

**NUOVA S.S.291  
COLLEGAMENTO SASSARI - ALGHERO - AEROPORTO**

Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas - Alghero  
e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. CA29

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

**PROGETTISTI:**

*Dott. Ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI  
Ordine Ing. di Roma n. 19116*

*Dott. Ing. ALESSANDRO MICHELI  
Ordine Ing. di Roma n. 19654*

**IL GEOLOGO**

*Dott. Geol. Serena MAJETTA  
Ordine Geol. Lazio n. 928*

**IL RESPONSABILE DEL S.I.A.**

*Dott. Arch. GIOVANNI MAGARO'  
Ordine Arch. di Roma n. 16183*

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Geom. FABIO QUONDAM*

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

*Dott. Ing. SALVATORE FRASCA*

PROTOCOLLO

DATA

**OPERE D'ARTE  
OPERE DI SOSTEGNO**  
Relazione di calcolo

**CODICE PROGETTO**

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

**L O P L S C   D   1 6 0 1**

**NOME FILE**

T00OS00GETRE01\_A.dwg

**REVISIONE**

**CODICE  
ELAB.**

**T 0 0 O S 0 0 G E T R E 0 1**

**A**

-

D

C

B

A

Nuova emissione a seguito indirizzo MIT del 11-05-2016

SET 2017

Ing.

Ing.

Ing.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**S.S. 291 "DELLA NURRA" – LAVORI DI COSTRUZIONE DEL 1° LOTTO DA  
MAMUNTANAS – ALGHERO E DEL 4° LOTTO DI COLLEGAMENTO CON  
L'AEROPORTO DI ALGHERO  
- PROGETTO DEFINITIVO -**

**Relazione Di Calcolo Opere di Sostegno**

## INDICE

<b>1. GENERALITA'</b> .....	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVE</b> .....	<b>6</b>
<b>3. MATERIALI</b> .....	<b>7</b>
3.1 CALCESTRUZZO .....	7
3.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE.....	8
3.3 ACCIAIO PER MICROPALI.....	9
<b>4. CRITERI GENERALI DI ANALISI</b> .....	<b>10</b>
<b>5. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA</b> .....	<b>12</b>
5.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	12
5.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE STRUTTURE.....	12
<b>6. MURI DI SOSTEGNO OS1-OS18</b> .....	<b>14</b>
6.1 TIPOLOGIE A, A1, A2 – h=7.50m .....	14
6.2 TIPOLOGIE B, B1 – h = 6.50m .....	18
6.3 TIPOLOGIA C – h = 5.50m.....	22
6.4 TIPOLOGIE D, D1, D2, D3, D5 – h = 8.50m.....	25
6.5 TIPOLOGIE E, E1 – h = 4.50m .....	31
6.6 TIPOLOGIE F, F1, F2 – h = 3.50m.....	35
6.7 TIPOLOGIE G, G1 – h = 2.50m.....	39
6.8 TIPOLOGIE H, H1, H2 – h = 9.50m.....	43
6.9 TIPOLOGIA I – h = 10.50m .....	47
6.10 TIPOLOGIA L – h = 1.50m .....	51
6.11 TIPOLOGIA M – h = 7.50m SU FOND. DIRETTA .....	54
6.12 TIPOLOGIA N – h = 6.50m SU FOND. DIRETTA.....	57
6.13 TIPOLOGIA O – h = 5.50m SU FOND. DIRETTA .....	61
6.14 TIPOLOGIA P – h = 9.50m SU PALI .....	64
6.15 TIPOLOGIA Q – h = 6.00-7.00m SU PALI.....	68
6.16 TIPOLOGIA R – h = 5.00-6.00m SU PALI .....	71
6.17 TIPOLOGIA S – h = 4.00-5.00m SU PALI .....	74
6.18 TIPOLOGIA T – h = 3.00-4.00m SU PALI .....	77
6.19 TIPOLOGIA U – h = 2.00-3.00m SU PALI .....	80
6.20 TIPOLOGIA OS18 – h = 8.50m SU FOND. DIRETTA .....	83
<b>7. MURI DI SOTTOSCARPA OS19 – OS20</b> .....	<b>86</b>

