



**DIREZIONE DELLE POLITICHE MOBILITA'
INFRASTRUTTURE E TRASPORTO
PUBBLICO LOCALE**

S.R. n° 69 "Di Val d'Arno" Variante in riva destra d'Arno LOTTO 5

*Provincia di Firenze e Arezzo
Comune di Figline e Incisa Valdarno, Castelfranco
Piandiscò e San Giovanni Valdarno*



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI

NOME FILE: 2021_07_30_prog01_tris

C.U.P. D31B1800053002

R.U.P.: Ing. Antonio De Crescenzo

EL. N.

DD0301_0

SCALA:

-

Data revisione elaborato:

29/07/2021

PROGETTISTA:

Ing. Alessio Gensini

COLLABORATORI:

**SETTORE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE VIABILITA' REGIONALE
FIRENZE - PRATO - PISTOIA**

CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE OPERE D'ARTE MINORI

Indice generale

1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	1
2 - SOLETTA DI COPERTURA CANALE IN CALCESTRUZZO ESISTENTE.....	2
3 - SCATOLARE IN CALCESTRUZZO ALLA PROGR. 0+231 DI TR.2_1.....	4
4 - MURO DI CONTRORIPA “Impianto Betonaggio” TR.1 (progr. 0+611 – 0+700).....	10
5 - MURO SOTTOSCARPA “Canale cls” TR.1 (progr. 1+160 – 1+230).....	23
6 - MURI D’ALA NORD E SUD PONTE SUL FAELLA (TR.2_1).....	37
7 - PARATIA DI CONTRORIPA ZONA PF4.....	52
8 - PARATIA DI CONTRORIPA ZONA PF3.....	62

1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per lo sviluppo delle valutazioni preliminari di calcolo di cui alla presente fase progettuale è:

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

- Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

2 - SOLETTA DI COPERTURA CANALE IN CALCESTRUZZO ESISTENTE

In corrispondenza della Rotatoria 2 è presente un canale in calcestruzzo armato, che attraversa la zona interessata dalla realizzazione della Rotatoria 2 per una lunghezza di circa 55m. Esso è costituito da una sezione ad "U". La presenza dell'intersezione richiede la copertura della suddetta infrastruttura, in modo da garantire comunque la sua funzionalità.

Al fine di evitare problemi e difficoltà connesse alla conoscenza dei materiali e delle specifiche costruttive di quanto esistente, si prevede la copertura del canale mediante una soletta (avente spessore di 25 cm) completamente indipendente dalle pareti esistenti: per questo essa verrà collegata a due travi di fondazione aventi larghezza 80 cm ed altezza 1,0m, realizzate sull'esterno del canale e non collegate in alcun modo ad esso.

La luce massima della soletta è pari a 2,10 m.

Nelle operazioni di getto si dovrà quindi avere cura di interporre tavolato o approntamento analogo per garantire l'indipendenza delle strutture. Allo stesso tempo la profondità del piano di posa delle due travi di fondazione, praticamente analoga alla profondità del canale stesso, permetterà di evitare un aumento di spinta sulle pareti, che anzi verranno sgravate dalla spinta del terreno, ma comunque sorrette dalla eventuale spinta passiva che le travi di fondazione saranno in grado di esercitare (in caso di pressione dell'acqua dall'interno).

L'intradosso della soletta di copertura dovrà essere realizzato 5 cm al di sopra della sommità delle pareti del canale, al fine di garantire il funzionamento come due strutture separate. Lo spazio che separa i due manufatti potrà essere chiuso mediante un giunto elastico in grado di garantire l'impermeabilità dello stesso o con soluzione alternativa comunque efficace sia dal punto di vista strutturale che idraulico.

Materiali impiegati

Calcestruzzo C28/35 (f_{ck}/R_{ck}), classe di esposizione XC3 e classe di consistenza S4 (fluida).

Peso specifico: 24,517 KN/mc.

Modulo elastico E: 332299,69 Kg/cmq

Le resistenze di calcolo sono valutate nel seguente modo:

Compressione: $f_{cd} = cc f_{ck} / C$

$cc = 0.85$ (coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata);

$c = 1.5$ (coefficiente parziale di sicurezza);

$f_{ck} = 0,83R_{ck}$ (resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni).

Trazione: $f_{ctd} = f_{ctk} / C$

$c = 1.5$ (coefficiente parziale di sicurezza);

f_{ctk} = resistenza caratteristica a trazione.

Acciaio B450C, con le caratteristiche di cui al punto 11.3.2.1 delle NTC2008.

(Il copriferro previsto è pari a 3,0 cm. Tale valore è stato stabilito in accordo con la norma UNI EN 1992-1-1 (sezione 4), in funzione delle classi di esposizione ambientali. Si ricorda che il valore del copriferro è misurato dal filo esterno di eventuali staffe o ferri ripartitori, per cui se verranno utilizzati distanziatori fissati a barre che avranno al loro esterno ulteriore armatura, sarà necessario tenerne conto).

Azioni sulla struttura

Per eseguire un calcolo preliminare di dimensionamento della struttura si ipotizza una azione concentrata, in mezzera della soletta, pari a 20 KN, pur essendo tale tipo di azione ampiamente cautelativo rispetto a valutazioni più approfondite che dovranno essere eseguite nella successiva fase di progettazione.

Per quanto riguarda i vincoli si ipotizza, ancora a favore di sicurezza, che la soletta sia semplicemente appoggiata.

Schema di trave semplicemente appoggiata con carico concentrato

Dunque le sollecitazioni flettenti e taglianti massime che agiscono sulla soletta risultano:

$$M_{\max} = P/4 = 200 \text{ kN} \cdot 2,10 \text{ m} / 4 = 105 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$T_{\max} = P / 2 = 200 \text{ KN} / 2 = 100 \text{ KN}$$

Verifiche di sicurezza

Per quanto concerne la diffusione trasversale del carico concentrato, si fa l'ipotesi che la larghezza di soletta impegnata dall'azione concentrata sia pari ad 1m, nonostante che la profondità della struttura rispetto al piano stradale sia superiore:

Dunque la sezione resistente in cls ha altezza pari a 25 cm e larghezza pari a 100 cm, si prevede una armatura superiore ed inferiore costituita da 8 barre diam. 16 mm per ogni metro di larghezza della soletta..

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Tombamento soletta

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	16,08	4
2	16,08	21

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 105 kNm
M_{yEd} 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C		C28/35	
ε _{su}	67,5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391,3 N/mm²	ε _{cu}	3,5 ‰
E _s	200.000 N/mm²	f _{cd}	15,87
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0,8 ?
ε _{syd}	1,957 ‰	σ _{c,adm}	11
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0,6667
		τ _{c1}	1,971

M_{xRd} 119,2 kNm

σ_c -15,87 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 13,62 ‰
d 21 cm
x 4,294 x/d 0,2045
δ 0,7

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

o 0 cm Col. modello

Precompresso

La verifica di sicurezza a flessione è dunque soddisfatta, analoga considerazione può essere fatta per la sollecitazione tagliante (tensioni relative pari a 0,4 N/mmq).

3 - SCATOLARE IN CALCESTRUZZO ALLA PROGR. 0+231 DI TR.2_1

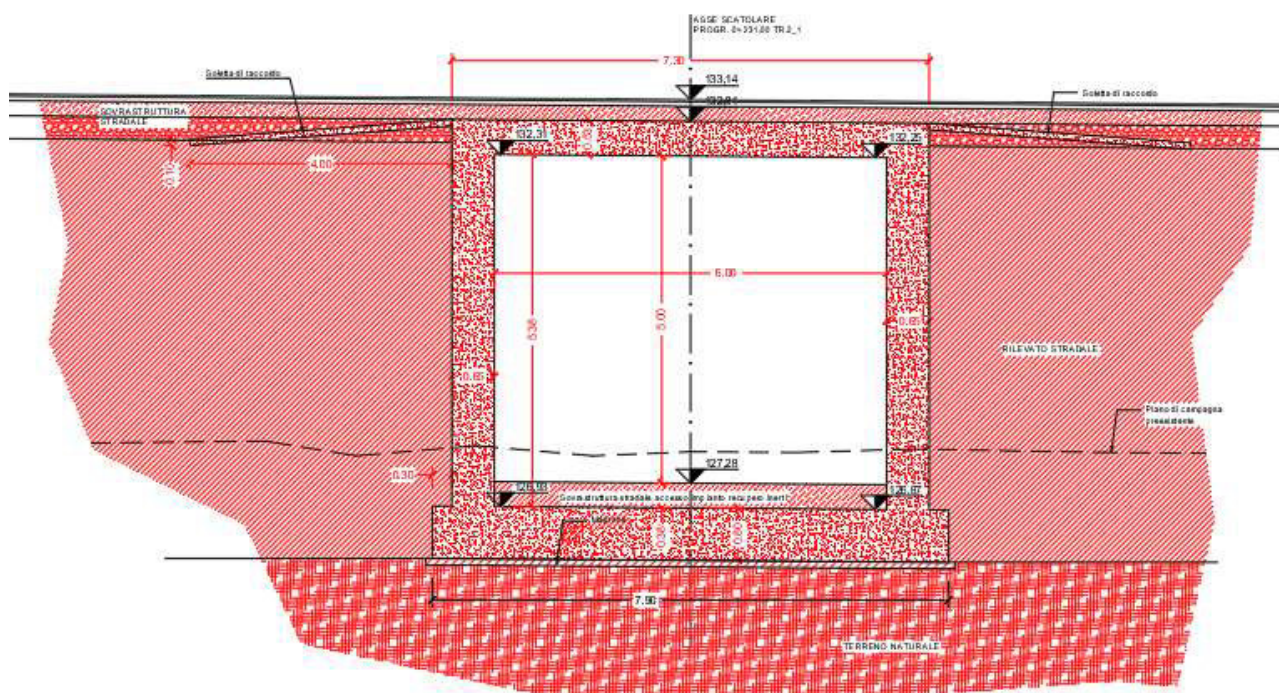
In considerazione dell'andamento planimetrico ed altimetrico del tracciato a sud del torrente Faella, è risultato necessario, per garantire il collegamento dell'impianto di recupero inerti attualmente presente in fregio a Via Urbinese, realizzare una struttura in calcestruzzo armato che sottoattraversi la nuova strada e si riconnetta sulla residua Via Urbinese.

La realizzazione del manufatto risulta permessa dalla notevole quota del piano viabile nel tratto, condizionata dai vincoli idraulici derivanti dalla quota di piena duecentennale del torrente Faella.

L'altezza interna minima netta della struttura, in base a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018, è 5,0 m, la sua larghezza è pari a 6,0 m. La struttura sarà costituita da uno scatolare chiuso, interamente realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera: la fondazione avrà altezza di 80 cm, le pareti spessore di 65 cm e la soletta superiore una altezza di 53 cm.

Nel dettaglio le dimensioni risultano:

Altezza esterna	6,71	[m]
Larghezza esterna	7,30	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,30	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,30	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,65	[m]
Spessore piedritto destro	0,65	[m]
Spessore fondazione	0,80	[m]
Spessore traverso	0,53	[m]



Rappresentazione grafica scatolare

Per quanto riguarda il terreno si è ipotizzata la presenza di 3 strati, il primo di altezza estremamente limitata costituito da "terreno di ricoprimento" (in realtà la sovrastruttura stradale), il secondo "di rinfiaccio" (realizzato mediante terreno per rilevato stradale) ed il terzo "di base" costituito dal terreno in sito opportunamente costipato. Le ipotesi fatte circa le caratteristiche di tali strati sono:

Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0,12	[m]
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]

Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]
Costante di Winkler	0,00	[kg/cm ² /cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base	
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	20,00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	13,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm ²]
Costante di Winkler	5,00	[kg/cm ² /cm]
Tensione limite	2,00	[kg/cm ²]

Circa le caratteristiche dei materiali si fanno le seguenti ipotesi:

Materiale calcestruzzo

R _{ck} calcestruzzo	356,89	[kg/cm ²]
Peso specifico calcestruzzo	2500,00	[kg/mc]
Modulo elastico E	327383,08	[kg/cm ²]
Tensione di snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0,50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15,00	
Coefficiente dilatazione termica	0,0000120	

Per quanto concerne i carichi sono state valutate le seguenti condizioni:

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

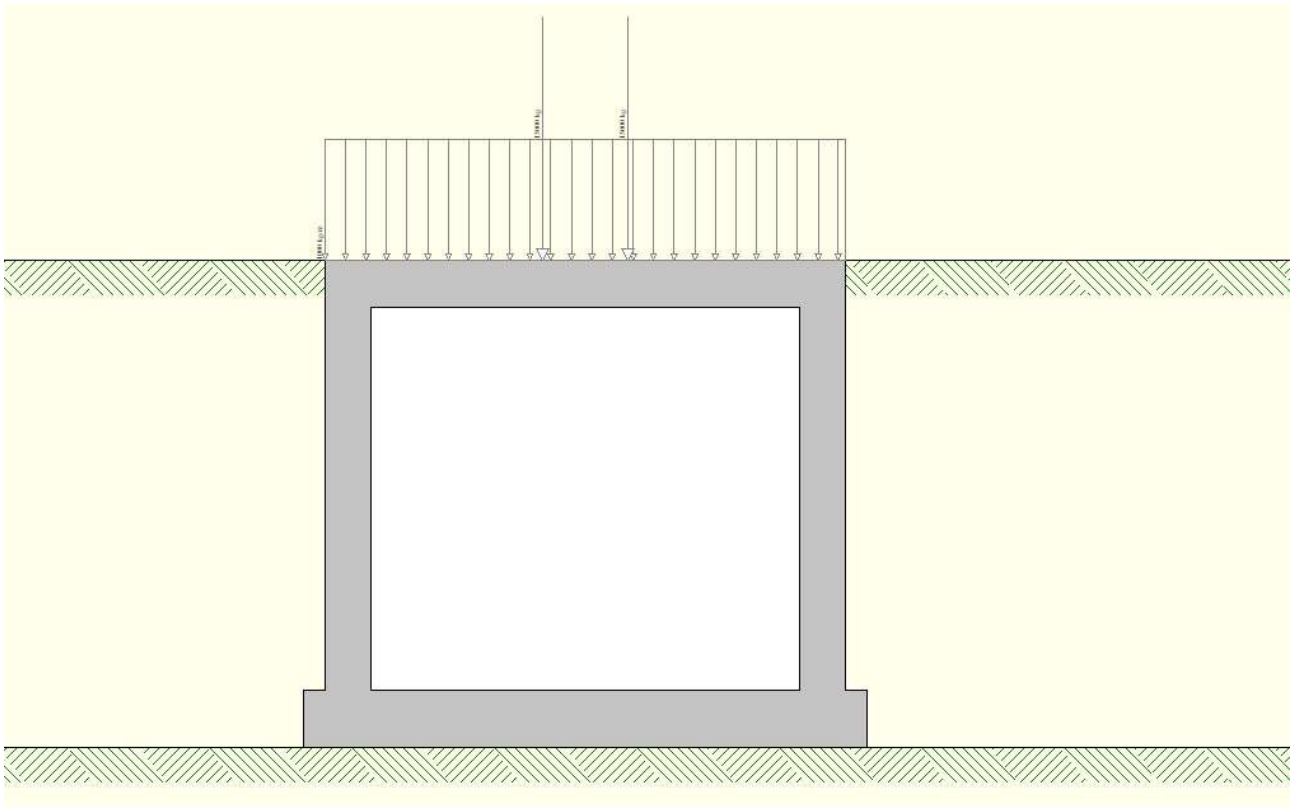
Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n°7 (Condizione 1)

Distr	Traverso	X _i = 0,30	X _f = 7,60	V _{ni} = 1000	V _{nf} = 1000	V _{ti} = 0	V _{tf} = 0
Conc	Traverso	X= 3,35	F _y = 15000	F _x = 0	M= 0		
Conc	Traverso	X= 4,55	F _y = 15000	F _x = 0	M= 0		



Rappresentazione grafica condizione di carico 7

La condizione di carico n.7 è stata considerata agente direttamente sul traverso, in modo da fare una valutazione a favore di sicurezza, in considerazione che i carichi che la compongono saranno soggetti ad una diffusione che contribuirà a diminuire le sollecitazioni sulla soletta.

