V_n</math></i> .....	4
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i> .....	5
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i> .....	6
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	6
1.3.1	<i>Galleria artificiale</i> .....	6
1.3.2	<i>Paratie di imbocco</i> .....	7
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>NORME TECNICHE</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO</b> .....	<b>11</b>
4.1	CALCESTRUZZI .....	11
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i> .....	11
4.1.2	<i>Copriferri nominali</i> .....	12
4.1.3	<i>Resistenze di progetto</i> .....	14
4.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i> .....	14
4.2	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE.....	16
4.2.1	<i>Qualità dell'acciaio</i> .....	16
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i> .....	17
4.3	ACCIAIO IN TREFOLI PER TIRANTI .....	17
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....	<b>18</b>
5.1	STRATIGRAFIA DI CALCOLO .....	18
<b>6</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE</b> .....	<b>21</b>
6.1	MODELLO DI CALCOLO .....	21
6.2	COEFFICIENTI DI SPINTA .....	22

6.3	STORIE DI CARICO.....	24
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>26</b>
7.1	ANALISI ESEGUITE.....	26
7.2	AZIONE SISMICA.....	26
7.3	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI.....	27
7.4	SPINTA DELLE TERRE .....	27
7.5	CARICHI ACCIDENTALI .....	27
7.6	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	27
<b>8</b>	<b>MODELLO DI ANALISI E RISULTATI.....</b>	<b>30</b>
8.1	GALLERIA ARTIFICIALE.....	30
8.2	PARATIE DI IMBOCCO.....	33
8.2.1	<i>Paratie con II ordini di tiranti.....</i>	<i>33</i>
8.2.2	<i>Paratie con I ordine di tiranti.....</i>	<i>38</i>
8.2.3	<i>Paratie a sbalzo .....</i>	<i>42</i>
8.3	SINTESI DEI RISULTATI.....	44
<b>9</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>46</b>
9.1	VERIFICHE A FLESSIONE E PRESSOFLESSIONE .....	46
9.2	VERIFICHE A TAGLIO.....	62
<b>10</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>64</b>
10.1	VERIFICHE DI EQUILIBRIO LIMITE DELLE PARATIE.....	64
10.2	VERIFICHE DI PORTANZA SLU DEI PALI DELLA GALLERIA .....	64
10.2.1	<i>Criteria di Calcolo.....</i>	<i>64</i>
10.2.2	<i>Applicazione al caso in oggetto.....</i>	<i>66</i>
10.3	VERIFICHE SLE .....	67
10.4	VERIFICHE SLU DEI TIRANTI.....	68
10.4.1	<i>Verifiche agli stati limite ultimi (SLU) .....</i>	<i>68</i>
10.4.2	<i>Applicazione al caso in esame .....</i>	<i>72</i>
10.5	ANALISI DI STABILITÀ GLOBALE .....	73
<b>11</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>75</b>

11.1	PARATIE DI GALLERIA (H= 8 M, LPALO = 28 M) .....	75
11.2	PARATIA DI IMBOCCO TIPO 1 .....	99
11.3	PARATIA DI IMBOCCO TIPO 2 .....	116
11.4	PARATIA DI IMBOCCO TIPO 3 .....	131
11.5	VERIFICHE GEOTECNICHE DI PORTANZA PER I SETTI IN PALI TRIVELLATI .....	146

## **1 GENERALITA'**

### **1.1 Oggetto**

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche strutturali e geotecniche effettuate per la progettazione della [Galleria artificiale GA01 Poggio Vipera e delle relative paratie di imbocco](#) previste nell'ambito dei lavori "S.S. n.626 – Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela tra la S.S. 117 bis e la S.S. 626 (Caltanissetta Gela)".

I calcoli e le verifiche strutturali di resistenza relative alle sezioni più sollecitate sono stati elaborati utilizzando lo schema statico bidimensionale nel rispetto del metodo semiprobabilistico agli stati limite. E' stata eseguita, inoltre, la verifica allo stato limite di apertura delle fessure. Gli stati limite di tipo geotecnico vengono verificati secondo l'equilibrio limite.

Le analisi e le verifiche statiche sono condotte conformemente al livello di Progettazione Definitiva di cui trattasi e mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico (§art. 26 e 29 D.P.R. 5/10/2010, n°207).

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

### **1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera**

#### **1.2.1 Vita Nominale $V_n$**

La vita nominale di progetto  $V_n$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di  $V_n$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

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

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale  $V_n$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto:  $V_N = 100$  anni (costruzioni con livelli di prestazione elevati).

### 1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso:  $C_U = 2.0$ .

### **1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica**

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento:  $V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2.0 = 200$  anni.

## **1.3 Descrizione delle opere**

Le opere oggetto della relazione sono le seguenti

- Paratia di imbocco in SX (da pk 3+994.55 m a pk 4+044.55 m,  $L_{tot} = 50$  m)
- Paratia di imbocco in DX (da pk 4+019.55 m a pk 4+044.55 m,  $L_{tot} = 25$  m)
- Galleria GA01 (da pk 4+044.55 m a pk 4+219.55 m,  $L_{tot} = 175$  m)
- Paratia di imbocco in SX (da pk 4+219.55 m a pk 4+237.75 m,  $L_{tot} = 18.20$  m)
- Paratia di imbocco in DX (da pk 4+219.55 m a pk 4+237.75 m,  $L_{tot} = 18.20$  m)

Per uno sviluppo totale complessivo di circa 242.2 m.

### **1.3.1 Galleria artificiale**

Le strutture portanti della galleria artificiale sono costituite da paratie di pali trivellati di grande diametro disposti ad interasse ravvicinato; la soletta di copertura e quella di fondo in c.a. sono realizzate attraverso getti controterra.

I pali e la soletta di copertura realizzano un telaio che svolge funzione portante i carichi verticali e di contrasto delle spinte laterali esercitate dal terreno.

La soletta di fondo ha esclusiva funzione di puntone al piede.

La galleria è scavata con metodo Top-Down; ovvero lo scavo avviene sotto copertura solo dopo aver realizzato le paratie di pali laterali e il solettone superiore.

Nel dettaglio, sono previste le seguenti fasi costruttive:

1. Sbancoamento fino alla quota di imposta del solettone di copertura;
2. Esecuzione paratie di pali della galleria artificiale;
3. Esecuzione e impermeabilizzazione della soletta di copertura;

4. Ritombamento delle gallerie artificiali;
  5. Rimodellamento secondo progetto;
  6. Esecuzione scavo progressivo del terreno sottocopertura fino alla quota di imposta della soletta di fondo;
  7. Esecuzione del solettone di fondo e completamento finiture interne;
- Si riporta una sezione tipo della galleria:

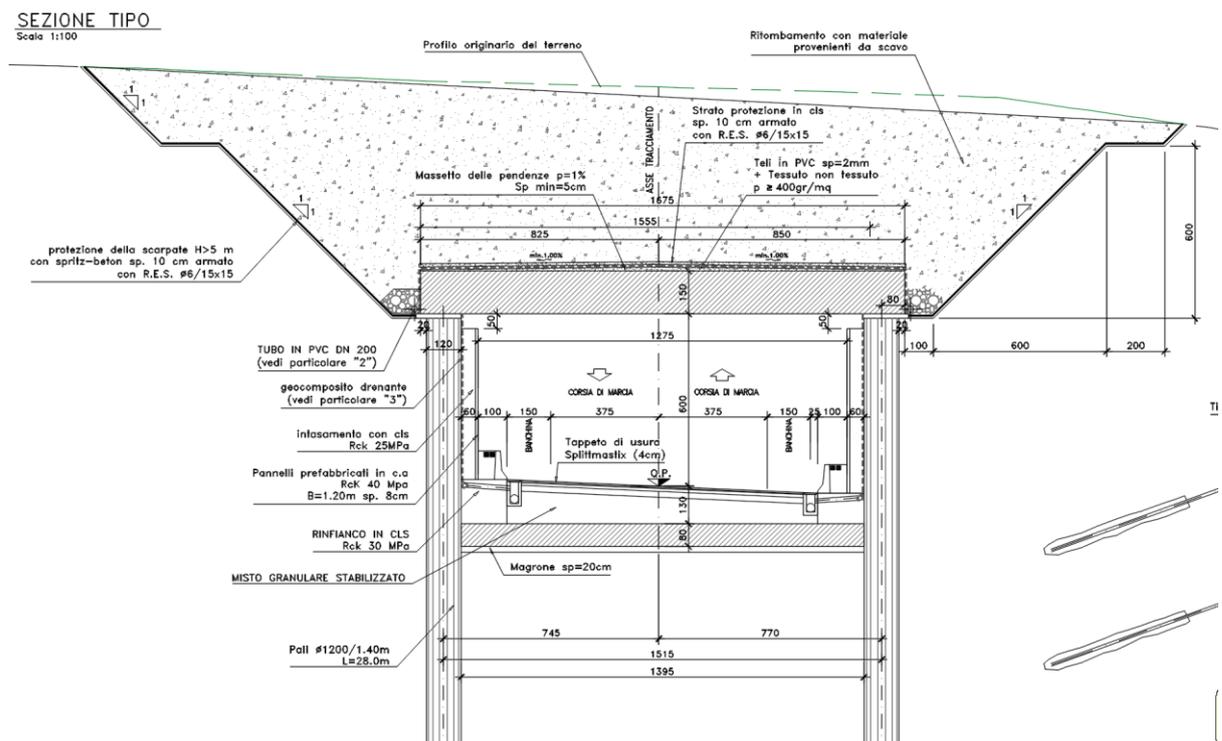


Figura 1.1 sezione tipo galleria artificiale

Gli elementi strutturali hanno le seguenti caratteristiche:

- Pali trivellati in c.a. di diametro 1.20 m ad interasse 1.40 m, la lunghezza totale dei pali è di 28 m
- Solettone di copertura in c.a. di spessore 1.50 m;
- Soletta di fondazione in c.a. di spessore 0.80 m.

L'altezza massima del ricoprimento di terreno al disopra del solettone di copertura è pari a 6 m.

### 1.3.2 Paratie di imbocco

Le paratie di imbocco, con altezza variabile, si distinguono in base alle altezze e allo schema statico come segue:

- Tpo 1: Paratie tirantate (II ordini) con altezza fuori terra compresa tra 9 m ÷ 10.5 m;

- Tpo 2: Paratie tirantate (I ordine) con altezza fuori terra compresa tra 7 m ÷ 9 m;
- Tipo 3: Paratie con altezza fuori terra minore di 7 metri.

Si tratta di paratie di pali trivellati  $\phi 1200$  disposti ad interasse 1.40 m.

Per ogni tipologia si fa riferimento all'altezza massima di scavo.

Le tre tipologie di paratie presentano le seguenti caratteristiche:

OPERA : Galleria Poggio Vipera			GALLERIA	IMBOCCO GALLERIA		
			PARATIA GALLERIA	PARATIA 1 (I+II tiranti)	PARATIA 2 (I tiranti)	PARATIA 3 (a sbalzo)
altezza totale paratia	Hparatia		28	22	22	18
<b>altezza pali</b>	<b>Hpali</b>	<b>m</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>
altezza fuori terra	Hf	m	8	10.5	9	7
Altezza cordolo di coronamento	Hc	m	0	2	2	2
Profondità minima di infissione	Zinf	m	20	11.5	13	11
interasse pali	i pali	m	1.4	1.4	1.4	1.4
n° ordine tiranti	Ntiranti		-	2	1	-
profondità I ordine	z1 tiranti	m	-	-2	-2	-
profondità II ordine	z2 tiranti	m	-	-6	-	-
L tot tiranti 1	Ltot 1	m	-	24	24	-
L libera tiranti 1	LI 1	m	-	12	12	-
L bulbo tiranti 1	Lb 1	m	-	12	12	-
L tot tiranti 2	Ltot 2	m	-	22	-	-
L libera tiranti 2	LI 2	m	-	10	-	-
L bulbo tiranti 2	Lb2	m	-	12	-	-
interasse tiranti	i tiranti	m	-	1.4	1.4	-

Di seguito si riportano le caratteristiche dei tiranti:

TABELLA TIRANTI											
DEN	TIPO	N.trefoli	N0 kN	Llib m	Lfond m	Ltot m	$\phi$ perf m	incl. Vert ( $\beta$ ) deg	incl. Orizz. ( $\alpha$ ) deg	Trave Portatiranti Tipo	Metodo iniezione Tipo
T1	Provvisorio	4	400	12.0	12.0	24.0	0.150	20.0	0.0	2HEA180	IRS
T2	Provvisorio	4	400	10.0	12.0	22.0	0.150	20.0	0.0	2HEA180	IRS

#### Legenda

Den	Denominazione tirante
TIPO	Provvisorio /Permanente
N.tiranti	Numero complessivo di tiranti per tipologia
N.trefoli	Numero di trefoli che compomgono il singolo tirante
N0	Forza di pretensione del tirante
Lib	Lunghezza del tratto libero
Lfond	Lunghezza del tratto di ancoraggio
Ltot	Lunghezza complessiva del tirante
$\phi$ perf	Diametro della perforazione
incl. Vert.	Inclinazione verticale del tirante (+ verso il basso)
incl. Orizz.	Inclinazione orizzontale del tirante (+ verso destra)
IRS	Iniezione Ripetuta e Selettiva

I tiranti a 4 trefoli sono in acciaio armonico ad alta resistenza.

I tiranti sono provvisori ed hanno esclusiva funzione di contrasto delle paratie in fase di scavo.

La stabilità delle paratie in fase definitiva è garantita dalla realizzazione di una soletta di fondo con funzione di contrasto al piede, gettata tra i due ordini di paratie contrapposte.

Pertanto, in fase di calcolo, dopo la realizzazione della soletta di base è stata ipotizzata la perdita di efficacia dei tiranti a lungo termine, schematizzata attraverso la relativa disattivazione.

## **2 NORMATIVE E RIFERIMENTI**

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D\_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D\_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D\_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D\_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

## **3 NORME TECNICHE**

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

### 4.1 Calcestruzzi

#### 4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme [D\_3] e [D\_4].

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione tenuto conto che il tracciato si sviluppa oltre 2 km dalla linea di costa è stata esclusa l'applicazione della classe XS (Corrosione indotta dai cloruri contenuti nell'acqua di mare).

Analogamente, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma [D\_4], che attribuisce alla Sicilia un livello di rischio **Nullo**, è stata esclusa l'applicazione della classe XF (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe XD (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe XA (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato concentrazioni di solfati ( $SO_4^{2-}$ ) nelle acque di falda, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma [D\_3].

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Documentazione indagini ambientali", prodotto da TECNOIN (§4.4 – Attacco chimico del calcestruzzo).

*Classe di esposizione per le acque*

Denominazione		Acqua					Classi di esposizione		
		S04	S09	S13	S28	S30	XA1	XA2	XA3
PARAMETRO	U. M.								
Solfati (ione solfato)	mg/L	2400	250	2600	3700	2010	200-600	600-3000	3000-6000
pH	unità pH	6,62	6,97	7	6,93	6,94	5.5-6.5	4.5-5.5	4.0-4.5
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	mg/L	11	4	10	8	7	15-40	40-100	>100
Ammoniaca (ione ammonio)	mg/L	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	15-30	30-60	60-100
Magnesio	mg/L	65	57	61	59	58	300-1000	1000-3000	>3000

Le concentrazioni di solfati rilevate in larga prevalenza permettono di definire per le membrane di fondazione una classe di esposizione XA2.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)					
CALCESTRUZZO PER	Magrone	Sottofondazioni - Pali trivellati	Galleria -Soletta di copertura	Galleria - soletta di fondazione	Galleria e paratie - Elevazioni, cordoli di testa
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)	C12/15	C32/40	C32/40	C32/40	C32/40
Classe di esposizione ambientale	-	XC2-XA2	XC2-XA2	XC2-XA2	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	32	32	32	25
	Dlower	20	20	20	16
Classe di consistenza	-	S5	S4	S4	S4
Rapporto max acqua/cemento	-	0.50	0.50	0.50	0.5
Tipo di cemento (secondo UNI EN 197-1)	-	CEM IV	CEM IV	CEM IV	CEM IV
Contenuto minimo di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	150	340***	340** - ***	340***	340

Tabella 4.1 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

\* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

\*\* I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$  per getti di spessore superiore a 2 m.

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

\*\*\* cemento tipo SR resistente ai solfati secondo EN 197/1.

#### 4.1.2 Copriferrini nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrino), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D\_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
$C_{min}$	$C_0$	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} < C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferro vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018												
Dati generali relativi all'opera										Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)										TC		3
Vita nominale dell'opera										$V_N$	anni	100

Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

ambiente	$R_{ckmin}$	$R_{ck0}$	barre da c.a.				cavi da c.a.p.			
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
			$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

Elemento	Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Galleria - solai di copertura e fondazione	Galleria e paratie - elevazioni, cordoli di coronamento
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)	1	1	1
Elemento a piastra	NO	SI	SI
Classe di esposizione	XC2 - XA2	XC2 - XA2	XC4
Ambiente	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40
Check Rck min	OK	OK	OK
copriferrino minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	35	30
incremento Per $V_n=100$ (tipo di costruzione 3)	mm	10	10
elem. prefabbricato con ver. Copriferrini*	NO	NO	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferrini	0	0	0
Tolleranza di posa	10	10	10
copriferrino nominale	mm	55	50
* Elemento prefabbricato prodotto con sistema sottoposto a controllo di qualità che comprenda la verifica dei copriferri			
<b>copriferrino nominale di progetto</b>	mm	<b>75</b>	<b>50</b>

Tabella 4.2 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

I valori effettivamente adottati per i copriferri nominali di progetto tengono conto anche di criteri di uniformità e della volontà di garantire valori maggiori dei minimi di norma per superfici contro-terra e particolarmente per le opere di sottofondazione. In questo caso, si è fatto riferimento alla indicazione dell'EC2 (EN 1992-1-1), che fissa a 75 mm il valore da garantire per il copriferro di opere gettate direttamente contro il terreno.

#### 4.1.3 Resistenze di progetto

##### Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
Resistenza a compressione caratteristica cubica	$R_{ck}$	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente $\gamma_c$	$\gamma_c$	1.50
coefficiente $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
$\sigma_t$ - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

#### 4.1.4 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni **aggressive**: per le verifiche a fessurazione dei **pali e delle solette** (classe di esposizione **XC2 - XA2**).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
  - o Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_2 = 0.3$  mm
  - o Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_1 = 0.2$  mm

In diversi casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

**Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione**

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre $\phi$ [mm]	Tensione max acciaio $\sigma_s$ [Mpa]		
	$w_3=0.4$ mm	$w_2=0.3$ mm	$w_1=0.2$ mm
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

## 4.2 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

### 4.2.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

## 4.2.2 Resistenze di progetto

<b>Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
Qualità dell'acciaio		B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	$f_{yk}$	Mpa	450 450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	$f_{tk}$	Mpa	540 450
Modulo elastico	Es	Mpa	210000 210000
diametro minimo della barra impiegabile	$\phi_{min}$	mm	6 5
diametro massimo della barra impiegabile	$\phi_{max}$	mm	40 10
<b>STATI LIMITE ULTIMI</b>			
coefficiente $\gamma_s$	$\gamma_s$		1.15 1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3 391.3
<b>STATI LIMITE DI ESERCIZIO</b>			
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0 360.0

## 4.3 Acciaio in trefoli per tiranti

Acciaio in trefoli in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

### ACCIAIO

<b>Caratteristiche Acciaio da precompressione</b>	<b>Var</b>	<b>unità</b>	
<b>Tipologia di armatura</b>			<b>Trefoli</b>
Tensione caratteristica a carico ultimo	$f_{ptk}$	Mpa	1860
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{pyk} f_{p(0.1)k} f_{p(1)k} *$	Mpa	1670
Modulo elastico	Es	Mpa	195000

\*  $f_{pyk}$  per acciaio in barre  $f_{p(0.1)k}$  per acciaio in fili  $f_{p(1)k}$  per acciaio in trefoli e trecce

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 5.1 Stratigrafia di calcolo

La figura seguente illustra la successione delle unità litotecniche interessate dagli scavi della galleria artificiale e delle opere di imbocco:

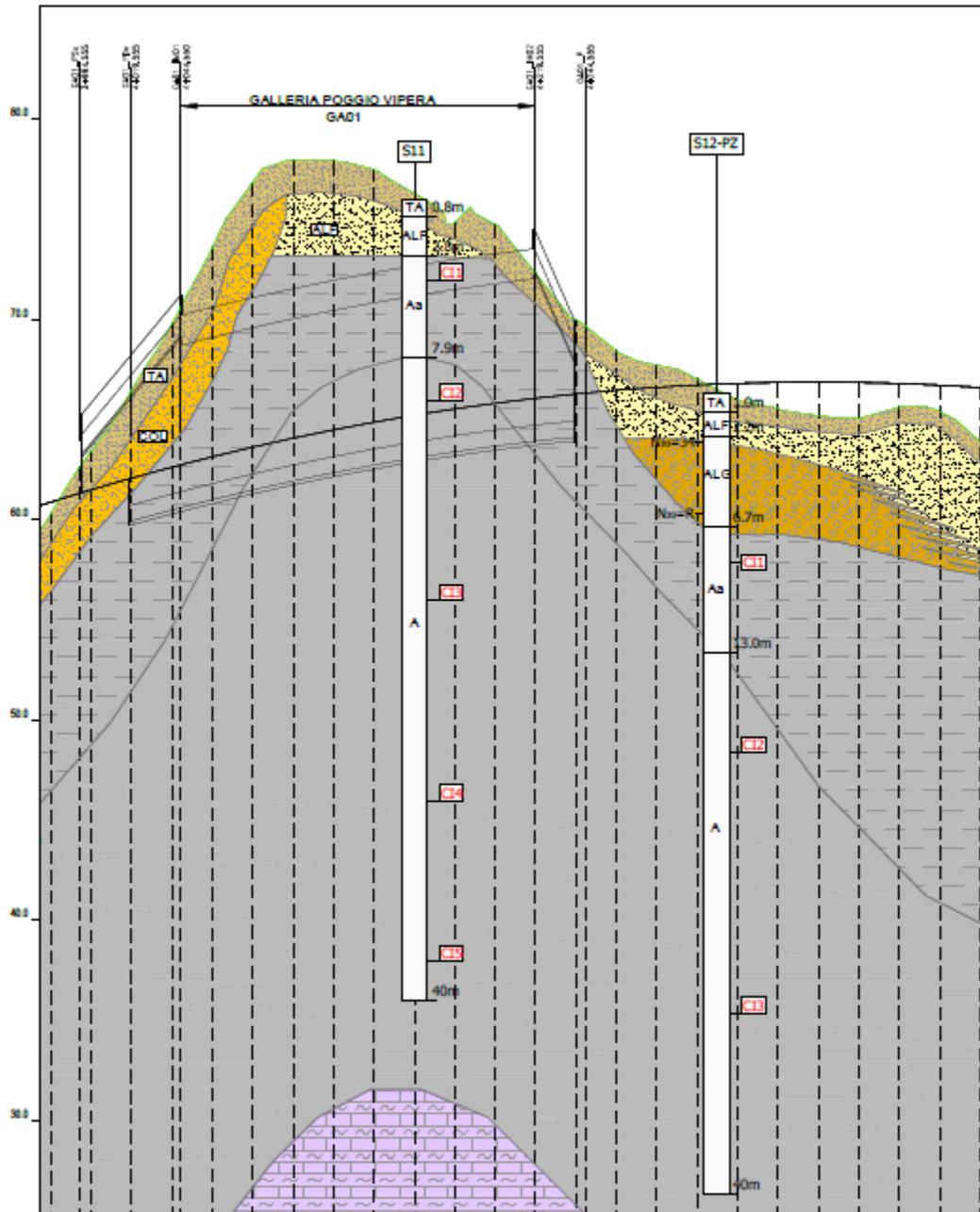
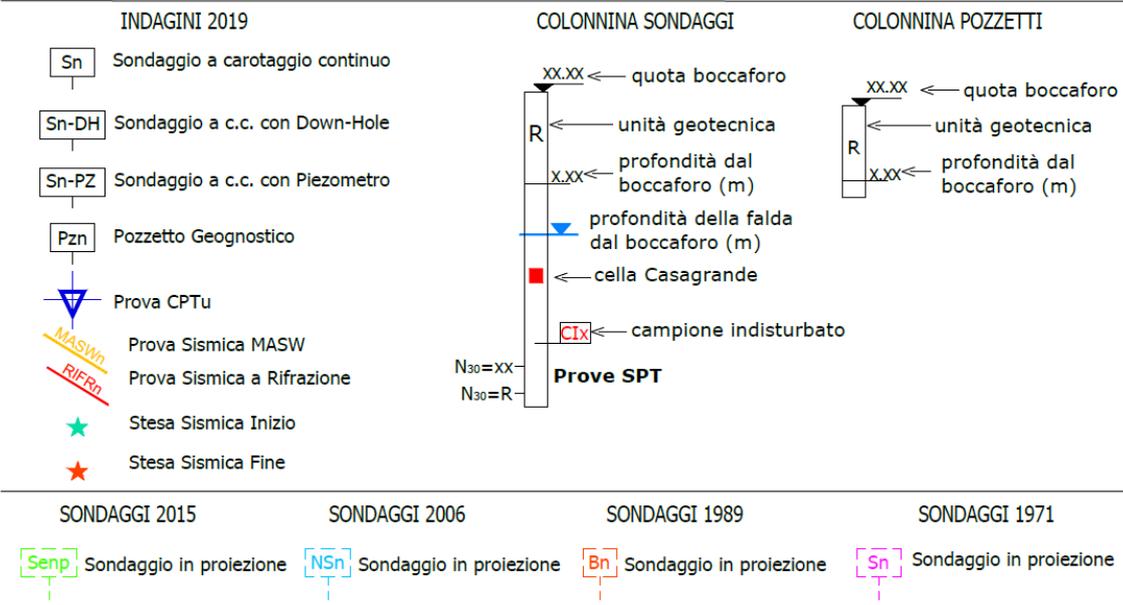


Figura 5.1: Profilo geologico-geotecnico Galleria e opere d'imbocco

## CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA

TA	Terreno agrario o vegetale. Limo sabbioso argilloso talora ghiaioso di colore bruno marrone, con elementi lapidei di varia natura. Materiali di riporto.
COL	Coltre colluviale. Limo argilloso debolmente sabbioso e sabbia con limo di colore variabile dal giallastro al bruno marrone, rimaneggiato, da consistente a molto consistente.
ALF	Alluvioni a grana fina. Alluvioni terrazzate. Argilla limosa a tratti sabbiosa e limo argilloso sabbioso di colore variabile dal nocciola al bruno marrone, al grigio azzurro a tratti nerastro, da mediamente consistente a poco consistente, con radici, nuclei e livelli torbosi, gusci minuti ed elementi lapidei di varia natura a spigoli da vivi a parzialmente arrotondati. Struttura laminare, a tratti caotica.
ALG	Alluvioni a grana grossa. Ghiaia in matrice limosa sabbiosa. Gli elementi lapidei, di varia natura, sono a spigoli da parzialmente arrotondati a arrotondati, di dimensioni da centimetriche a decimetriche. La matrice è mediamente consistente, di colore variabile dal beige avana al bruno marrone. Presenza di trovanti arenacei.
LO	Limo organico. Limo con argilla debolmente sabbioso di colore bruno nerastro, da consistente a molto consistente, con abbondante torba, inglobante elementi lapidei calcarei da mm a cm e gusci di conchiglie. Struttura assente.
Aa	Argille pleistoceniche alterate. Limo con argilla sabbioso e argilla con limo, alterato, di colore variabile dal beige al giallastro al grigio azzurro, con bande arancio-grigie, patine ocracee in corrispondenza di lenti sabbiose e patine scure, da consistente a molto consistente. Struttura laminare.
A	Argille pleistoceniche. Limo con argilla sabbioso e argilla con limo di colore grigio azzurro, molto consistente, con patine giallastre ed ocracee nei primi metri, lenti limose sabbiose e patine scure anche in profondità. Presenza di noduli nerastri e forte odore di idrocarburi. Struttura laminare.
T	Trubi. Marna argillosa di colore bianco giallastro, molto consistente, con struttura laminare e fratturata con fratture serrate e patine di ossidazione sulle superfici di frattura. In profondità passa a marna calcarea di colore dal grigio chiaro al grigio azzurro. Frequenti livelli alterati e livelli di calcare marnoso fratturato di colore grigio chiaro.
- ? -	limite non definibile

## LEGENDA



$\gamma$  = Peso unità di volume;  $N_{SPT}$  = Numero di colpi;  $C_u$  = Coesione non drenata;  $c'$  = coesione effettiva;  
 $\phi'$  = angolo d'attrito effettivo;  $E_{ed}$  = modulo edometrico;  $V_s$  = Velocità delle onde di taglio;  $G_0$  = Modulo di taglio;  
 $Mdx$  = Modulo di deformazione;  $V_s$  = Modulo di taglio equivalente.