7.1 TIPOLOGIA D4 (OS19) – h = 4.0-9.25m .....	86
7.2 TIPOLOGIA F2 (OS19) – H = 1.0-4.0m .....	89
7.3 TIPOLOGIA V (OS20) – h = 5.0-9.0m SU PALI .....	92
7.4 TIPOLOGIA W (OS20) - h = 1.0-5.0m SU PALI.....	96

## 1. GENERALITA'

La presente relazione di calcolo riporta le verifiche strutturali dei muri di sostegno denominati OS1, OS2, ..., OS18 e dei muri di sottoscarpa OS19 e OS20, inseriti nel Progetto Definitivo della "S.S. N°291 – COLLEGAMENTO SASSARI – ALGHERO – AEROPORTO Lavori di costruzione del 1° Lotto Mamuntanas - Alghero e del 4° Lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia".

I muri di sostegno in oggetto, da realizzare in opera in cemento armato, hanno una variabilità in altezza da un minimo di 1.50m, ad un massimo di 10,50m. Generalmente in testa ai muri è prevista l'installazione di una barriera di sicurezza del tipo H3BP o H4BP. In alcuni casi, nei muri OS7, OS10, OS13 e OS14, la barriera di sicurezza risulterà posizionata a bordo carreggiata in posizione arretrata rispetto alla testa dei muri, dove sarà considerata la presenza di un parapetto, sul quale verrà considerata la spinta sul corrimano. In altri casi, parte dell'OS6 e dell'OS12, la barriera di sicurezza sarà integrata con barriera antirumore e nell'analisi verrà considerata anche l'azione del vento. I muri in oggetto saranno per lo più fondati su micropali, ad eccezione dei muri dell'OS13, OS14, OS16 e OS18 con fondazioni dirette, e dei muri dell'OS15 e di parte dell'OS11, fondati su pali di grande diametro  $\Phi 800$ .

Il muro di sottoscarpa OS19, ad altezza variabile da 9.25m fino all'altezza di 1,00m, sarà realizzato in prossimità dei muri OS7 e OS8 a sostegno della scarpata della rampa Nord di Alghero in uscita dalla galleria artificiale GA01 (FS Sassari Alghero). Il muro di lunghezza complessiva pari a 34m, sarà fondato su micropali  $\Phi 300$  e suddiviso in 2 tratti associati alle tipologie D4 (primo tratto di altezza massima 9.25m) ed F2 (secondo tratto di altezza massima 4.0m).

Il muro di sottoscarpa OS20, ad altezza variabile da 9.00m fino all'altezza di 1,00m, sarà realizzato in prossimità del muro OS15 a sostegno della scarpata dell'asse D in uscita dalla galleria artificiale GA02 (FS Sassari Alghero). Il muro di lunghezza complessiva pari a 19m, sarà fondato su pali  $\Phi 800$  e suddiviso in 2 tratti associati alle tipologie V (primo tratto di altezza massima 9.00m) e W (secondo tratto di altezza massima 5.0m).

Le analisi e le verifiche di calcolo delle strutture in oggetto vengono condotte agli stati limite secondo le prescrizioni della vigente normativa italiana (**DM 14/01/2008** e **CM 02/02/2009**) facendo riferimento per la definizione dell'azione sismica ai parametri di calcolo prodotti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e riportati in allegato alla norma in funzione delle coordinate geografiche del sito di progetto. Si fa presente che per le verifiche strutturali allo stato limite ultimo si fa riferimento all'approccio 2, che considera come coefficienti parziali delle azioni  $\gamma_F$  quelli riportati nella colonna "A1 STR" della tabella 5.1.V del decreto e come coefficienti parziali  $\gamma_M$  per i parametri geotecnici del terreno valore unitario come risulta dai valori riportati nella colonna "M1" della tabella 6.2.II.