Le impostazioni progettuali per eseguire le verifiche di sicurezza sono:

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo g_c	1.50
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot r_i \cdot f_{ck})^{1/3} / g_c + 0.15 \cdot s_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot s_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(\theta) + \text{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \text{ctg}^2 \theta)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
s_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
r_i	rapporto geometrico di armatura
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
 a_c coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e s_{cp}

$$fcd' = 0.5 * fcd$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$vmin = 0.035 * k^{3/2} * fck^{1/2}$$

Verifiche secondo :
 Norme Tecniche 2018 - Approccio 1

Copriferro sezioni 3,00 [cm]

Dalle varie combinazioni delle condizioni di carico riportate in precedenza, con riferimento allo stato limite ultimo, si ottengono i seguenti inviluppi:

Simbologia adottata ed unità di misura

N° *Indice sezione*
 X *Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm*
 M *Momento flettente, espresso in kgm*
 V *Taglio, espresso in kg*
 N *Sforzo normale, espresso in kg*
 N_u *Sforzo normale ultimo, espressa in kg*
 M_u *Momento ultimo, espressa in kgm*
 A_{fi} *Area armatura inferiore, espresse in cmq*
 A_{fs} *Area armatura superiore, espresse in cmq*
 CS *Coeff. di sicurezza sezione*
 V_{Rd} *Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kg*
 V_{Rcd} *Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kg*
 V_{Rsd} *Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kg*
 A_{sw} *Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq*

Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	s _{min} [kg/cmq]	s _{max} [kg/cmq]
0,00	0,77	1,99
2,01	0,65	1,43
3,95	0,57	1,17
5,89	0,65	1,43
7,90	0,77	1,99

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
 Altezza sezione H = 80,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,00	22,12	18,10	102,84
2,01	16,08	24,13	2,05
3,95	16,08	18,10	1,35
5,89	16,08	24,13	1,99
7,90	22,12	18,10	125,28

X V_{Rd} V_{Rsd} V_{Rcd} A_{sw}

0,00	27758	0	0	0,00
2,01	29194	0	0	0,00
3,95	29194	0	0	0,00
5,89	29194	0	0	0,00
7,90	27758	0	0	0,00

Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 53,00 cm

X	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,63	22,12	32,17	1,85
2,24	26,14	24,13	2,25
3,95	22,12	20,11	1,12
5,66	26,14	24,13	2,25
7,28	22,12	32,17	1,85

X	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,63	0	38020	186773	4,02
2,24	0	38020	186773	4,02
3,95	24061	0	0	0,00
5,66	0	38020	186773	4,02
7,28	0	38020	186773	4,02

Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 65,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,40	20,11	20,11	5,76
3,42	20,11	20,11	6,54
6,45	20,11	20,11	1,85

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,40	28085	0	0	0,00
3,42	27171	0	0	0,00
6,45	26258	0	0	0,00

Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 65,00 cm

Y	A _{fi}	A _{fs}	CS
0,40	20,11	20,11	5,76
3,42	20,11	20,11	6,54
6,45	20,11	20,11	1,85

Y	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
0,40	28085	0	0	0,00

3,42	27171	0	0	0,00
6,45	26258	0	0	0,00

Dunque le verifiche di sicurezza, nella presente fase preliminare, sono soddisfatte.

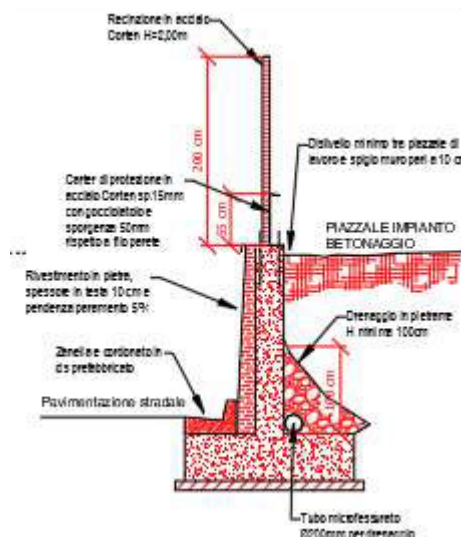
4 - MURO DI CONTRORIPA "Impianto Betonaggio" TR.1 (progr. 0+611 – 0+700)

L'opera di sostegno viene prevista in corrispondenza del rilevato di origine antropica presente dove si svolge l'attività inerente la centrale di betonaggio. Data l'origine del materiale da scavare è previsto il trasporto ad impianto di recupero o discarica, previa esecuzione delle relative analisi di caratterizzazione.

La struttura verrà realizzata in calcestruzzo armato, gettato in opera, viene fondata su fondazione diretta, anche in considerazione dello scavo da eseguire e quindi del carico che ha consolidato il piano di posa della fondazione stessa.

In corrispondenza del collegamento con l'esistente pista ciclabile in località "Ontaneto" la parete sarà interrotta per lasciare lo spazio al passaggio della pista ciclabile, che dovrà essere raccordato al muro mediante muretti d'ala.

L'altezza della parete, rispetto allo spiccato delle fondazioni, è esattamente pari a 2,0m, essa garantisce una battuta minima di alcuni cm rispetto alla quota del piazzale dove si svolge l'attività. Sulla sommità del muro si prevede la realizzazione di una scossalina in acciaio corten e la posa di una recinzione di protezione anch'essa del medesimo materiale, in analogia agli altri muri di controripa. In caso siano ritenuti necessari ulteriori elementi di delimitazione e protezione vista l'attività che si svolge al di là del muro essi potranno essere previsti e collocati nella successiva fase di progettazione.



Rappresentazione grafica muro

In riferimento alle caratteristiche dei materiali ed alla geometria dell'opera di sostegno si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

g Peso specifico, espresso in [kg/mc]

R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm²]

E Modulo elastico, espresso in [kg/cm²]

n Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	g	R _{ck}	E	n	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C25/30	C25/30	B450C	2500,00	305,91	320666	0.30	15.00	0.50

Acciaio

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588,65	5506,38

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	2,00	[m]
Altezza paramento libero	1,70	[m]
Spessore in sommità	0,30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0,75	[m]
Lunghezza mensola di monte	0,75	[m]
Lunghezza totale	1,80	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

Per quanto concerne i terreni si è tenuto conto che la zona nella quale viene realizzato il muro è stata soggetta ad azione antropica anche nella zona di imposta della fondazione, per tale motivo è stata considerata la presenza di un solo tipo di terreno, avente caratteristiche geotecniche mediocri. Viste le risultanze degli approfondimenti geologici, considerato che il terreno asportato per la realizzazione del muro sarà conferito ad impianto di recupero, si prevede comunque di riempire a monte del muro con materiale per rilevato stradale, quindi in grado di assicurare caratteristiche geotecniche migliori di quelle di cui ai presenti calcoli.

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
g	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
g _s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
f	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
d	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c _a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]
<u>Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix</u>	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
tl	Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm ²]

n°	Descr	g	g _{sat}	f	d	c	ca	Cesp	tl
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]
1	Terreno	1950,00	2150,00	22.000	18.000	0,02	0,01		
2	Terreno 2	1800,00	2000,00	25.000	16.670	0,04	0,02		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

K_{wn}, K_{wt} Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

K_s Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K_{st_{sta}}, K_{st_{sis}} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	a	Terreno	K _{wn}	K _{wt}	K _w	K _s	Cesp	K _{st_{sta}}	K _{st_{sis}}
	[m]	[°]		[Kg/c m ³]	[Kg/c m ³]	[Kg/c m ³]				
1	1,80	0.000	Terreno	2.400	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	2,00	0.000	Terreno 2	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

Nelle condizioni di carico si è preso in considerazione il peso proprio del muro, il peso del terrapieno ad di sopra della mensola di fondazione, la spinta del terreno e la condizione di carico variabile da traffico che si è considerata agire sul piazzale retrostante, costituita dalle seguenti azioni:

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

M Momento espresso in [kgm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kg]

Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione Y₀=0.70 - Y₁=0.50 - Y₂=0.30

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Concentrato	Paramento	0,00; 0,00	100,00	0,00	0,00				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					0,00	8,00	500,00	500,00

Si è poi valutata l'azione sismica:

Comune Figline Valdarno
 Provincia Firenze
 Regione Toscana
 Latitudine 43.620648
 Longitudine 11.470315
 Indice punti di interpolazione 20728 - 20506 - 20505 - 20727
 Vita nominale 50 anni
 Classe d'uso III
 Tipo costruzione Normali affollamenti
 Vita di riferimento 75 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.417	0.603
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.144	0.061
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.397	2.633
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.306	0.280
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.492
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione b_m	kh	kv
Ultimo	0.380	8.189	4.094
Ultimo - Ribaltamento	1.000	12.283	6.142
Esercizio	0.470	4.330	2.165

Forma diagramma incremento sismico: stessa forma del diagramma statico.

Il calcolo della struttura è stato condotto con le seguenti opzioni:

Spinta

Metodo di calcolo della spinta Mononobe-Okabe
 Tipo di spinta Spinta attiva
 Terreno a bassa permeabilità NO

Superficie di spinta limitata

NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza

Meyerhof

Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)

Ponderata

Criterio di riduzione per eccentricità della portanza Meyerhof

Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento) Nessuna

Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite (0.5BgN_g) Larghezza ridotta (B')

Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale

Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 50.00

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni NO

Considera terreno sulla fondazione di valle SI

Considera spinta e peso acqua fondazione di valle SI

Calcolo percorso filtrazione nella verifica a sifonamento Bligh

I risultati delle analisi effettuate, considerando direttamente l'involuppo delle varie combinazioni di carico considerate:

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kg]

C_x, C_y Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]

P_x, P_y Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V	I	C _x	C _y	P _x	P _y
		[kg]	[°]	[kg]	[kg]	[m]	[m]
1	Spinta statica	2779	17,47	2651	834	0,75	-1,58
	Peso/inerzia muro			0	3750/0	-0,15	-1,75
	Peso/inerzia terrapieno			0	3439/0	0,38	-1,00
	Peso/inerzia terreno sulla fondazione di valle			0	416	-0,68	-1,85
	Spinta falda da monte			318		0,75	-2,27
	Spinta falda da valle			245		-0,67	-2,27
	Sottostinta della falda				1638	-0,15	-2,50
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				150	-0,67	-2,27
	Resistenza passiva terreno antistante			-936			
	Risultante forze sul muro			135	0	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.167		2.274			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.301		2.531			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.294		2.621			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.400		2.410			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.292		2.509			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.275		2.209			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.510		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.691		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.677		
10 - EQU (A1-M1-R3)			2.321				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.405				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.092				
18 - HYD						100.000	
19 - UPL							5.656

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1 - STR (A1-M1-R3)	2687	936	0	--	--	3622	3104	1.167

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
----	---------------------

- N Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
 Qu carico limite del terreno, espresso in [kg]
 Qd Portanza di progetto, espresso in [kg]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
6 - STR (A1-M1-R3)	8076	17842	12744	2.209

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
 Nc, Nq, Ng Fattori di capacità portante
 ic, iq, ig Fattori di inclinazione del carico
 dc, dq, dg Fattori di profondità del piano di posa
 gc, gq, gg Fattori di inclinazione del profilo topografico
 bc, bq, bg Fattori di inclinazione del piano di posa
 sc, sq, sg Fattori di forma della fondazione
 pc, pq, pg Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
 rg Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5BgN_g$ viene moltiplicato per questo fattore
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
 g Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
 f Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm^q]
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	rg	D	B'	g	f	c
	Nq	iq	dq	gq	bq	sq	pq			H			
	Ng	ig	dg	gg	bg	sg	pg		[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
6	20.721	0.614	1.140	--	--	--	--	1.000	0,80	1,80	1000	25.00	0,04
	10.662	0.614	1.070	--	--	--	--			1,41			
	6.766	0.048	1.070	--	--	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

- n° Indice combinazione
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	9099	4349	2.092