Figura 5.2: Legenda Profilo geologico-geotecnico

Lungo l'intero sviluppo delle opere si evidenzia la presenza di una coltre di copertura costituita da terreno vegetale, cui succedono alluvioni a grana fina (ALF) e/o coltri colluviali, sempre a grana fina.

Al di sotto di questi terreni si sviluppano le Argille Pleistoceniche (A), la cui porzione superficiale risulta caratterizzata da un maggior grado di alterazione (Aa).

Lo spessore della coltre di copertura è pari a circa 4 m da p.c.

Nei calcoli, si è fatto riferimento ad un'unica stratigrafia, in cui i terreni di copertura sono stati assimilati alle caratteristiche delle Alluvioni a grana fine (ALF).

La stratigrafia ed i parametri geotecnici adottati sono i seguenti:

**LAVORO: SS626 TANGENZIALE DI GELA**  
**TABELLA PARAMETRI PER VERIFICHE OPERE DI FONDAZIONE**

tratto I

PARATIE **GA01 E PARATIE DI IMBOCCO**

Profondità falda da piano di campagna      zw      m      3.0

**STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO**

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	Descrizione	PARAMETRI DI RESISTENZA					PARAMETRI DI DEFORMABILITA'		
					$\gamma_{med}$ [kPa]	$N_{SPT\ med}^*$ [-]	$c_{u\ med}$ [kPa]	$c'_{med}$ [kPa]	$\phi'_{med}$ [°]	G0 [MPa]	Eed [MPa]	Eoperativo [MPa]
1	0.00	4.00	ALF	Alluvioni	18.5			15.0	23.0	130	325	65
2	4.00	9.00	Aa	Argille Plioceniche alterate	19.0			18.0	26.0	350	875	175
3	9.00	50.00	A	Argille Plioceniche Inalterate	19.0			19.0	27.0	370	925	185

\* Per unità a comportamento incoerente

**Cautelativamente ed a favore di sicurezza, tenuto conto del peso della coesione nei problemi geotecnici di scarico tensionale, e per tenere conto di una possibile riduzione di questo parametro a lungo termine, sono stati adottati valori di c' dimezzati rispetto a quelli indicati nella Relazione Geotecnica.**

Relativamente ai moduli elastici del terreno sono stati adottati valori "operativi", che tengono conto del livello di deformazione tipico del problema esaminato, sono pari a 1/5 dei moduli a piccolissimi livelli di deformazione  $E_0$ .

## **6 CRITERI DI VERIFICA DELLE PARATIE**

### **6.1 Modello di calcolo**

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti (micropali e tiranti) sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo Pratie Plus prodotto da CeAS.

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale  $EJ$ ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Il problema è risolto con una schematizzazione a modello piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria.

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 rigidità 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 rigidità flessionale della parete.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie puntonate/tirantate 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 insieme di puntoni/tiranti applicati, da una precisa disposizione di carichi.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elasto-plastico, 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.

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 soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

Nei modelli di calcolo implementati, l'esecuzione dello scavo è schematizzata mediante una successione di step. Il calcolo della pressione dell'acqua nei pori è, per ipotesi, del tutto indipendente da qualsiasi deformazione e conseguente stato di sforzo nello scheletro solido del terreno.

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

## **6.2 Coefficienti di spinta**

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

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

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

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

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

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

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

Dove

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

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

Per tener conto dell'angolo di attrito  $\delta$  tra paratia e terreno il software PARATIE impiega per  $K_a$  e  $K_p$  la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Secondo la formulazione di Coulomb il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  vale:

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

dove:

$\varphi'$  è l'angolo di attrito del terreno

$\beta$  è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

$\delta$  è l'angolo di attrito paratia-terreno posto pari a  $2/3 \varphi'$ .

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

Secondo la formulazione di Caquot – Kerisel il coefficiente di spinta passiva  $K_p$  viene calcolato secondo la seguente figura:

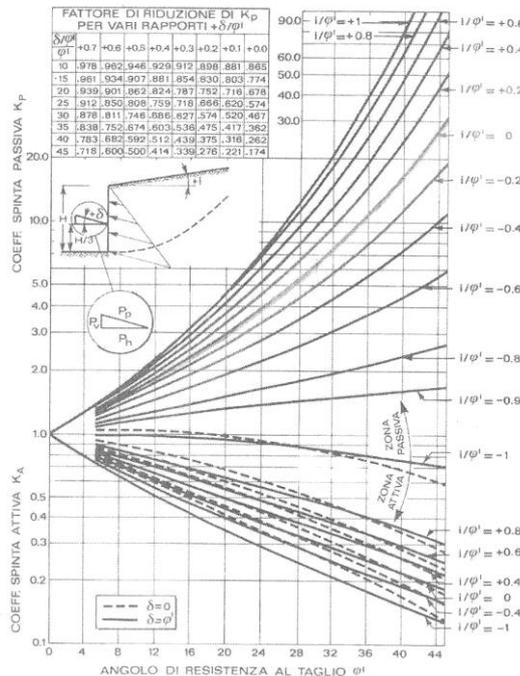


Figura 6.1: Formulazione di Caquot – Kerisel per  $K_p$  che considera superfici di rottura curvilinee

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

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

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

a seconda che il collasso avvenga in spinta attiva o passiva rispettivamente.

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

$$K = E / L$$

ove  $E$  è un modulo di rigidezza del terreno mentre  $L$  è una grandezza geometrica caratteristica.

Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite  $\Delta$ , la rigidezza di ogni molla è:

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

Il valore di  $\Delta$  è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti. Il valore di  $L$  è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva.

in zona attiva (uphill)  $L_A = 2/3 \cdot l_a \cdot \tan(45^\circ - \phi'/2)$

in zona Passiva (downhill)  $L_P = 2/3 \cdot l_p \cdot \tan(45^\circ + \phi'/2)$

con  $l_a$  e  $l_p$  rispettivamente:

$$l_a = \min(l, 2H)$$

$$l_p = \min(l - H, H)$$

dove  $l$  = altezza totale della paratia e  $H$  = altezza corrente dello scavo

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva, tenuto conto che le corrispondenti forze risultano inclinate sul piano orizzontale, si considerano le componenti in direzione orizzontale.

### 6.3 Storie di carico

Tenendo conto delle verifiche da effettuare agli SLE ed agli SLU sono state considerate le seguenti storie di carico:

- **Configurazione A1+M1 (STATICA):** Una prima storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai loro valori caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario. Questa storia fornisce le sollecitazioni sugli elementi strutturali e gli spostamenti orizzontali delle paratie per le successive verifiche agli SLE. Inoltre, le sollecitazioni per la verifica SLU combinazione A1 + M1, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo  $\gamma_F$ .

- **Configurazione A1+M1 (SISMICA):** Una seconda storia di carico anch'essa con parametri del terreno caratteristici ed le azioni sono considerate con fattore parziale unitario in cui è presente l'azione sismica. Questa storia fornisce le sollecitazioni sugli elementi strutturali per le successive verifiche agli SLU-SLV. In questo caso, le sollecitazioni per la verifica SLU combinazione A1 + M1, sono ottenute da questa storia di carico applicando il fattore moltiplicativo  $\gamma_F$  pari ad 1.0.
- **Configurazione A2+M2 (STATICA):** Una terza storia di carico in cui i parametri del terreno sono considerati con riferimento ai coefficienti parziali M2, e le azioni sono considerate con i fattori parziali A2. Questa storia permette di valutare le condizioni di stabilità geotecnica della paratia.
- **Configurazione A2+M2 (SISMICA):** Una quarta storia di carico anch'essa con i parametri del terreno considerati con riferimento ai coefficienti parziali M2, e le azioni sono considerate con i fattori parziali A2. In questo caso è presente l'azione sismica. Questa storia permette di valutare le condizioni di stabilità geotecnica della paratia.

## 7 ANALISI DEI CARICHI

Si descrivono nel seguito le verifiche eseguite per le tipologie di opere in oggetto.

### 7.1 Analisi eseguite

Sono stati analizzati tutti i casi di verifica, secondo i criteri esposti al Par. 6.3, come segue:

SLE	STR
SLU (A1+M1)	STR
SLU (A2+M2)	GEO
SLV	STR
SLV	GEO

### 7.2 Azione sismica

Per le opere si tiene conto della seguente azione sismica:

Stato Limite	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLV	1898	0.153	2.521	0.567

Tabella 7.1: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per suolo rigido

L'accelerazione massima attesa al sito  $a_{max}$  è definita attraverso la seguente relazione:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

$a_g = 0.153$  g accelerazione massima su sito rigido;

$S_S = 1.20$  coefficiente d'amplificazione stratigrafica;

$S_T = 1.0$  coefficiente d'amplificazione topografica.

L'analisi della spinta del terreno in condizioni sismiche è stato eseguita in maniera differenziata in funzione delle rigidità delle strutture di contrasto e delle relative capacità di spostamento.

In particolare:

- Per le strutture a telaio scatolare della galleria artificiale si è utilizzata la teoria di Wood per elementi rigidi;
- Per le paratie di imbocco di maggiore altezza, vincolate al piede dalla soletta di base in c.a., è stata impiegata la teoria di Mononobe – Okabe ponendo il coefficiente di spostamento  $\beta = 1$ ;
- Per le paratie a sbalzo, tipicamente deformabili, l'azione sismica è stata calcolata sempre secondo la teoria di Mononobe - Okabe considerando un coefficiente di spostamento  $\beta$  in funzione di uno spostamento massimo ammissibile  $U_s = 0.005 H_{paratia}$ . Le componenti dell'accelerazione equivalente  $a_h$  (orizzontale) e  $a_v$  (verticale), sono valutate come:

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

$$a_v = 0$$

essendo

$\alpha$  = coefficiente di deformabilità;

$\beta$  = coefficiente di spostamento.

### 7.3 Carichi permanenti strutturali

Per quanto riguarda la struttura il peso proprio degli elementi strutturali è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

### 7.4 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo della paratia determina una spinta laterale sulla stessa avente distribuzione triangolare.

### 7.5 Carichi accidentali

A tergo della paratia è stato considerato un carico accidentale distribuito pari a 10 kPa. Quest'azione è largamente cautelativa anche relativamente alle azioni variabili di traffico che si esercitano a piano di campagna sul sedime della strada che attraversa la galleria artificiale, ove si consideri la limitata larghezza della strada e la diffusione sino al piano estradossale del solettone di copertura.

### 7.6 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2018 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- *Combinazione quasi permanente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

**Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00
<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO. <sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti. <sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna <sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali					

Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\Psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\Psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\Psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento $q_5$	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_5$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

## 8 MODELLO DI ANALISI E RISULTATI

### 8.1 Galleria artificiale

La sezione di calcolo esaminata è quella che corrisponde al massimo ricoprimento di terreno pari a circa 6.15 m.

La galleria artificiale è interessata lungo il suo sviluppo dall'attraversamento di una strada poderale di limitata larghezza.

L'altezza del ricoprimento in corrispondenza della strada è pari a poco meno di 2 m.

Anche tenendo conto che dell'incremento di sovraccarico accidentale dovuto al traffico stradale, stimabile in 20 kN/m<sup>2</sup>, le condizioni di carico in corrispondenza della strada sono meno gravose di quelle relative alla sezione di massimo ricoprimento, che, pertanto, si ritiene rappresentativa dell'opera lungo il suo intero sviluppo.

Il modello della galleria prevede le seguenti fasi:

1. Configurazione iniziale, condizioni litostatiche;
2. Scavo fino a quota realizzazione pali;
3. Realizzazione pali e solettone di copertura e applicazione del Carico equivalente al reinterro massimo.
4. Scavo fino a quota massima;
5. Realizzazione del solaio di fondo secondo la configurazione finale;
6. Applicazione delle forze sismiche.

Il reinterro massimo è di 6.15 m, considerando un terreno di ritombamento con peso di volume pari a  $\gamma = 19$  kN/mc si ottiene un carico equivalente pari a:

$$q_{\text{ritombamento}} = 6.15 \times 19 = 117 \text{ kPa.}$$

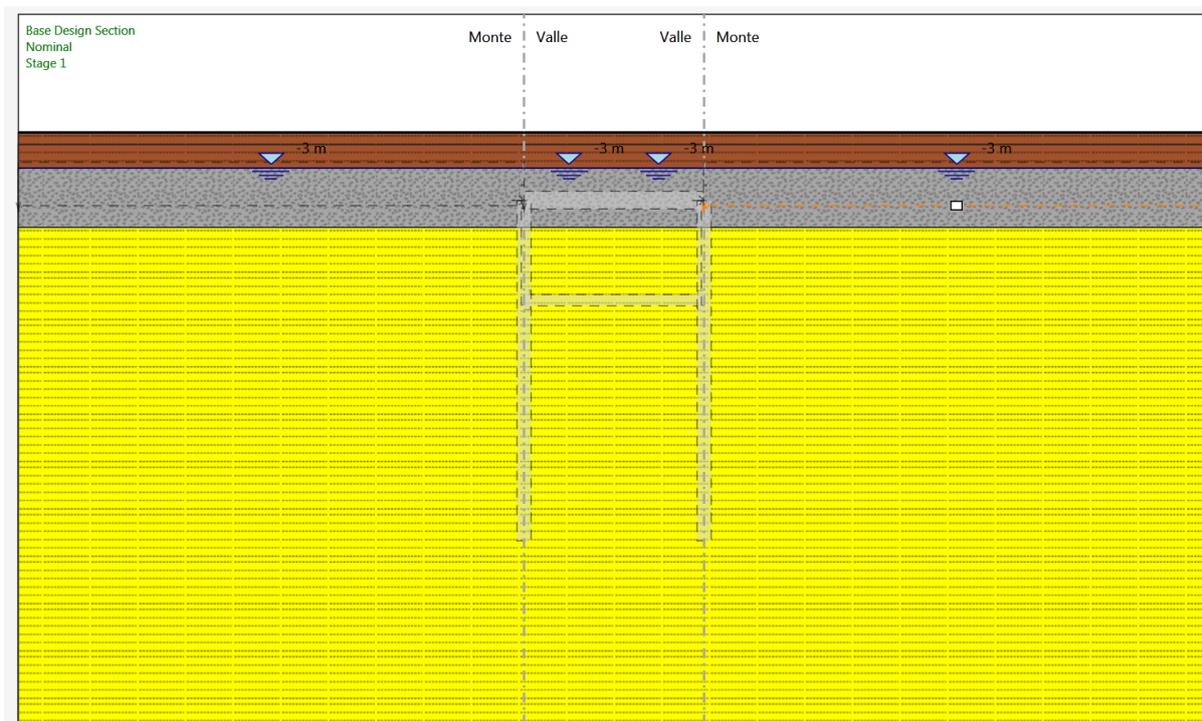
In corrispondenza della soletta di fondazione, modellata come elemento "slab", al carico dovuto al ritombamento viene aggiunto il peso proprio della soletta calcolato come:

$$q_{\text{pp soletta}} = 1.5 \text{ m} \times 25 \text{ kN/mc} = 37.5 \text{ kPa}$$

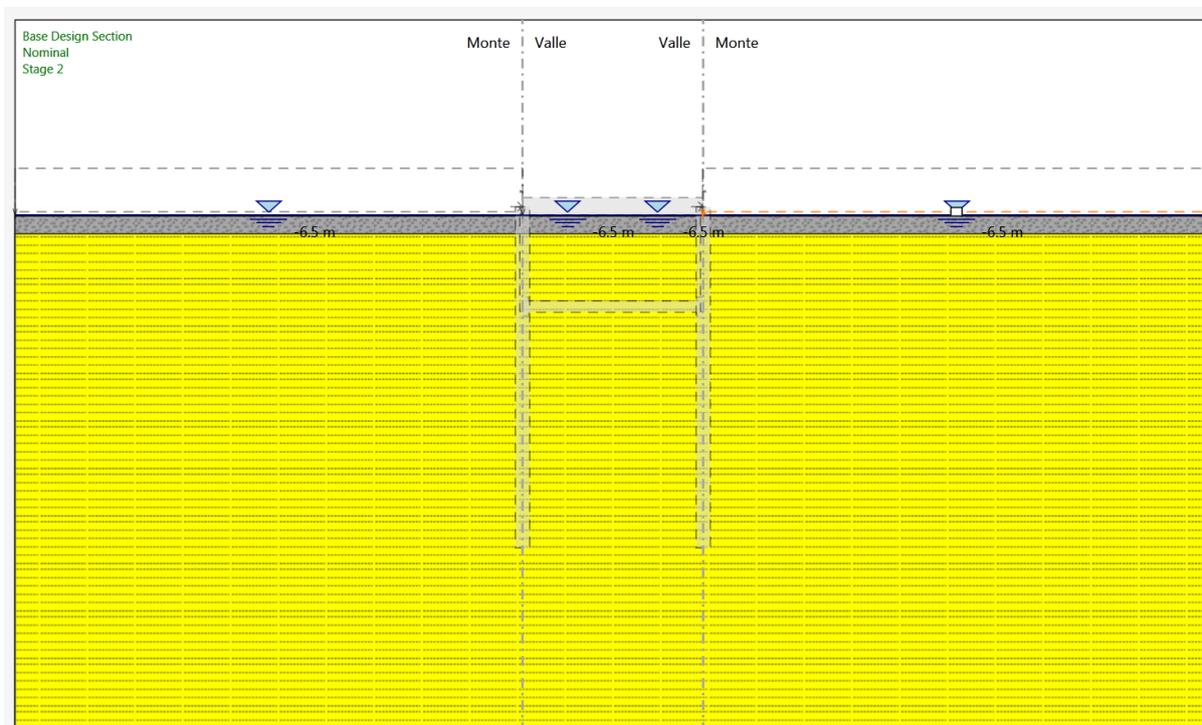
La falda è applicata a quota testa pali in considerazione delle condizioni di drenaggio e impermeabilizzazione al contorno dell'opera.

L'altezza di scavo massimo, corrispondente alla fase di scavo per il getto della soletta di fondo, è di 8.30 m.

Di seguito si riportano le fasi costruttive per la galleria:



*Figura 8.1 Configurazione iniziale*



*Figura 8.2 Sbancamento fino a quota testa pali*

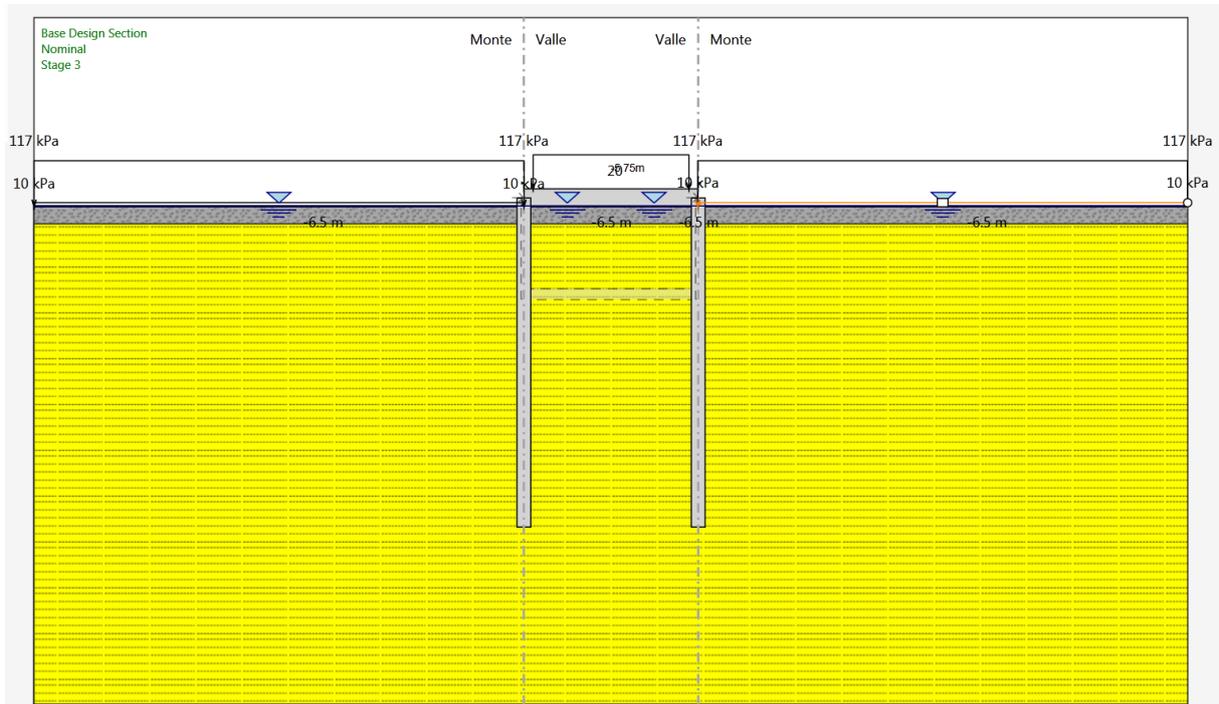


Figura 8.3 Realizzazione pali e soletta di copertura, applicazione carico di ritombamento



Figura 8.4 Scavo fino a quota massima

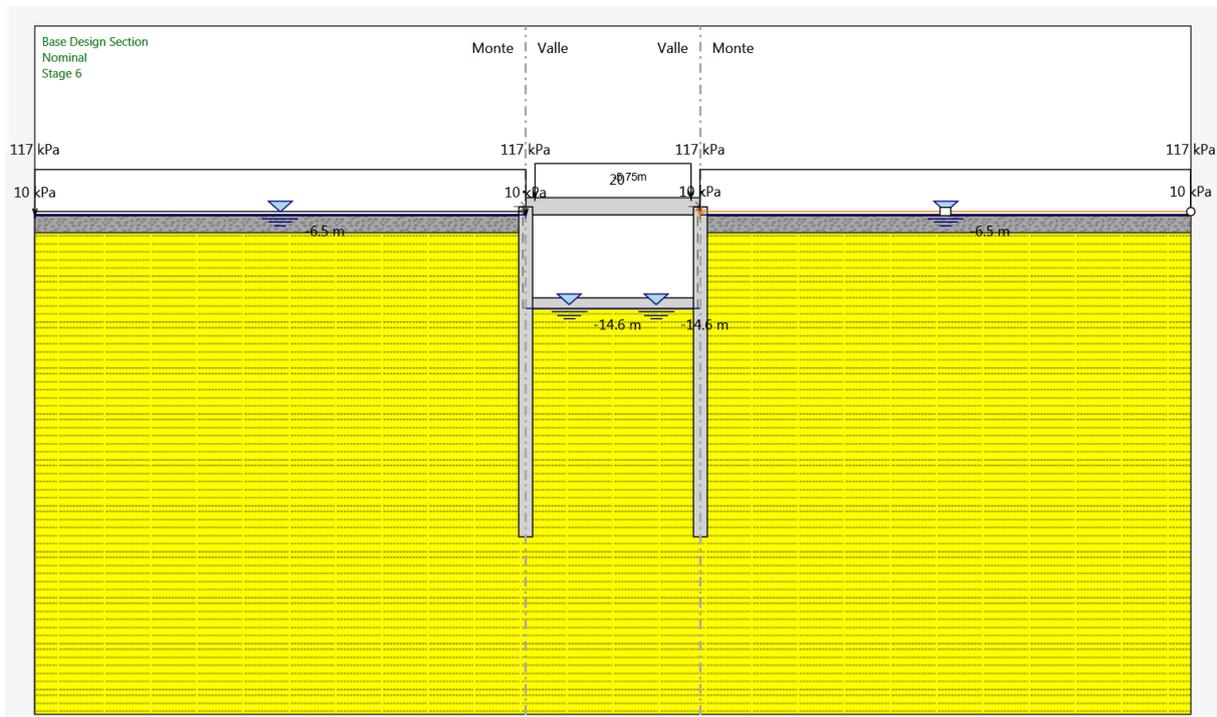


Figura 8.5 Configurazione finale

## 8.2 Paratie di imbocco

Per le paratie di imbocco, come precedentemente descritto, si fa distinzione tra paratie tirantate e a sbalzo. I tiranti sono provvisori in quanto in configurazione finale il contrasto alle spinte del terreno è garantito dalla soletta di fondo su cui posa il piano stradale. Per ogni tipologia si è considerata la maggiore pendenza del terreno a monte ricavata dagli elaborati grafici. Si dica che, in generale, la condizione più gravosa sussiste sulle paratia in sinistra dell'imbocco direzione Caltanissetta e che il terreno a tergo, partendo dalle paratie adiacenti la galleria e andando verso quelle finali di risvolto, degrada dolcemente in direzione longitudinale fino ad arrivare a quota inferiore rispetto il cordolo delle paratie finali. Tale configurazione è ben rappresentata dalle fasi di calcolo mostrate nei paragrafi successivi.

### 8.2.1 Paratie con II ordini di tiranti

Le paratie con altezza maggiore (  $H=10.50$  m) prevedono pali di lunghezza  $L=20$  m, profondità di infissione minima pari a [11.50](#), e doppio ordine di tiranti provvisori a 4 m d'interasse in verticale e 1.40 m di interasse in orizzontale.

Le fasi di calcolo sono le seguenti:

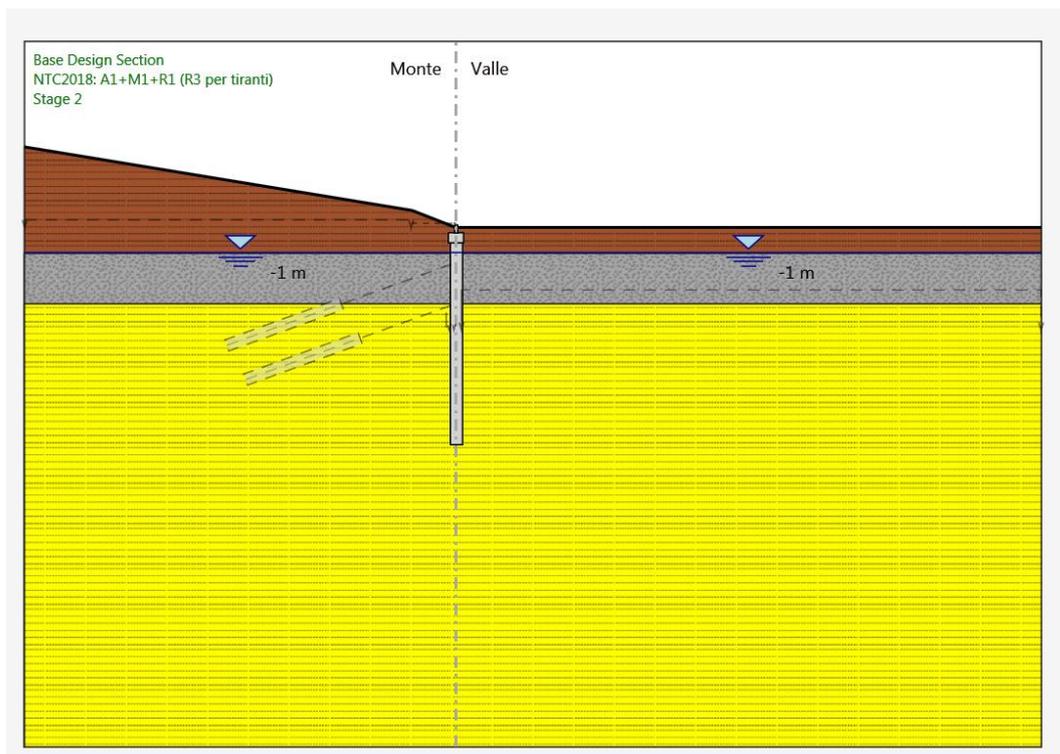
1. Condizioni litostatiche iniziali;
2. Scavo fino a quota -2.5 m da quota testa pali;

3. Realizzazione primo ordine di tiranti;
4. Scavo fino a quota - 6.5 m;
5. Realizzazione secondo ordine di tiranti;
6. Scavo finale massimo a quota -7 m da quota testa pali;
7. Realizzazione solaio di fondo;
8. Disattivazione dei tiranti (provvisori) e applicazione dell'azione sismica.