Si riporta di seguito per ogni muro, l'elenco delle tipologie previste, con la specifica del tipo di barriera installata in testa:

TABELLA DI SINTESI 1						
MURI DI SOSTEGNO						
Muri	Testa muro	TIPOLOGIE PRESENTI				
OS1	H4 BP	A	B	C		
OS2	H3 BP	A				
OS3	H4 BP	A	B	C	D	
OS4	H3 BP	D				
OS5	H4 BP	A	B	C	E	F G
OS6	H4 BP	A	D			
	H4 BP integr.	B	C	E	F	G
OS7	H3 BP	D1	H	I		
OS8	H3 BP	A2	B1			
OS9	parapetto	F2				
OS10	parapetto	D2	H1			
OS11	H3 BP	A1	D3	D5	H2	P
OS12	H4 BP	E1	G1	L		
	H4 BP integr.	F1				
OS13	parapetto	M	N	O		
OS14	parapetto	M	N	O		
OS15	H3spart.	Q	R	S	T	U
OS16	-	OS16 - vedi tabella di sintesi 2				
OS17	H4 BP	C				
OS18	H4 BP	OS18 - vedi tabella di sintesi 2				
MURI DI SOTTOSCARPA						
Muri	Testa muro	TIPOLOGIE PRESENTI				
OS19	-	D4	F2			
OS20	-	V	W			

**Tabella 1: Elenco delle tipologie previste**

Si riporta di seguito, il dettaglio delle caratteristiche geometriche più importanti per ogni tipologia prevista:

TABELLA DI SINTESI 2													
MURI DI SOSTEGNO													
Tipologia	H param. (m)	B. param. (m)	H fond. (m)	B. fond. (m)	Fondazione	n. file long.	Interasse		D. tubo (mm)	sp. tubo (mm)	Lungh. (m)		
							Long. (m)	Trasv.(m)					
A	7,5	1,1	1,3	3,6	micropali Φ300	3	0,9	1,2	244,5	12,5	13		
A1											273	20	14
A2											244,5	12,5	11
B	6,5	1	1,3	3,6	micropali Φ300	3	0,9	1,2	244,5	12,5	12		
B1											10		
C	5,5	0,9	1,3	3,6	micropali Φ300	3	0,9	1,2	244,5	12,5	12		
D	8,5	1,2	1,3	3,6	micropali Φ300	3	0,9	1,2	273	12,5	14		
D1											16	12	
D2											12,5	11	
D3											20	15	
D5											20	11	
E	4,5	0,8	1,0	3,0	micropali Φ300	2	0,9	1,8	244,5	12,5	12		
E1					micropali Φ240				193,7	14,2	15		
F	3,5	0,7	0,9	2,7	micropali Φ300	2	0,9	1,5	244,5	12,5	11		
F1					micropali Φ240				193,7	14,2	15		
F2					micropali Φ300				244,5	12,5	8		
G	2,5	0,6	0,8	2,0	micropali Φ300	2	0,9	1,2	244,5	12,5	11		
G1					micropali Φ240				193,7	14,2	9		
H	9,5	1,3	1,5	4,8	micropali Φ300	4	0,9	1,2	273	16	12		
H1											12,5	11	
H2											20	11	
I	10,5	1,4	1,5	4,8	micropali Φ300	4	0,9	1,2	273	16	13		
L	1,5	0,5	0,6	1,3	micropali Φ240	2	0,7	0,9	193,7	14,2	9		
M	7,5	1,1	1,3	5,0	diretta	-	-	-	-	-	-		
N	6,5	1,0	1,2	4,5		-	-	-	-	-	-		
O	5,5	0,9	1,1	4,0		-	-	-	-	-	-		
P	9,5	1,3	1,5	5,4		3	2,4	2,1	-	-	25		
Q	6-7	0,95-1,05	1,2	4,0		2	2,4	2,8	-	-	17		
R	5-6	0,85-0,95	1,2	4,0		2	2,7	2,8	-	-	17		
S	4-5	0,75-0,85	1,2	4,0		2	3,0	2,8	-	-	17		
T	3-4	0,65-0,75	1,0	3,6		2	3,0	2,4	-	-	16		
U	2-3	0,55-0,65	1,0	3,6		2	3,0	2,4	-	-	15		
OS16	1,5	0,5	0,5	1,5	diretta	-	-	-	-	-	-		
OS18	8,5	1,2	1,5	6,0	diretta	-	-	-	-	-	-		
MURI DI SOTTOSCARPA													
Tipologia	H param. (m)	B. param. (m)	H fond. (m)	B. fond. (m)	Fondazione	n. file long.	Interasse		D. tubo (mm)	sp. tubo (mm)	Lungh. (m)		
							Long. (m)	Trasv.(m)					
D4	4,0-9,25	0,70-1,25	1,3	3,6	micropali Φ300	3	0,9	1,2	244,5	12,5	11		
F2	1,0-4,0	0,40-0,70	0,9	2,7	micropali Φ300	2		1,5	244,5	12,5	8		
V	5,0-9,0	0,80-1,20	1,5	5,4	su pali Φ800	3	2,4	2,1	-	-	19		
W	1,0-5,0	0,40-0,80	1,2	4,0		2	3,0	2,8	-	-	19		