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

lc	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

lc	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	-1,00; 1,00	3,92	1.510

Sollecitazioni

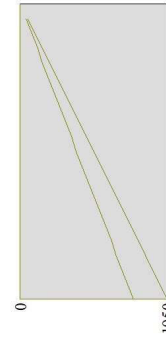
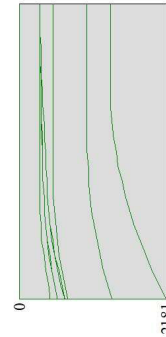
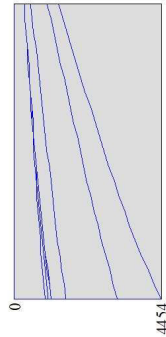
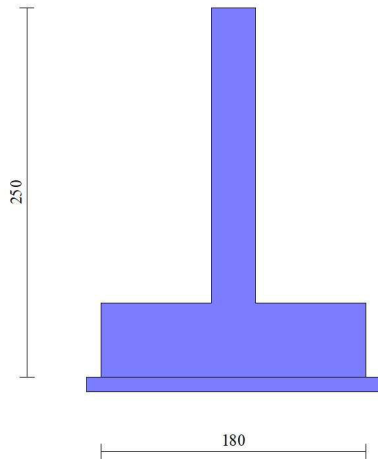
Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

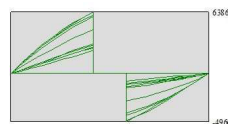
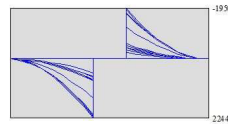
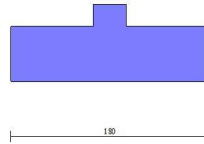
n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	0,00	0	0	30	135	0	0
2	-0,10	75	97	30	141	3	14
3	-0,20	150	195	30	158	6	29
4	-0,30	225	292	33	183	9	46
5	-0,40	300	390	41	219	13	66
6	-0,50	375	487	56	264	18	90
7	-0,60	450	585	79	318	24	119
8	-0,70	525	683	109	383	34	154
9	-0,80	600	780	146	457	46	195
10	-0,90	675	878	191	540	63	245
11	-1,00	750	975	243	633	85	304
12	-1,10	825	1073	302	736	112	372
13	-1,20	900	1170	369	849	145	451
14	-1,30	975	1268	444	971	186	542
15	-1,40	1050	1365	525	1103	234	646
16	-1,50	1125	1463	615	1244	291	763
17	-1,60	1200	1560	711	1395	358	895
18	-1,70	1275	1658	815	1556	434	1043
19	-1,80	1350	1755	927	1727	521	1207
20	-1,90	1425	1853	1013	1868	618	1387
21	-2,00	1500	1950	1098	2010	723	1580



Paramento

Fondazione

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	-1,05	0	0	0	0	0	0
2	-0,96	0	0	282	510	8	17
3	-0,86	0	0	571	1010	31	67
4	-0,77	0	0	865	1500	71	149
5	-0,68	0	0	1166	1985	128	262
6	-0,58	0	0	1474	2475	202	406
7	-0,49	0	0	1787	2962	294	580
8	-0,39	0	0	2107	3446	405	788
9	-0,30	0	0	2433	3928	536	1027
10	0,00	0	0	-2112	-431	-831	-136
11	0,09	0	0	-1882	-355	-644	-100
12	0,19	0	0	-1643	-285	-478	-70
13	0,28	0	0	-1393	-222	-336	-46
14	0,38	0	0	-1134	-165	-217	-28
15	0,47	0	0	-865	-114	-124	-15
16	0,56	0	0	-586	-70	-56	-6
17	0,66	0	0	-298	-32	-14	-1
18	0,75	0	0	0	0	0	0



Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kgm]
- N sforzo normale agente espressa in [kg]
- Mu momento ultimi espresso in [kgm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kg]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

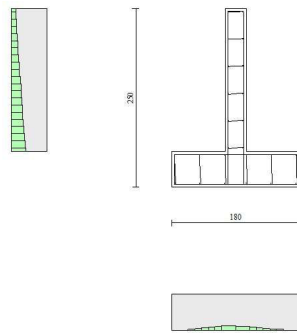
Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	100	30	8,04	10,05	0	0	0	0	1000.00 0
2	100	30	8,04	10,05	0	0	0	0	1000.00 0
3	100	30	8,04	10,05	29	150	21542	112945	752.968
4	100	30	8,04	10,05	46	225	20887	103129	458.349
5	100	30	8,04	10,05	66	300	20033	91636	305.454
6	100	30	8,04	10,05	90	375	19031	79635	212.361
7	100	30	8,04	10,05	119	450	17940	68048	151.218

8	100	30	8,04	10,05	154	525	16817	57479	109.484
9	100	30	8,04	10,05	195	600	15870	48709	81.181
10	100	30	8,04	10,05	245	675	15004	41296	61.179
11	100	30	8,04	10,05	304	750	14304	35308	47.078
12	100	30	8,04	10,05	372	825	13736	30442	36.900
13	100	30	8,04	10,05	451	900	13270	26457	29.396
14	100	30	8,04	10,05	542	975	12886	23166	23.760
15	100	30	8,04	10,05	646	1050	12566	20426	19.453
16	100	30	8,04	10,05	763	1125	12297	18126	16.112
17	100	30	8,04	10,05	895	1200	12070	16181	13.484
18	100	30	8,04	10,05	1043	1275	11876	14523	11.391
19	100	30	8,04	10,05	1207	1350	11710	13101	9.704
20	100	30	8,04	10,05	1387	1425	11569	11889	8.343
21	100	30	8,04	10,05	1580	1500	11449	10867	7.245

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	100	50	10,05	10,05	0	0	0	0	1000.00 0
2	100	50	10,05	10,05	0	0	0	0	1000.00 0
3	100	50	10,05	10,05	67	0	18064	0	270.732
4	100	50	10,05	10,05	149	0	18064	0	121.431
5	100	50	10,05	10,05	262	0	18064	0	68.938
6	100	50	10,05	10,05	406	0	18064	0	44.533
7	100	50	10,05	10,05	580	0	18064	0	31.119
8	100	50	10,05	10,05	788	0	18064	0	22.922
9	100	50	10,05	10,05	1027	0	18064	0	17.595
10	100	50	10,05	10,05	-831	0	-18064	0	21.737
11	100	50	10,05	10,05	-644	0	-18064	0	28.063
12	100	50	10,05	10,05	-478	0	-18064	0	37.760
13	100	50	10,05	10,05	-336	0	-18064	0	53.761
14	100	50	10,05	10,05	-217	0	-18064	0	83.063
15	100	50	10,05	10,05	-124	0	-18064	0	146.036
16	100	50	10,05	10,05	-56	0	-18064	0	324.991
17	100	50	10,05	10,05	0	0	0	0	1000.00 0
18	100	50	10,05	10,05	0	0	0	0	1000.00 0



Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

- I_s indice sezione
 Y ordinata sezione espressa in [m]
 B larghezza sezione espresso in [cm]
 H altezza sezione espressa in [cm]
 A_{sw} area ferri a taglio espresso in [cmq]
 $\cotg\alpha$ inclinazione delle bielle compresse, α inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 V_{Rcd} resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
 V_{Rsd} resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
 V_{Rd} resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw} > 0.0$) $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
 T taglio agente espressa in [kg]
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

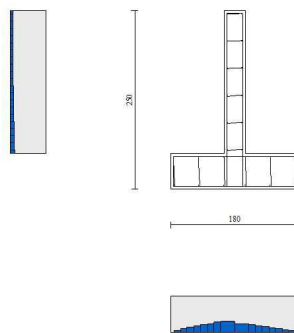
Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cotg\alpha$	V_{Rcd} [kg]	V_{Rsd} [kg]	V_{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	30	0,00	--	0	0	15823	135	117.205
2	100	30	0,00	--	0	0	15833	141	111.938
3	100	30	0,00	--	0	0	15843	158	100.571
4	100	30	0,00	--	0	0	15853	183	86.505
5	100	30	0,00	--	0	0	15863	219	72.555
6	100	30	0,00	--	0	0	15873	264	60.204
7	100	30	0,00	--	0	0	15883	318	49.897
8	100	30	0,00	--	0	0	15894	383	41.537
9	100	30	0,00	--	0	0	15904	457	34.831
10	100	30	0,00	--	0	0	15914	540	29.460
11	100	30	0,00	--	0	0	15924	633	25.139
12	100	30	0,00	--	0	0	15934	736	21.640
13	100	30	0,00	--	0	0	15944	849	18.783
14	100	30	0,00	--	0	0	15954	971	16.430
15	100	30	0,00	--	0	0	15964	1103	14.475
16	100	30	0,00	--	0	0	15975	1244	12.838
17	100	30	0,00	--	0	0	15985	1395	11.455
18	100	30	0,00	--	0	0	15995	1556	10.278
19	100	30	0,00	--	0	0	16005	1727	9.270

20	100	30	0,00	--	0	0	16015	1868	8.574
21	100	30	0,00	--	0	0	16025	2010	7.974

Fondazione

n°	B [cm]	H [cm]	A _{sw} [cmq]	cotq	V _{Rcd} [kg]	V _{Rcd} [kg]	V _{Rd} [kg]	T [kg]	FS
1	100	50	0,00	--	0	0	21060	0	100.000
2	100	50	0,00	--	0	0	21060	510	41.308
3	100	50	0,00	--	0	0	21060	1010	20.853
4	100	50	0,00	--	0	0	21060	1500	14.037
5	100	50	0,00	--	0	0	21060	1985	10.608
6	100	50	0,00	--	0	0	21060	2475	8.509
7	100	50	0,00	--	0	0	21060	2962	7.110
8	100	50	0,00	--	0	0	21060	3446	6.111
9	100	50	0,00	--	0	0	21060	3928	5.361
10	100	50	0,00	--	0	0	21060	-2112	9.969
11	100	50	0,00	--	0	0	21060	-1882	11.188
12	100	50	0,00	--	0	0	21060	-1643	12.821
13	100	50	0,00	--	0	0	21060	-1393	15.117
14	100	50	0,00	--	0	0	21060	-1134	18.572
15	100	50	0,00	--	0	0	21060	-865	24.345
16	100	50	0,00	--	0	0	21060	-586	35.913
17	100	50	0,00	--	0	0	21060	-298	70.655
18	100	50	0,00	--	0	0	21060	0	100.000



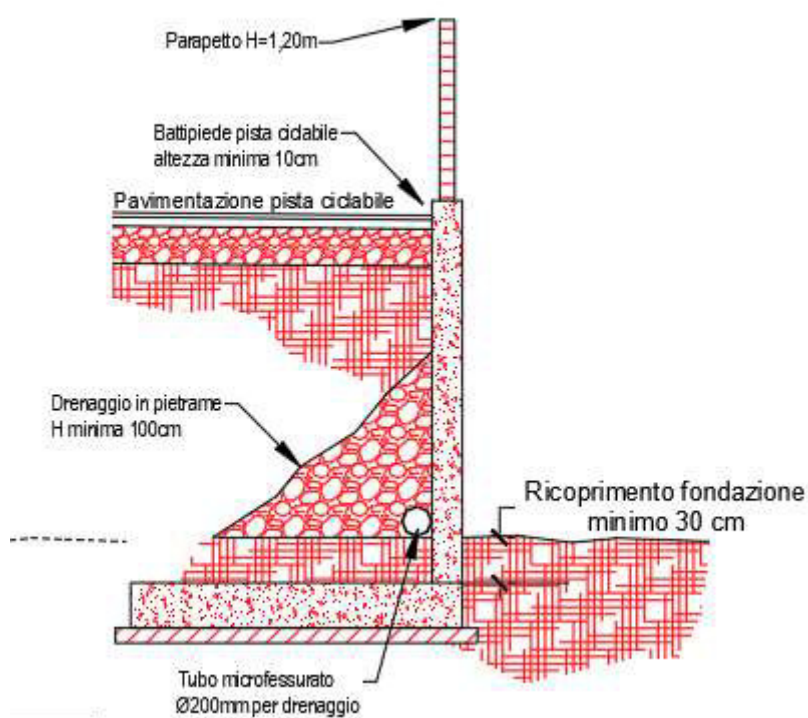
Paramento (Inviluppo)

5 - MURO SOTTOSCARPA "Canale cls" TR.1 (progr. 1+160 – 1+230)

Esso viene realizzato in un tratto in cui la pista ciclabile, presente sul lato valle della piattaforma stradale e in rilevato, si avvicina al canale in calcestruzzo esistente. L'opera di sostegno è quindi prevista al fine di evitare interferenze.

Per la costruzione non si prevedono difficoltà connesse alla vicinanza del canale, essendo esso costituito da una sezione ad "U" in calcestruzzo armato. Si potrà quindi provvedere allo scavo a sezione per la fondazione diretta del muro senza problemi, vista la vicinanza dell'altra parete.

L'andamento della fondazione è stato progettato in modo che la trave di fondazione abbia un ricoprimento minimo (rispetto al piano di campagna esistente) pari a 30 cm. Dato tale vincolo l'altezza della parete risulta variabile, considerato che la sua sommità è vincolata dalla quota del margine esterno della pista ciclabile. L'altezza massima della parete, rispetto allo spiccato delle fondazioni, risulta pari a 2,54m. La sommità del muro, più alta 10 cm rispetto alla pavimentazione ciclabile, sarà poi integrata da un parapetto avente altezza minima pari a 1,20m.