La rigidità fornita dal solaio di fondo, modellato come una molla reagente alla sola compressione, è calcolata come segue:

$$K_{\text{trasv}}^{\text{Soletta}} = E_{\text{cls}} \times A_c / L_{\text{soletta}} = 33346 \text{ MPa} \times 0.8 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} / 15.85 \text{ m} = 1683079 \text{ kN/m}$$

Di seguiti si illustrano le fasi di calcolo:



*Figura 8.6 Condizioni iniziali*

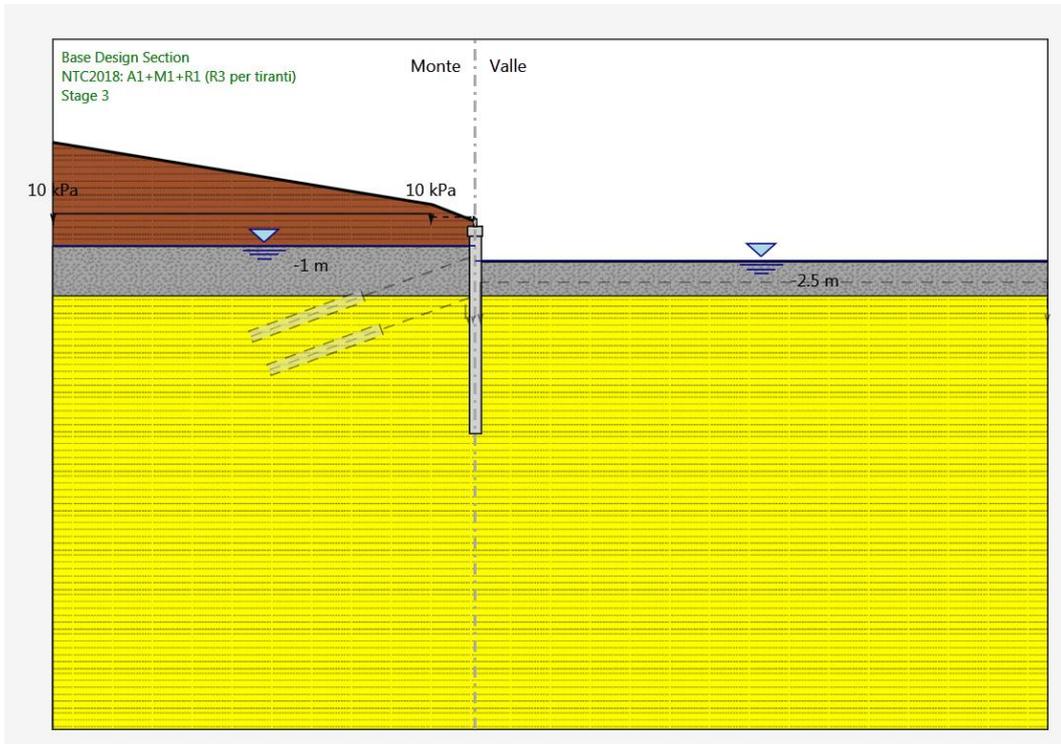


Figura 8.7 Scavo per realizzazione primo ordine di tiranti

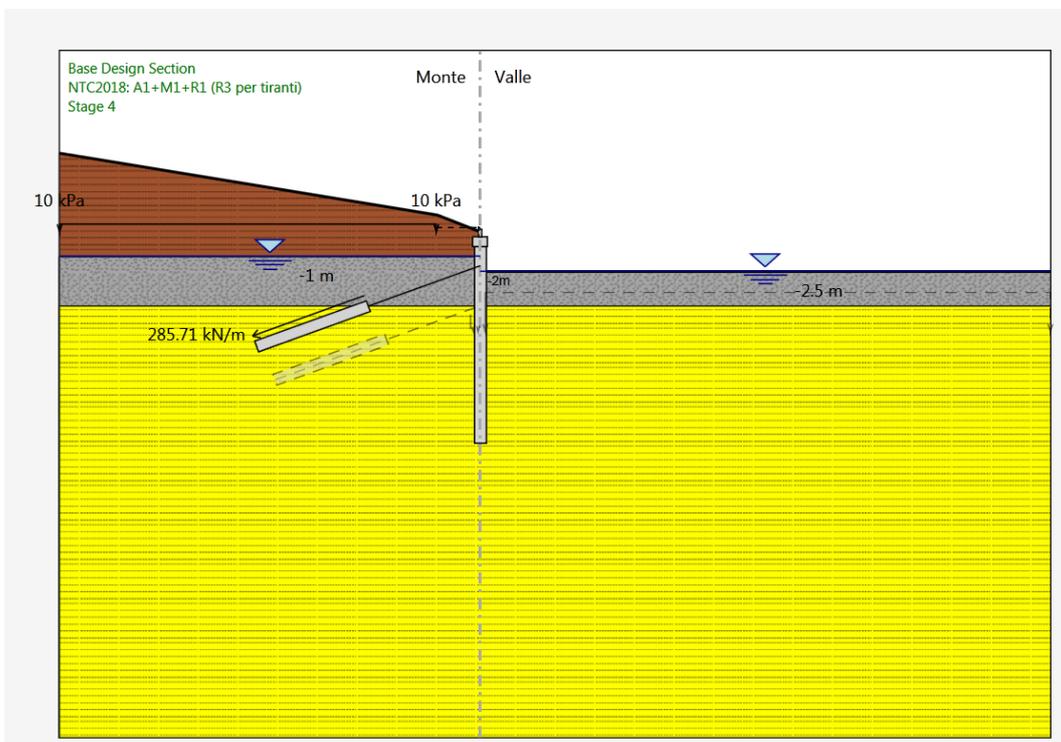


Figura 8.8 attivazione primo ordine di tiranti

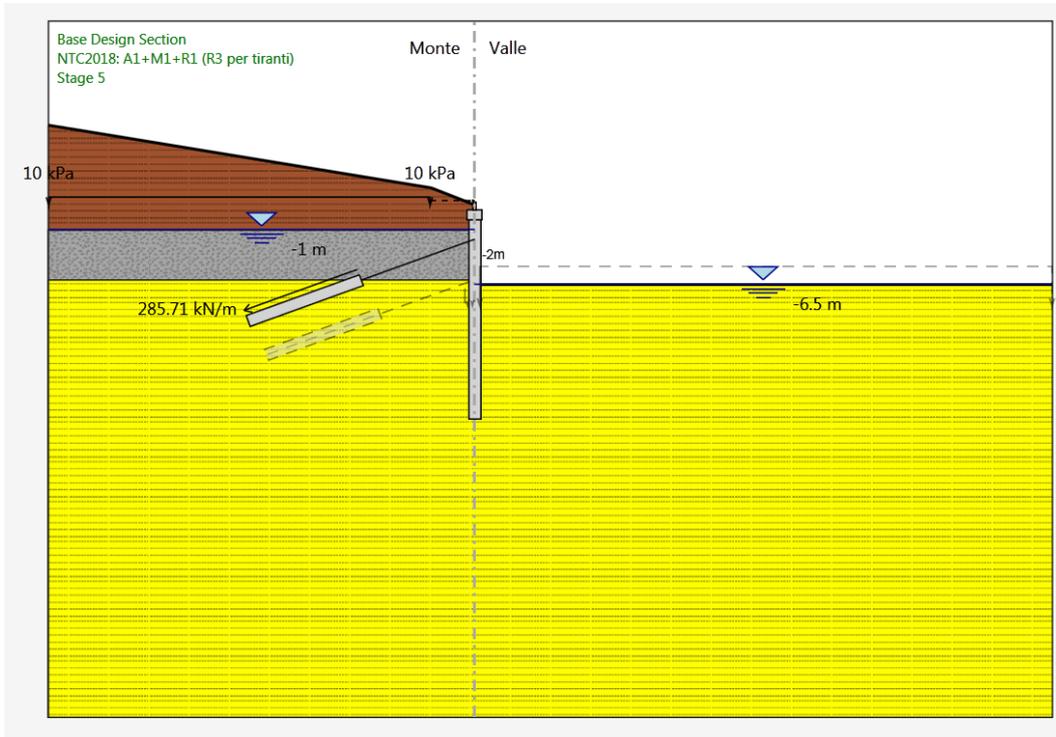


Figura 8.9 scavo per realizzazione secondo ordine di tiranti

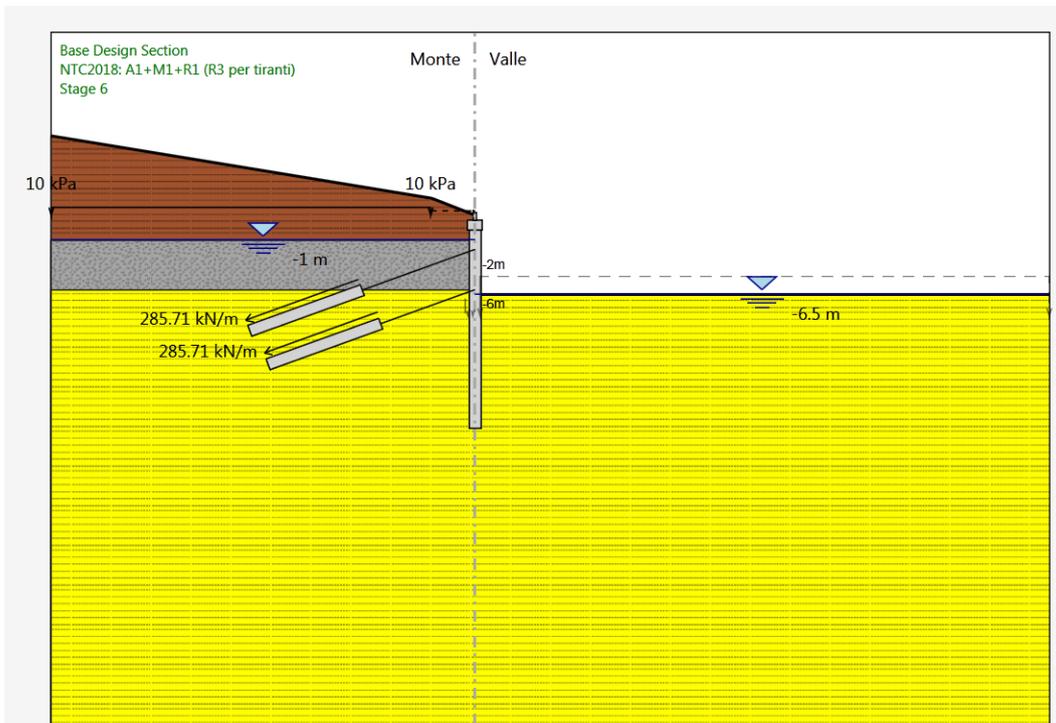


Figura 8.10 attivazione secondo ordine di tiranti

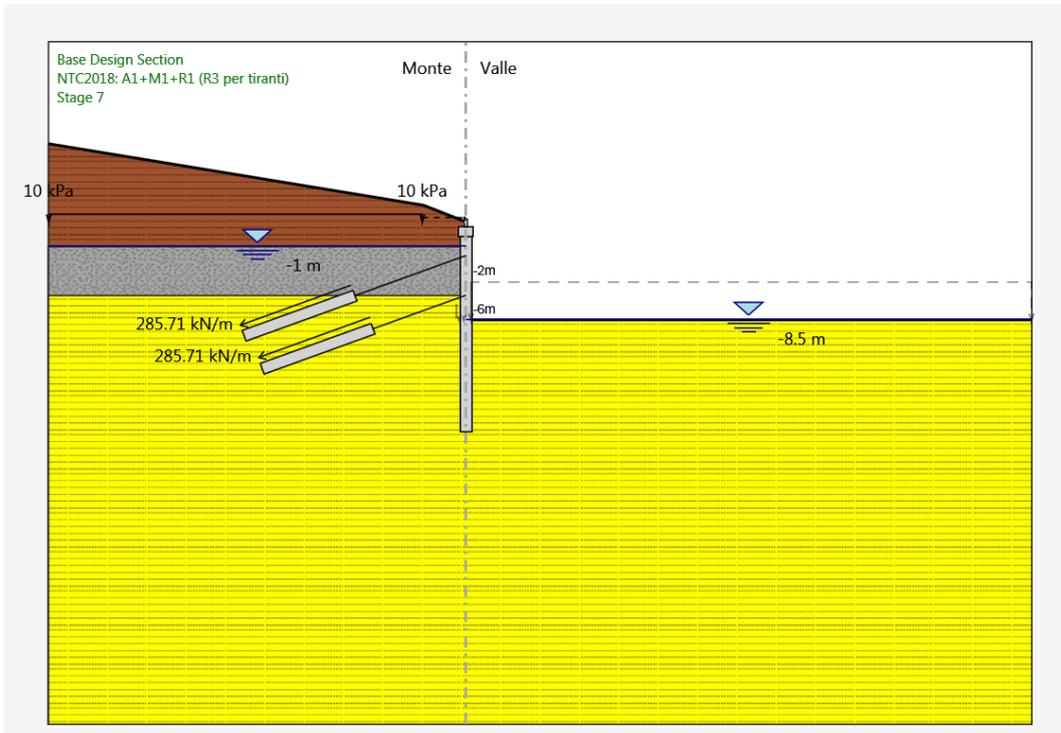


Figura 8.11 scavo massimo per realizzazione soletta di fondo

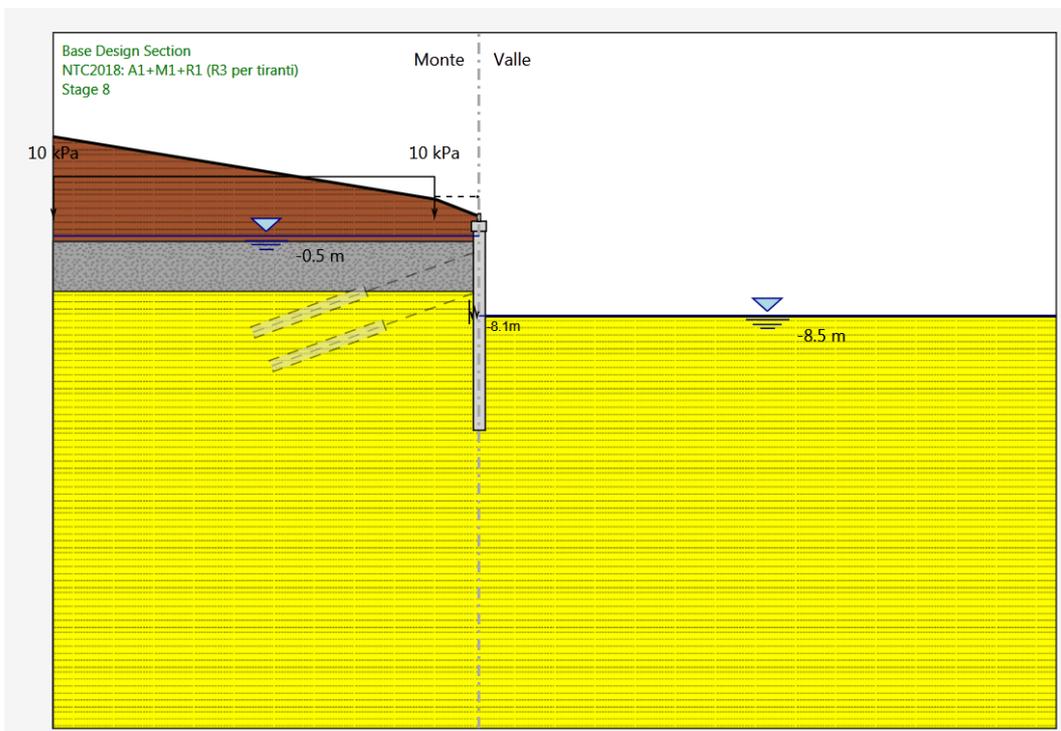


Figura 8.12 Configurazione finale: attivazione soletta di fondo e disattivazione tiranti

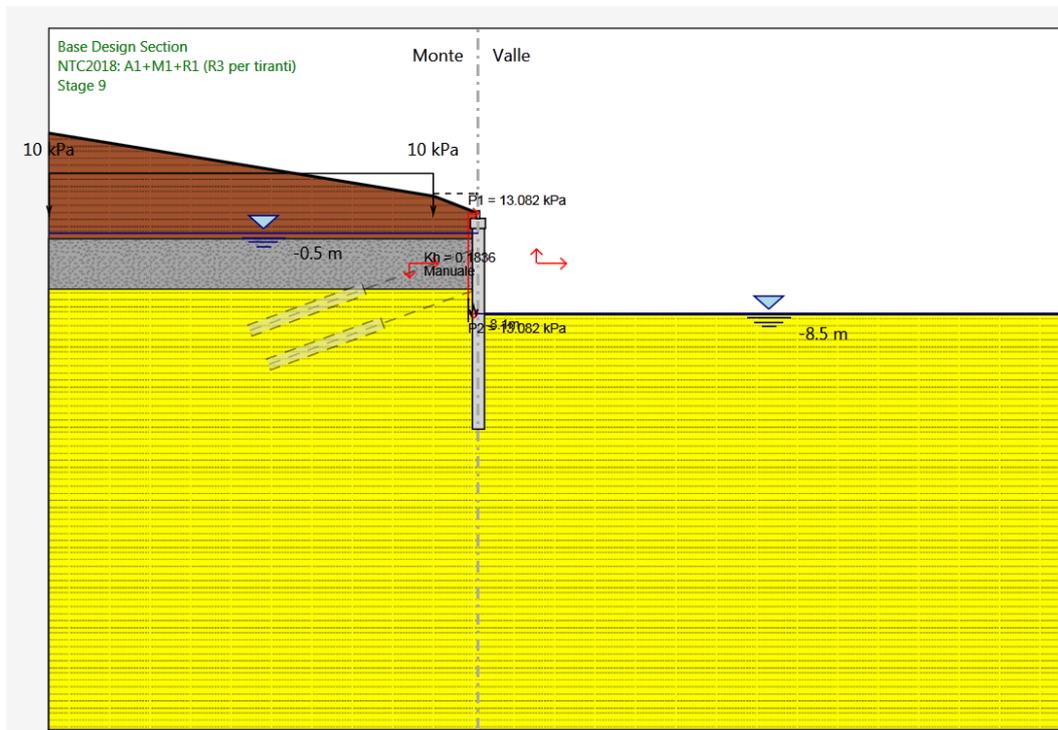


Figura 8.13 Configurazione finale: applicazione azione sismica

### 8.2.2 Paratie con I ordine di tiranti

Le paratie con altezza compresa tra 7 metri e 9 metri prevedono pali di lunghezza  $L=20$  m, profondità di infissione minima pari a **13.0 m**, e un ordine di tiranti provvisori con interasse di 1.40 m in direzione orizzontale. Le fasi di calcolo sono le seguenti

1. Condizioni litostatiche iniziali;
2. Scavo fino a quota -2.5 m da quota testa pali;
3. Realizzazione primo ordine di tiranti;
4. Scavo finale massimo a quota -5 m da quota testa pali;
5. Realizzazione solaio di fondo;
6. Disattivazione dei tiranti (provvisori) e applicazione dell'azione sismica.

La rigidezza fornita dal solaio di fondo, modellato come una molla reagente alla sola compressione, è calcolata come segue:

$$K_{\text{trasv}}^{\text{Soletta}} = E_{\text{cls}} \times A_c / L_{\text{soletta}} = 33346 \text{ MPa} \times 0.8 \text{ m} \times 1.0 \text{ m} / 15.85 \text{ m} = 1683079 \text{ kN/m}$$

Di seguito si illustrano le fasi di calcolo:

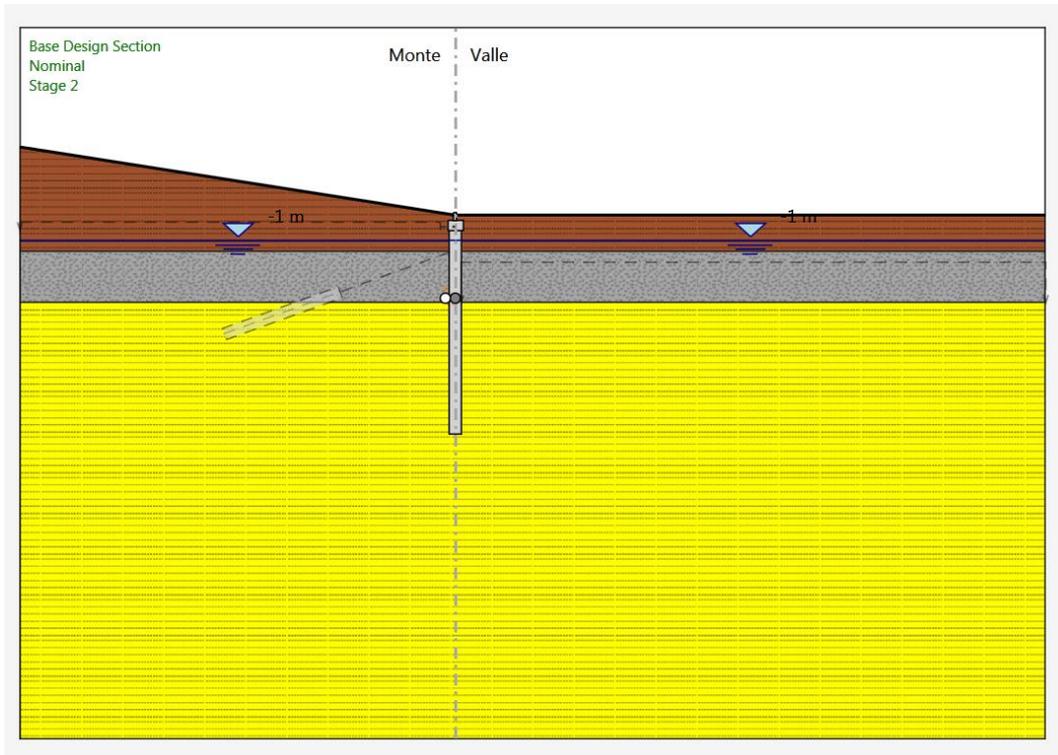


Figura 8.14 Condizioni iniziali

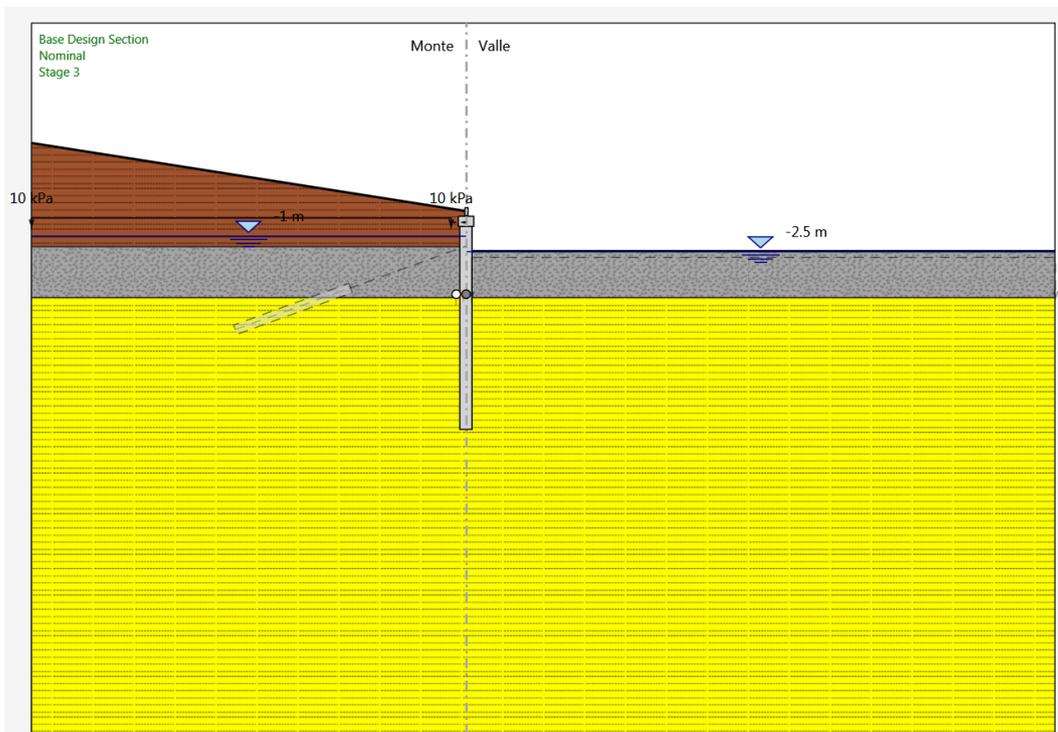


Figura 8.15 Scavo per realizzazione primo ordine di tiranti

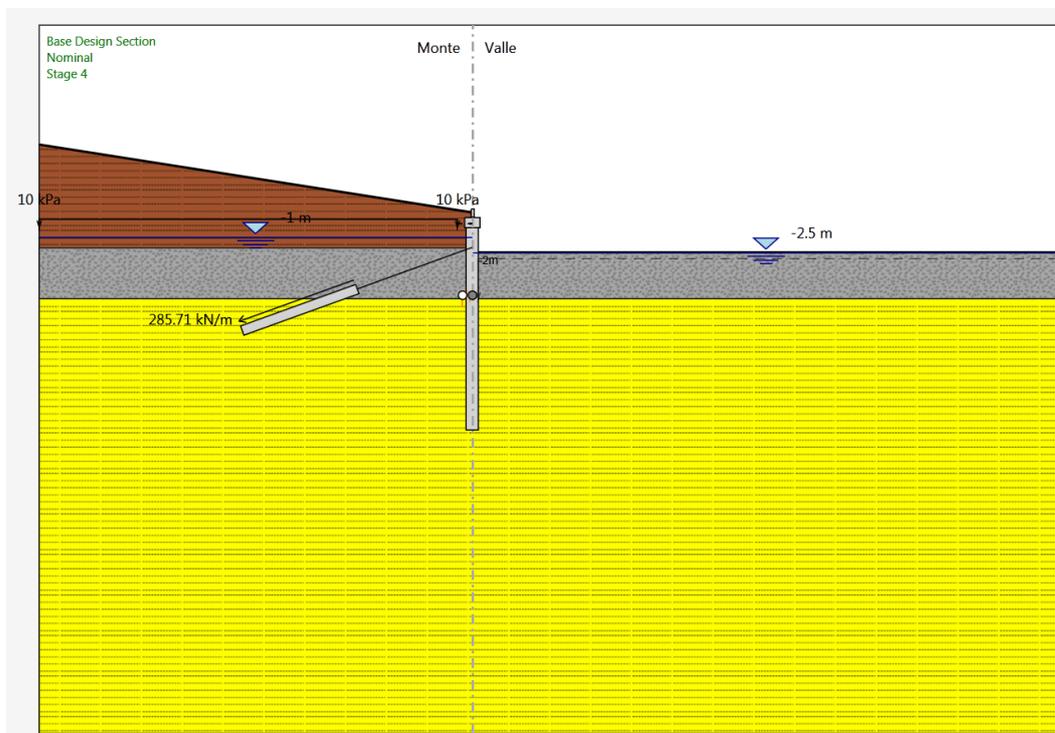


Figura 8.16 attivazione primo ordine di tiranti

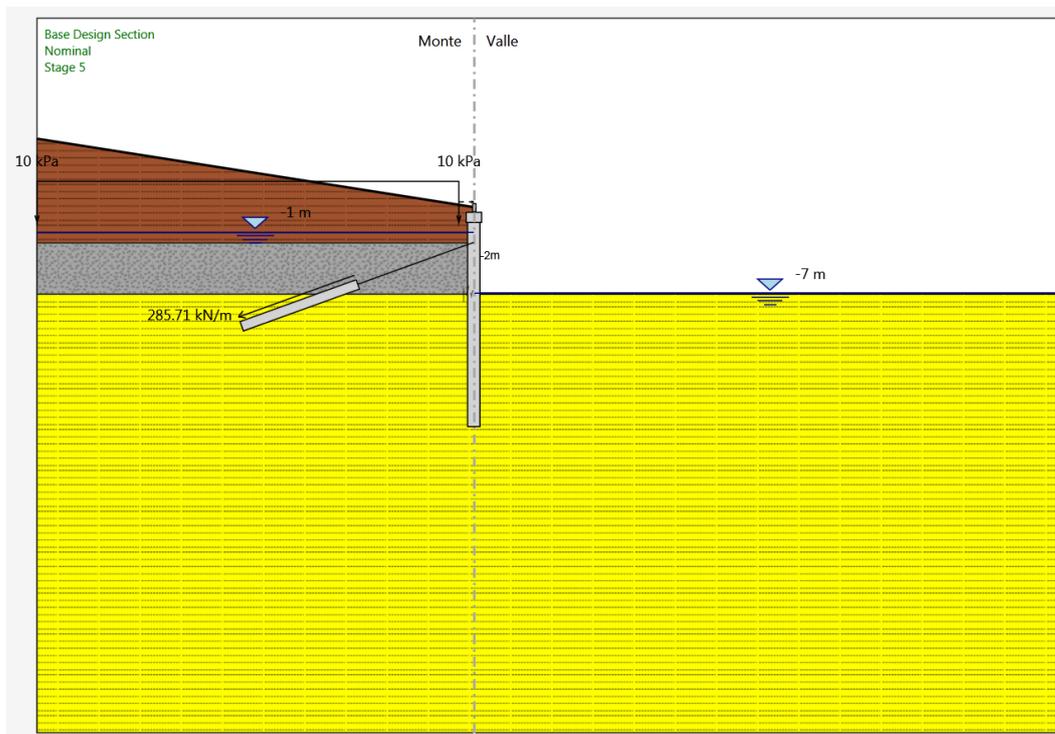


Figura 8.17 scavo massimo per realizzazione soletta di fondo

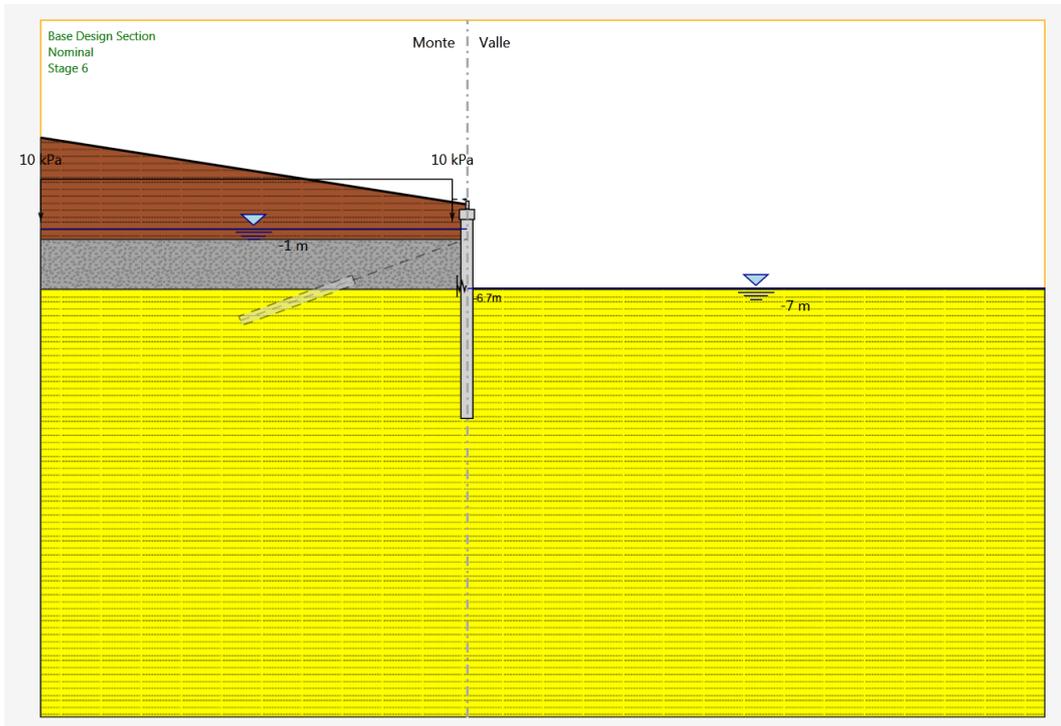


Figura 8.18 Configurazione finale: attivazione soletta di fondo e disattivazione tiranti

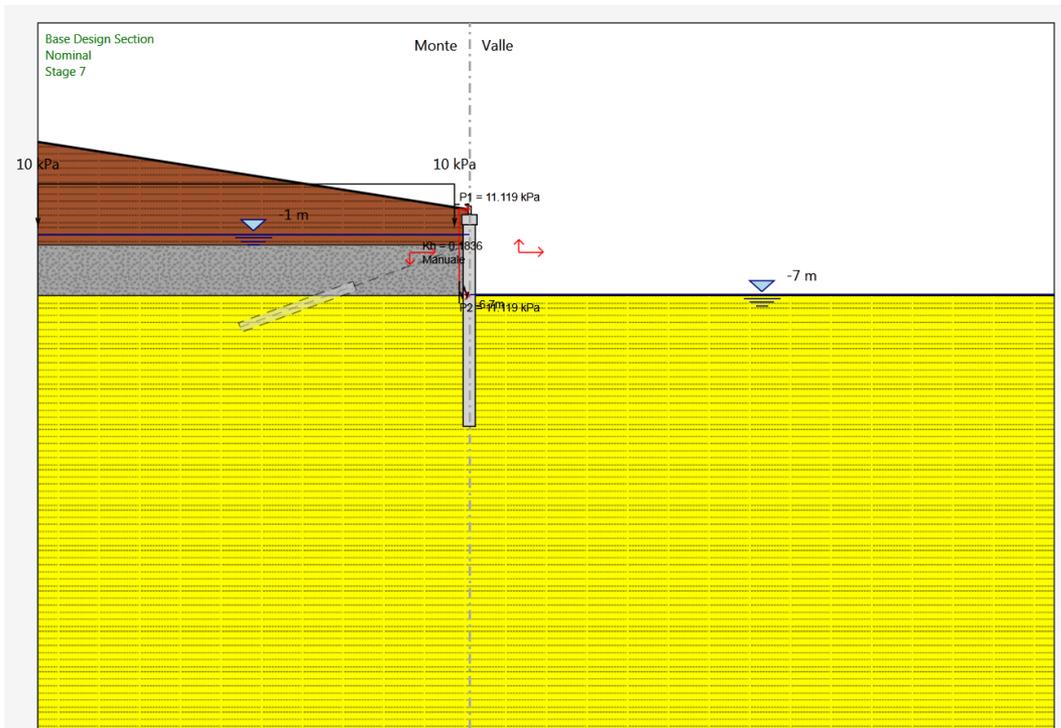


Figura 8.19 Configurazione finale: applicazione azione sismica

### 8.2.3 Paratie a sbalzo

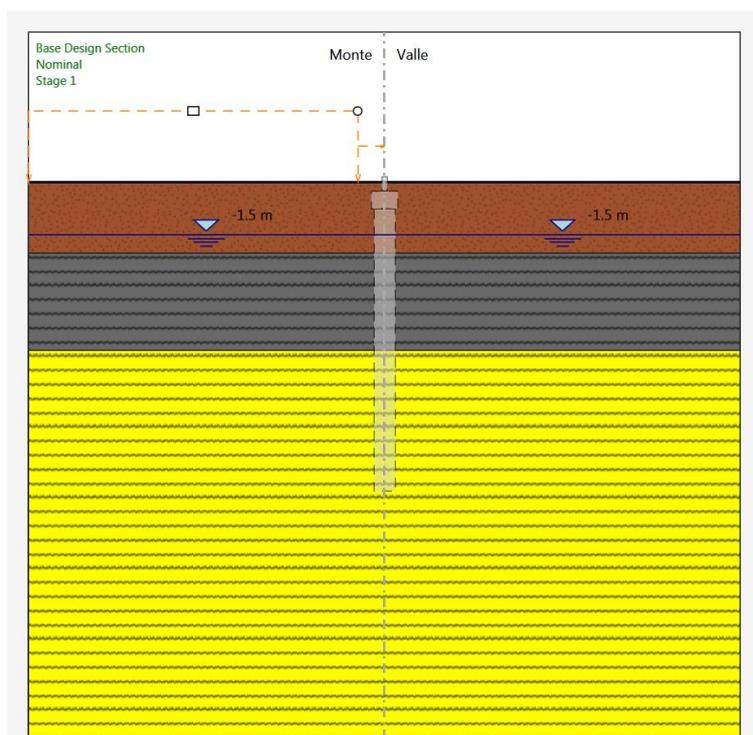
Le paratie con altezza inferiore a 7 metri prevedono pali di lunghezza  $L=16$  m e profondità di infissione minima pari a 11.0. Le fasi di calcolo sono le seguenti:

1. Condizioni litostatiche iniziali;
2. Scavo fino a quota massima;
3. Reinterro al piede e applicazione dell'azione sismica.

Le paratie a sbalzo prevedono una altezza di scavo maggiorata rispetto a quella relativa alla configurazione definitiva, necessaria alla posa in opera dei tubi per la raccolta delle acque di piattaforma (ulteriori 1.5 m).

In configurazione definitiva, dunque, si considera il reinterro di 1.5 m successivo alla posa delle tubazioni.

Di seguito si illustrano le fasi di calcolo:



*Figura 8.20 Condizioni litostatiche iniziali*

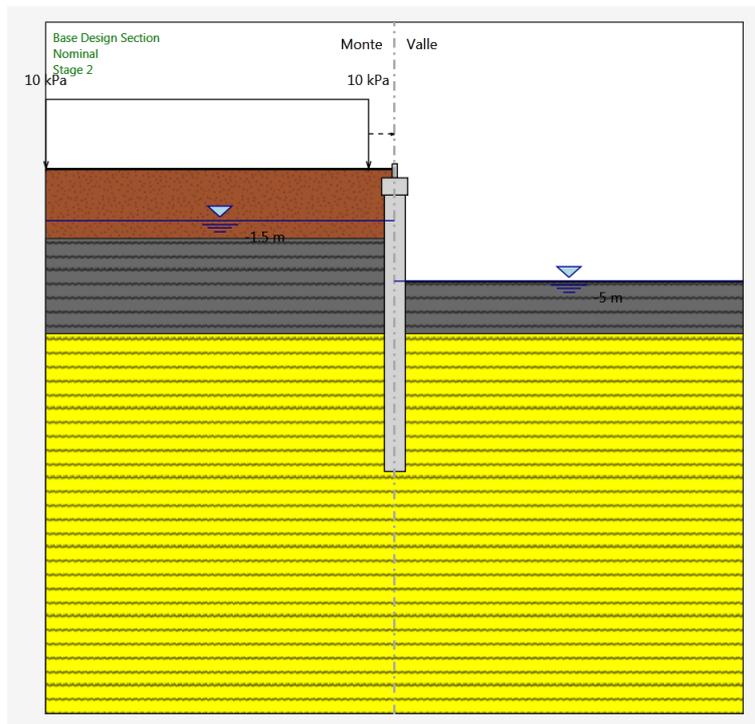


Figura 8.21 Condizioni di scavo massimo

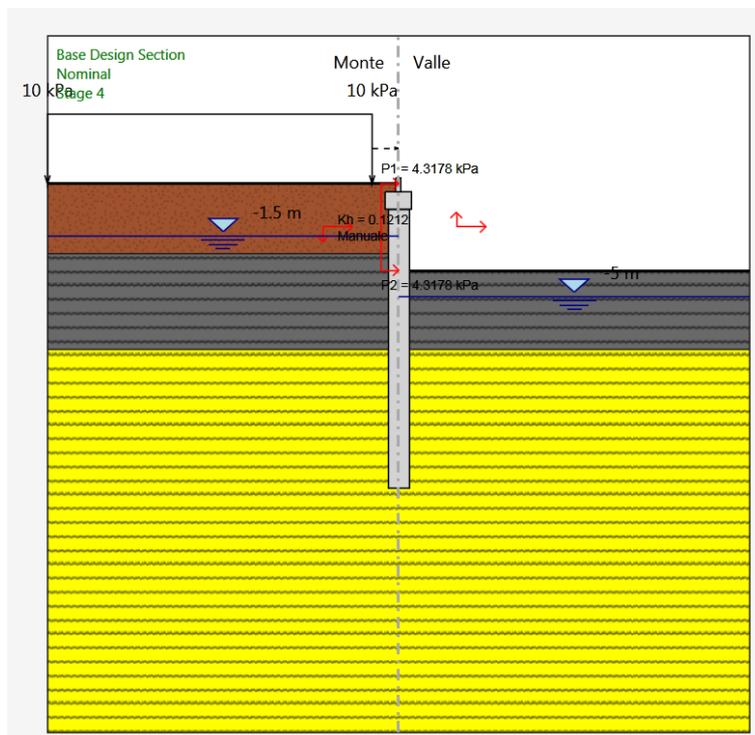


Figura 8.22 Reinterro finale e applicazione azione sismica

### 8.3 Sintesi dei risultati

Di seguito sono riportati i valori di sollecitazione relativi agli involucri delle combinazioni di carico SLU e SLE. I valori delle prime righe sono espressi in kNm/m per i momenti flettenti e in kN/m per il taglio, i valori di verifica sono calcolati moltiplicando i primi per l'interasse dei pali. Il segno positivo o negativo indica, rispettivamente, le fibre tese lato scavo o lato terra. Le verifiche sono state svolte considerando le sollecitazioni massime.

<b>OPERA : Galleria Poggio Vipera</b>			GALLERIA	IMBOCCO GALLERIA		
			PARATIA GALLERIA	PARATIA 1 (I+II tiranti)	PARATIA 2 (I tiranti)	PARATIA 3 (a sbalzo)
<b>altezza pali</b>	<b>Hpali</b>	<b>m</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>
spinta massima efficace	S'h	kN/m	2855	1328	1600	972
spinta massima ammissibile	S'rd	kN/m	4570	1416	1819	1800
	dmax (SLE)	mm	1.85	23.5	20	27.6
Med SLE - (qp)	Med SLE -	kNm/m	-1465	-715	-350	-405
Med SLU +	Med SLU +	kNm/m	480	485	417	-
Med SLU-	Med SLU-	kNm/m	-2600	-1105	-458	-530
Med SLV +	Med SLV +	kNm/m	570	0	0	-
Med SLV-	Med SLV-	kNm/m	-2700	-1630	-857	-480
Ved SLU	Ved SLU	kN/m	700	448	260	116
Ved SLV	Ved SLV	kN/m	710	500	315	140
	$M_{ed}^{SLU/SLV \max}$	kNm	798	679	583.8	
	$M_{ed}^{SLU/SLV \min}$	kNm	-3780	-2282	-1200	-742
	$M_{ed}^{SLE \max}$	kNm	511	518	0	
	$M_{ed}^{SLE \min}$	kNm	-2051	-1001	-490	-567
	$V_{ed}^{SLU/SLV}$	kN	994	700	441	196

Figura 8.23 Sintesi sollecitazioni di progetto pali

<b>SOLETTA DI COPERTURA</b>		Mezzeria	Estremità
<b>Med SLU/SLV</b>	kNm/m	4000	-2600
<b>Med SLE</b>	kNm/m	3025	-1965
<b>Ved SLU</b>	kN/m		1750

Figura 8.24 Sintesi sollecitazioni di progetto soletta di copertura

Lo sforzo assiale nella soletta di copertura agli SLE è pari a 545 kN.

La soletta di fondazione risulta sostanzialmente poco sollecitata ove si consideri che su di essa si esercitano esclusivamente gli incrementi di sollecitazione dovuti alle azioni simiche. In questa sede se ne omettono le verifiche che appaiono poco significative.

Gli sforzi assiali agenti sui pali della galleria, vengono calcolati come segue:

**LAVORO: GA 01 POGGIO VIPERA**  
**CARICHI GRAVANTI SUI PALI LATERALI**

---

**Dati**

Diametro pali	Dp	m	1.20
interasse pali sx	ipsx	m	1.40
interasse pali dx	ipdx	m	1.40
Spessore solettone di copertura	Ssup	m	1.50
altezza cordolo sx	Hcordsx	m	0.00
larghezza cordolo sx	Bcordsx	m	0.00
altezza cordolo dx	Hcorddx	m	0.00
larghezza cordolo dx	Bcorddx	m	0.00
Distanza asse pali paratia	B	m	15.30
Aggetto soletta copertura sx	a	m	1.40
Aggetto soletta copertura dx	b	m	1.40
Altezza terreno a filo sx	Ht1	m	6.00
Altezza terreno a filo dx	ht2	m	6.00
peso specifico terreno	g	kN/m <sup>3</sup>	19.0
sovraccarico accidentale	q	kN/m <sup>2</sup>	10.0

**SLE**

**Analisi dei carichi agenti su una striscia di larghezza pari a ip**

	psx	Rpalo sx	Rpalo dx
Condizione di carico	kN/m	kN	kN
Peso proprio soletta	52.50	475.1	475.1
Permanente terreno ht2	159.60	1444.4	1444.4
Permanente terreno (ht1-ht2)	0.00	0.0	0.0
Sovraccarichi accidentali	14.00	126.7	126.7
Peso proprio cordoli		0.0	0.0

**Carichi complessivi**

	Palo sx	Palo dx
	kN	kN
<b>Carichi assiali in testa pali</b>	<b>2046</b>	<b>2046</b>

## 9 VERIFICHE STRUTTURALI

### Per i pali è prevista la seguente armatura:

1. Pali Galleria L = 28 m:
  - a. 24+24+24  $\phi$  26 radiali (accoppiate in modo da realizzare un triangolo di barre), e spirale  $\phi$ 12/10, nel tratto sommitale per 6 m;
  - b. 24  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/20 nella parte restante del palo;
2. Pali tipo 1 - L = 20 m:
  - a. 20 + 20  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/10 nella zona a cavallo della soletta di base per 6 m;
  - b. 20  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/20 nella parte restante del palo;
3. Pali tipo 2 - L = 20 m: 20  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/20;
4. Pali tipo 3 - L = 16 m: 24  $\phi$  26 radiali e spirale  $\phi$ 12/20;

Nelle verifiche nel caso di ferri accoppiati si utilizza il diametro equivalente :

- Pali galleria  $\phi_{eq} = \phi_{singolo} \times \sqrt{3}$ ;
- PaliTipo 1  $\phi_{eq} = \phi_{singolo} \times \sqrt{2}$ .

La soletta di copertura verrà armata con una maglia di ferri in entrambe le direzioni sia superiormente che inferiormente. Nella direzione longitudinale della galleria sono previsti dei ripartitori fi26/20 sia inferiori che superiori. Trasversalmente è previsto uno strato continuo di fi26/10 sia superiore che inferiore. Nella sezione di mezzera sono previsti due strati aggiuntivi fi26/10 inferiori. Alle estremità è previsto uno strato aggiuntivo superiore di fi26/10. Nelle zone d'estremità sono previste spille fi20 predisposte con una maglia 40x40.

### 9.1 Verifiche a flessione e pressoflessione

Di seguito si riportano le verifiche a flessione dei pali delle paratie agli involucri SLU/SLV e agli SLE-QP:

- **Pali Galleria**

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.  
NOME SEZIONE: GALLERIA\_L28m\_negativo  
(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\STRIGA01 - POGGIO VIPERA\IRC-SEC\GALLERIA\_L28m\_negativo.sez)

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza:

Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :		0.50	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40

Raggio circ.:	60.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	49.1	24	45.0

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	2046.00	-3780.00	0.00	0.00	0.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	2200.00 (1033.07)	0.00 (0.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	2046.00	2051.00 (1244.90)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.3 cm

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	2046.00	-4752.36	0.00	2089.96	-6179.84	0.00	1.635	-----

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione									
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace									
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)									
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)									
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)									
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)									
N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00051	0.0	60.0	0.00265	0.0	-49.1	-0.00501	0.0	49.1

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000078033	-0.001182004	----	----

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	10.13	0.0	0.0	-205.3	0.0	-49.1	2964	143.3	12.8	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione;  $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$  per trazione eccentrica  
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
Psi =  $1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot Ss/Es$  è tra parentesi  
srm Distanza media tra le fessure [mm]  
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi  
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-7.7	0	0.125	45	67	0.779	0.00080 (0.00041)	206	0.280 (0.30)	1033.07	0.00

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	10.16	0.0	0.0	-135.3	0.0	-49.1	2316	111.5	12.8	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-6.0	0	0.125	45	67	0.816	0.00055 (0.00027)	206	0.194 (0.20)	1244.90	0.00

• **Pali Tipo 1**

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: PARATIA\_IMBOCCO\_L20\_Illstrati20fi26**

**(Percorso File: U:\ANASIAQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA1 - PA83\_SS626 Gela07-Rel\ISTRIGA01 - POGGIO VIPERAIRC-SECIPARATIA\_IMBOCCO\_L20\_Illstrati20fi26.sez)**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.065 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.630 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef:		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :		0.50

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40
Raggio circ.:	60.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

**DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE**

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	49.5	20	36.8

**ARMATURE A TAGLIO**

Diametro staffe:	8 mm
Passo staffe:	6.4 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y

Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x					
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	2282.00	0.00	0.00	950.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1001.00 (851.84)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	11.8	cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.9	cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	2479.16	0.00	0.00	3500.74	0.00	1.534	138.3(23.6)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00211	0.0	60.0	0.00235	0.0	49.5	-0.00843	0.0	-49.5

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000108990	-0.003039419	0.293	0.807

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 6.4 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Vsdu Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro  
 Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]  
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]  
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.

Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.

	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff					
	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m]					
				Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.	L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.					
N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	0.00	4038.52	544.47	96.2	102.9	45.00°	1.000	0.0	16.1(0.0)

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

	Ver	Sc max	Xc max, Yc max	Sf min	Xs min, Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12		
	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2		
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.44	0.0	0.0	-158.7	0.0	-49.5	2690	74.5	15.5	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

	Ver.	S1	S2	k2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess.	My fess.	
	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm	Esito della verifica	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa	$= 1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr} / \text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm} / \text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess} / \text{M})^2$ [B.6.6 DM96]	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss} / \text{Es}$ è tra parentesi	Distanza media tra le fessure [mm]	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * \text{sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess		
1	S	-4.3	0	0.125	37	67	0.638	0.00051 (0.00032)	231	0.199 (0.20)	851.84	0.00		

## • Pali tipo 2

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: PARATIA\_IMBOCCO\_L20\_Istrato24fi26

(Percorso File: U:\ANAS\IAQ 2018-2022\IDG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela07-Rel\ISTRIGA01 - POGGIO VIPERA\IRC-SEC\PARATIA\_IMBOCCO\_L20\_Istrato24fi26.sez)

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Moderat. aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.630	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1^* \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1^* \beta_2$ :	0.50	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40
Raggio circ.:	60.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.0	24	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1200.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	490.00 (760.36)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.5	cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1572.54	0.00	0.00	2253.42	0.00	1.878	90.3(23.8)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00341	0.0	60.0	0.00216	0.0	50.0	-0.01127	0.0	-50.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000134301	-0.004558074	0.237	0.736

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.11	0.0	0.0	-123.1	0.0	-50.0	1806	37.2	13.1	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
 Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; =(e1 + e2)/(2\*e1) per trazione eccentrica  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.3	0	0.125	26	67	-0.204	0.00025 (0.00025)	223	0.093 (0.20)	760.36	0.00

### • Pali tipo 3

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

##### NOME SEZIONE: PARATIA\_IMBOCCO\_L16m

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\IDG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\STR\IGA01 - POGGIO VIPERA\IRC-SEC\PARATIA\_IMBOCCO\_L16m.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$ :		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$ :	0.50		

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40

Raggio circ.:	60.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.0	20	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	735.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	560.00 (628.77)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1339.29	0.00	0.00	1923.90	0.00	2.618	79.6(20.4)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00408	0.0	60.0	0.00203	0.0	50.0	-0.01270	0.0	-50.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000147297	-0.005337837	0.216	0.710

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]

Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.18	0.0	0.0	-166.1	0.0	-50.0	1751	26.5	15.6	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss / Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.8	0	0.125	26	62	0.370	0.00033 (0.00033)	241	0.136 (0.20)	628.77	0.00

### • Soletta di copertura (Sezione in mezzeria)

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

##### NOME SEZIONE: SOLETTA COPERTURA\_Mpositivo

(Percorso File: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\ISTRIGA01 - POGGIO VIPERA\IRC-SEC\SOLETTA COPERTURA\_Mpositivo.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta1 * \beta2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta1 * \beta2$ :	0.50	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.8	26
2	40.0	7.8	26
3	-40.0	13.0	26
4	40.0	13.0	26
5	-40.0	18.2	26
6	40.0	18.2	26
7	-40.0	142.2	26
8	40.0	142.2	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	26
4	7	8	8	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	545.00	4000.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	545.00	3025.00 (1887.53)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	545.00	7350.82	-36.83	545.14	8181.93	0.00	2.036	-----

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00379	-50.0	150.0	0.00262	-40.0	142.2	-0.01262	-40.0	7.8

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000113390	-0.013508484	----	----

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	7.56	-50.0	150.0	-152.5	31.1	7.8	2600	159.3	5.2	0.50

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \beta_1 \cdot 12 \cdot (S_s / S_s)^2 = 1 - \beta_1 \cdot 12 \cdot (f_{ctm} / S_2)^2 = 1 - \beta_1 \cdot 12 \cdot (M_{fess} / M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s / E_s$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_m \cdot s_{rm}$ . Valore limite tra parentesi

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.0	0	0.125	26	65	0.805	0.00061 (0.00031)	162	0.169 (0.20)	1887.53	0.00

• **Soletta di copertura (Sezione alle estremità)**

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: SOLETTA\_COPERTURA\_Mnegativo**

(Percorso File: U:\ANASIAQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\STR\GA01 - POGGIO VIPERA\RC-SEC\SOLETTA\_COPERTURA\_Mnegativo.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di calcolo fcd:	18.810 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	7.8	26
2	40.0	7.8	26
3	-40.0	137.0	26
4	40.0	137.0	26
5	-40.0	142.2	26
6	40.0	142.2	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	26

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	545.00	-2600.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	545.00	-1965.00 (-1779.09)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
 Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
 Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	545.00	-5385.43	20.38	545.12	-5857.53	0.00	2.243	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

	es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)								
	Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
	Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00943	-50.0	0.0	0.00193	-40.0	7.8	-0.02510	-40.0	142.2

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

	a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
	x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)				
	C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.	
1	0.000000000	-0.000201151	0.003500000	---	---	

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

	Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata									
	Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]									
	Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)									
	Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]									
	Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)									
	Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre									
	As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure									
	D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure									
	Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $\beta_1 \cdot \beta_2$									
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.46	50.0	0.0	-129.4	13.3	142.2	2600	106.2	5.2	0.50

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

	Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$										
	S1	Esito della verifica										
	S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata										
	k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata										
	k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata										
	Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica										
	Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff										
	Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
	e sm	= $1 - \beta_1 \cdot 12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \beta_1 \cdot 12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \beta_1 \cdot 12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]										
	srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi										
	wk	Distanza media tra le fessure [mm]										
	MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi										
	MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
		Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.4	0	0.125	26	65	0.590	0.00038 (0.00026)	172	0.112 (0.20)	-1779.09	0.00

Si osserva come, a flessione, tutte le verifiche siano soddisfatte.