**Tabella 2: Caratteristiche degli elementi costruttivi**

## 2. NORMATIVE

Il progetto delle strutture è stata eseguito nel rispetto dei seguenti codici normativi:

- Legge 05/11/1971, n.1086. “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”
- Legge 02/02/1974, n.64. “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- **D.M. 14/01/2008.** “Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- **C.M. 02/02/2009, n.617.** Istruzioni per l'applicazione delle nuove “Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al decreto ministeriale del 14/01/2008.
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale emesse dal servizio Tecnico centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Dicembre 1996)  
Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28/04/2006.  
“Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.
- UNI EN 206-1 2006: “Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104:2004. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.
- UNI EN 10025:2004. “Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali”;
- UNI EN 10027-1 e 2: “Sistema di designazione degli acciai”;
- CNR 10011/97 “Costruzioni di Acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.”
- CNR 10016/00 “Strutture composte di acciaio e calcestruzzo istruzioni per l'impiego nelle costruzioni.”

### 3. MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO

##### 3.1.1 Calcestruzzo per fondazioni ed elevazioni muri

**Classe di resistenza**

**C 28/35**

**Classe di esposizione**

**XC2**

Resistenza caratteristica cubica

$R_{ck} = 35 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica cilindrica

$f_{ck} = 0.83R_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica cilindrica media

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 37.05 \text{ MPa}$

Resistenza media a trazione semplice

$f_{ctm} = 0.30f_{ck}^{2/3} = 2.83 \text{ MPa}$

Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfm} = 1.2f_{ctm} = 3.39 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)

$f_{ctk} = 0.7f_{ctm} = 1.98 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)

$f_{ctk} = 1.3f_{ctm} = 3.68 \text{ MPa}$

Modulo di elasticità longitudinale

$E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3} = 32588 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = \mathbf{16.46 \text{ MPa}}$

Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} = 1.98 / 1.5 = 1.32 \text{ MPa}$

Copriferro

45mm

##### 3.1.2 Calcestruzzo per pali trivellati

**Classe di resistenza**

**C 25/30**

**Classe di esposizione**

**XC2**

Resistenza caratteristica cubica

$R_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica cilindrica

$f_{ck} = 0.83R_{ck} = 24.9 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica cilindrica media

$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.9 \text{ MPa}$

Resistenza media a trazione semplice

$f_{ctm} = 0.30f_{ck}^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$

Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfm} = 1.2f_{ctm} = 3.07 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica a trazione semplice (5%)

$f_{ctk} = 0.7f_{ctm} = 1.79 \text{ MPa}$

Resistenza caratteristica a trazione semplice (95%)

$f_{ctk} = 1.3f_{ctm} = 3.33 \text{ MPa}$

Modulo di elasticità longitudinale

$E_{cm} = 22000[f_{cm}/10]^{0.3} = 31447 \text{ MPa}$

Resistenza di calcolo a compressione

$f_{cd} = 0.85 \times f_{ck} / 1.5 = \mathbf{14.11 \text{ MPa}}$

Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctd} = 1.79 / 1.5 = 1.19 \text{ MPa}$