Rappresentazione grafica muro

In riferimento alle caratteristiche dei materiali ed alla geometria dell'opera di sostegno si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

g Peso specifico, espresso in [kg/mc]

R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm²]

E Modulo elastico, espresso in [kg/cm²]

n Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	g	R _{ck}	E	n	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C25/30	C25/30	B450C	2500,00	305,91	320666	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588,65	5506,38

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	2,54	[m]
Altezza paramento libero	2,54	[m]
Spessore in sommità	0,20	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,20	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	2,00	[m]
Lunghezza totale	2,20	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,30	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

Per quanto concerne i terreni, in questa fase preliminare, si è tenuto conto che la zona nella quale viene realizzato il muro è stata soggetta ad azione antropica per la notevole vicinanza del canale in calcestruzzo, dunque le caratteristiche del materiale, nella zona della fondazione vengono definite anche in virtù di tale considerazione. Il terreno utilizzato per realizzare il rilevato a monte della parete avrà caratteristiche geotecniche migliori, essendo analogo a quello del rilevato stradale:

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
g	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
g _s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
f	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
d	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]

c_a Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix
 C_{esp} Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
 t_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cmq]

n°	Descr	g	g _{sat}	f	d	c	ca	Cesp	t _l
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ^q]	[kg/cm ^q]		[kg/cm ^q]
1	Terreno	1765,00	1965,00	24.000	16.000	0,03	0,01		
2	Terreno 2	1800,00	2000,00	35.000	23.330	0,02	0,01		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

K_{wn}, K_{wt} Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm²/cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

K_s Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

K_{st_{sta}}, K_{st_{sis}} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	a	Terreno	K _{wn}	K _{wt}	K _w	K _s	Cesp	K _{st_{sta}}	K _{st_{sis}}
	[m]	[°]		[Kg/c m ³]	[Kg/c m ³]	[Kg/c m ³]				
1	2,94	0.000	Terreno 2	2.400	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	2,00	0.000	Terreno	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

Nelle condizioni di carico si è preso in considerazione il peso proprio del muro, il peso del terrapieno al di sopra della mensola di fondazione, la spinta del terreno e la condizione di carico variabile da traffico costituita dalle seguenti azioni:

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

M Momento espresso in [kgm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kg]

Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE

Coeff. di combinazione $Y_0=0.70$ - $Y_1=0.70$ - $Y_2=0.60$

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
			[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Concentrato	Paramento	0,00; 0,00	200,00	0,00	200,00				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					0,00	8,00	500,00	500,00

Si è poi valutata l'azione sismica:

Comune	Figline Valdarno
Provincia	Firenze
Regione	Toscana
Latitudine	43.620648
Longitudine	11.470315
Indice punti di interpolazione	20728 - 20506 - 20505 - 20727
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.417	0.603
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.144	0.061
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.397	2.633
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.306	0.280
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.492
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione b_m	kh	kv
Ultimo	0.380	8.189	4.094
Ultimo - Ribaltamento	1.000	12.283	6.142
Esercizio	0.470	4.330	2.165

Forma diagramma incremento sismico: Stessa forma del diagramma statico.

Il calcolo della struttura è stato condotto con le seguenti opzioni:

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Mononobe-Okabe
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof	
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)		Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof	
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna	
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite (0.5BgN _g)		Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione	
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra		

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI

I risultati delle analisi effettuate, considerando direttamente l'involuppo delle varie combinazioni di carico considerate:

Spinta e forze

Spinta e forze

Simbologia adottata

I _c	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kg]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

I _c	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	2267	23,33	2082	898	2,00	-1,90
	Peso/Inerzia muro			0	2920/0	0,47	-2,07
	Peso/Inerzia terrapieno			0	10644/0	1,00	-1,27
	Resistenza passiva terreno antistante			-265			
	Risultante forze sul muro			300	0	--	--

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.823		1.592			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.277		1.374			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	2.195		1.427			
4 - STR (A1-M1-R3)		3.478		1.467			
5 - STR (A1-M1-R3)		3.319		1.537			
6 - STR (A1-M1-R3)		2.981		1.522			
7 - GEO (A2-M2-R2)					1.479		
8 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.645		
9 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.646		
10 - EQU (A1-M1-R3)			5.371				
11 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.793				
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		3.068				

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
3 - STR (A1-M1-R3)	5753	265	0	--	--	6018	2742	2.195
H - V								

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	13912	19110	15925	1.374

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Nc, Nq, Ng Fattori di capacità portante

ic, iq, ig Fattori di inclinazione del carico

dc, dq, dg Fattori di profondità del piano di posa

gc, gq, gg Fattori di inclinazione del profilo topografico

bc, bq, bg Fattori di inclinazione del piano di posa

sc, sq, sg Fattori di forma della fondazione

pc, pq, pg Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

rg Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_g N_g$ viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]

B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]

H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]

g Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]

f Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm^q]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ng	ic iq ig	dc dq dg	gc gq gg	bc bq bg	sc sq sg	pc pq pg	rg	D	B' H	g	f	c
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
2	20.207 10.270 6.371	0.759 0.759 0.282	1.043 1.021 1.021	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.990	0,30	2,20 1,71	1767	24.64	0,03

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
12 - EQU (A1-M1-R3) H - V	15291	4984	3.068

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 0,50	4,18	1.479

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

N	Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.
T	Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M	Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	0,00	0	0	120	300	120	300
2	-0,13	64	83	120	304	135	338
3	-0,25	127	165	120	315	150	377
4	-0,38	191	248	124	334	166	419
5	-0,51	254	330	132	362	182	463
6	-0,64	318	413	147	399	200	511
7	-0,76	381	495	168	444	220	564
8	-0,89	445	578	196	497	243	624
9	-1,02	508	660	230	559	270	691
10	-1,14	572	743	271	629	302	766
11	-1,27	635	826	319	708	339	851
12	-1,40	699	908	373	795	383	947
13	-1,52	762	991	433	891	434	1053
14	-1,65	826	1073	500	995	493	1173
15	-1,78	889	1156	573	1108	561	1307
16	-1,91	953	1238	653	1229	639	1455
17	-2,03	1016	1321	740	1359	727	1619
18	-2,16	1080	1403	833	1497	827	1800
19	-2,29	1143	1486	932	1643	939	2000
20	-2,41	1207	1568	1038	1798	1064	2218
21	-2,54	1270	1651	1151	1962	1203	2457

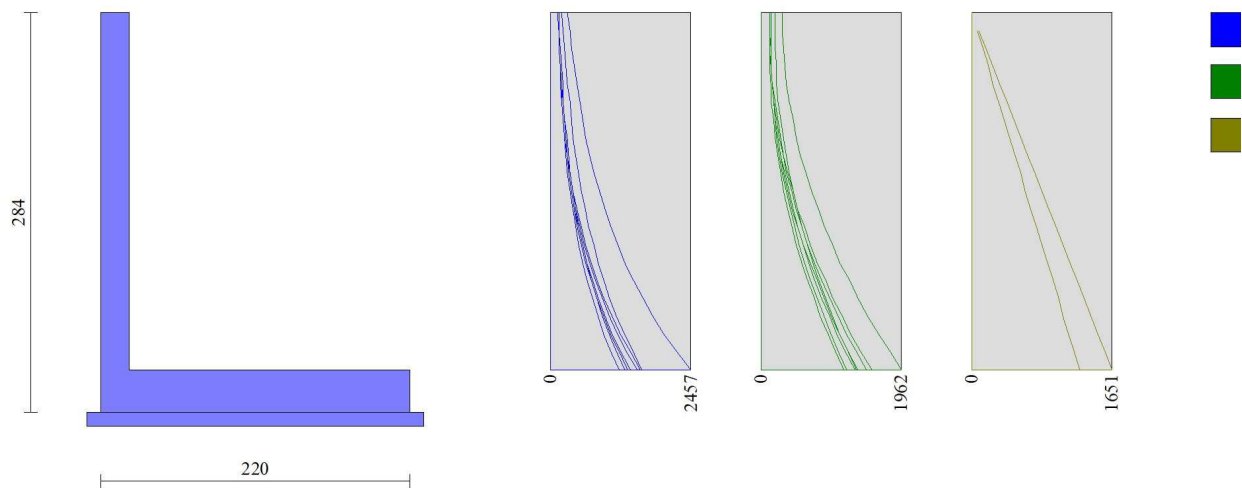


Fig. 4 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	N _{min} [kg]	N _{max} [kg]	T _{min} [kg]	T _{max} [kg]	M _{min} [kgm]	M _{max} [kgm]
1	0,00	0	0	-2264	753	-4037	-443
2	0,10	0	0	-2400	407	-3827	-485
3	0,20	0	0	-2510	198	-3599	-512
4	0,30	0	0	-2593	66	-3357	-525
5	0,40	0	0	-2650	-52	-3104	-526
6	0,50	0	0	-2681	-155	-2843	-515
7	0,60	0	0	-2686	-244	-2576	-495
8	0,70	0	0	-2690	-319	-2307	-467
9	0,80	0	0	-2666	-379	-2039	-432
10	0,90	0	0	-2612	-426	-1775	-392
11	1,00	0	0	-2527	-458	-1518	-347
12	1,10	0	0	-2411	-476	-1270	-301
13	1,20	0	0	-2265	-480	-1036	-253
14	1,30	0	0	-2089	-470	-818	-205
15	1,40	0	0	-1882	-445	-620	-159
16	1,50	0	0	-1645	-407	-443	-116
17	1,60	0	0	-1377	-354	-292	-78
18	1,70	0	0	-1078	-287	-169	-46
19	1,80	0	0	-749	-205	-77	-21
20	1,90	0	0	-390	-110	-20	-6
21	2,00	0	0	0	0	0	0

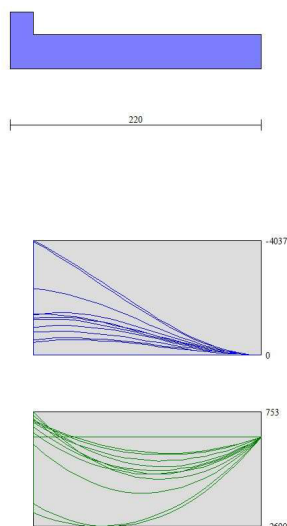


Fig. 5 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kgm]
- N sforzo normale agente espressa in [kg]
- Mu momento ultimi espresso in [kgm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kg]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	100	20	8,04	8,04	300	0	5058	0	16.861
2	100	20	8,04	8,04	338	64	5128	963	15.159
3	100	20	8,04	8,04	377	127	5184	1744	13.734
4	100	20	8,04	8,04	419	191	5230	2380	12.494
5	100	20	8,04	8,04	463	254	5267	2891	11.381
6	100	20	8,04	8,04	511	318	5295	3290	10.363
7	100	20	8,04	8,04	564	381	5317	3589	9.421
8	100	20	8,04	8,04	624	445	5332	3798	8.544

9	100	20	8,04	8,04	691	508	5341	3927	7.730
10	100	20	8,04	8,04	766	572	5345	3986	6.975
11	100	20	8,04	8,04	851	635	5346	3988	6.280
12	100	20	8,04	8,04	947	699	5342	3942	5.644
13	100	20	8,04	8,04	1053	762	5336	3860	5.065
14	100	20	8,04	8,04	1173	826	5328	3749	4.542
15	100	20	8,04	8,04	1307	889	5319	3619	4.071
16	100	20	8,04	8,04	1455	953	5309	3475	3.649
17	100	20	8,04	8,04	1619	1016	5298	3324	3.272
18	100	20	8,04	8,04	1800	1080	5287	3170	2.936
19	100	20	8,04	8,04	2000	1143	5276	3016	2.638
20	100	20	8,04	8,04	2218	1207	5265	2864	2.373
21	100	20	8,04	8,04	2457	1270	5254	2716	2.139

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	100	30	8,04	8,04	-4037	0	-8193	0	2.030
2	100	30	8,04	8,04	-3827	0	-8193	0	2.141
3	100	30	8,04	8,04	-3599	0	-8193	0	2.276
4	100	30	8,04	8,04	-3357	0	-8193	0	2.440
5	100	30	8,04	8,04	-3104	0	-8193	0	2.639
6	100	30	8,04	8,04	-2843	0	-8193	0	2.882
7	100	30	8,04	8,04	-2576	0	-8193	0	3.181
8	100	30	8,04	8,04	-2307	0	-8193	0	3.552
9	100	30	8,04	8,04	-2039	0	-8193	0	4.019
10	100	30	8,04	8,04	-1775	0	-8193	0	4.617
11	100	30	8,04	8,04	-1518	0	-8193	0	5.399
12	100	30	8,04	8,04	-1270	0	-8193	0	6.449
13	100	30	8,04	8,04	-1036	0	-8193	0	7.906
14	100	30	8,04	8,04	-818	0	-8193	0	10.012
15	100	30	8,04	8,04	-620	0	-8193	0	13.225
16	100	30	8,04	8,04	-443	0	-8193	0	18.498
17	100	30	8,04	8,04	-292	0	-8193	0	28.097
18	100	30	8,04	8,04	-169	0	-8193	0	48.595
19	100	30	8,04	8,04	-77	0	-8193	0	106.451
20	100	30	8,04	8,04	-20	0	-8193	0	414.844
21	100	30	8,04	8,04	0	0	0	0	1000.00 0

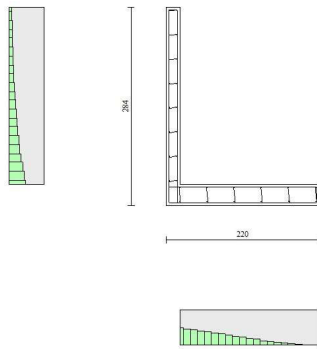


Fig. 6 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

- I_s indice sezione
 Y ordinata sezione espressa in [m]
 B larghezza sezione espresso in [cm]
 H altezza sezione espressa in [cm]
 A_{sw} area ferri a taglio espresso in [cmq]
 \cotgq inclinazione delle bielle compresse, q inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 V_{Rcd} resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
 V_{Rsd} resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
 V_{Rd} resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw} > 0.0$) $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
 T taglio agente espressa in [kg]
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	A_{sw}	\cotgq	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	100	20	0,00	--	0	0	12013	300	40.043
2	100	20	0,00	--	0	0	12021	304	39.583
3	100	20	0,00	--	0	0	12029	315	38.204
4	100	20	0,00	--	0	0	12037	334	36.001
5	100	20	0,00	--	0	0	12045	362	33.245
6	100	20	0,00	--	0	0	12053	399	30.228
7	100	20	0,00	--	0	0	12061	444	27.187
8	100	20	0,00	--	0	0	12070	497	24.284
9	100	20	0,00	--	0	0	12078	559	21.611
10	100	20	0,00	--	0	0	12086	629	19.209
11	100	20	0,00	--	0	0	12094	708	17.083

12	100	20	0,00	--	0	0	12102	795	15.218
13	100	20	0,00	--	0	0	12110	891	13.592
14	100	20	0,00	--	0	0	12118	995	12.177
15	100	20	0,00	--	0	0	12126	1108	10.946
16	100	20	0,00	--	0	0	12134	1229	9.874
17	100	20	0,00	--	0	0	12142	1359	8.938
18	100	20	0,00	--	0	0	12151	1497	8.119
19	100	20	0,00	--	0	0	12159	1643	7.400
20	100	20	0,00	--	0	0	12167	1798	6.766
21	100	20	0,00	--	0	0	12175	1962	6.206