## 9.2 Verifiche a taglio

La resistenza massima agli SLU è calcolata come segue:

### VERIFICHE SLU PER SOLLECITAZIONI TAGLIANTI

Dati	Var	unità	pali	pali	soletta
Resistenza a compressione cubica media	Rcm	Mpa	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica di progetto	fck	Mpa	33.2	33.2	33.2
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.8	18.8	18.8
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fym	Mpa	450	450	450
Tensione di snervamento acciaio di armatura di progetto	fyk	Mpa	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>					
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	0.00	0.00	1.50
Larghezza/ Diametro	B	m	1.20	1.20	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	1.13	1.13	1.50
Larghezza anima	bw	m	1.08	1.08	1.50
copriferro	c	m	0.1	0.1	0.1
altezza utile della sezione	d	m	0.86	0.86	1.40
<b>Compressione agente nella sezione</b>					
Sforzo normale di calcolo	N <sub>Ed</sub>	kN	0.0	0.0	500.0

### Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

#### Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	5242.1	5242.1	11852.4
--------------------------------------	------------------	----	--------	--------	---------

#### Verifica dell'armatura trasversale

diametro staffe	fsw	mm	12	12	20
passo staffe	scp	m	0.10	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	226	785
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	22	22	22
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0	333
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00	1.02
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	1695.6	847.8	2396.1
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	2731.1	2731.1	6284.4

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1695.6</b>	<b>847.8</b>	<b>2396.1</b>
----------------------------	-----------------------	-----------	---------------	--------------	---------------

Di seguito si riporta il coefficiente di sicurezza nei confronti delle sollecitazioni taglianti di progetto:

OPERA : Galleria Poggio Vipera			GALLERIA		IMBOCCO GALLERIA		
			PARATIA GALLERIA	SOLETTA	PARATIA 1 (I+II tiranti)	PARATIA 2 (I tiranti)	PARATIA 3 (a sbalzo)
	V <sub>ed</sub> <sup>SLU/SLV</sup>	kN	994	1750	700	441	196
Taglio resistente	V <sub>rd</sub>	kN	1695	2396	1695	847	847
<b>C.S. a taglio</b>	<b>C.S. STR (V)</b>		<b>1.71</b>	<b>1.37</b>	<b>2.42</b>	<b>1.92</b>	<b>4.32</b>

Le verifiche a taglio risultano soddisfatte.

## 10 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 10.1 Verifiche di equilibrio limite delle paratie

La sicurezza nei confronti dello stato limite d'equilibrio geotecnico è calcolata confrontando la spinta passiva mobilitata con la spinta passiva massima ammissibile:

OPERA : Galleria Poggio Vipera			GALLERIA	IMBOCCO GALLERIA		
			PARATIA GALLERIA	PARATIA 1 (I+II tiranti)	PARATIA 2 (I tiranti)	PARATIA 3 (a sbalzo)
<b>altezza pali</b>	<b>H<sub>pali</sub></b>	<b>m</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>
spinta massima efficace	S'h	kN/m	2855	1328	1600	972
spinta massima ammissibile	S'rd	kN/m	4570	1416	1819	1800
<b>C.S. geotecnico</b>	<b>C.S. GEO</b>		<b>1.60</b>	<b>1.07</b>	<b>1.14</b>	<b>1.85</b>

In tutti i casi la sicurezza nei confronti della mobilitazione della resistenza limite del terreno è garantita.

### 10.2 Verifiche di portanza SLU dei pali della galleria

#### 10.2.1 Criteri di Calcolo

Le verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico per carico limite dei setti nei riguardi dei carichi assiali, sono state effettuate riferendosi all'Approccio 2 con i gruppi parziali A1, M1, R3 definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.II:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qa}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> 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  $\gamma_{G1}$

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

\* da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Deve essere:

$$Fcd \leq Rcd$$

Dove:

$Fcd$  è il carico assiale di compressione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul setto;

$Rcd$  la Resistenza di progetto allo SLU per il setto fornita dalla seguente espressione:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

Essendo:

$Rbd = Rbk / \gamma_b$  la resistenza alla base di progetto;

$Rsd = Rsk / \gamma_s$  la resistenza laterale di progetto;

$Wp$  il peso del setto alleggerito;

$\gamma_b, \gamma_s$  coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

$Rbk = \text{Min} [ (Rbc, cal)_{media} / \xi_3; (Rbc, cal)_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza alla punta caratteristica;

$Rsk = \text{Min} [ (Rsc, cal)_{media} / \xi_3; (Rsc, cal)_{min} / \xi_4 ]$  la resistenza laterale caratteristica;

$\xi_3, \xi_4$  coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$Rb, cal$  ed  $Rs, cal$  rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del setto valutate con la seguenti espressioni:

$$R_{b,cal} = q_b A_p$$

la resistenza alla punta e:

$$R_{s,cal} = \sum_i^n q_{s_i} A_{l_i}$$

la resistenza laterale

$i$  è lo strato i-esimo attraversato dal setto ed  $n$  il numero totale degli strati.

Per unità a comportamento coesivo (argille e limi), quali quelle che caratterizzano il caso in esame, la verifica è effettuata in termini di tensioni totali.

La resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$q_b = \sigma_v + 5.7 c_u$$

essendo  $\sigma_v$  la tensione verticale totale alla quota della base del setto e  $c_u$  la coesione non drenata del terreno di fondazione alla base.

Relativamente alla resistenza laterale, il valore di  $q_{s_i}$  viene determinato come:

$$q_{s_i} = \alpha_i c_{ui}$$

Essendo:

$\alpha$  un coefficiente riduttivo della coesione non drenata  $c_u$ , variabile secondo quanto suggerito da Viggiani per pali trivellati:

Tipo di palo	Valori di $c_u$ [kPa]	Valori di $\alpha$
Trivellato	$c_u \leq 25$	0.70
	$25 < c_u < 70$	$0.70 - 0.008 (c_u - 25)$
	$c_u \geq 70$	0.35

Tabella 10.1 – Valori di  $\alpha$  (Viggiani, “Fondazioni”, Helevius Edizioni)

### 10.2.2 Applicazione al caso in oggetto

Si riportano le verifiche di portanza SLU dei pali della galleria nei confronti delle azioni assiali di progetto.

## SLU

### Analisi dei carichi agenti su una striscia di larghezza pari a ip

	psx	Rpalo sx	Rpalo dx
Condizione di carico	kN/m	kN	kN
Peso proprio soletta	52.50	617.7	617.7
Permanente terreno ht2	159.60	1877.7	1877.7
Permanente terreno (ht1-ht2)	0.00	0.0	0.0
Sovraccarichi accidentali	14.00	190.1	190.1
Peso proprio cordoli			

### Carichi complessivi

	Palo sx	Palo dx
Carichi assiali in testa pali	2685	2685
Carichi assiali a quota fondo scavo	2897	2897

### Carichi complessivi al ml di galleria

	Palo sx	Palo dx
Carichi assiali in testa pali	1918	1918
Carichi assiali a quota fondo scavo	<b>2070</b>	<b>2070</b>

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche geotecniche di portanza verticale.

Per il calcolo della resistenza a compressione si vedano gli allegati.

LAVORO: PA83 SS626 TANGENZIALE DI GELA			OPERA: GA01 POGGIO VIPERA													
RESISTENZA DI PROGETTO DEL SETTO IN PALI TRIVELLATI SOGGETTO AD AZIONI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE																
RIEPILOGO RISULTATI			SETTO SOGGETTO A COMPRESSIONE									SETTO SOGGETTO A TRAZIONE				
			PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV			MEDI		MINIMI		ENV
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rcd [kN]	Edc [kN]	c.u. %	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %
STR1	PALI LATERALI GA	20.0	2284	749	2936	1546	796	2151	2151	2070	96%	1696	1275	1275	0	0%

## 10.3 Verifiche SLE

Di seguito si riportano gli spostamenti massimi calcolati in testa alle paratie:

OPERA : Galleria Poggio Vipera			GALLERIA	IMBOCCO GALLERIA		
			PARATIA GALLERIA	PARATIA 1 (I+II tiranti)	PARATIA 2 (I tiranti)	PARATIA 3 (a sbalzo)
<b>altezza pali</b>	<b>Hpali</b>	<b>m</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>16</b>
altezza fuori terra	Hf	m	8.5	10.5	9	7
spostamento agli SLE	dmax (SLE)	mm	1.85	23.5	20	27.6
rapporto d/H	dmax(SLE)/H		0.02%	0.22%	0.22%	0.39%

In tutti i pali il rapporto fra spostamento massimo e altezza totale fuori terra è inferiore allo 0.5%. Pertanto, tenuto conto della assenza di strutture a tergo delle opere, si ritiene che i requisiti prestazionali in termini di deformabilità risultino soddisfatti.

## 10.4 Verifiche SLU dei tiranti

Il progetto prevede l'impiego di **tiranti provvisori attivi del tipo a trefoli**.

### 10.4.1 Verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Gli stati limite ultimi dei tiranti di ancoraggio si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che li compongono.

Per il dimensionamento geotecnico, deve risultare rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$  con specifico riferimento ad uno stato limite di sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

La verifica di tale condizione può essere effettuata con riferimento alla combinazione A1+M1+R3, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.6.I. delle NTC2018.

La verifica a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si esegue confrontando la massima azione di progetto  $E_d$  con la resistenza di progetto  $R_{ad}$ , determinata applicando alla resistenza caratteristica  $R_{ak}$  i fattori parziali  $\gamma_R$  riportati nella Tab. 6.6.I.

**Tab. 6.6.I - Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi**

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_R$	1,1
Permanenti	$\gamma_R$	1,2

Il valore caratteristico della resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio  $R_{ak}$  è stato determinato con metodi di calcolo analitici, dai valori caratteristici dei parametri geotecnici dedotti dai risultati di prove in sito e/o di laboratorio.

Il valore della resistenza caratteristica  $R_{ak}$  è il minore dei valori derivanti dall'applicazione dei fattori di correlazione  $\xi_{a3}$  e  $\xi_{a4}$  rispettivamente al valor medio e al valor minimo delle resistenze  $R_{a,c}$  ottenute dal calcolo. Per la valutazione dei fattori  $\xi_{a3}$  e  $\xi_{a4}$ , si deve tenere conto che i profili di indagine sono solo quelli che consentono la completa identificazione del modello geotecnico di sottosuolo per il terreno di fondazione dell'ancoraggio.

$$R_{ak} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{a,c})_{\text{medio}}}{\xi_{a3}}; \frac{(R_{a,c})_{\text{min}}}{\xi_{a4}} \right\}.$$

Nella valutazione analitica della resistenza allo sfilamento degli ancoraggi non si applicano coefficienti parziali di sicurezza sui valori caratteristici della resistenza del terreno; si fa quindi riferimento ai coefficienti parziali di sicurezza M1.

Tab. 6.6.III - Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine

Numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_{a3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{a4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

La resistenza a sfilamento dei tiranti è stata valutata secondo le indicazioni di Bustamante-Doix (Bustamante M. et Doix B., “*Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés*”, Bulletin liaison LCPC, Nov. - Dec. 1985).

$$R_{ac} = L_f \cdot \pi \cdot \alpha \cdot ds \cdot s$$

Dove:

- $L_f$  lunghezza del bulbo di ancoraggio;
- $\alpha$  coefficiente di espansione del bulbo di ancoraggio, dipendente dalla litologia dei terreni di fondazione e dalla tecnologia di iniezione adottata, da determinare in accordo alla Tabella 10.2;
- $ds$  diametro di perforazione;
- $s$  resistenza tangenziale limite all'interfaccia bulbo di ancoraggio/terreno, dipendente dalla litologia dei terreni di fondazione e dalla tecnologia di iniezione adottata, da determinare in accordo alle indicazioni riportate nella Figura 10.1;

Valori del coefficiente $\alpha$ ( $V_s = L_s \cdot \pi \cdot d_s^2 / 4$ )				
TERRENO	Valori di $\alpha$		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
Ghiaia	1.8	1.3 - 1.4	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
Ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
Sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
Sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
Sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
Sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) $V_s$	1.5 $V_s$
Limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2	2 $V_s$	1.5 $V_s$
Argilla	1.8 - 2.0	1.2	(2.5 - 3) $V_s$	(1.5 - 2) $V_s$
Marne	1.8	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) $V_s$ per strati compatti	
Calcari mamosi	1.8	1.1 - 1.2	(2 - 6) $V_s$ o più per strati fratturati	
Calcari alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2		
Roccia alterata e/o fratturata	1.2	1.1	(1.1 - 1.5) $V_s$ per strati poco fratturati; 2 $V_s$ o più per strati fratturati	

Tabella 10.2 – Valori di  $\alpha$  in funzione del terreno di fondazione e della tecnologia di iniezione (Bustamante-Doix)

Indicazioni per la scelta del valore di s		
TERRENO	Tipo di iniezione	
	IRS	IGU
Da ghiaia a sabbia limosa	SG1	SG2
Limo e argilla	AL1	AL2
Marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato	MC1	MC2
Roccia alterata e/o fratturata	$\geq R1$	$\geq R2$

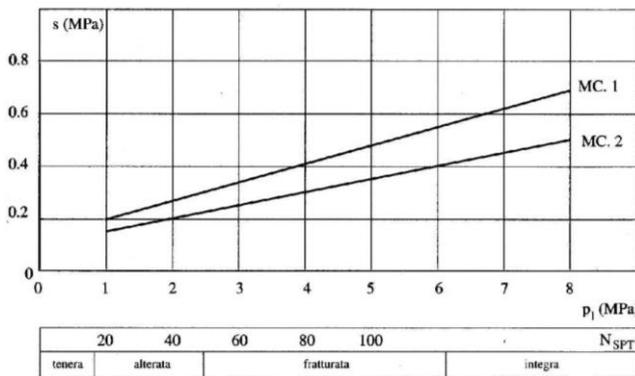


Fig. 13.18. Abaco per il calcolo di s per gessi, marna, marna calcaree

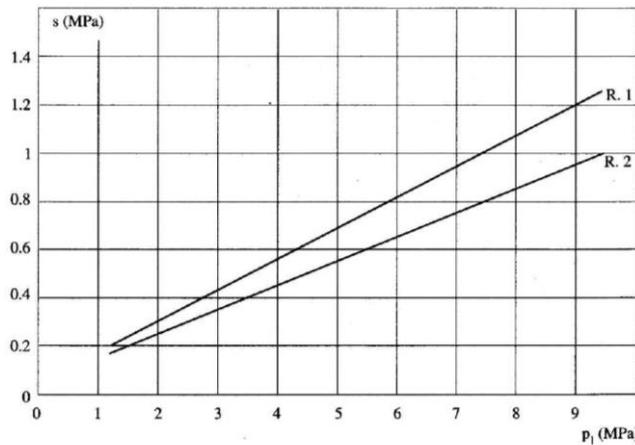


Fig. 13.19. Abaco per il calcolo di s per rocce alterate e fratturate

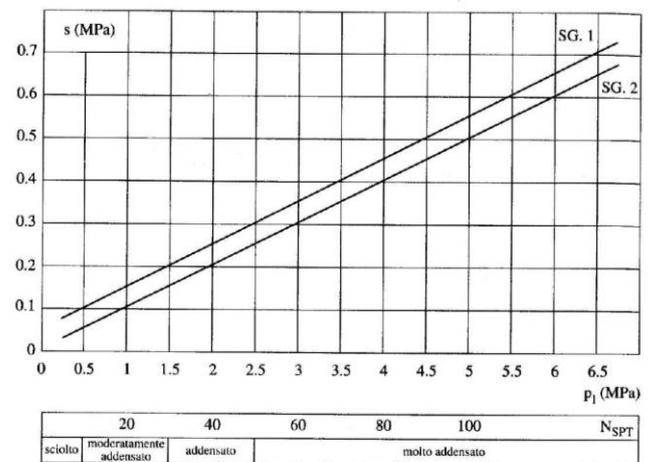


Fig. 13.16. Abaco per il calcolo di s per sabbie e ghiaie

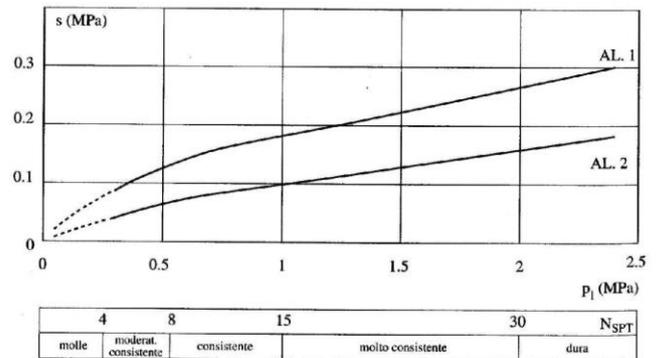


Fig. 13.17. Abaco per il calcolo di s per argille e limi

Figura 10.1 Valori di s (aderenza limite bulbo-terreno) in funzione del terreno di fondazione e della tecnologia di iniezione (Bustamante-Doix)

Per i tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli di acciaio armonico, quali quelli previsti nel caso in esame, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, è stato verificato che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

### 10.4.2 Applicazione al caso in esame

I fattori di correlazione sono stati determinati con riferimento al caso di 2 profili di indagine:

- numero profili di indagine:  $n = 2$
- fattori di correlazione:  $\xi_{a3} = 1.75$      $\xi_{a4} = 1.70$

Nel caso in esame, i terreni di fondazione dei tiranti sono costituiti dalle **Argille Pleistoceniche alterate (Aa)**, costituiti da **argille e limi**.

Si prescrivono per i tiranti iniezioni ripetute e selettive (**IRS**), e si considera un valore **MINIMO** di  $\alpha \times s$  di progetto pari a  $1.4 \times 150 = 210$  kPa.

Di seguito si illustrano i risultati delle verifiche SLU dei tiranti a sfilamento (GEO) e a rottura dei trefoli (STR).

Le azioni di progetto sui singoli tiranti sono ottenute dai valori di calcolo moltiplicando per l'interasse.

#### 10.4.2.1 Paratia di imbocco Tipo 1

Le azioni massime di trazione sui tiranti, risultanti dalle analisi sono pari a:

**Inviluppo Risultati Elementi Strutturali**

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	TieBack	Sollecitazione kN/m
I ORDINE	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 5		392.99
II ORDINE	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7		388.11

Le verifiche agli SLU porgono quanto segue:

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	I	Design Assumption
I ORDINE	Stage 5	550.18	635.04	807.41	0.866	0.681	✓	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
II ORDINE	Stage 7	543.35	635.04	807.41	0.856	0.673	✓	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

#### 10.4.2.2 Paratia di imbocco Tipo 2

L'azione massima di trazione sui tiranti, risultante dalle analisi è pari a:

**Inviluppo Risultati Elementi Strutturali**

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	TieBack	Sollecitazione kN/m
Tieback	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 5		396.78

Le verifiche agli SLU porgono quanto segue:

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Resistenza	Design Assumption
Tieback	Stage 5	555.49	635.04	807.41	0.875	0.688	✓	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## 10.5 Analisi di stabilità globale

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno viene effettuata secondo la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1 come previsto dalle NTC2018. Mentre i coefficienti A2 e M2 sono integrati nel software di calcolo il coefficiente riduttivo della resistenza viene utilizzato come termine di confronto con il coefficiente di sicurezza restituito dall'analisi che, quindi, dovrà essere  $\geq 1.1$ .

Poiché ParatiePlus esegue le verifiche di stabilità globale in condizioni di falda freatica costante tra monte e valle si è scelto, a favore di sicurezza, di abbassare il livello della falda di monte a quello di valle. Operando inversamente infatti si avrebbe avuto un contributo stabilizzante fornito dalla falda di valle.

Le verifiche per tutte le paratie sono effettuate nella condizione di scavo massimo.

Si adotta il metodo di Bishop definendo la griglia dei possibili centri delle curve di scorrimento e le linee di tangenza minima e massima delle stesse.

Di seguito si riportano i risultati e le verifiche delle analisi:

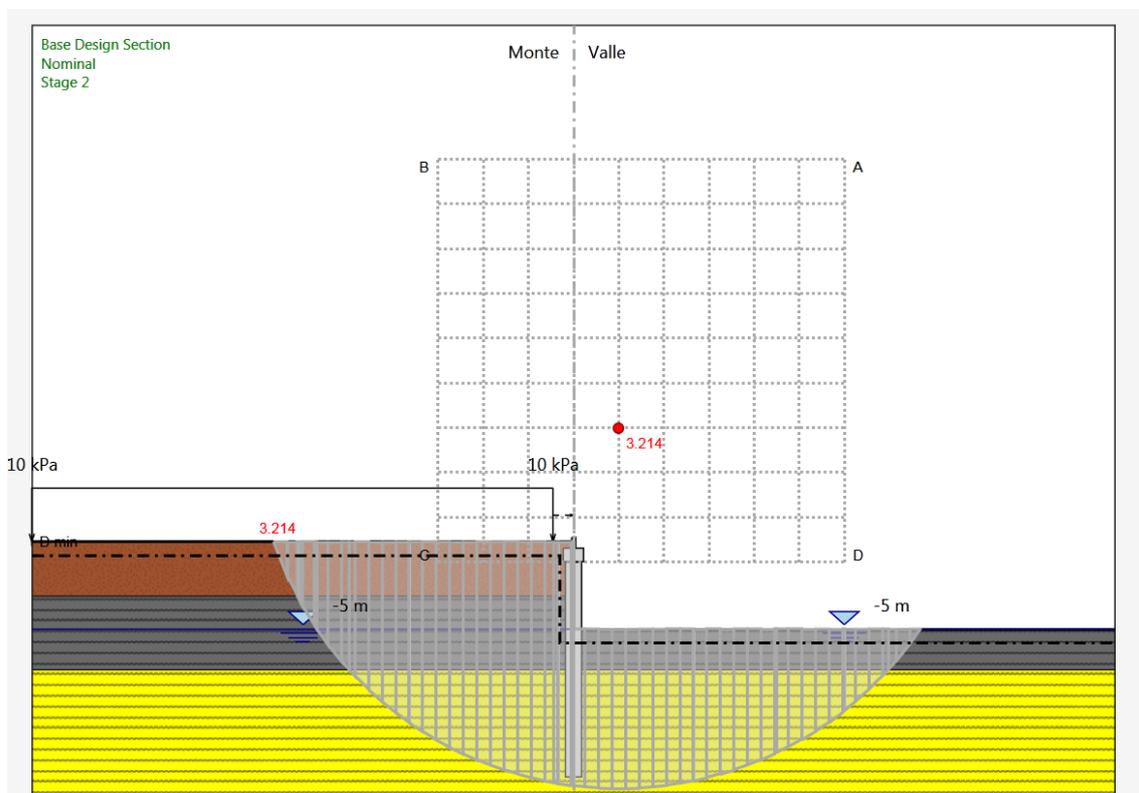


Figura 10.2 Paratia Hmax = 7 m - Superficie critica di scorrimento e relativo coefficiente di sicurezza

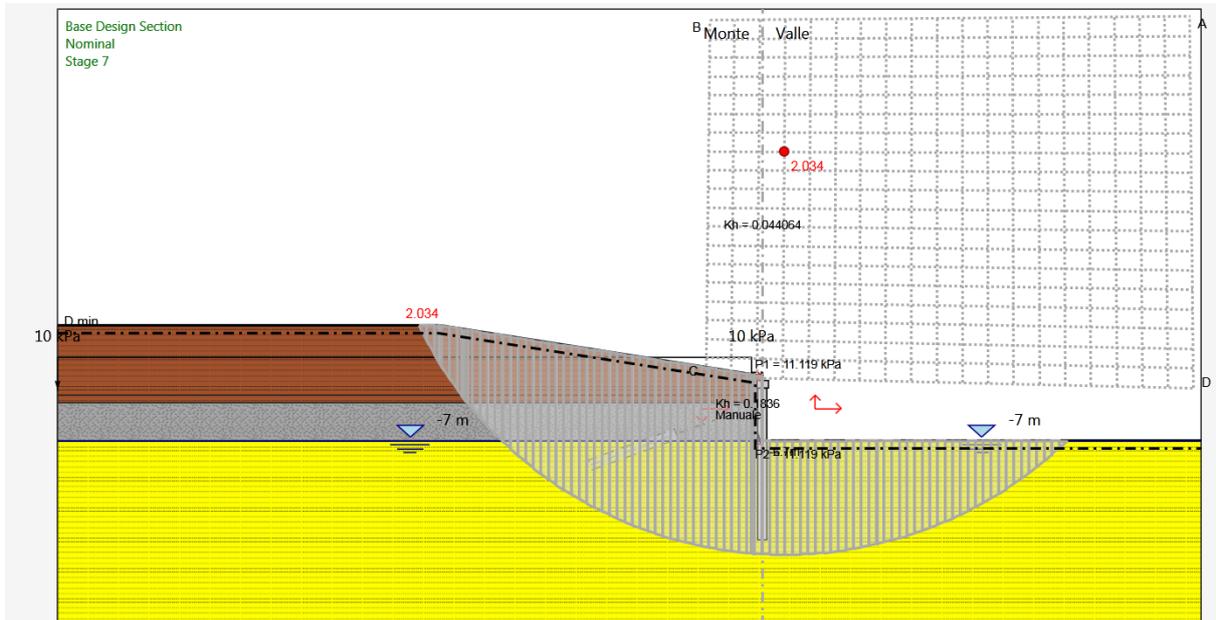


Figura 10.3 Paratia  $H_{max} = 9 \text{ m}$  - Superficie critica di scorrimento e relativo coefficiente di sicurezza

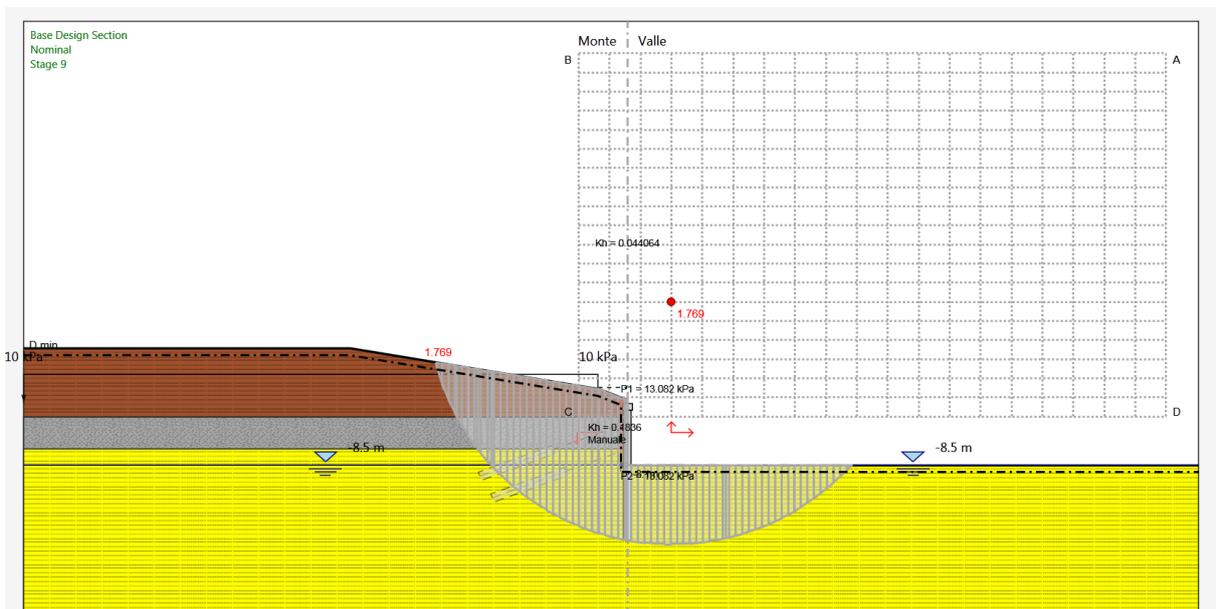


Figura 10.4 Paratia  $H_{max} = 10.5 \text{ m}$  - Superficie critica di scorrimento e relativo coefficiente di sicurezza

**Si osserva come, per tutte le tipologie di paratie, il Coefficiente di Sicurezza nei confronti della stabilità globale sia sempre superiore a 1.1.**

## 11 ALLEGATI

### 11.1 Paratie di Galleria (H= 8 m, Lpalo = 28 m)

#### Report di Calcolo

Jobname: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\STR\GA01 - POGGIO VIPERA\paratie\galleria\_POGGIOVIPERA\_10.pplus

Data: 03/02/2020 13:06:12

Design Section: Base Design Section

#### Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 0 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -1 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -3 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -8 m  
OCR : 1

Strato di Terreno	γ dry	γ sat	θ'	σ <sub>cv</sub>	σ <sub>p</sub>	c'	Su	Modulo	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur
Terreno	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	kPa	kPa	Elastico	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
1	Alf	18	18	30		0		Constant	90000	270000										
2	Alf	18	18	30		0		Constant	90000	270000										
3	Aa	19	19	24		18		Constant	20000	32000										
4	A	19	19	27		19		Constant	40000	320000										

#### Descrizione Pareti

X : -7.55 m  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -34.5 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIE  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m

Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

X : 7.55 m  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -34.5 m  
Muro di destra

Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

**Fasi di Calcolo**

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 0 m  
Lato valle : 0 m  
Muro di destra  
Lato monte : 0 m  
Lato valle : 0 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
0 m  
Linea di scavo centrale (Orizzontale)  
0 m  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
0 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -3 m  
Falda di destra : -3 m  
Falda centrale-sinistra : -3 m  
Falda centrale-destra : -3 m

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : -6.5 m  
Lato valle : -6.5 m  
Muro di destra  
Lato monte : -6.5 m

Lato valle : -6.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
-6.5 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)  
-6.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-6.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.5 m  
Falda di destra : -6.5 m  
Falda centrale-sinistra : -6.5 m  
Falda centrale-destra : -6.5 m

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : -6.5 m  
Lato valle : -6.5 m

Muro di destra  
Lato monte : -6.5 m  
Lato valle : -6.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
-6.5 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)  
-6.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-6.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.5 m  
Falda di destra : -6.5 m  
Falda centrale-sinistra : -6.5 m  
Falda centrale-destra : -6.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -7.55 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : 7.55 m  
X finale : 50 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -7.55 m  
Pressione iniziale : 117 kPa  
Pressione finale : 117 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : 7.55 m  
X finale : 50 m  
Pressione iniziale : 117 kPa

Pressione finale : 117 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : -7.55 m

Quota in alto : -5.75 m

Quota di fondo : -34.5 m

Sezione : PARATIE

Paratia : Dx

X : 7.55 m

Quota in alto : -5.75 m

Quota di fondo : -34.5 m

Sezione : PARATIE

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -6.5 m

Lato valle : -14.6 m

Muro di destra

Lato monte : -6.5 m

Lato valle : -14.6 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-6.5 m

Linea di scavo centrale (Orizzontale)

-14.6 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.5 m

Falda di destra : -6.5 m

Falda centrale-sinistra : -14.6 m

Falda centrale-destra : -14.6 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -50 m

X finale : -7.55 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 7.55 m

X finale : 50 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -50 m

X finale : -7.55 m

Pressione iniziale : 117 kPa

Pressione finale : 117 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : 7.55 m

X finale : 50 m

Pressione iniziale : 117 kPa

Pressione finale : 117 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -34.5 m  
Sezione : PARATIE

Paratia : Dx  
X : 7.55 m  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -34.5 m  
Sezione : PARATIE

Stage 5

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : -6.5 m  
Lato valle : -14.6 m

Muro di destra  
Lato monte : -6.5 m  
Lato valle : -14.6 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
-6.5 m  
Linea di scavo centrale (Orizzontale)  
-14.6 m  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-6.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.5 m  
Falda di destra : -6.5 m  
Falda centrale-sinistra : -14.6 m  
Falda centrale-destra : -14.6 m

Carichi

Carico puntuale alla paratia : WallLineLoad  
Quota : -5.75 m  
Px : 144 kN/m  
Pz : 1 kN/m  
: 0 kNm/m  
X : -7.55 m

Carico puntuale alla paratia : WallLineLoad\_New  
Quota : -5.75 m  
Px : 144 kN/m  
Pz : 1 kN/m  
: 0 kNm/m  
X : 7.55 m

Carico lineare sulla paratia : WallSurcharge  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -14.6 m  
Pressione in alto : 29 kPa  
Pressione in fondo : 29 kPa  
X : -7.55 m

Carico lineare sulla paratia : WallSurcharge\_New  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -14.6 m  
Pressione in alto : 29 kPa  
Pressione in fondo : 29 kPa  
X : 7.55 m

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -7.55 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : 7.55 m  
X finale : 50 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -7.55 m  
Pressione iniziale : 117 kPa  
Pressione finale : 117 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : 7.55 m  
X finale : 50 m  
Pressione iniziale : 117 kPa  
Pressione finale : 117 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -34.5 m  
Sezione : PARATIE

Paratia : Dx  
X : 7.55 m  
Quota in alto : -5.75 m  
Quota di fondo : -34.5 m  
Sezione : PARATIE

Stage 6

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : -6.5 m  
Lato valle : -14.6 m

Muro di destra  
Lato monte : -6.5 m  
Lato valle : -14.6 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
-6.5 m  
Linea di scavo centrale (Orizzontale)  
-14.6 m  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-6.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.5 m  
Falda di destra : -6.5 m  
Falda centrale-sinistra : -14.6 m  
Falda centrale-destra : -14.6 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m

X finale : -7.55 m  
 Pressione iniziale : 10 kPa  
 Pressione finale : 10 kPa  
 Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
 X iniziale : 7.55 m  
 X finale : 50 m  
 Pressione iniziale : 10 kPa  
 Pressione finale : 10 kPa  
 Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
 X iniziale : -50 m  
 X finale : -7.55 m  
 Pressione iniziale : 117 kPa  
 Pressione finale : 117 kPa  
 Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
 X iniziale : 7.55 m  
 X finale : 50 m  
 Pressione iniziale : 117 kPa  
 Pressione finale : 117 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
 X : -7.55 m  
 Quota in alto : -5.75 m  
 Quota di fondo : -34.5 m  
 Sezione : PARATIE  
 Paratia : Dx  
 X : 7.55 m  
 Quota in alto : -5.75 m  
 Quota di fondo : -34.5 m  
 Sezione : PARATIE

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Nome	Carichi Sfavorevoli	Carichi Permanenti	Carichi Variabili Sfavorevoli	Carichi Variabili Favorevoli	Carico Sismico	Pressioni Acqua	Pressioni Acqua	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili
	(F_dead_lo ad_unfavou r)	(F_dead_lo ad_unfavou r)	(F_live_lo ad_unfavou r)	(F_live_lo ad_unfavou r)	(F_sei d)	Monte (F_Wa terDR)	Valle (F_Wa terRe)	Destab ilizza b)	Stabi lizza ab)	Destab ilizza b)	Destab ilizza b)	Stabi lizza ab)	Destab ilizza b)
Simbolo	γG	γG	γQ	γQ	γQE	γG	γG	γGdst	γGstb	γQdst	γGdst	γGstb	γQdst
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Fre quente/Qu asi Permanent e)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Nome	Parziale su tan( $\phi'$ ) (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohes)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	$\gamma\phi$	$\gamma c$	$\gamma c_u$	$\gamma q_u$	$\gamma\gamma$
Nominal	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	$\gamma R_e$	$\gamma a_p$	$\gamma a_t$	
Nominal	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

**Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)**

**Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall**

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-5.75	0	7.433	
-5.95	0	7.192	
-6.15	0	6.971	
-6.35	0	6.768	
-6.55	0	6.583	
-6.75	0	6.413	
-6.95	0	6.259	
-7.15	0	6.119	
-7.35	0	5.991	
-7.55	0	5.874	
-7.75	0	5.768	
-7.95	0	5.671	
-8.15	0	5.583	
-8.35	0	5.501	
-8.55	0	5.426	
-8.75	0	5.357	
-8.95	0	5.292	
-9.15	0	5.23	
-9.35	0	5.172	
-9.55	0	5.116	
-9.75	0	5.061	
-9.95	0	5.007	
-10.15	0	4.953	
-10.35	0	4.899	
-10.55	0	4.844	
-10.75	0	4.788	
-10.95	0	4.729	
-11.15	0	4.669	
-11.35	0	4.606	
-11.55	0	4.54	
-11.75	0	4.471	
-11.95	0	4.4	
-12.15	0	4.325	
-12.35	0	4.246	
-12.55	0	4.165	
-12.75	0	4.081	

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-12.95	0	3.993	
-13.15	0	3.903	
-13.35	0	3.81	
-13.55	0	3.716	
-13.75	0	3.619	
-13.95	0	3.522	
-14.15	0	3.424	
-14.2	0	3.399	
-14.4	0	3.301	
-14.6	0	3.204	
-14.8	0	3.107	
-15	0	3.01	
-15.2	0	2.915	
-15.4	0	2.821	
-15.6	0	2.728	
-15.8	0	2.637	
-16	0	2.548	
-16.2	0	2.461	
-16.4	0	2.376	
-16.6	0	2.293	
-16.8	0	2.214	
-17	0	2.137	
-17.2	0	2.063	
-17.4	0	1.992	
-17.6	0	1.924	
-17.8	0	1.86	
-18	0	1.798	
-18.2	0	1.741	
-18.4	0	1.686	
-18.6	0	1.635	
-18.8	0	1.587	
-19	0	1.542	
-19.2	0	1.5	
-19.4	0	1.461	
-19.6	0	1.426	
-19.8	0	1.392	
-20	0	1.362	
-20.2	0	1.334	
-20.4	0	1.309	
-20.6	0	1.286	
-20.8	0	1.265	
-21	0	1.246	
-21.2	0	1.229	
-21.4	0	1.214	
-21.6	0	1.201	
-21.8	0	1.189	
-22	0	1.179	
-22.2	0	1.17	
-22.4	0	1.162	
-22.6	0	1.155	
-22.8	0	1.149	
-23	0	1.144	
-23.2	0	1.14	
-23.4	0	1.137	
-23.6	0	1.134	
-23.8	0	1.132	
-24	0	1.131	
-24.2	0	1.129	
-24.4	0	1.129	
-24.6	0	1.128	
-24.8	0	1.128	
-25	0	1.128	
-25.2	0	1.128	
-25.4	0	1.128	
-25.6	0	1.129	
-25.8	0	1.129	
-26	0	1.13	
-26.2	0	1.131	
-26.4	0	1.131	
-26.6	0	1.132	

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-26.8	0	1.132	
-27	0	1.133	
-27.2	0	1.133	
-27.4	0	1.133	
-27.6	0	1.134	
-27.8	0	1.134	
-28	0	1.134	
-28.2	0	1.134	
-28.4	0	1.134	
-28.6	0	1.134	
-28.8	0	1.133	
-29	0	1.133	
-29.2	0	1.133	
-29.4	0	1.132	
-29.6	0	1.132	
-29.8	0	1.131	
-30	0	1.13	
-30.2	0	1.129	
-30.4	0	1.128	
-30.6	0	1.127	
-30.8	0	1.126	
-31	0	1.125	
-31.2	0	1.124	
-31.4	0	1.123	
-31.6	0	1.122	
-31.8	0	1.121	
-32	0	1.119	
-32.2	0	1.118	
-32.4	0	1.117	
-32.6	0	1.115	
-32.8	0	1.114	
-33	0	1.113	
-33.2	0	1.111	
-33.4	0	1.11	
-33.6	0	1.109	
-33.8	0	1.107	
-34	0	1.106	
-34.2	0	1.104	
-34.4	0	1.103	
-34.5	0	1.102	

Tabella Inviluppi Spostamento Right wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento			Muro: RIGHT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-5.75	0	7.269	
-5.95	0	7.423	
-6.15	0	7.535	
-6.35	0	7.607	
-6.55	0	7.642	
-6.75	0	7.641	
-6.95	0	7.607	
-7.15	0	7.543	
-7.35	0	7.45	
-7.55	0	7.33	
-7.75	0	7.187	
-7.95	0	7.022	
-8.15	0	6.837	
-8.35	0	6.635	
-8.55	0	6.417	
-8.75	0	6.185	
-8.95	0	5.942	
-9.15	0	5.689	
-9.35	0	5.427	
-9.55	0	5.159	
-9.75	0	4.886	
-9.95	0	4.609	
-10.15	0	4.33	

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: RIGHT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-10.35	0	4.05	
-10.55	0	3.771	
-10.75	0	3.494	
-10.95	0	3.219	
-11.15	0	2.948	
-11.35	0	2.682	
-11.55	0	2.421	
-11.75	0	2.167	
-11.95	0	1.919	
-12.15	0	1.679	
-12.35	0	1.448	
-12.55	0	1.225	
-12.75	0	1.01	
-12.95	0	0.805	
-13.15	0	0.609	
-13.35	0	0.423	
-13.55	0	0.246	
-13.75	0	0.078	
-13.848	0	0	
-13.95	-0.081	0	
-14.15	-0.231	0	
-14.2	-0.267	0	
-14.4	-0.406	0	
-14.6	-0.536	0	
-14.8	-0.658	0	
-15	-0.772	0	
-15.2	-0.876	0	
-15.4	-0.973	0	
-15.6	-1.06	0	
-15.8	-1.14	0	
-16	-1.212	0	
-16.2	-1.277	0	
-16.4	-1.335	0	
-16.6	-1.385	0	
-16.8	-1.43	0	
-17	-1.468	0	
-17.2	-1.501	0	
-17.4	-1.528	0	
-17.6	-1.551	0	
-17.8	-1.569	0	
-18	-1.583	0	
-18.2	-1.593	0	
-18.4	-1.6	0	
-18.6	-1.603	0	
-18.8	-1.604	0	
-19	-1.602	0	
-19.2	-1.598	0	
-19.4	-1.592	0	
-19.6	-1.584	0	
-19.8	-1.574	0	
-20	-1.563	0	
-20.2	-1.552	0	
-20.4	-1.539	0	
-20.6	-1.525	0	
-20.8	-1.511	0	
-21	-1.497	0	
-21.2	-1.482	0	
-21.4	-1.467	0	
-21.6	-1.451	0	
-21.8	-1.436	0	
-22	-1.421	0	
-22.2	-1.406	0	
-22.4	-1.391	0	
-22.6	-1.377	0	
-22.8	-1.363	0	
-23	-1.349	0	
-23.2	-1.336	0	
-23.4	-1.323	0	
-23.6	-1.31	0	
-23.8	-1.298	0	

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: RIGHT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-24	-1.287	0	
-24.2	-1.276	0	
-24.4	-1.265	0	
-24.6	-1.255	0	
-24.8	-1.246	0	
-25	-1.236	0	
-25.2	-1.228	0	
-25.4	-1.22	0	
-25.6	-1.212	0	
-25.8	-1.205	0	
-26	-1.198	0	
-26.2	-1.191	0	
-26.4	-1.185	0	
-26.6	-1.179	0	
-26.8	-1.174	0	
-27	-1.169	0	
-27.2	-1.164	0	
-27.4	-1.16	0	
-27.6	-1.156	0	
-27.8	-1.152	0	
-28	-1.148	0	
-28.2	-1.145	0	
-28.4	-1.142	0	
-28.6	-1.139	0	
-28.8	-1.136	0	
-29	-1.133	0	
-29.2	-1.131	0	
-29.4	-1.128	0	
-29.6	-1.126	0	
-29.8	-1.124	0	
-30	-1.122	0	
-30.2	-1.12	0	
-30.4	-1.119	0	
-30.6	-1.117	0	
-30.8	-1.115	0	
-31	-1.114	0	
-31.2	-1.112	0	
-31.4	-1.111	0	
-31.6	-1.109	0	
-31.8	-1.108	0	
-32	-1.107	0	
-32.2	-1.105	0	
-32.4	-1.104	0	
-32.6	-1.103	0	
-32.8	-1.102	0	
-33	-1.1	0	
-33.2	-1.099	0	
-33.4	-1.098	0	
-33.6	-1.097	0	
-33.8	-1.095	0	
-34	-1.094	0	
-34.2	-1.093	0	
-34.4	-1.092	0	
-34.5	-1.091	0	

Tabella Inviluppi Momento Sx

Z (m)	Design Assumption: Nominal Inviluppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	(kN*m/m)
-5.75	2589.434		0
-5.95	2449.806		0
-6.15	2310.177		0
-6.35	2170.549		0
-6.55	2030.92		0
-6.75	1893.926		0
-6.95	1759.274		0
-7.15	1627.493		0
-7.35	1498.429		0
-7.55	1372.465		0
-7.75	1249.527		0
-7.95	1129.614		0
-8.15	1012.987		0
-8.35	900.654		0
-8.55	792.848		0
-8.75	689.394		0
-8.95	590.513		0
-9.15	496.027		0
-9.35	413.948		0
-9.55	341.783		0
-9.75	272.103		33.835
-9.95	204.706		86.655
-10.15	139.603		134.372
-10.35	76.786		177.123
-10.55	16.391		214.957
-10.75	0		247.992
-10.95	0		276.273
-11.15	0		299.906
-11.35	0		318.999
-11.55	0		333.579
-11.75	0		343.739
-11.95	0		362.054
-12.15	0		391.213
-12.35	0		416.098
-12.55	0		436.999
-12.75	0		465.345
-12.95	0		490.259
-13.15	0		511.615
-13.35	0		529.357
-13.55	0		543.362
-13.75	0		553.572
-13.95	0		559.872
-14.15	4.056		562.194
-14.2	14.563		562.136
-14.4	21.254		559.334
-14.6	34.652		552.36
-14.8	51.113		543.125
-15	68.249		531.78
-15.2	85.864		518.433
-15.4	103.716		503.232
-15.6	121.562		486.332
-15.8	139.209		467.837
-16	156.412		447.898
-16.2	172.979		426.622
-16.4	188.667		404.161
-16.6	203.279		380.62
-16.8	216.576		356.15
-17	228.36		330.859
-17.2	238.39		304.897
-17.4	246.469		278.373
-17.6	252.358		251.435
-17.8	256.097		224.193
-18	257.707		196.795
-18.2	257.45		169.356
-18.4	255.506		142.02

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-18.6	252.113	114.901
-18.8	247.427	88.144
-19	241.586	61.894
-19.2	234.794	36.264
-19.4	227.164	11.399
-19.6	218.871	0
-19.8	211.94	0
-20	223.005	0
-20.2	232.864	0
-20.4	241.464	0
-20.6	248.71	0
-20.8	254.527	0
-21	258.804	0
-21.2	261.45	0
-21.4	262.339	0
-21.6	261.365	0
-21.8	258.684	0
-22	254.532	0
-22.2	249.094	0
-22.4	242.534	0
-22.6	235.051	0
-22.8	226.784	0
-23	217.904	0
-23.2	208.524	0
-23.4	198.79	0
-23.6	188.793	0
-23.8	178.655	0
-24	168.445	0
-24.2	158.265	0
-24.4	148.166	0
-24.6	138.23	0
-24.8	128.492	0
-25	119.585	0
-25.2	112.419	0
-25.4	105.333	0
-25.6	98.356	0
-25.8	91.507	0
-26	84.839	0
-26.2	78.36	0.032
-26.4	72.113	1.283
-26.6	66.099	2.565
-26.8	60.352	3.647
-27	54.866	4.568
-27.2	49.668	5.317
-27.4	44.747	5.93
-27.6	40.124	6.397
-27.8	35.783	6.752
-28	31.74	6.983
-28.2	27.975	7.124
-28.4	24.502	7.162
-28.6	21.299	7.129
-28.8	18.372	7.014
-29	15.7	6.844
-29.2	13.288	6.608
-29.4	11.114	6.331
-29.6	9.152	6.04
-29.8	7.408	5.719
-30	5.855	5.394
-30.2	4.499	5.049
-30.4	3.313	4.707
-30.6	2.301	4.353
-30.8	1.438	4.009
-31	0.728	3.919
-31.2	0.329	4.038
-31.4	0.24	4.042
-31.6	0.159	3.961
-31.8	0.103	3.79
-32	0.054	3.558
-32.2	0.027	3.264
-32.4	0.005	2.931

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-32.6	0.006	2.56
-32.8	0.013	2.172
-33	0.009	1.793
-33.2	0.011	1.419
-33.4	0.003	1.074
-33.6	0.004	0.754
-33.8	0	0.484
-34	0	0.259
-34.2	0	0.103
-34.4	0	0.012
-34.5	0	0

Tabella Inviluppi Momento D<sub>x</sub>

Design Assumption: Nominal Z (m)	Inviluppi: Momento		Muro: D <sub>x</sub>
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	(kN*m/m)
-5.75	0	0	3545.188
-5.95	0	0	3363.599
-6.15	0	0	3180.503
-6.35	0	0	2995.901
-6.55	0	0	2809.788
-6.75	0	0	2626.083
-6.95	0	0	2444.246
-7.15	0	0	2264.876
-7.35	0	0	2087.721
-7.55	0	0	1913.205
-7.75	0	0	1741.188
-7.95	0	0	1571.654
-8.15	0	0	1404.849
-8.35	0	0	1243.695
-8.55	0	0	1088.478
-8.75	0	0	939.082
-8.95	0	0	795.781
-9.15	0	0	658.456
-9.35	0	0	527.347
-9.55	0	0	402.346
-9.75	0	0	316.533
-9.95	0	0	243.746
-10.15	0	0	173.717
-10.35	34.695	0	106.551
-10.55	128.02	0	42.534
-10.75	214.964	0	0
-10.95	295.38	0	0
-11.15	369.332	0	0
-11.35	436.887	0	0
-11.55	497.897	0	0
-11.75	552.41	0	0
-11.95	600.284	0	0
-12.15	641.555	0	0
-12.35	676.08	0	0
-12.55	703.881	0	0
-12.75	724.814	0	0
-12.95	738.888	0	0
-13.15	745.954	0	0
-13.35	746.008	0	0
-13.55	738.934	0	0
-13.75	724.892	0	0
-13.95	703.885	0	0
-14.15	676.013	0	0
-14.2	667.985	0	0
-14.4	695.648	0	0
-14.6	729.637	0	0
-14.8	757.437	0	0
-15	778.599	0	0
-15.2	793.16	0	0
-15.4	801.23	0	0
-15.6	803.081	0	0
-15.8	799.036	0	0
-16	789.613	0	0
-16.2	775.313	0	0
-16.4	756.666	0	0
-16.6	734.137	0	0
-16.8	708.215	0	0
-17	679.326	0	0
-17.2	647.922	0	0
-17.4	614.39	0	0
-17.6	579.142	0	0
-17.8	542.529	0	0
-18	504.923	0	0
-18.2	466.645	0	0
-18.4	428.032	0	5.121

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Dx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-18.6	389.366	14.757
-18.8	350.954	23.27
-19	312.985	30.685
-19.2	275.579	37.107
-19.4	238.89	42.561
-19.6	203.038	47.144
-19.8	168.175	50.88
-20	134.422	57.771
-20.2	101.929	78.317
-20.4	70.822	97.46
-20.6	45.113	115.05
-20.8	33.896	130.962
-21	23.734	145.043
-21.2	14.542	157.166
-21.4	6.298	167.175
-21.6	0	174.947
-21.8	0	180.611
-22	0	184.398
-22.2	0	186.477
-22.4	0	187.01
-22.6	0	186.194
-22.8	0	184.169
-23	0	181.113
-23.2	0	177.144
-23.4	0	172.419
-23.6	0	167.039
-23.8	0	161.139
-24	0	154.801
-24.2	0	151.898
-24.4	0	148.49
-24.6	0	144.47
-24.8	0	139.92
-25	0	134.954
-25.2	0	129.639
-25.4	0	124.072
-25.6	0	118.305
-25.8	0	112.384
-26	0	106.388
-26.2	0	100.349
-26.4	0	94.334
-26.6	0	88.365
-26.8	0	82.497
-27	0	76.744
-27.2	0.078	71.152
-27.4	0.176	65.725
-27.6	0.249	60.502
-27.8	0.32	55.48
-28	0.367	50.691
-28.2	0.411	46.126
-28.4	0.432	41.811
-28.6	0.449	37.734
-28.8	0.442	33.914
-29	0.433	30.336
-29.2	0.398	27.016
-29.4	0.359	23.935
-29.6	0.337	21.074
-29.8	0.31	18.443
-30	0.299	16.022
-30.2	0.281	13.819
-30.4	0.277	11.813
-30.6	0.265	10.01
-30.8	0.265	8.387
-31	0.255	6.951
-31.2	0.255	5.677
-31.4	0.321	4.571
-31.6	0.671	3.608
-31.8	0.912	2.794
-32	1.07	2.104
-32.2	1.14	1.637
-32.4	1.146	1.337

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Dx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-32.6	1.085	1.088
-32.8	0.981	0.873
-33	0.858	0.673
-33.2	0.71	0.506
-33.4	0.562	0.355
-33.6	0.409	0.238
-33.8	0.274	0.136
-34	0.151	0.068
-34.2	0.064	0.017
-34.4	0.008	0.001
-34.5	0	0

Tabella Involuppi Taglio Sx

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Taglio		Muro: Sx
	Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
	-5.75	0	698.144
	-5.95	0	698.144
	-6.15	0	698.144
	-6.35	0	698.144
	-6.55	0	698.144
	-6.75	0	684.97
	-6.95	0	673.26
	-7.15	0	658.904
	-7.35	0	645.323
	-7.55	0	629.821
	-7.75	0	614.689
	-7.95	0	599.566
	-8.15	0	583.134
	-8.35	0	561.668
	-8.55	0	539.033
	-8.75	0	517.27
	-8.95	0	494.406
	-9.15	0	472.427
	-9.35	0	449.534
	-9.55	0	427.48
	-9.75	0	404.699
	-9.95	0	382.714
	-10.15	0	360.136
	-10.35	0	338.307
	-10.55	0	316.084
	-10.75	0	294.446
	-10.95	0	276.62
	-11.15	0	263.355
	-11.35	0	249.865
	-11.55	0	235.69
	-11.75	0	221.274
	-11.95	0	206.192
	-12.15	14.272	190.856
	-12.35	35.429	174.87
	-12.55	58.453	158.618
	-12.75	84.294	141.732
	-12.95	110.847	124.568
	-13.15	137.762	106.782
	-13.35	165.379	88.709
	-13.55	193.366	70.026
	-13.75	222.016	51.047
	-13.95	251.072	31.498
	-14.15	269.642	11.615
	-14.2	269.642	48.496
	-14.4	121.295	48.496
	-14.6	125.877	21.832
	-14.8	129.252	7.631
	-15	131.644	0
	-15.2	132.834	0
	-15.4	132.834	0
	-15.6	132.802	0
	-15.8	131.805	0
	-16	129.591	0
	-16.2	126.406	0
	-16.4	122.009	0
	-16.6	122.349	0
	-16.8	126.454	0
	-17	129.809	0
	-17.2	132.622	0
	-17.4	134.689	0
	-17.6	136.209	0
	-17.8	136.986	0
	-18	137.193	2.152
	-18.2	137.193	9.716
	-18.4	136.68	16.966

Z (m)	Design Assumption: Nominal Involuppi: Taglio		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	
-18.6	135.594		23.43
-18.8	133.789		29.204
-19	131.249		33.961
-19.2	128.152		38.153
-19.4	124.322		41.464
-19.6	119.932		44.332
-19.8	114.813		46.452
-20	109.13		48.246
-20.2	102.719		49.313
-20.4	95.712		50.059
-20.6	87.941		50.186
-20.8	79.558		50.186
-21	70.401		50.085
-21.2	60.616		49.464
-21.4	50.048		48.699
-21.6	38.849		47.532
-21.8	28.329		46.266
-22	18.932		44.673
-22.2	10.409		43.046
-22.4	2.688		41.438
-22.6	0		41.336
-22.8	0		44.4
-23	0		46.899
-23.2	0		48.667
-23.4	0		49.986
-23.6	0		50.69
-23.8	0		51.05
-24	0		51.05
-24.2	0		50.899
-24.4	0		50.497
-24.6	0		49.677
-24.8	0		48.689
-25	0		47.383
-25.2	0		45.958
-25.4	0		44.286
-25.6	0		42.555
-25.8	0		40.813
-26	0		38.885
-26.2	0		36.991
-26.4	0		34.957
-26.6	0		32.993
-26.8	0		30.926
-27	0		28.958
-27.2	0		26.915
-27.4	0		24.994
-27.6	0		23.116
-27.8	0		21.708
-28	0		20.215
-28.2	0		18.823
-28.4	0.168		17.363
-28.6	0.574		16.017
-28.8	0.85		14.635
-29	1.178		13.359
-29.2	1.385		12.058
-29.4	1.456		10.87
-29.6	1.605		9.812
-29.8	1.625		8.721
-30	1.727		7.765
-30.2	1.727		6.78
-30.4	1.772		5.93
-30.6	1.772		5.056
-30.8	1.756		4.315
-31	1.756		3.551
-31.2	1.696		2.92
-31.4	1.696		2.266
-31.6	1.606		1.742
-31.8	1.606		1.196
-32	1.506		0.778
-32.2	1.663		0.351
-32.4	1.857		0.105