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotq	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2264	6.719
2	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2400	6.339
3	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2510	6.062
4	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2593	5.868
5	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2650	5.741
6	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2681	5.675
7	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2686	5.665
8	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2690	5.655
9	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2666	5.706
10	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2612	5.825
11	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2527	6.021
12	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2411	6.309
13	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2265	6.715
14	100	30	0,00	--	0	0	15214	-2089	7.283
15	100	30	0,00	--	0	0	15214	-1882	8.083
16	100	30	0,00	--	0	0	15214	-1645	9.250
17	100	30	0,00	--	0	0	15214	-1377	11.051
18	100	30	0,00	--	0	0	15214	-1078	14.109
19	100	30	0,00	--	0	0	15214	-749	20.302
20	100	30	0,00	--	0	0	15214	-390	39.017
21	100	30	0,00	--	0	0	15214	0	100.000

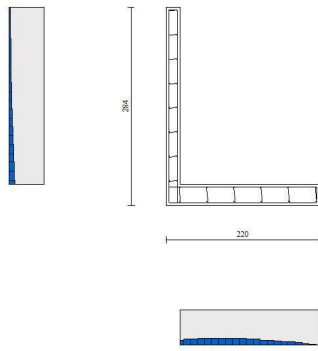


Fig. 7 - Paramento (Inviluppo)

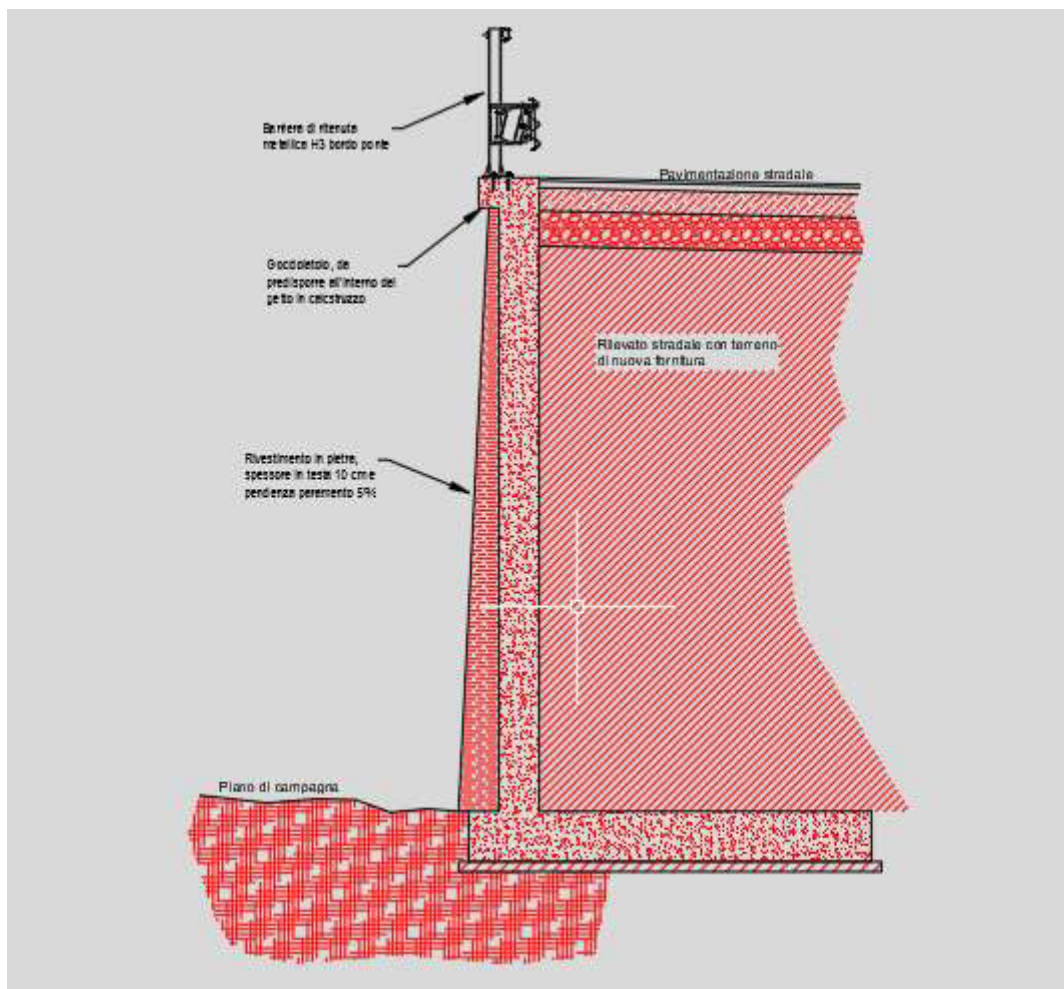
6 - MURI D'ALA NORD E SUD PONTE SUL FAELLA (TR.2_1)

Dato il dislivello rispetto al piano di campagna nel tratto dell'attraversamento del torrente Faella, nei tratti a nord e sud del ponte l'eventuale scarpata del rilevato stradale avrebbe un ingombro estremamente critico: a nord interferirebbe con la strada secondaria "Bernino nord" e con la cassa di espansione laterale al Faella, a sud con l'attività dell'impianto di recupero inerti e con il sedime della residua Via Urbinese. Per tali motivi sono previsti muri d'ala, fino a quando la variante, planimetricamente, si riattesta sul sedime della preesistente Via Urbinese.

Tali muri sono realizzati mediante fondazioni dirette, con la trave di fondazione avente larghezza considerevole, pari a 4,0 m e sviluppantesi prevalentemente all'interno del rilevato stradale. L'altezza massima della parete, avente spessore di 40 cm, dallo spiccatto delle fondazioni, risulta pari a 6,30 m.

I 4 tratti di muro sono stati progettati in modo che la trave di fondazione, avente altezza di 50 cm, sia sempre impostata al di sotto del piano di campagna. Quando le caratteristiche del suolo sono tali da non garantire una buona portanza è prevista la bonifica di una porzione di sottosuolo, si veda per maggior dettaglio l'elaborato grafico contenente il profilo di ciascun tratto di muro.

I muri d'ala del tratto sud vengono interrotti dalla struttura scatolare in c.a. che si realizza in prossimità dell'impianto di recupero inerti.



Rappresentazione grafica muro

In riferimento alle caratteristiche dei materiali ed alla geometria dell'opera di sostegno si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls
A Classe di resistenza dell'acciaio
g Peso specifico, espresso in [kg/mc]
R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kg/cm²]
E Modulo elastico, espresso in [kg/cm²]
n Coeff. di Poisson
n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	g	R _{ck}	E	n	n	ntc
				[kg/mc]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]			
1	C28/35	C28/35	B450C	2500,00	356,89	332300	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]
B450C	4588,65	5506,38

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C28/35	
Altezza paramento	6,30	[m]
Altezza paramento libero	6,00	[m]
Spessore in sommità	0,40	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,40	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

Fondazione

Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0,30	[m]
Lunghezza mensola di monte	3,30	[m]
Lunghezza totale	4,00	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,50	[m]
Spessore magrone	0,10	[m]

Per quanto concerne i terreni si sono considerate, per il calcolo dell'opera di sostegno, due stratigrafie:

- Terreno di riporto sul retro della parete: si tratta di materiale di nuova fornitura avente caratteristiche imposte dal progetto e costipato a strati aventi altezza massima di 30 cm, si tratta dunque del terreno per rilevato stradale;

- Terreno in sito su cui si posa la fondazione diretta: si tratta dello strato immediatamente sottostante il terreno rimaneggiato, si tratta essenzialmente di deposito fluviale del tipo "sabbia limosa"

Per le caratteristiche si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Simbologia adottata

- n° Indice del terreno
- Descr Descrizione terreno
- g Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
- g_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
- f Angolo d'attrito interno espresso in [°]
- d Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
- c Coesione espressa in [kg/cm²]
- c_a Adesione terra-muro espressa in [kg/cm²]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

- Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
- tl Tensione tangenziale limite, espressa in [kg/cm²]

n°	Descr	g	g _{sat}	f	d	c	ca	Cesp	tl
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]		[kg/cm ²]
1	Terreno	1950,00	2150,00	35.000	23.330	0,00	0,00		
2	Terreno 2	1950,00	2150,00	30.000	20.000	0,02	0,01		

Nelle condizioni di carico si è preso in considerazione il peso proprio del muro, il peso del terrapieno al di sopra della mensola di fondazione, la spinta del terreno e la condizione di carico variabile da traffico che si è modellata attraverso le due seguenti condizioni di carico:

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

- X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
- F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
- F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
- M Momento espresso in [kgm]
- X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
- X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
- Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kg]
- Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione Y₀=0.70 - Y₁=0.50 - Y₂=0.30

Carichi sul muro

n°	Tipo	Dest	X; Y	F _x	F _y	M	X _i	X _f	Q _i	Q _f
			[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Concentrato	Paramento	0,00; 0,00	1000,00	0,00	1000,00				

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					0,00	4,25	900,00	900,00

Condizione n° 2 (Condizione 2) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $Y_0=0.75 - Y_1=0.75 - Y_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					1,25	4,25	9100,00	9100,00

Si è poi valutata l'azione sismica:

Comune	Figline Valdarno
Provincia	Firenze
Regione	Toscana
Latitudine	43.620648
Longitudine	11.470315
Indice punti di interpolazione	20728 - 20506 - 20505 - 20727
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.417	0.603
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.144	0.061
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.397	2.633
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.306	0.280
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.492
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione b_m	kh	kv
Ultimo	0.380	8.189	4.094
Ultimo - Ribaltamento	1.000	12.283	6.142
Esercizio	0.470	4.330	2.165

Forma diagramma incremento sismico: stessa forma del diagramma statico.

Il calcolo della struttura è stato condotto con le seguenti opzioni:

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen	
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)		Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof	
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna	
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_{\gamma}$)		Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione	
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra		

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	SI
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	SI
Calcolo percorso filtrazione nella verifica a sifonamento	Bligh

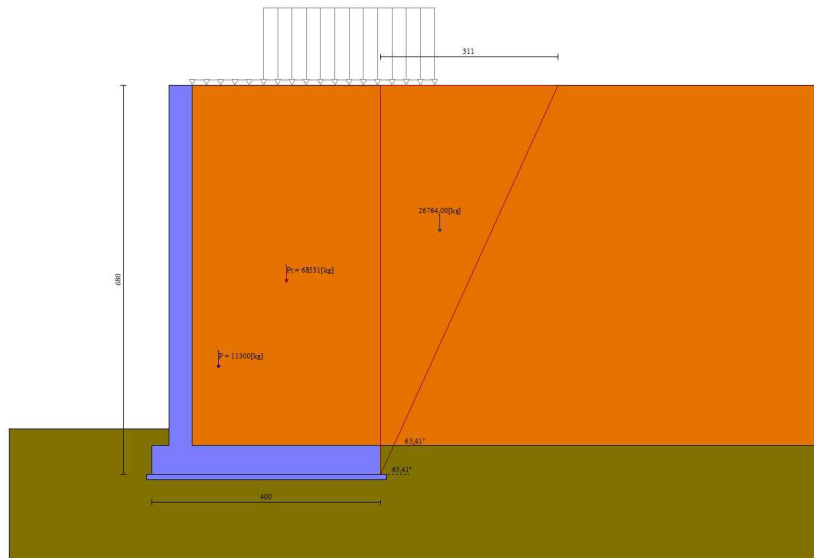
I risultati delle analisi effettuate, considerando direttamente l'involuppo delle varie combinazioni di carico considerate:

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kg]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kg]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kg]	I [°]	C _x [kg]	C _y [kg]	P _x [m]	P _y [m]
2	Spinta statica	20497	22,95	18875	7991	3,30	-3,36
	Peso/inerzia muro			0	11300/0	0,46	-4,65
	Peso/inerzia terrapieno			0	68531/0	1,65	-3,15
	Peso/inerzia terreno sulla fondazione di valle			0	176	-0,55	-6,15
	Spinta falda da monte			163		3,30	-6,63
	Spinta falda da valle			125		0,00	-6,63
	Sottostinta della falda				2600	1,30	-6,80
	Peso dell'acqua sulla fondazione di valle				0	0,00	-6,63
	Resistenza passiva terreno antistante			-696			
	Risultante forze sul muro			945	0	--	--



Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.578		1.677			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.617		1.568			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.272		2.278			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.235		2.450			
5 - STR (A1-M1-R3)		1.876		1.491			
6 - STR (A1-M1-R3)		1.812		1.558			
7 - STR (A1-M1-R3)		1.642		1.600			
8 - STR (A1-M1-R3)		1.903		1.405			
9 - STR (A1-M1-R3)		1.841		1.464			
10 - STR (A1-M1-R3)		1.678		1.500			
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.184		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.152		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.426		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.395		
15 - EQU (A1-M1-R3)			2.640				

16 - EQU (A1-M1-R3)			2.657				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.342				
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.059				
26 - HYD						100.000	
27 - UPL							35.946
28 - HYD						100.000	
29 - UPL							38.780

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kg]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kg]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	20120	696	0	--	--	20816	16851	1.235

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kg]	[kg]	[kg]	
8 - STR (A1-M1-R3)	101003	141877	101341	1.405

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante
ic, iq, ig	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dg	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gg	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, bg	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sg	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, pg	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

rg Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5BgN_g$ viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]

B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]

H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]

g Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]

f Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm^q]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	rg	D	B' H	g	f	c
	Nq Ng	iq ig	dq dg	gq gg	bq bg	sq sg	pq pg						
									[m]	[m]	[kg/mc]	[°]	[kg/cm ^q]
8	30.140	0.869	1.080	1.000	1.000	--	--	0.925	0,80	4,00	1150	30.00	0,02
	18.401	0.876	1.058	1.000	1.000	--	--						
	15.070	0.830	1.000	1.000	1.000	--	--						

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

Ms Momento stabilizzante, espresso in [kgm]

Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms	Mr	FS
	[kgm]	[kgm]	
18 - EQU (A1-M1-R3) H - V	132603	64394	2.059

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
12 - GEO (A2-M2-R2)	-2,50; 0,00	8,95	1.152

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

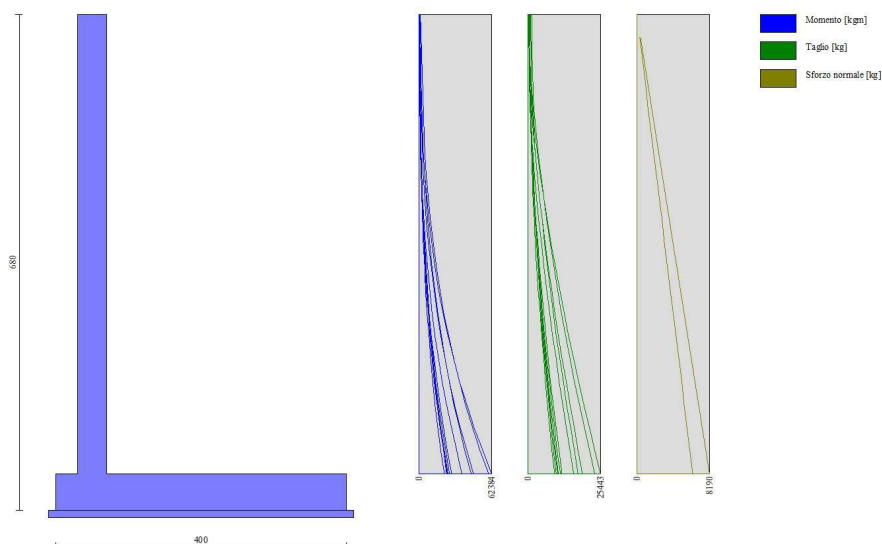
Simbologia adottata

N Sforzo normale, espresso in [kg]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kg]. Positivo se diretto da monte verso valle
M Momento, espresso in [kgm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

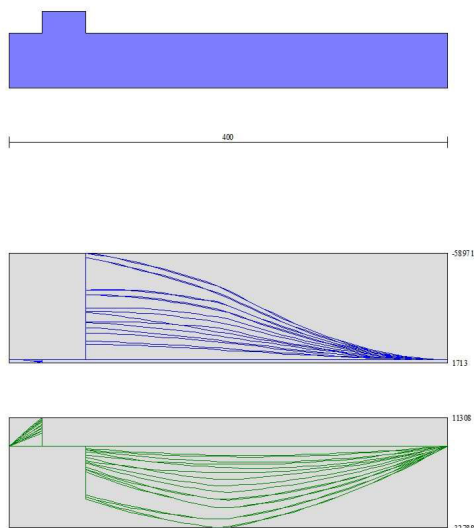
n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	0,00	0	0	300	1350	300	1350
2	-0,31	315	409	341	1464	400	1792
3	-0,63	630	819	425	1635	519	2278
4	-0,94	945	1229	553	1862	672	2828
5	-1,26	1260	1638	724	2149	872	3458
6	-1,57	1575	2047	938	2687	1133	4209
7	-1,89	1890	2457	1196	3520	1468	5183
8	-2,20	2205	2866	1498	4469	1891	6439
9	-2,52	2520	3276	1842	5555	2416	8008
10	-2,83	2835	3686	2231	6830	3057	9918
11	-3,15	3150	4095	2662	8187	3826	12194
12	-3,46	3465	4505	3137	9619	4738	14859
13	-3,78	3780	4914	3656	11122	5807	17933
14	-4,09	4095	5324	4218	12693	7046	21437
15	-4,41	4410	5733	4823	14329	8469	25393
16	-4,72	4725	6143	5472	16029	10089	29918
17	-5,04	5040	6552	6164	17792	11921	35243
18	-5,35	5355	6962	6899	19616	13977	41134
19	-5,67	5670	7371	7678	21500	16272	47608
20	-5,98	5985	7780	8501	23444	18819	54685
21	-6,30	6300	8190	9367	25443	21632	62384



Paramento

Fondazione

n°	X	N _{min}	N _{max}	T _{min}	T _{max}	M _{min}	M _{max}
	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kgm]	[kgm]
1	-0,70	0	0	0	0	0	0
2	-0,60	0	0	1705	3846	85	193
3	-0,50	0	0	3387	7615	340	767
4	-0,40	0	0	5046	11308	762	1713
5	0,00	0	0	-21359	-990	-58971	-8642
6	0,10	0	0	-22741	-1334	-58113	-8526
7	0,20	0	0	-24044	-1655	-57110	-8376
8	0,30	0	0	-25268	-1953	-55970	-8195
9	0,40	0	0	-26412	-2227	-54702	-7986
10	0,50	0	0	-27478	-2478	-53314	-7751
11	0,60	0	0	-28464	-2706	-51814	-7491
12	0,70	0	0	-29371	-2910	-50211	-7210
13	0,80	0	0	-30199	-3090	-48513	-6910
14	0,90	0	0	-30948	-3247	-46729	-6593
15	1,00	0	0	-31618	-3381	-44867	-6262
16	1,10	0	0	-32221	-3492	-42936	-5918
17	1,20	0	0	-32788	-3579	-40944	-5564
18	1,30	0	0	-32656	-3642	-38286	-5203
19	1,40	0	0	-31826	-3683	-35061	-4836
20	1,50	0	0	-30911	-3699	-31923	-4467
21	1,60	0	0	-29911	-3693	-28882	-4097
22	1,70	0	0	-28827	-3663	-25944	-3729
23	1,80	0	0	-27659	-3609	-23119	-3365
24	1,90	0	0	-26406	-3533	-20415	-3008
25	2,00	0	0	-25069	-3432	-17841	-2660
26	2,10	0	0	-23647	-3309	-15404	-2322
27	2,20	0	0	-22141	-3162	-13114	-1999
28	2,30	0	0	-20550	-2991	-10979	-1691
29	2,40	0	0	-18875	-2798	-9007	-1401
30	2,50	0	0	-17116	-2580	-7207	-1132
31	2,60	0	0	-15272	-2340	-5586	-886
32	2,70	0	0	-13343	-2076	-4155	-665
33	2,80	0	0	-11331	-1788	-2921	-471
34	2,90	0	0	-9233	-1477	-1892	-308
35	3,00	0	0	-7052	-1143	-1077	-177
36	3,10	0	0	-4786	-786	-484	-80
37	3,20	0	0	-2435	-404	-122	-20
38	3,30	0	0	0	0	0	0



Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]
- H altezza sezione espressa in [cm]
- Afi area ferri inferiori espresso in [cmq]
- Afs area ferri superiori espressa in [cmq]
- M momento agente espressa in [kgm]
- N sforzo normale agente espressa in [kg]
- Mu momento ultimi espresso in [kgm]
- Nu sforzo normale ultimo espressa in [kg]
- FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

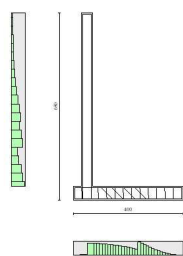
n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	100	40	19,01	19,01	1350	0	26361	0	19.526
2	100	40	19,01	19,01	1792	315	27168	4776	15.163
3	100	40	19,01	19,01	2278	630	27654	7646	12.137
4	100	40	19,01	19,01	2828	945	27927	9333	9.876
5	100	40	19,01	19,01	3458	1260	28072	10230	8.119
6	100	40	19,01	19,01	4209	1575	28119	10522	6.680
7	100	40	19,01	19,01	5183	1890	28073	10237	5.416
8	100	40	19,01	19,01	6439	2205	27967	9577	4.344

9	100	40	19,01	19,01	8008	2520	27835	8759	3.476
10	100	40	19,01	19,01	9918	2835	27699	7917	2.793
11	100	40	19,01	19,01	12194	3150	27565	7120	2.260
12	100	40	19,01	19,01	14859	3465	27443	6400	1.847
13	100	40	19,01	19,01	17933	3780	27335	5762	1.524
14	100	40	19,01	26,61	21437	4095	37744	7210	1.761
15	100	40	19,01	26,61	25393	4410	37636	6536	1.482
16	100	40	19,01	26,61	29918	4725	37540	5929	1.255
17	100	40	19,01	68,42	35243	5040	87725	12545	2.489
18	100	40	19,01	68,42	41134	5355	87651	11411	2.131
19	100	40	15,21	49,42	47608	5670	66279	7894	1.392
20	100	40	15,21	49,42	54685	5985	66209	7246	1.211
21	100	40	15,21	49,42	62384	6300	66149	6680	1.060

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	100	50	15,21	38,01	0	0	0	0	1000.000
2	100	50	15,21	38,01	193	0	27162	0	140.786
3	100	50	15,21	38,01	767	0	27162	0	35.431
4	100	50	15,21	38,01	1713	0	27162	0	15.853
5	100	50	15,21	38,01	-58971	0	-66369	0	1.125
6	100	50	15,21	38,01	-58113	0	-66369	0	1.142
7	100	50	15,21	38,01	-57110	0	-66369	0	1.162
8	100	50	15,21	38,01	-55970	0	-66369	0	1.186
9	100	50	15,21	38,01	-54702	0	-66369	0	1.213
10	100	50	15,21	38,01	-53314	0	-66369	0	1.245
11	100	50	15,21	38,01	-51814	0	-66369	0	1.281
12	100	50	15,21	38,01	-50211	0	-66369	0	1.322
13	100	50	15,21	38,01	-48513	0	-66369	0	1.368
14	100	50	15,21	38,01	-46729	0	-66369	0	1.420
15	100	50	15,21	38,01	-44867	0	-66369	0	1.479
16	100	50	15,21	38,01	-42936	0	-66369	0	1.546
17	100	50	15,21	38,01	-40944	0	-66369	0	1.621
18	100	50	15,21	38,01	-38286	0	-66369	0	1.734
19	100	50	15,21	38,01	-35061	0	-66369	0	1.893
20	100	50	15,21	38,01	-31923	0	-66369	0	2.079
21	100	50	15,21	38,01	-28882	0	-66369	0	2.298
22	100	50	15,21	15,21	-25944	0	-27192	0	1.048
23	100	50	15,21	15,21	-23119	0	-27192	0	1.176
24	100	50	15,21	15,21	-20415	0	-27192	0	1.332
25	100	50	15,21	15,21	-17841	0	-27192	0	1.524
26	100	50	15,21	15,21	-15404	0	-27192	0	1.765
27	100	50	15,21	15,21	-13114	0	-27192	0	2.073
28	100	50	15,21	15,21	-10979	0	-27192	0	2.477
29	100	50	15,21	15,21	-9007	0	-27192	0	3.019
30	100	50	15,21	15,21	-7207	0	-27192	0	3.773
31	100	50	15,21	15,21	-5586	0	-27192	0	4.867
32	100	50	15,21	15,21	-4155	0	-27192	0	6.544
33	100	50	15,21	15,21	-2921	0	-27192	0	9.310
34	100	50	15,21	15,21	-1892	0	-27192	0	14.374
35	100	50	15,21	15,21	-1077	0	-27192	0	25.254

36	100	50	15,21	15,21	-484	0	-27192	0	56.160
37	100	50	15,21	15,21	-122	0	-27192	0	222.058
38	100	50	15,21	15,21	0	0	0	0	1000.000



Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

I_s indice sezione

Y ordinata sezione espressa in [m]

B larghezza sezione espresso in [cm]

H altezza sezione espressa in [cm]

A_{sw} area ferri a taglio espresso in [cmq]

\cotgq inclinazione delle bielle compresse, q inclinazione dei puntoni di calcestruzzo

V_{Rcd} resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]

V_{Rsd} resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]

V_{Rd} resistenza di progetto a taglio espresso in [kg]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw} > 0.0$) $V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.

T taglio agente espressa in [kg]

FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

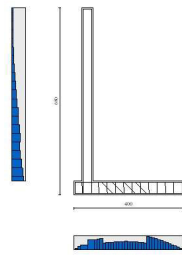
Paramento

n°	B	H	A_{sw}	\cotgq	V_{Rcd}	V_{Rsd}	V_{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	100	40	0,00	--	0	0	24545	1350	18.181
2	100	40	0,00	--	0	0	24588	1464	16.791
3	100	40	0,00	--	0	0	24632	1635	15.066
4	100	40	0,00	--	0	0	24676	1862	13.252
5	100	40	0,00	--	0	0	24720	2149	11.503
6	100	40	0,00	--	0	0	24763	2687	9.217
7	100	40	0,00	--	0	0	24807	3520	7.047
8	100	40	0,00	--	0	0	24851	4469	5.561
9	100	40	0,00	--	0	0	24894	5555	4.482
10	100	40	0,00	--	0	0	24938	6830	3.651
11	100	40	0,00	--	0	0	24982	8187	3.051
12	100	40	0,00	--	0	0	25026	9619	2.602
13	100	40	0,00	--	0	0	25069	11122	2.254
14	100	40	0,00	--	0	0	26651	12693	2.100
15	100	40	0,00	--	0	0	26695	14329	1.863
16	100	40	0,00	--	0	0	26738	16029	1.668

17	100	40	0,00	--	0	0	31347	17792	1.762
18	100	40	0,00	--	0	0	31390	19616	1.600
19	100	40	0,00	--	0	0	30080	21500	1.399
20	100	40	0,00	--	0	0	30124	23444	1.285
21	100	40	0,00	--	0	0	30168	25443	1.186

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotq	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	100	50	0,00	--	0	0	30667	0	100.000
2	100	50	0,00	--	0	0	30667	3846	7.974
3	100	50	0,00	--	0	0	30667	7615	4.027
4	100	50	0,00	--	0	0	30667	11308	2.712
5	100	50	0,00	--	0	0	30667	-21359	1.436
6	100	50	0,00	--	0	0	30667	-22741	1.349
7	100	50	0,00	--	0	0	30667	-24044	1.275
8	100	50	0,00	--	0	0	30667	-25268	1.214
9	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-26412	2.034
10	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-27478	1.955
11	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-28464	1.887
12	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-29371	1.829
13	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-30199	1.779
14	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-30948	1.736
15	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-31618	1.699
16	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-32221	1.667
17	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-32788	1.638
18	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-32656	1.645
19	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-31826	1.688
20	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-30911	1.738
21	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-29911	1.796
22	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-28827	1.864
23	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-27659	1.942
24	100	50	7,60	2,50	122430	53722	53722	-26406	2.034
25	100	50	0,00	--	0	0	25449	-25069	1.015
26	100	50	0,00	--	0	0	25449	-23647	1.076
27	100	50	0,00	--	0	0	25449	-22141	1.149
28	100	50	0,00	--	0	0	25449	-20550	1.238
29	100	50	0,00	--	0	0	25449	-18875	1.348
30	100	50	0,00	--	0	0	25449	-17116	1.487
31	100	50	0,00	--	0	0	25449	-15272	1.666
32	100	50	0,00	--	0	0	25449	-13343	1.907
33	100	50	0,00	--	0	0	25449	-11331	2.246
34	100	50	0,00	--	0	0	25449	-9233	2.756
35	100	50	0,00	--	0	0	25449	-7052	3.609
36	100	50	0,00	--	0	0	25449	-4786	5.318
37	100	50	0,00	--	0	0	25449	-2435	10.451
38	100	50	0,00	--	0	0	25449	0	100.000