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-32.6	1.939	0
-32.8	1.939	0.023
-33	1.895	0.023
-33.2	1.871	0.039
-33.4	1.724	0.039
-33.6	1.597	0.042
-33.8	1.351	0.042
-34	1.124	0.026
-34.2	0.779	0.026
-34.4	0.455	0
-34.5	0.125	0

Tabella Involuppi Taglio Dx

Z (m)	Involuppi: Taglio		Muro: Dx
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	(kN/m)
-5.75	907.941		0
-5.95	915.481		0
-6.15	923.021		0
-6.35	930.561		0
-6.55	930.561		0
-6.75	918.527		0
-6.95	909.185		0
-7.15	896.85		0
-7.35	885.777		0
-7.55	872.583		0
-7.75	860.089		0
-7.95	847.665		0
-8.15	834.027		0
-8.35	805.768		0
-8.55	776.088		0
-8.75	746.979		0
-8.95	716.504		0
-9.15	686.627		0
-9.35	655.544		0
-9.55	625.007		0
-9.75	593.447		0
-9.95	562.385		0
-10.15	530.432		0
-10.35	498.93		0
-10.55	466.627		0
-10.75	434.722		0
-10.95	402.078		0
-11.15	369.776		0
-11.35	337.775		0
-11.55	305.05		0
-11.75	272.566		0
-11.95	239.372		0
-12.15	206.354		0
-12.35	177.727		0
-12.55	158.642		0
-12.75	141.76		1.065
-12.95	124.6		13.164
-13.15	106.818		23.821
-13.35	88.749		35.368
-13.55	70.07		70.209
-13.75	51.094		105.035
-13.95	31.518		139.361
-14.15	11.639		160.526
-14.2	197.686		160.526
-14.4	197.686		121.048
-14.6	169.944		125.652
-14.8	139		129.024
-15	105.81		131.437
-15.2	72.804		132.624
-15.4	40.351		132.624
-15.6	9.255		132.589
-15.8	0		131.59
-16	0		135.4
-16.2	0		143.082
-16.4	0		148.247
-16.6	0		150.767
-16.8	0		151.304
-17	0		157.023
-17.2	0		167.659
-17.4	0		176.242
-17.6	0		183.064
-17.8	0		188.02
-18	0		191.389
-18.2	0		193.069
-18.4	0		193.326

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Dx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-18.6	0	193.326
-18.8	0	192.059
-19	0	189.845
-19.2	0	187.032
-19.4	0	183.446
-19.6	0	179.261
-19.8	0	174.312
-20	0	168.767
-20.2	0	162.464
-20.4	0	155.537
-20.6	0	147.821
-20.8	0.506	139.469
-21	1.796	130.322
-21.2	3.627	120.53
-21.4	5.045	109.937
-21.6	6.391	98.689
-21.8	7.364	86.725
-22	8.294	74.821
-22.2	9.195	62.785
-22.4	9.773	51.241
-22.6	10.349	40.785
-22.8	15.283	31.141
-23	19.842	22.504
-23.2	23.623	14.602
-23.4	26.902	8.072
-23.6	29.502	5.939
-23.8	31.69	4.151
-24	33.294	2.417
-24.2	34.571	1.003
-24.4	35.349	0
-24.6	35.877	0
-24.8	35.984	0
-25	35.984	0
-25.2	35.91	0
-25.4	35.485	0
-25.6	34.94	0
-25.8	34.301	0
-26	33.398	0
-26.2	32.451	0
-26.4	31.289	0
-26.6	30.124	0
-26.8	29.338	0
-27	28.764	0
-27.2	27.961	0
-27.4	27.133	0
-27.6	26.116	0
-27.8	25.109	0
-28	23.947	0
-28.2	22.823	0
-28.4	21.574	0
-28.6	20.386	0.034
-28.8	19.098	0.049
-29	17.889	0.174
-29.2	16.6	0.193
-29.4	15.404	0.193
-29.6	14.309	0.134
-29.8	13.153	0.134
-30	12.107	0.089
-30.2	11.012	0.089
-30.4	10.033	0.06
-30.6	9.013	0.06
-30.8	8.114	0.048
-31	7.181	0.048
-31.2	6.37	0.054
-31.4	5.53	0.054
-31.6	4.813	0.081
-31.8	4.07	0.081
-32	3.45	0.129
-32.2	2.805	0.129
-32.4	2.283	0.305

Design Assumption: Nominal	Involuppi: Taglio	Muro: Dx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-32.6	1.737	0.521
-32.8	1.313	0.617
-33	1.009	0.737
-33.2	0.833	0.74
-33.4	0.756	0.766
-33.6	0.588	0.766
-33.8	0.509	0.678
-34	0.338	0.613
-34.2	0.254	0.435
-34.4	0.08	0.28
-34.5	0.012	0.08

#### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	LEFT	27.75
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 4	Left Wall	RIGHT	62.46
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 4	Right wall	LEFT	62.46
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Right wall	RIGHT	27.75

#### Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 5	Left Wall	LEFT	44162.5
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1	Left Wall	RIGHT	69835.96
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 1	Right wall	LEFT	69835.96
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 4	Right wall	RIGHT	44868.46

#### Inviluppo Risultati Elementi Strutturali

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Puntone kN/m
Strut	NTC2018: A2+M2+R1	Stage 5	-305.29

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Assiale kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 5	-716.97

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Momento-a kN*m/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 4	2589.43

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Momento-b kN*m/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 5	-3545.19

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Taglio-a kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 3	1748.07

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Soletta Taglio-b kN/m
Slab	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 5	1868.89

## 11.2 Paratia di imbocco Tipo 1

### Report di Calcolo

Jobname: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\STR\GA01 - POGGIO VIPERA\paratie\paratia01SX\_2tiranti\_08.pplus

Data: 03/02/2020 13:17:42

Design Section: Base Design Section

**Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno**

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 11.6 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -1 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -1 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -6 m  
OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$ dry	$\gamma$ sat	$\phi'$	$\phi$	$c' \text{ kPa}$	$c \text{ kPa}$	Su	Modulo Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		$\text{kN/m}^3$	$\text{kN/m}^3$	$^\circ$	$^\circ$	$\text{kPa}$	$\text{kPa}$			$\text{kPa}$	$\text{kN/m}^3$	$\text{kN/m}^3$	$\text{kN/m}^3$								
1	Alf	19	19	23		15			Constant	20000	32000										
2	Alf	19	19	23		15			Constant	20000	32000										
3	Aa	19	19	26		18			Constant	20000	32000										
4	A	19	19	27		19			Constant	40000	64000										

**Descrizione Pareti**

X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

Sezione : paraghiaia

Area equivalente : 0.3 m  
Inerzia equivalente : 0.0022 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 0.3 m  
Efficacia : 1

### **Fasi di Calcolo**

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 11.6 m  
Lato valle : 11.6 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
11.6 m  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
11.6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -1 m

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m

Lato valle : 1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-50;9.5)

(-11.85;3.2)

(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m

Falda di destra : -1 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : -7.55 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : PARATIE

Paratia : WallElement

X : -7.55 m

Quota in alto : 1 m

Quota di fondo : 0 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : -7.55 m

Quota in alto : 1.8 m

Quota di fondo : 1 m

Sezione : paraghiaia

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 1.5 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-50;9.5)

(-11.85;3.2)

(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m

Falda di destra : -2.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -50 m

X finale : -12 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE

Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;9.5)  
(-11.85;3.2)  
(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -2.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -12 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE

Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 5

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -6.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;9.5)  
(-11.85;3.2)  
(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-6.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -6.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -12 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE

Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 6

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -6.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;9.5)  
(-11.85;3.2)  
(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-6.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -6.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -12 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE  
Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 7

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -8.5 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;9.5)  
(-11.85;3.2)  
(-7.55;1.5)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-8.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -8.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -12 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE  
Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 8

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -8.5 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;9.5)  
(-11.85;3.2)  
(-7.55;1.5)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-8.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -0.5 m  
Falda di destra : -8.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -12 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE  
Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 9

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -8.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;9.5)  
(-11.85;3.2)  
(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-8.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -0.5 m  
Falda di destra : -8.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -12 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE

Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

**Descrizione Coefficienti Design Assumption**

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli	Carichi Permanenti Favorevoli	Carichi Variabili Sfavorevoli	Carichi Variabili Favorevoli	Carico Sismico	Pressioni Acqua Lato Monte	Pressioni Acqua Lato Valle	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili
	(F_dead_load_unfavou_r)	(F_live_load_favou_r)	(F_live_load_unfavou_r)	(F_live_load_favou_r)	(F_sei)	(F_Wa)	(F_Wa)	(F_UPL)	(F_UP)	(F_UPL)	(F_HYD)	(F_HY)	(F_HYD)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

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

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

*Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)*

Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
1.8	0	23.504
1.6	0	23.171
1.4	0	22.839
1.2	0	22.507
1	0	22.174
0.8	0	21.842
0.6	0	21.51
0.4	0	21.178
0.2	0	20.845
0	0	20.513
-0.2	0	20.181
-0.4	0	19.848
-0.6	0	19.516
-0.8	0	19.184
-1	0	18.851
-1.2	0	18.519
-1.4	0	18.187
-1.6	0	17.855
-1.8	0	17.522
-2	0	17.19
-2.2	0	16.858
-2.4	0	16.526
-2.6	0	16.195
-2.8	0	15.863
-3	0	15.532
-3.2	0	15.202
-3.4	0	14.872
-3.6	0	14.542
-3.8	0	14.214
-4	0	13.886
-4.2	0	13.56
-4.4	0	13.236
-4.6	0	12.913
-4.8	0	12.592
-5	0	12.273
-5.2	0	11.958
-5.4	0	11.645
-5.6	0	11.336
-5.8	0	11.032
-6	0	10.731
-6.2	0	10.436
-6.4	0	10.147
-6.6	0	9.864
-6.8	0	9.589
-7	0	9.321
-7.2	0	9.062
-7.4	0	8.812
-7.6	0	8.573
-7.8	0	8.345
-8	0	8.129
-8.1	0	8.026
-8.3	0	7.831
-8.5	0	7.649
-8.7	0	7.479
-8.9	0	7.321
-9.1	0	7.175
-9.3	0	7.039
-9.5	0	6.912
-9.7	0	6.796
-9.9	0	6.688
-10.1	0	6.588
-10.3	0	6.496
-10.5	0	6.411

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-10.7	0	6.334	
-10.9	0	6.262	
-11.1	0	6.197	
-11.3	0	6.137	
-11.5	0	6.083	
-11.7	0	6.033	
-11.9	0	5.987	
-12.1	0	5.946	
-12.3	0	5.909	
-12.5	0	5.875	
-12.7	0	5.844	
-12.9	0	5.817	
-13.1	0	5.792	
-13.3	0	5.769	
-13.5	0	5.749	
-13.7	0	5.731	
-13.9	0	5.715	
-14.1	0	5.7	
-14.3	0	5.687	
-14.5	0	5.675	
-14.7	0	5.664	
-14.9	0	5.655	
-15.1	0	5.646	
-15.3	0	5.639	
-15.5	0	5.632	
-15.7	0	5.625	
-15.9	0	5.619	
-16.1	0	5.614	
-16.3	0	5.609	
-16.5	0	5.604	
-16.7	0	5.6	
-16.9	0	5.596	
-17.1	0	5.592	
-17.3	0	5.588	
-17.5	0	5.584	
-17.7	0	5.581	
-17.9	0	5.577	
-18.1	0	5.574	
-18.3	0	5.57	
-18.5	0	5.567	
-18.7	0	5.563	
-18.9	0	5.56	
-19.1	0	5.556	
-19.3	0	5.553	
-19.5	0	5.549	
-19.7	0	5.546	
-19.9	0	5.543	
-20	0	5.541	

Tabella Inviluppi Momento Sx

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Momento			Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
0	51.171	0	
-0.2	65.467	0	
-0.4	81.669	0	
-0.6	99.958	0	
-0.8	120.512	0	
-1	143.502	0	
-1.2	168.225	0	
-1.4	194.847	0	
-1.6	223.532	0	
-1.8	254.444	0	
-2	287.745	0	
-2.2	253.791	0	
-2.4	222.542	0	
-2.6	194.152	28.493	
-2.8	179.922	68.593	

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-3	201.014	107.077
-3.2	223.909	143.813
-3.4	248.715	178.668
-3.6	275.54	211.511
-3.8	304.492	242.208
-4	335.68	270.626
-4.2	369.212	296.634
-4.4	405.197	320.099
-4.6	443.742	340.888
-4.8	484.958	358.864
-5	528.953	375.459
-5.2	575.837	390.116
-5.4	625.718	401.278
-5.6	678.706	408.814
-5.8	734.909	412.598
-6	794.438	412.499
-6.2	857.065	408.123
-6.4	922.89	399.319
-6.6	992.013	385.924
-6.8	1064.533	371.436
-7	1140.549	386.514
-7.2	1220.161	414.613
-7.4	1303.552	439.099
-7.6	1390.978	459.866
-7.8	1482.694	476.798
-8	1578.943	489.787
-8.1	1628.857	494.76
-8.3	1541.384	501.622
-8.5	1459.023	504.258
-8.7	1379.492	504.585
-8.9	1302.495	502.732
-9.1	1228.062	498.836
-9.3	1156.22	493.028
-9.5	1086.979	485.443
-9.7	1020.349	476.214
-9.9	956.327	465.476
-10.1	894.906	453.36
-10.3	836.072	440.003
-10.5	779.806	425.537
-10.7	726.08	410.096
-10.9	674.864	393.814
-11.1	626.122	376.825
-11.3	579.814	359.263
-11.5	535.893	341.262
-11.7	494.314	322.955
-11.9	455.025	304.468
-12.1	417.969	285.9
-12.3	383.09	267.343
-12.5	350.324	248.893
-12.7	319.61	230.64
-12.9	290.88	212.676
-13.1	264.068	195.089
-13.3	239.102	177.97
-13.5	215.912	164.576
-13.7	194.841	152.913
-13.9	180.957	141.689
-14.1	167.924	130.913
-14.3	155.632	120.594
-14.5	143.963	110.738
-14.7	132.802	101.349
-14.9	122.144	92.429
-15.1	111.985	83.977
-15.3	102.319	75.992
-15.5	93.141	68.471
-15.7	84.447	61.406
-15.9	76.228	54.793
-16.1	68.479	48.624
-16.3	61.192	42.891
-16.5	54.359	37.584
-16.7	47.972	32.694

Design Assumption: Nominal		Inviluppi: Momento		Muro: Sx
Z (m)		Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
-16.9		42.025		28.207
-17.1		36.509		24.115
-17.3		31.416		20.402
-17.5		26.737		17.057
-17.7		22.465		14.064
-17.9		18.591		11.41
-18.1		15.107		9.096
-18.3		12.006		7.248
-18.5		9.618		5.615
-18.7		7.432		4.197
-18.9		5.472		2.989
-19.1		3.764		1.991
-19.3		2.339		1.198
-19.5		1.226		0.608
-19.7		0.454		0.218
-19.9		0.052		0.024
-20		0		0

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal		Inviluppi: Momento		Muro: WallElement
Z (m)		Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
1		5.633		0
0.8		11.207		0
0.6		18.578		0
0.4		27.716		0
0.2		38.591		0
		51.171		0

Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New

Design Assumption: Nominal		Inviluppi: Momento		Muro: WallElement_New
Z (m)		Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	
1.8		0		0
1.6		0		0
1.4		0		0
1.2		1.888		0
1		5.633		0

Tabella Inviluppi Taglio Sx

Design Assumption: Nominal		Inviluppi: Taglio		Muro: Sx
Z (m)		Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	
0		71.482		0
-0.2		81.008		0
-0.4		91.446		0
-0.6		102.769		0
-0.8		114.951		0
-1		123.613		0
-1.2		133.108		0
-1.4		143.427		0
-1.6		154.562		0
-1.8		166.503		0
-2		166.503		261.245
-2.2		81.67		261.245
-2.4		89.059		253.043
-2.6		96.99		244.206
-2.8		105.461		234.743
-3		114.474		224.658
-3.2		124.029		213.958
-3.4		134.125		202.644
-3.6		144.762		190.721
-3.8		155.94		178.189
-4		167.66		165.048

Z (m)	Design Assumption: Nominal Involuppi: Taglio		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	
-4.2	179.923		151.299
-4.4	192.724		136.936
-4.6	206.082		121.964
-4.8	219.972		106.358
-5	234.422		90.144
-5.2	249.403		73.285
-5.4	264.943		55.809
-5.6	281.014		37.68
-5.8	297.642		25.919
-6	313.139		281.981
-6.2	329.124		281.981
-6.4	345.617		259.474
-6.6	362.597		236.399
-6.8	380.084		212.789
-7	398.059		188.601
-7.2	416.956		163.861
-7.4	437.133		138.525
-7.6	458.58		112.616
-7.8	481.241		86.088
-8	499.138		64.944
-8.1	499.138		437.369
-8.3	88.435		437.369
-8.5	89.071		411.801
-8.7	89.21		397.659
-8.9	89.21		384.985
-9.1	88.833		372.162
-9.3	87.97		359.214
-9.5	86.601		346.204
-9.7	84.755		333.151
-9.9	82.413		320.111
-10.1	79.6		307.101
-10.3	76.298		294.17
-10.5	77.202		281.332
-10.7	81.412		268.631
-10.9	84.942		256.078
-11.1	87.813		243.712
-11.3	90.004		231.542
-11.5	91.535		219.602
-11.7	92.433		207.897
-11.9	92.841		196.446
-12.1	92.841		185.279
-12.3	92.784		174.397
-12.5	92.251		163.827
-12.7	91.267		153.57
-12.9	89.82		143.648
-13.1	87.933		134.061
-13.3	85.594		124.83
-13.5	82.823		115.951
-13.7	79.609		107.444
-13.9	75.972		99.305
-14.1	71.899		91.552
-14.3	67.407		84.178
-14.5	62.487		77.201
-14.7	57.496		70.614
-14.9	52.671		64.432
-15.1	48.03		58.647
-15.3	43.568		53.274
-15.5	39.301		48.305
-15.7	35.324		43.744
-15.9	33.063		41.094
-16.1	30.846		38.745
-16.3	28.664		36.438
-16.5	26.535		34.163
-16.7	24.452		31.932
-16.9	22.431		29.735
-17.1	20.463		27.583
-17.3	18.565		25.466
-17.5	16.727		23.395
-17.7	14.965		21.36
-17.9	13.268		19.37

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-18.1	11.653	17.416
-18.3	10.107	15.507
-18.5	8.647	13.632
-18.7	7.261	11.802
-18.9	6.04	10.006
-19.1	4.991	8.539
-19.3	3.962	7.126
-19.5	2.951	5.564
-19.7	1.95	3.862
-19.9	0.969	2.01
-20	0.241	0.516

Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1	27.868	0
0.8	36.856	0
0.6	45.69	0
0.4	54.373	0
0.2	62.902	0
0	62.902	0

**Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New**

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Taglio Muro: WallElement_New			
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	
1.8	0	0	
1.6	0	0	
1.4	9.438	0	
1.2	18.728	0	
1	18.728	0	

**Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva**

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	LEFT	26.42
NTC2018: SISMICA STR	Stage 9	Left Wall	RIGHT	93.79

**Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva**

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 7	Left Wall	LEFT	25423.84
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	RIGHT	76571.04

**Inviluppo Risultati Elementi Strutturali**

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	TieBack	Sollecitazione kN/m
I ORDINE	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 5		392.99
II ORDINE	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 7		388.11

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Forza kN/m
Spring	NTC2018: SISMICA GEO	Stage 9	954.83

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Momento kN*m/m
Spring	NTC2018: SISMICA GEO	Stage 9	0

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Sfruttamento GEO	Sfruttamento STR	Design Assumption
I ORDINE	Stage 5	550.18	635.04	807.41	0.866	0.681	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)
II ORDINE	Stage 7	543.35	635.04	807.41	0.856	0.673	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

## 11.3 Paratia di imbocco Tipo 2

### Report di Calcolo

Jobname: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\STR\GA01 - POGGIO VIPERA\paratie\paratia02SX\_1tirante\_05.pplus

Data: 03/02/2020 13:30:28

Design Section: Base Design Section

### Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 11.6 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -1 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -2 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -7 m  
OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$	dry	$\gamma$ sat	$\theta$	$\rho$	$\phi$	$c'$	Su	Modulo	Eu	Ev	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	kPa	kPa		Elastico	kPa	kPa	kPa				kPa		kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	
1	Alf	19	19	23			15			Constant	20000	32000											
2	Alf	19	19	23			15			Constant	20000	32000											
3	Aa	19	19	26			18			Constant	20000	32000											
4	A	19	19	27			19			Constant	40000	64000											

### Descrizione Pareti

X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Muro di sinistra

### Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : Cls Magro  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m

Muro di sinistra

Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : Cls Magro  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

X : -7.55 m

Quota in alto : 1.8 m

Quota di fondo : 1 m

Muro di sinistra

Sezione : PARATIE

Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : Cls Magro  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

Sezione : paraghiaia

Area equivalente : 0.3 m  
Inerzia equivalente : 0.0022 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : Cls Magro  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 0.3 m  
Efficacia : 1

### **Fasi di Calcolo**

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 11.6 m

Lato valle : 11.6 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
11.6 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

11.6 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m

Falda di destra : -1 m

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 1.5 m

Lato valle : 1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-50;8.2)

(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m

Falda di destra : -1 m

Elementi strutturali

Paratia : Sx

X : -7.55 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -20 m

Sezione : PARATIE

Paratia : WallElement

X : -7.55 m

Quota in alto : 1 m

Quota di fondo : 0 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : -7.55 m

Quota in alto : 1.8 m

Quota di fondo : 1 m

Sezione : paraghiaia

Stage 3

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 1.5 m

Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)

(-50;8.2)

(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -2.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -9 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE

Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 4

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -2.5 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;8.2)  
(-7.55;1.5)

Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-2.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -2.5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -9 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m

Sezione : PARATIE  
Tirante : Tieback  
X : -7.55 m  
Z : -2 m  
Lunghezza bulbo : 12 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 12 m  
Spaziatura orizzontale : 1.4 m  
Precarico : 400 kN  
Angolo : 20 °  
Sezione : 4 strands  
Area : 0.000556 m<sup>2</sup>  
Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

Stage 5

Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -7 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;8.2)  
(-7.55;1.5)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-7 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -7 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -7 m  
X finale : 50 m  
Pressione iniziale : 50 kPa  
Pressione finale : 50 kPa  
Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -9 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE  
Tirante : Tieback

X : -7.55 m  
Z : -2 m  
Lunghezza bulbo : 12 m  
Diametro bulbo : 0.15 m  
Lunghezza libera : 12 m  
Spaziatura orizzontale : 1.4 m  
Precarico : 400 kN  
Angolo : 20 °  
Sezione : 4 strands  
Area : 0.000556 m<sup>2</sup>

Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

#### Stage 6

#### Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -7 m

Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;8.2)  
(-7.55;1.5)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-7 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -7 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -7 m  
X finale : 50 m  
Pressione iniziale : 50 kPa  
Pressione finale : 50 kPa  
Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -9 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE  
Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m

Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

#### Stage 7

#### Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -7 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Irregolare)  
(-50;8.2)  
(-7.55;1.5)  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-7 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -1 m  
Falda di destra : -7 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -7 m  
X finale : 50 m  
Pressione iniziale : 50 kPa  
Pressione finale : 50 kPa  
Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -50 m  
X finale : -9 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : Sx  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -20 m  
Sezione : PARATIE  
Paratia : WallElement  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New  
X : -7.55 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

**Descrizione Coefficienti Design Assumption**

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_r)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_live_load_r)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_r)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_r)	Carico Sismico (F_seismic)	Pressioni Acqua Lato Monte (F_waterDR)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_waterRe)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UP_GStab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_QDStab)	Carichi Variabili Stabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDStab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GDStab)
Simbolo	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_Q$	$\gamma_Q$	$\gamma_{QE}$	$\gamma_G$	$\gamma_G$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$	$\gamma_{Gdst}$	$\gamma_{Gstb}$	$\gamma_{Qdst}$
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

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

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

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Spostamento	Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
1.8	0	20.134	
1.6	0	19.848	
1.4	0	19.561	
1.2	0	19.274	
1	0	18.988	
0.8	0	18.701	
0.6	0	18.414	
0.4	0	18.128	
0.2	0	17.841	
0	0	17.555	
-0.2	0	17.268	
-0.4	0	16.981	
-0.6	0	16.695	
-0.8	0	16.408	
-1	0	16.121	
-1.2	0	15.835	
-1.4	0	15.548	
-1.6	0	15.262	
-1.8	0	14.975	
-2	0	14.688	
-2.2	0	14.402	
-2.4	0	14.116	
-2.6	0	13.83	
-2.8	0	13.544	
-3	0	13.258	
-3.2	0	12.973	
-3.4	0	12.689	
-3.6	0	12.406	
-3.8	0	12.123	
-4	0	11.842	
-4.2	0	11.563	
-4.4	0	11.285	
-4.6	0	11.01	
-4.8	0	10.737	
-5	0	10.468	
-5.2	0	10.202	
-5.4	0	9.94	
-5.6	0	9.683	
-5.8	0	9.432	
-6	0	9.187	
-6.2	0	8.948	
-6.4	0	8.718	
-6.6	0	8.497	
-6.7	0	8.39	
-6.9	0	8.183	
-7.1	0	7.987	
-7.3	0	7.8	
-7.5	0	7.623	
-7.7	0	7.454	
-7.9	0	7.294	
-8.1	0	7.142	
-8.3	0	6.998	
-8.5	0	6.861	
-8.7	0	6.731	
-8.9	0	6.609	
-9.1	0	6.493	
-9.3	0	6.383	
-9.5	0	6.279	
-9.7	0	6.181	
-9.9	0	6.089	
-10.1	0	6.001	
-10.3	0	5.918	
-10.5	0	5.84	
-10.7	0	5.767	
-10.9	0	5.697	
-11.1	0	5.631	
-11.3	0	5.569	
-11.5	0	5.51	
-11.7	0	5.455	
-11.9	0	5.402	

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-12.1	0	5.352	
-12.3	0	5.305	
-12.5	0	5.26	
-12.7	0	5.218	
-12.9	0	5.177	
-13.1	0	5.138	
-13.3	0	5.102	
-13.5	0	5.066	
-13.7	0	5.033	
-13.9	0	5	
-14.1	0	4.969	
-14.3	0	4.939	
-14.5	0	4.91	
-14.7	0	4.882	
-14.9	0	4.855	
-15.1	0	4.829	
-15.3	0	4.803	
-15.5	0	4.778	
-15.7	0	4.753	
-15.9	0	4.729	
-16.1	0	4.705	
-16.3	0	4.681	
-16.5	0	4.658	
-16.7	0	4.635	
-16.9	0	4.613	
-17.1	0	4.59	
-17.3	0	4.568	
-17.5	0	4.546	
-17.7	0	4.524	
-17.9	0	4.502	
-18.1	0	4.48	
-18.3	0	4.458	
-18.5	0	4.436	
-18.7	0	4.414	
-18.9	0	4.392	
-19.1	0	4.371	
-19.3	0	4.349	
-19.5	0	4.327	
-19.7	0	4.305	
-19.9	0	4.284	
-20	0	4.273	