Paramento (Inviluppo)

7 - PARATIA DI CONTRORIPA ZONA PF4

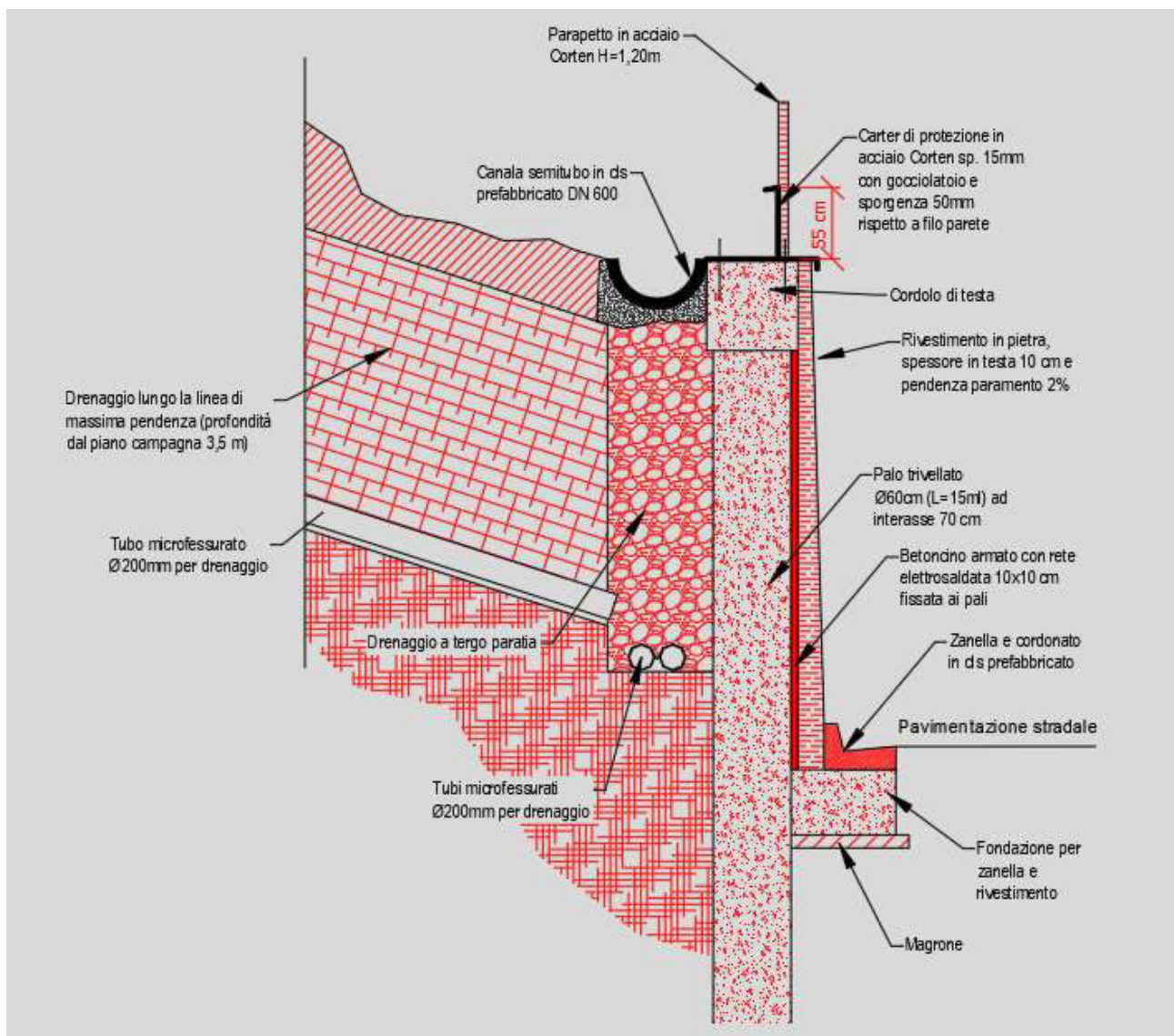
Essa risulta necessario per permettere il passaggio della nuova strada in un tratto in cui l'infrastruttura si sviluppa in trincea rispetto ad un pendio esistente, caratterizzato inoltre da fenomeni di instabilità geologica e inserito, per tale motivo, in zona "PF4" del PAI.

Si prevede dunque la realizzazione di una paratia con pali trivellati in calcestruzzo armato avente diametro di 60 cm, lunghezza pali 15 m ed interasse 70 cm. L'altezza della parete dipende dalla conformazione del terreno, essa viene progettata in modo che la sua sommità sia più alta 30 cm rispetto alla quota del piano campagna preesistente in corrispondenza di essa, in modo da poter collocare la canaletta per lo smaltimento delle acque meteoriche superficiali con facilità. Sul lato valle della paratia sarà realizzata una fondazione dell'altezza di 50 cm, che termina esattamente "sul filo" zanella, dunque sporge 80 cm rispetto al filo parete grezzo.

La parete esterna della paratia sarà rifinita mediante rivestimento in pietra, la sommità verrà dotata di un carter in acciaio corten, avente funzione di cimasa e allo stesso tempo di presidio contro lo scavalcamento da parte degli anfibi, e di un parapetto del medesimo materiale, al fine di garantire la sicurezza. A monte della parete è prevista la posa in opera di una canaletta mezzo tubo in cls avente larghezza interna pari a 60 cm.

L'altezza massima della parete, dallo spiccato della fondazione che si realizza lato valle, è 3,05m.

Per arrestare i fenomeni di instabilità del pendio, come desumibile dagli specifici elaborati con tematica geologica, è prevista la realizzazione di una rete di drenaggio che si sviluppa secondo le linee di massima pendenza e che, a monte del muro, convogli le acque per poi smaltirle nel reticolo idraulico superficiale.



Sezione tipologica paratia

In riferimento alla geometria dell'opera, della scarpata, dei materiali da costruzione e dei terreni, si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Geometria paratia

Altezza fuori terra	3,00	[m]
Profondità di infissione	12,00	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,70	[m]
Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero di pali per metro lineare	1.35	

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n° numero d'ordine del cordolo

Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]

H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]

W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm³]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	70,00	70,00	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	10,00	0,00	0.00

Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-10,00	-3,00	0.00
2	0,00	-3,00	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n° numero d'ordine

Descrizione Descrizione del terreno

g peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

g_{sat} peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]

f angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]

d angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]

c coesione del terreno espressa in [kg/cm^q]

N°	Descrizione	g	g _{sat}	f	d	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ^q]
1	Terreno "allentato"	1800,0	2000,0	16.00	12.00	0,000
2	Terreno argilla-limo	1800,0	2000,0	18.00	12.00	0,130
3	Terreno limo-sabbia	1800,0	2000,0	35.00	23.30	0,000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]

kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

a inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)

Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

N°	sp	a _M	a _V	K _{WM}	K _{WV}	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ^q /cm]	[kg/cm ^q /cm]		
1	3,00	12.00	12.00	0.30	0.30	Terreno "allentato"	Terreno "allentato"
2	6,00	12.00	12.00	2.40	2.40	Terreno argilla-limo	Terreno argilla-limo
3	9,00	15.00	15.00	3.00	3.00	Terreno limo-sabbia	Terreno limo-sabbia

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 3,00 [m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 3,00 [m]

Regime delle pressioni neutre: **Idrostatico**

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

g_{cls} Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]

Classe cls Classe di appartenenza del calcestruzzo

Rck Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm^q]

E Modulo elastico, espresso in [kg/cm^q]

Acciaio Tipo di acciaio

n Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	g _{cls}	Classe cls	Rck	E	Acciaio	n
	[kg/mc]		[kg/cm ^q]	[kg/cm ^q]		
Paratia	2500	C20/25	255	307953	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C20/25	255	307953	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/compresso 1.00

In riferimento alle condizioni di carico, nelle tabelle seguenti sono riportate le combinazioni con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.30	

Combinazione n° 2 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 3 - SLV - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	g_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00

Permanenti	Sfavorevole	g_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti ns	Favorevole	g_{Gfav}	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	g_{Gsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	g_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	g_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	g_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	g_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	g_{tanf}	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	g_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	g_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	g_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	g_g	1.00	1.00	1.00	1.00

Si riportano adesso le impostazioni sulla base delle quali sono state effettuate le verifiche di calcolo preliminari:

Verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio

Sezione in c.a.

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctga} + \text{ctgq}) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(q) + \text{ctg}(a)) / (1.0 + \text{ctg}^2 q)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
a_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e s_{cp}
s_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
$f_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$	

Verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure $w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2008-2018 - I° Formulazione

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $s_c < 0.60 f_{ck}$ - $s_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $s_c < 0.45 f_{ck}$

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva Spostamento limite (spostamento limite molle pari a 1.50) Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Influenza d (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

Analisi sismica

Identificazione del sito

Latitudine	43.621120
Longitudine	11.557053
Comune	Castelfranco Di Sopra
Provincia	Arezzo
Regione	Toscana

Punti di interpolazione del reticolo 20729 - 20730 - 20508 - 20507

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	75 anni

Combinazioni/Fase

	<i>SLU</i>	<i>SLE</i>
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.451	0.628
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.407	2.612
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.309	0.281
Coefficiente di amplificazione topografica (S_t)	1.000	1.000
Tipo di sottosuolo	C	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S_s)	1.486	1.500
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (a)	0.847	0.847
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.045	0.045
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (b)	0.626	0.626
Prodotto a b	0.530 > 0.2	

Coefficiente di intensità sismica (percento)	11.656	5.094
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nelle spinte attiva e passiva

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

I risultati dell'analisi della paratia sono i seguenti:

L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 60 elementi fuori terra e 240 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva oppure lo spostamento limite di 1.50 [cm] non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

La costante di Winkler si assume costante su ogni strato.

Altezza fuori terra della paratia	3,00	[m]
Profondità di infissione	12,00	[m]
Altezza totale della paratia	15,00	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	SLU - STR	5230	2,00	--	--	0	0,00	-7939	4,56	2708	9,51
2	SLU - GEO	4587	2,00	--	--	0	0,00	-7219	4,83	2632	9,77
3	SLV - GEO	4946	2,00	--	--	0	0,00	-8107	5,18	3161	10,15
4	SLE - Rara	4023	2,00	--	--	0	0,00	-5981	4,42	1957	9,40
5	SLE - Frequente	4023	2,00	--	--	0	0,00	-5981	4,42	1957	9,40
6	SLE - Quasi permanente	4023	2,00	--	--	0	0,00	-5981	4,42	1957	9,40

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{NUL}	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P _{INV}	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C _{ROT}	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
MP	Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
R/R _{MAX}	Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]
Pp	Portanza di punta, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pp [kg]
1	SLU - STR	3,00	4,00	6,67	6,22	1,88	147705
2	SLU - GEO	3,00	4,70	6,96	12,03	3,37	72436
3	SLV - GEO	3,00	5,45	7,41	18,26	4,36	147705

4	SLE - Rara	3,00	3,60	6,55	2,90	2,04	147705
5	SLE - Frequente	3,00	3,60	6,55	2,90	2,04	147705
6	SLE - Quasi permanente	3,00	3,60	6,55	2,90	2,04	147705

Verifica armatura paratia (Involuppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 A_f area di armatura del palo espressa in [cmq]
 M momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
 N sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
 M_u momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
 N_u sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
 F_s coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y	A _f	M	N	M _u	N _u	F _S
	[m]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
3 - SLV - GEO	5,30	20,11	8915	3746	19363	8137	2.172

Verifica a taglio

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
 A_{sw} area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
 s interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
 V_{Ed} taglio agente sul palo, espresso in [kg]
 V_{Rd} taglio resistente, espresso in [kg]
 F_S coefficiente di sicurezza (rapporto tra V_{Rd}/ V_{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 51,21 cm

n° - Tipo	Y	A _{sw}	s	V _{Ed}	V _{Rd}	F _S
	[m]	[cmq]	[cm]	[kg]	[kg]	
3 - SLV - GEO	3,00	1,57	20,00	3874	33996	8.775

Verifica tensioni

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 A_f area di armatura espressa in [cmq]

s_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
 s_f tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]

A_f	s_c	cmb	s_f	cmb
[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]	
20,11	46,10	6	1486,70	4

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Oggetto Muro/Paratia

Y Ordinata sezione, espresso in [m]

M Momento agente, espresso in [kgm]

M_f Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]

s Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]

e_{sm} Deformazione nelle fessure, espressa in [%]

w_{lim} Apertura limite fessure, espressa in [mm]

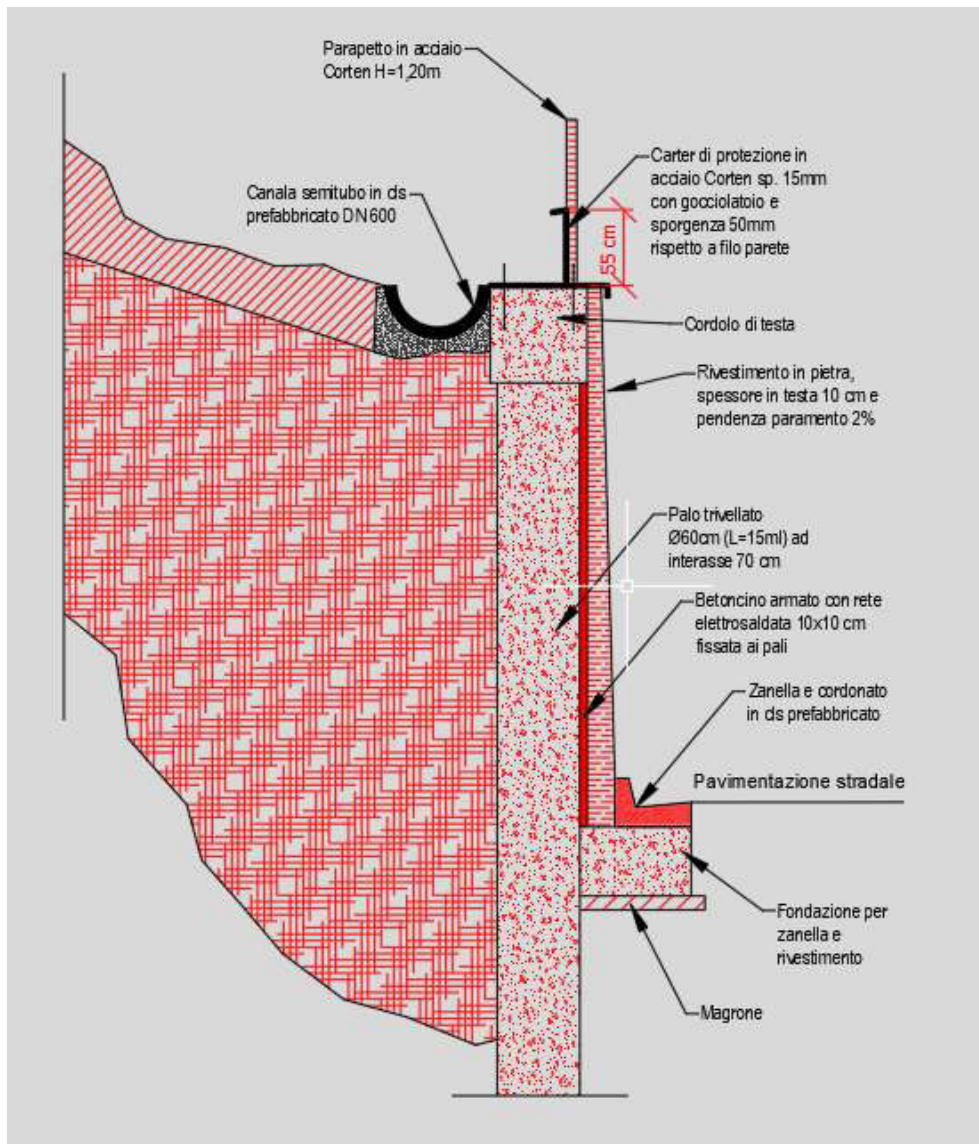
w_k Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M_f	s	e_{sm}	w_{lim}	w_k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Paratia	6 - SLE - Quasi permanente	4,45	5474	4688	197,273	0.0400	0,300	0,134

8 - PARATIA DI CONTRORIPA ZONA PF3

Per tale opera valgono esattamente le stesse considerazioni fatte per l'opera precedente, il pendio interessato risulta infatti caratterizzato da fenomeni di instabilità geologica ed è inserito, per tale motivo, in zona "PF3" del PAI.

L'altezza massima della parete, essendo condizionata dalla morfologia del piano di campagna, risulta pari, dal piano stradale finito, a 4,50 m.



Sezione tipologica paratia

In riferimento alla geometria dell'opera, della scarpata, dei materiali da costruzione e dei terreni, si è fatto riferimento ai seguenti dati:

Geometria paratia

Altezza fuori terra	4,75	[m]
Profondità di infissione	10,95	[m]
Altezza totale della paratia	15,70	[m]
Lunghezza paratia	20,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,70	[m]

Diametro dei pali	60,00	[cm]
Numero totale di pali	27	
Numero di pali per metro lineare	1.35	

Geometria cordoli

Simbologia adottata

n° numero d'ordine del cordolo

Y posizione del cordolo sull'asse della paratia espresso in [m]

Cordoli in calcestruzzo

B Base della sezione del cordolo espresso in [cm]

H Altezza della sezione del cordolo espresso in [cm]

Cordoli in acciaio

A Area della sezione in acciaio del cordolo espresso in [cmq]

W Modulo di resistenza della sezione del cordolo espresso in [cm³]

N°	Y	Tipo	B	H	A	W
	[m]		[cm]	[cm]	[cmq]	[cm ³]
1	0,00	Calcestruzzo	70,00	70,00	--	--

Geometria profilo terreno

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa alla paratia, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
2	10,00	0,00	0.00

Profilo di valle

N°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	-10,00	-4,75	0.00
2	0,00	-4,75	0.00

Descrizione terreni

Simbologia adottata

n° numero d'ordine

Descrizione Descrizione del terreno

g peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

g_{sat} peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]

f angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]

d angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]

c coesione del terreno espressa in [kg/cmq]

N°	Descrizione	g	g _{sat}	f	d	c
		[kg/mc]	[kg/mc]	[°]	[°]	[kg/cm ^q]
1	Terreno limo-arg 1	1940,0	2140,0	23.98	15.98	0,028
2	Terreno limo-arg 2	2010,0	2210,0	23.73	15.82	0,222
3	Terreno limo-arg 3	1910,0	2110,0	21.38	14.25	0,188
4	Terreno limo-arg 4	2000,0	2200,0	25.00	16.60	0,240

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]

kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

a inclinazione dello strato espressa in GRADI(°) (M: strato di monte V:strato di valle)

Terreno Terreno associato allo strato (M: strato di monte V:strato di valle)

N°	sp	a _M	a _V	Kw _M	Kw _V	Terreno M	Terreno V
	[m]	[°]	[°]	[kg/cm ^q /cm]	[kg/cm ^q /cm]		
1	3,00	12.00	12.00	0.46	0.46	Terreno limo-arg 1	Terreno limo-arg 1
2	4,00	12.00	12.00	1.91	1.91	Terreno limo-arg 2	Terreno limo-arg 2
3	4,00	15.00	15.00	2.52	2.52	Terreno limo-arg 3	Terreno limo-arg 3
4	7,00	0.00	0.00	4.62	4.62	Terreno limo-arg 4	Terreno limo-arg 4

Falda

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 2,75 [m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 4,75 [m]

Regime delle pressioni neutre: Idrostatico

Caratteristiche materiali utilizzati

Simbologia adottata

g_{cls} Peso specifico cls, espresso in [kg/mc]

Classe cls Classe di appartenenza del calcestruzzo

Rck Rigidezza cubica caratteristica, espressa in [kg/cm^q]

E Modulo elastico, espresso in [kg/cm^q]

Acciaio Tipo di acciaio

n Coeff. di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Descrizione	g _{cls}	Classe cls	Rck	E	Acciaio	n
	[kg/mc]		[kg/cm ^q]	[kg/cm ^q]		
Paratia	2500	C25/30	306	320666	B450C	15.00
Cordolo/Muro	2500	C25/30	306	320666	B450C	15.00

Coeff. di omogeneizzazione cls tesoro/compresso 1.00

In riferimento alle condizioni di carico, nelle tabelle seguenti sono riportate le combinazioni con il relativo coefficiente di partecipazione:

Combinazione n° 1 - SLU - STR (A1-M1-R1)

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.30	

Combinazione n° 2 - SLU - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 3 - SLV - GEO (A2-M2-R1)

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 4 - SLE - Rara

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 5 - SLE - Frequente

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Combinazione n° 6 - SLE - Quasi permanente

Condizione	Fav/Sfav	g	Y
Spinta terreno	SFAV	1.00	

Impostazioni di progetto

Spinte e verifiche secondo: Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (17/01/2018)

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	g_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	g_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00

Permanenti ns	Favorevole	g_{Gfav}	0.80	0.80	0.00	0.00
Permanenti ns	Sfavorevole	g_{Gsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	g_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	g_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	g_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	g_{Qsfav}	1.35	1.15	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$g_{\tan f}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	g_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	g_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	g_{qu}	1.00	1.60	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	g_g	1.00	1.00	1.00	1.00

Si riportano adesso le impostazioni sulla base delle quali sono state effettuate le verifiche di calcolo preliminari:

Verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Verifica Taglio

Sezione in c.a.

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctga} + \text{ctgq}) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot a_c \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg}(q) + \text{ctg}(a)) / (1.0 + \text{ctg}^2 q)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
b_w	larghezza minima sezione [mm]
A_{sw}	area armatura trasversale [mm ²]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
a_c	coefficiente maggiorativo, funzione di f_{cd} e s_{cp}
s_{cp}	tensione media di compressione [N/mm ²]
$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$	

Verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure $w_1 = 0.20$
 $w_2 = 0.30$
 $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2008-2018 - I° Formulazione

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara $s_c < 0.60 f_{ck} - s_f < 0.80 f_{yk}$
Quasi permanente $s_c < 0.45 f_{ck}$

Analisi per Combinazioni di Carico

Rottura del terreno: Pressione passiva Spostamento limite (spostamento limite molle pari a 1.50) Applicata diminuzione quota valle secondo NTC2018 - par 6.5.2.2

Influenza d (angolo di attrito terreno-paratia): Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva K_a e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale: Metodo di Fellenius

Impostazioni analisi sismica

Identificazione del sito

Latitudine 43.621120
Longitudine 11.557053
Comune Castelfranco Di Sopra
Provincia Arezzo
Regione Toscana

Punti di interpolazione del reticolo 20729 - 20730 - 20508 - 20507

Tipo di opera

Tipo di costruzione Opera ordinaria
Vita nominale 50 anni
Classe d'uso III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento 75 anni

Combinazioni/Fase

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo [m/s ²]	1.451	0.628
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F_0	2.407	2.612
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante T_c^*	0.309	0.281
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.200	1.200
Tipo di sottosuolo	C	
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (Ss)	1.486	1.500
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo (a)	0.832	0.832
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza U_s [m]	0.079	0.079
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo (b)	0.552	0.552
Prodotto a b	0.459 > 0.2	

Coefficiente di intensità sismica (per cento)	12.112	5.293
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00	

Influenza sisma nelle spinte attiva e passiva

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

I risultati dell'analisi della paratia sono i seguenti:

L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 95 elementi fuori terra e 219 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva oppure lo spostamento limite di 1.50 [cm] non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	4,75	[m]
Profondità di infissione	10,95	[m]
Altezza totale della paratia	15,70	[m]

Forze agenti sulla paratia

Tutte le forze si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia. Le Y hanno come origine la testa della paratia, e sono espresse in [m]

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Pa	Spinta attiva, espressa in [kg]
Is	Incremento sismico della spinta, espressa in [kg]
Pw	Spinta della falda, espressa in [kg]
Pp	Resistenza passiva, espressa in [kg]
Pc	Controspinta, espressa in [kg]

n°	Tipo	Pa [kg]	Y _{Pa} [m]	Is [kg]	Y _{Is} [m]	Pw [kg]	Y _{Pw} [m]	Pp [kg]	Y _{Pp} [m]	Pc [kg]	Y _{Pc} [m]
1	SLU - STR	4004	2,54	--	--	23900	9,71	-27903	8,68	0	0,00
2	SLU - GEO	3667	2,50	--	--	23900	9,71	-27567	8,75	0	0,00
3	SLV - GEO	2253	2,15	--	--	23900	9,71	-26153	9,06	0	0,00
4	SLE - Rara	2253	2,15	--	--	23900	9,71	-26153	9,06	0	0,00
5	SLE - Frequente	2253	2,15	--	--	23900	9,71	-26153	9,06	0	0,00
6	SLE - Quasi permanente	2253	2,15	--	--	23900	9,71	-26153	9,06	0	0,00

Simbologia adottata

n°	Indice della Combinazione/Fase
Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
P _{NUL}	Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]
P _{INV}	Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]
C _{ROT}	Punto Centro di rotazione, espresso in [m]
MP	Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]
R/R _{MAX}	Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]

Pp Portanza di punta, espressa in [kg]

n°	Tipo	P _{NUL} [m]	P _{INV} [m]	C _{ROT} [m]	MP [%]	R/R _{MAX} [%]	Pp [m]
1	SLU - STR	4,75	5,65	-6,20	3,64	10,16	64493
2	SLU - GEO	4,75	6,40	-6,20	10,91	18,22	41262
3	SLV - GEO	4,75	5,25	-6,20	0,45	12,56	64493
4	SLE - Rara	4,75	5,25	-6,20	0,45	12,56	64493
5	SLE - Frequente	4,75	5,25	-6,20	0,45	12,56	64493
6	SLE - Quasi permanente	4,75	5,25	-6,20	0,45	12,56	64493

Verifica armatura paratia (Inviluppo sezioni critiche)

Verifica a flessione

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
 A_f area di armatura del palo espressa in [cmq]
 M momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
 N sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
 M_u momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
 N_u sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
 Fs coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)

n° - Tipo	Y [m]	A _f [cmq]	M [kgm]	N [kg]	M _u [kgm]	N _u [kg]	FS
3 - SLV - GEO	6,75	32,17	13310	4771	29755	10666	2.235

Verifica a taglio

Simbologia adottata

- n° numero d'ordine della sezione
 Tipo Tipo della Combinazione/Fase
 Y ordinata della sezione rispetto alla testa, espressa in [m]
 A_{sw} area dell'armatura trasversale, espressa in [cmq]
 s interasse tra due armature trasversali consecutive, espressa in [cm]
 V_{Ed} taglio agente sul palo, espresso in [kg]
 V_{Rd} taglio resistente, espresso in [kg]
 FS coefficiente di sicurezza (rapporto tra V_{Rd}/V_{Ed})

La verifica a taglio del palo è stata eseguita considerando una sezione quadrata equivalente di lato B = 51,21 cm

n° - Tipo	Y [m]	A _{sw} [cmq]	s [cm]	V _{Ed} [kg]	V _{Rd} [kg]	FS
3 - SLV - GEO	5,20	1,57	20,00	5114	33996	6.648

Verifica tensioni

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
A _f	area di armatura espressa in [cmq]
s _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
s _f	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]

A _f	s _c	cmb	s _f	cmb
[cmq]	[kg/cmq]		[kg/cmq]	
32,17	59,65	6	1626,26	4

Verifica fessurazione

Simbologia adottata

Tipo	Tipo della Combinazione/Fase
Oggetto	Muro/Paratia
Y	Ordinata sezione, espresso in [m]
M	Momento agente, espresso in [kgm]
M _f	Momento prima fessurazione, espresso in [kgm]
s	Distanza media tra le fessure, espressa in [mm]
e _{sm}	Deformazione nelle fessure, espressa in [%]
w _{lim}	Apertura limite fessure, espressa in [mm]
w _k	Ampiezza fessure, espressa in [mm]

Oggetto	n° - Tipo	Y	M	M _f	s	e _{sm}	w _{lim}	w _k
		[m]	[kgm]	[kgm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]
Paratia	6 - SLE - Quasi permanente	6,35	8980	5715	144,950	0.0585	0,300	0,144