Tabella Involuppi Momento Sx

Z (m)	Design Assumption: Nominal Involuppi: Momento		Muro: Sx
	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)	(kN*m/m)
0	52.556		0
-0.2	67.279		0
-0.4	83.731		0
-0.6	101.929		0
-0.8	122.071		0
-1	144.349		0
-1.2	168.954		0
-1.4	196.096		0
-1.6	225.983		0
-1.8	258.825		0
-2	294.818		0
-2.2	263.389		0
-2.4	234.505		0
-2.6	208.35		0
-2.8	184.069		24.69
-3	173.753		61.446
-3.2	193.276		96.853
-3.4	214.429		130.815
-3.6	237.31		163.25
-3.8	262.022		194.722
-4	288.664		227.592
-4.2	317.34		257.953
-4.4	348.148		285.694
-4.6	381.19		310.692
-4.8	416.564		332.831
-5	454.374		351.987
-5.2	494.716		368.045
-5.4	537.693		380.877
-5.6	583.404		390.364
-5.8	631.95		396.377
-6	683.462		398.792
-6.2	738.124		397.479
-6.4	796.114		395.684
-6.6	857.608		392.097
-6.7	889.734		389.077
-6.9	840.47		380.548
-7.1	794.977		368.588
-7.3	750.808		355.355
-7.5	708.027		340.992
-7.7	666.68		325.648
-7.9	626.809		309.466
-8.1	588.441		292.595
-8.3	551.601		275.177
-8.5	516.298		257.362
-8.7	482.54		239.259
-8.9	450.323		220.966
-9.1	419.64		202.572
-9.3	390.475		184.172
-9.5	362.808		165.851
-9.7	336.613		147.701
-9.9	311.86		129.804
-10.1	288.513		112.248
-10.3	266.534		95.113
-10.5	245.878		78.484
-10.7	226.501		62.441
-10.9	208.352		47.066
-11.1	191.379		32.437
-11.3	175.525		18.638
-11.5	160.735		7.623
-11.7	150.839		6.609
-11.9	144.801		5.651
-12.1	138.744		4.748
-12.3	132.678		3.904
-12.5	126.624		3.117
-12.7	120.599		2.389

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-12.9	114.626	1.718
-13.1	108.717	1.105
-13.3	102.89	0.547
-13.5	97.157	0.044
-13.7	91.532	0
-13.9	86.026	0
-14.1	80.649	0
-14.3	75.41	0
-14.5	70.911	0
-14.7	70.104	0
-14.9	68.826	0
-15.1	67.122	0
-15.3	65.036	0
-15.5	62.609	0
-15.7	59.883	0
-15.9	56.899	0
-16.1	53.696	0
-16.3	50.313	0
-16.5	46.79	0
-16.7	43.163	0
-16.9	39.47	0.115
-17.1	35.747	0.759
-17.3	32.03	1.226
-17.5	28.355	1.536
-17.7	24.756	1.709
-17.9	21.269	1.765
-18.1	17.928	1.722
-18.3	14.767	1.6
-18.5	11.822	1.417
-18.7	9.124	1.194
-18.9	6.709	0.947
-19.1	4.611	0.697
-19.3	2.863	0.459
-19.5	1.499	0.255
-19.7	0.555	0.099
-19.9	0.063	0.012
-20	0	0

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1	5.751	0
0.8	11.455	0
0.6	19.013	0
0.4	28.398	0
0.2	39.588	0
0	52.556	0

Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1.8	0	0
1.6	0	0
1.4	0	0
1.2	1.925	0
1	5.751	0

Tabella Inviluppi Taglio Sx

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	73.614	0

Design Assumption: Nominal		Inviluppi: Taglio		Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)		
-0.2	82.26			0
-0.4	90.99			0
-0.6	100.707			0
-0.8	111.392			0
-1	123.026			0
-1.2	135.71			0
-1.4	149.435			0
-1.6	164.207			0
-1.8	179.968			0
-2	179.968			250.018
-2.2	70.165			250.018
-2.4	76.272			243.027
-2.6	82.865			235.327
-2.8	89.998			227.036
-3	97.615			218.077
-3.2	105.766			208.544
-3.4	114.401			198.37
-3.6	123.563			187.633
-3.8	133.21			176.271
-4	143.381			164.349
-4.2	154.036			151.809
-4.4	165.211			138.706
-4.6	176.871			124.986
-4.8	189.049			110.696
-5	201.711			95.783
-5.2	214.889			81.368
-5.4	228.552			68.798
-5.6	242.728			55.708
-5.8	257.56			42.053
-6	273.314			27.878
-6.2	289.95			18.664
-6.4	307.469			14.423
-6.6	321.249			10.304
-6.7	321.249			246.316
-6.9	98.621			246.316
-7.1	101.545			227.466
-7.3	103.427			220.845
-7.5	104.24			213.907
-7.7	104.24			206.737
-7.9	104.042			199.355
-8.1	102.807			191.838
-8.3	100.586			184.202
-8.5	97.484			176.515
-8.7	94.108			168.789
-8.9	91.969			161.086
-9.1	92.001			153.414
-9.3	92.001			145.828
-9.5	91.601			138.332
-9.7	90.751			130.977
-9.9	89.484			123.764
-10.1	87.781			116.736
-10.3	85.675			109.895
-10.5	83.143			103.278
-10.7	80.217			96.884
-10.9	76.874			90.748
-11.1	73.142			84.865
-11.3	68.999			79.267
-11.5	64.469			73.949
-11.7	59.53			68.939
-11.9	54.183			64.247
-12.1	48.448			59.865
-12.3	42.888			55.818
-12.5	37.595			52.097
-12.7	32.551			48.726
-12.9	27.773			45.619
-13.1	23.243			42.604
-13.3	18.978			39.669
-13.5	14.955			36.833
-13.7	11.191			34.086
-13.9	7.665			31.442

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Sx
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-14.1	4.39	28.892
-14.3	1.49	26.45
-14.5	1.264	25.461
-14.7	1.037	24.698
-14.9	0.832	23.896
-15.1	0.628	23.075
-15.3	0.446	22.223
-15.5	0.266	21.358
-15.7	0.108	20.47
-15.9	0	19.575
-16.1	0	18.662
-16.3	0	17.747
-16.5	0	18.136
-16.7	0	18.464
-16.9	0	18.617
-17.1	0	18.617
-17.3	0	18.583
-17.5	0	18.378
-17.7	0	17.991
-17.9	0.215	17.437
-18.1	0.608	16.703
-18.3	0.912	15.805
-18.5	1.117	14.729
-18.7	1.233	13.489
-18.9	1.253	12.073
-19.1	1.253	10.493
-19.3	1.186	8.738
-19.5	1.025	6.818
-19.7	0.777	4.722
-19.9	0.436	2.46
-20	0.118	0.631

Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1	28.521	0
0.8	37.786	0
0.6	46.929	0
0.4	55.947	0
0.2	64.843	0
0	64.843	0

Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1.8	0	0
1.6	0	0
1.4	9.624	0
1.2	19.132	0
1	19.132	0

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva %
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	LEFT	26.93
NTC2018: SISMICA STR	Stage 7	Left Wall	RIGHT	88

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
-------------------	-------	------	----------------	---------------------------------------

	%
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 5 Left Wall LEFT	31421.08
NTC2018: A2+M2+R1 Stage 2 Left Wall RIGHT	75668.88

**Inviluppo Risultati Elementi Strutturali**

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage TieBack	Sollecitazione kN/m
Tieback	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 5	396.78

Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (k)	Sfrutt.	Sfruttar	Resistenza	Design Assumption
Tieback	Stage 5	555.49	635.04	807.41	0.875	0.688	✔	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Forza
Spring	NTC2018: SISMICA GEO	Stage 7	581.65 kN/m

Elemento strutturale	Design Assumption	Stage	Cela Momento
Spring	NTC2018: SISMICA GEO	Stage 7	0 kN*m/m

## 11.4 Paratia di imbocco tipo 3

### Report di Calcolo

Jobname: U:\ANAS\AQ 2018-2022\DG 28 - SICILIA\1 - PA83\_SS626 Gela\07-Rel\STR\GA01 - POGGIO VIPERA\paratie\paratia03SX\_sbalzo\_01.pplus

Data: 03/02/2020 13:45:10

Design Section: Base Design Section

### Descrizione della Stratigrafia e degli Strati di Terreno

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : 4.25 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -2.5 m  
OCR : 1

Tipo : HORIZONTAL  
Quota : -8 m  
OCR : 1

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma$	$\gamma$	$\delta'$	$\delta$	$\delta$	$\delta$	$\delta$	$\delta$	Su	Modulo	Eu	Evc	Eur	Ah	Av	exp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur
Terreno		dry	sat								Elastico												
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	°	°	°	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
1	Alf	19	19	24						15	Constant	20000	32000										
2	Aa	19	19	26						18	Constant	20000	32000										
3	A	19	19	27						19	Constant	40000	64000										

### Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo  
Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Muro di sinistra

Sezione : PARATIA  
Area equivalente : 0.80783811092309 m  
Inerzia equivalente : 0.0727 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Tangent  
Spaziatura : 1.4 m  
Diametro : 1.2 m  
Efficacia : 1

Sezione : cordolo  
Area equivalente : 1.5 m  
Inerzia equivalente : 0.2812 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid  
Spessore : 1.5 m  
Efficacia : 1

Sezione : paraghiaia  
Area equivalente : 0.3 m  
Inerzia equivalente : 0.0022 m<sup>4</sup>/m  
Materiale calcestruzzo : C32/40  
Tipo sezione : Solid

Spessore : 0.3 m  
Efficacia : 1

**Fasi di Calcolo**

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 1.5 m

Lato valle : 1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1.5 m

Falda di destra : -1.5 m

Stage 2

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 1.5 m

Lato valle : -5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -1.5 m

Falda di destra : -5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -20 m

X finale : -1.5 m

Pressione iniziale : 10 kPa

Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -16 m

Sezione : PARATIA

Paratia : WallElement\_New

X : 0 m

Quota in alto : 1 m

Quota di fondo : 0 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 1.8 m

Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

### Stage 3

#### Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -3.5 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
1.5 m  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-3.5 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -1.5 m  
Falda di destra : -5 m

#### Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
X iniziale : -20 m  
X finale : -1.5 m  
Pressione iniziale : 10 kPa  
Pressione finale : 10 kPa

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : 0 m  
Quota di fondo : -16 m  
Sezione : PARATIA  
Paratia : WallElement\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1 m  
Quota di fondo : 0 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : 1.8 m  
Quota di fondo : 1 m  
Sezione : paraghiaia

### Stage 4

#### Scavo

Muro di sinistra  
Lato monte : 1.5 m  
Lato valle : -3.5 m  
  
Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)  
1.5 m  
Linea di scavo di destra (Orizzontale)  
-3.5 m

#### Falda acquifera

Falda di sinistra : -1.5 m

Falda di destra : -5 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge  
 X iniziale : -20 m  
 X finale : -1.5 m  
 Pressione iniziale : 10 kPa  
 Pressione finale : 10 kPa

Elementi strutturali

Paratia : WallElement  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 0 m  
 Quota di fondo : -16 m  
 Sezione : PARATIA  
 Paratia : WallElement\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1 m  
 Quota di fondo : 0 m  
 Sezione : cordolo  
 Paratia : WallElement\_New\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : 1.8 m  
 Quota di fondo : 1 m  
 Sezione : paraghiaia

**Descrizione Coefficienti Design Assumption**

Nome	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Variabili	Carichi Variabili	Carico Sismico	Pressioni Acqua	Pressioni Acqua	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili	Carichi Permanenti	Carichi Permanenti	Carichi Variabili
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli	(F_sei)	Lato Monte	Lato Valle	Destabi	Stabi	Destabi	Destabi	Stabi	Destabi
	(F_dead_lo)	(F_live_lo)	(F_live_lo)	(F_live_lo)	(F_live_lo)	(F_Wa)	(F_Wa)	ilizza	ilizza	ilizza	ilizza	ilizza	ilizza
	ad_unfavou	ad_unfavou	ad_unfavou	ad_unfavou	ad_unfavou	terDR	terRe	nti	nti	nti	nti	nti	nti
	r)	r)	r)	r)	r)	)	s)	(F_UPL)	(F_UP)	(F_UPL)	(F_UPL)	(F_HYD)	(F_HYD)
								_GDSta	L_GSt	_QDSta	_GDSta	D_GSt	_QDSta
								b)	ab)	b)	b)	ab)	b)
Simbolo	γG	γG	γQ	γQ	γQE	γG	γG	γGdst	γGstb	γQdst	γGdst	γGstb	γQdst
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanenti													
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018: SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018: SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

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

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

*Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)*

Tabella Inviluppi Spostamento Left Wall

Design Assumption: Nominal Inviluppi: Spostamento Muro: LEFT			
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
1.8	0	27.56	
1.7	0	27.354	
1.6	0	27.147	
1.5	0	26.941	
1.4	0	26.734	
1.3	0	26.528	
1.2	0	26.321	
1.1	0	26.115	
1	0	25.908	
0.9	0	25.702	
0.8	0	25.495	
0.7	0	25.289	
0.6	0	25.082	
0.5	0	24.876	
0.4	0	24.669	
0.3	0	24.463	
0.2	0	24.256	
0.1	0	24.05	
0	0	23.843	
-0.1	0	23.637	
-0.2	0	23.43	
-0.3	0	23.224	
-0.4	0	23.017	
-0.5	0	22.811	
-0.6	0	22.604	
-0.7	0	22.398	
-0.8	0	22.192	
-0.9	0	21.985	
-1	0	21.779	
-1.1	0	21.572	
-1.2	0	21.366	
-1.3	0	21.16	
-1.4	0	20.953	
-1.5	0	20.747	
-1.6	0	20.541	
-1.7	0	20.334	
-1.8	0	20.128	
-1.9	0	19.922	
-2	0	19.716	
-2.1	0	19.51	
-2.2	0	19.304	
-2.3	0	19.098	
-2.4	0	18.892	
-2.5	0	18.686	
-2.6	0	18.48	
-2.7	0	18.274	
-2.8	0	18.069	
-2.9	0	17.863	
-3	0	17.658	
-3.1	0	17.452	
-3.2	0	17.247	
-3.3	0	17.042	
-3.4	0	16.838	
-3.5	0	16.633	
-3.6	0	16.429	
-3.7	0	16.225	
-3.8	0	16.021	
-3.9	0	15.817	
-4	0	15.614	
-4.1	0	15.411	
-4.2	0	15.209	
-4.3	0	15.006	
-4.4	0	14.805	

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento Muro: LEFT		
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)
-4.5	0	14.603
-4.6	0	14.402
-4.7	0	14.202
-4.8	0	14.002
-4.9	0	13.803
-5	0	13.604
-5.1	0	13.407
-5.2	0	13.209
-5.3	0	13.013
-5.4	0	12.817
-5.5	0	12.622
-5.6	0	12.428
-5.7	0	12.235
-5.8	0	12.043
-5.9	0	11.852
-6	0	11.662
-6.1	0	11.473
-6.2	0	11.285
-6.3	0	11.098
-6.4	0	10.912
-6.5	0	10.728
-6.6	0	10.545
-6.7	0	10.363
-6.8	0	10.182
-6.9	0	10.002
-7	0	9.824
-7.1	0	9.647
-7.2	0	9.472
-7.3	0	9.298
-7.4	0	9.125
-7.5	0	8.954
-7.6	0	8.784
-7.7	0	8.615
-7.8	0	8.449
-7.9	0	8.283
-8	0	8.12
-8.1	0	7.957
-8.2	0	7.797
-8.3	0	7.637
-8.4	0	7.48
-8.5	0	7.324
-8.6	0	7.17
-8.7	0	7.017
-8.8	0	6.866
-8.9	0	6.716
-9	0	6.569
-9.1	0	6.422
-9.2	0	6.278
-9.3	0	6.135
-9.4	0	5.994
-9.5	0	5.854
-9.6	0	5.716
-9.7	0	5.579
-9.8	0	5.444
-9.9	0	5.311
-10	0	5.179
-10.1	0	5.049
-10.2	0	4.921
-10.3	0	4.794
-10.4	0	4.668
-10.5	0	4.544
-10.6	0	4.422
-10.7	0	4.3
-10.8	0	4.181
-10.9	0	4.063
-11	0	3.946
-11.1	0	3.831
-11.2	0	3.717
-11.3	0	3.604
-11.4	0	3.492

Design Assumption: Nominal Involuppi: Spostamento			Muro: LEFT
Z (m)	Lato sinistro (mm)	Lato destro (mm)	
-11.5	0	3.382	
-11.6	0	3.273	
-11.7	0	3.166	
-11.8	0	3.059	
-11.9	0	2.954	
-12	0	2.85	
-12.1	0	2.746	
-12.2	0	2.644	
-12.3	0	2.543	
-12.4	0	2.443	
-12.5	0	2.344	
-12.6	0	2.246	
-12.7	0	2.148	
-12.8	0	2.051	
-12.9	0	1.956	
-13	0	1.861	
-13.1	0	1.766	
-13.2	0	1.672	
-13.3	0	1.579	
-13.4	0	1.487	
-13.5	0	1.395	
-13.6	0	1.303	
-13.7	0	1.212	
-13.8	0	1.122	
-13.9	0	1.032	
-14	0	0.942	
-14.1	0	0.853	
-14.2	0	0.764	
-14.3	0	0.675	
-14.4	0	0.587	
-14.5	0	0.499	
-14.6	0	0.411	
-14.7	0	0.323	
-14.8	0	0.235	
-14.9	0	0.148	
-15	0	0.06	
-15.069	0	0	
-15.1	-0.027	0	
-15.2	-0.114	0	
-15.3	-0.201	0	
-15.4	-0.289	0	
-15.5	-0.376	0	
-15.6	-0.463	0	
-15.7	-0.55	0	
-15.8	-0.637	0	
-15.9	-0.724	0	
-16	-0.811	0	

Tabella Inviluppi Momento WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	7.698	0
-0.1	8.88	0
-0.2	10.129	0
-0.3	11.446	0
-0.4	12.83	0
-0.5	14.282	0
-0.6	15.802	0
-0.7	17.39	0
-0.8	19.045	0
-0.9	20.767	0
-1	22.564	0
-1.1	24.444	0
-1.2	26.416	0
-1.3	28.487	0
-1.4	30.668	0
-1.5	32.967	0
-1.6	35.392	0
-1.7	37.957	0
-1.8	40.676	0
-1.9	43.564	0
-2	46.634	0
-2.1	49.901	0
-2.2	53.379	0
-2.3	57.082	0
-2.4	61.024	0
-2.5	65.219	0
-2.6	69.628	0
-2.7	74.266	0
-2.8	79.145	0
-2.9	84.277	0
-3	89.676	0
-3.1	95.355	0
-3.2	101.325	0
-3.3	107.601	0
-3.4	114.194	0
-3.5	121.119	0
-3.6	128.352	0
-3.7	135.822	0
-3.8	143.537	0
-3.9	151.509	0
-4	159.742	0
-4.1	168.239	0
-4.2	177.004	0
-4.3	186.042	0
-4.4	195.357	0
-4.5	204.952	0
-4.6	214.832	0
-4.7	225	0
-4.8	235.461	0
-4.9	246.218	0
-5	257.276	0
-5.1	268.638	0
-5.2	279.698	0
-5.3	290.451	0
-5.4	300.894	0
-5.5	311.73	0
-5.6	325.899	0
-5.7	339.999	0
-5.8	354.014	0
-5.9	367.925	0
-6	381.715	0
-6.1	395.367	0
-6.2	408.863	0
-6.3	422.186	0
-6.4	435.318	0

Design Assumption: Nominal			Inviluppi: Momento		Muro: WallElement	
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)				
-6.5	448.242				0	
-6.6	460.941				0	
-6.7	473.396				0	
-6.8	485.59				0	
-6.9	497.506				0	
-7	509.125				0	
-7.1	520.429				0	
-7.2	531.402				0	
-7.3	542.026				0	
-7.4	552.282				0	
-7.5	562.152				0	
-7.6	571.62				0	
-7.7	580.667				0	
-7.8	589.289				0	
-7.9	597.496				0	
-8	605.294				0	
-8.1	612.693				0	
-8.2	619.576				0	
-8.3	625.926				0	
-8.4	631.723				0	
-8.5	636.947				0	
-8.6	641.58				0	
-8.7	645.603				0	
-8.8	648.996				0	
-8.9	651.74				0	
-9	653.816				0	
-9.1	655.204				0	
-9.2	655.892				0	
-9.3	655.897				0	
-9.4	655.235				0	
-9.5	653.924				0	
-9.6	651.98				0	
-9.7	649.418				0	
-9.8	646.256				0	
-9.9	642.508				0	
-10	638.191				0	
-10.1	633.32				0	
-10.2	627.912				0	
-10.3	621.98				0	
-10.4	615.541				0	
-10.5	608.609				0	
-10.6	601.198				0	
-10.7	593.324				0	
-10.8	585.001				0	
-10.9	576.242				0	
-11	567.063				0	
-11.1	557.477				0	
-11.2	547.499				0	
-11.3	537.141				0	
-11.4	526.418				0	
-11.5	515.343				0	
-11.6	503.929				0	
-11.7	492.189				0	
-11.8	480.137				0	
-11.9	467.784				0	
-12	455.145				0	
-12.1	442.231				0	
-12.2	429.055				0	
-12.3	415.63				0	
-12.4	401.967				0	
-12.5	388.079				0	
-12.6	373.979				0	
-12.7	359.678				0	
-12.8	345.187				0	
-12.9	330.52				0	
-13	315.687				0	
-13.1	300.7				0	
-13.2	285.576				0	
-13.3	270.364				0	
-13.4	255.121				0	

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
-13.5	239.903	0
-13.6	224.771	0
-13.7	209.776	0
-13.8	194.963	0
-13.9	180.381	0
-14	166.076	0
-14.1	152.157	0
-14.2	138.605	0
-14.3	125.437	0
-14.4	112.702	0
-14.5	100.446	0
-14.6	88.713	0
-14.7	77.538	0
-14.8	66.959	0
-14.9	57.014	0
-15	47.74	0
-15.1	39.173	0
-15.2	31.35	0
-15.3	24.309	0
-15.4	18.086	0
-15.5	12.719	0
-15.6	8.243	0
-15.7	4.697	0
-15.8	2.116	0
-15.9	0.538	0
-16	0	0

Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1	0.653	0
0.9	0.959	0
0.8	1.353	0
0.7	1.836	0
0.6	2.408	0
0.5	3.068	0
0.4	3.817	0
0.3	4.654	0
0.2	5.58	0
0.1	6.595	0
0	7.698	0

Tabella Inviluppi Momento WallElement\_New\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Momento	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
1.8	0	0
1.7	0	0
1.6	0	0
1.5	0	0
1.4	0.026	0
1.3	0.105	0
1.2	0.235	0
1.1	0.418	0
1	0.653	0

Tabella Inviluppi Taglio WallElement

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	11.815	0
-0.1	12.491	0
-0.2	13.168	0

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-0.3	13.845	0
-0.4	14.521	0
-0.5	15.198	0
-0.6	15.874	0
-0.7	16.551	0
-0.8	17.228	0
-0.9	17.968	0
-1	18.801	0
-1.1	19.713	0
-1.2	20.717	0
-1.3	21.812	0
-1.4	22.985	0
-1.5	24.249	0
-1.6	25.648	0
-1.7	27.195	0
-1.8	28.877	0
-1.9	30.706	0
-2	32.67	0
-2.1	34.781	0
-2.2	37.027	0
-2.3	39.419	0
-2.4	41.947	0
-2.5	44.097	0
-2.6	46.379	0
-2.7	48.786	0
-2.8	51.326	0
-2.9	53.989	0
-3	56.785	0
-3.1	59.705	0
-3.2	62.757	0
-3.3	65.933	0
-3.4	69.241	0
-3.5	72.335	0
-3.6	76.085	0
-3.7	80.425	0
-3.8	84.911	0
-3.9	89.476	0
-4	94.079	0
-4.1	98.731	0
-4.2	103.422	0
-4.3	108.162	0
-4.4	112.94	0
-4.5	117.765	0
-4.6	122.629	0
-4.7	127.54	0
-4.8	132.488	0
-4.9	137.484	0
-5	142.525	0
-5.1	142.702	0
-5.2	142.711	0
-5.3	142.711	0
-5.4	142.543	0
-5.5	142.206	0
-5.6	141.691	0
-5.7	141.007	0
-5.8	140.145	0
-5.9	139.112	0
-6	137.902	0
-6.1	136.52	0
-6.2	134.96	0
-6.3	133.228	0
-6.4	131.531	0
-6.5	130.107	0
-6.6	128.507	0
-6.7	126.723	0
-6.8	124.764	0
-6.9	122.622	0
-7	120.303	0
-7.1	117.802	0
-7.2	115.124	0

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
-7.3	112.263	0
-7.4	109.225	0
-7.5	106.005	0
-7.6	102.608	0
-7.7	99.035	0
-7.8	95.42	0
-7.9	91.89	0
-8	88.439	0
-8.1	85.072	0
-8.2	79.667	0
-8.3	74.075	0
-8.4	68.289	0
-8.5	62.315	0
-8.6	56.148	0
-8.7	49.793	2.544
-8.8	43.25	6.511
-8.9	36.514	10.402
-9	29.589	14.224
-9.1	22.471	17.974
-9.2	15.235	21.658
-9.3	8.168	25.274
-9.4	1.275	28.827
-9.5	0	32.317
-9.6	0	35.747
-9.7	0	39.118
-9.8	0	42.432
-9.9	0	45.69
-10	0	48.893
-10.1	0	54.087
-10.2	0	59.315
-10.3	0	64.394
-10.4	0	69.323
-10.5	0	74.106
-10.6	0	78.741
-10.7	0	83.233
-10.8	0	87.581
-10.9	0	91.79
-11	0	95.857
-11.1	0	99.783
-11.2	0	103.575
-11.3	0	107.229
-11.4	0	110.752
-11.5	0	114.14
-11.6	0	117.398
-11.7	0	120.524
-11.8	0	123.524
-11.9	0	126.394
-12	0	129.14
-12.1	0	131.759
-12.2	0	134.256
-12.3	0	136.628
-12.4	0	138.876
-12.5	0	141.005
-12.6	0	143.013
-12.7	0	144.903
-12.8	0	146.674
-12.9	0	148.33
-13	0	149.868
-13.1	0	151.244
-13.2	0	152.118
-13.3	0	152.431
-13.4	0	152.431
-13.5	0	152.166
-13.6	0	151.314
-13.7	0	149.957
-13.8	0	148.124
-13.9	0	145.821
-14	0	143.046
-14.1	0	139.805
-14.2	0	136.094

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: Wall	Element
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)	
-14.3	0	131.949	
-14.4	0	127.432	
-14.5	0	122.559	
-14.6	0	117.339	
-14.7	0	111.748	
-14.8	0	105.785	
-14.9	0	99.449	
-15	0	92.745	
-15.1	0	85.669	
-15.2	0	78.226	
-15.3	0	70.411	
-15.4	0	62.229	
-15.5	0	53.676	
-15.6	0	44.756	
-15.7	0	35.465	
-15.8	0	25.807	
-15.9	0	15.779	
-16	0	5.383	

Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1	3.057	0
0.9	3.943	0
0.8	4.829	0
0.7	5.716	0
0.6	6.602	0
0.5	7.488	0
0.4	8.374	0
0.3	9.261	0
0.2	10.147	0
0.1	11.033	0
0	11.033	0

Tabella Inviluppi Taglio WallElement\_New\_New

Design Assumption: Nominal	Inviluppi: Taglio	Muro: WallElement_New_New
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
1.8	0	0
1.7	0	0
1.6	0	0
1.5	0.261	0
1.4	0.784	0
1.3	1.307	0
1.2	1.829	0
1.1	2.352	0
1	2.352	0

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Passiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 3	Left Wall	LEFT	12.73
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	RIGHT	53.45

Inviluppo Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva

Design Assumption	Stage	Muro	Lato Inviluppo	Spinta Reale Efficace / Spinta Attiva
				%
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 2	Left Wall	LEFT	19225.92
NTC2018: A2+M2+R1	Stage 3	Left Wall	RIGHT	70192.1

## 11.5 Verifiche Geotecniche di portanza per i setti in pali trivellati