Copriferro

75mm

### 3.1.3 Miscela cementizia per micropali

<b>Classe di resistenza</b>	<b>C 25/30</b>
<b>Classe di esposizione</b>	<b>XC2</b>
Diametro massimo inerti	16mm
Classe di consistenza	S5

Per le caratteristiche meccaniche si rimanda alle caratteristiche illustrate al paragrafo precedente per i pali trivellati.

### 3.2 ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

Nel progetto dei muri di sostegno, per l'armatura delle strutture di fondazione, elevazione e per quella dei pali trivellati, si prevede l'uso di barre ad aderenza migliorata controllate in stabilimento realizzate in acciaio tipo **B450C**, le cui caratteristiche meccaniche principali risultano:

Resistenza nominale a rottura	$f_{t\ nom} = 540\ MPa$
Resistenza nominale a snervamento	$f_{y\ nom} = 450\ MPa$
Resistenza caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540\ MPa$
Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk} \geq 450\ MPa$
$(f_t/f_y)_k$ con frattile del 10%	$1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
$(f_y/f_{ynom})_k$ con frattile del 10%	$\leq 1.25$
Allungamento $(A_{gt})_k$ con frattile del 10%	$\geq 7.5\%$

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:

$\Phi < 12\text{mm}$	4 $\Phi$
$12 \leq \Phi \leq 16\text{mm}$	5 $\Phi$
$16 < \Phi \leq 25\text{mm}$	8 $\Phi$
$25 < \Phi \leq 30\text{mm}$	10 $\Phi$

Modulo elastico	$E_s = 210000\ MPa$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 450/1.15 = \mathbf{391\ MPa}$

### 3.3 ACCIAIO PER MICROPALI

Per l'armatura dei micropali si prevede l'uso di tubolari in acciaio S355H, caratterizzati per spessori inferiori a 40mm dalle seguenti caratteristiche meccaniche:

Resistenza nominale a rottura	$R_m = 510 \text{ MPa}$
Resistenza nominale a snervamento ( $t \leq 40\text{mm}$ )	$R_{eH} = 355 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica a rottura	$f_{tk} = 510 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk} = 355 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo delle sezioni piene (1-2-3-4)	<b><math>f_{yd} = 338 \text{ Mpa}</math></b>
Modulo elastico	$E = 210000 \text{ Mpa}$
Modulo di elasticità trasversale	$G = 80769 \text{ Mpa}$
Coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Peso di volume	$\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

#### 4. CRITERI GENERALI DI ANALISI

In conformità a quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM14/01/2008) e dalla relativa circolare esplicativa (CM02/02/2009) le strutture in oggetto vengono analizzate mediante analisi elastica attraverso il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Nello specifico le verifiche sono state svolte in condizioni di stato limite ultimo, analizzando la condizione statica di esercizio SLU, la condizione eccezionale di urto di un veicolo in svio, e la condizione sismica allo stato limite di salvaguardia della vita SLV. In conformità al paragrafo 7.3.7.1 delle NTC2008, le verifiche di resistenza sono state svolte anche allo stato limite di danno SLD.

Come riportato sui fogli di calcolo Excel utilizzati per le verifiche, per il calcolo della spinta del terreno a tergo dei muri sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

<b>Parametri geotecnici del terreno di rinterro</b>		
Peso di volume $\gamma$	18,00	KN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito $\phi_1$	35,00	°
Coesione efficace $c'1$	0,00	MPa

Per la valutazione delle spinte esercitate dal terreno si è fatto riferimento a condizioni di spinta attiva adottando la teoria di Coulomb in condizioni statiche e la teoria di Mononobe - Okabe in condizioni sismiche. Come sovraccarico accidentale a tergo dei muri di sostegno si è considerato un carico di 20 KN/m<sup>2</sup> in condizioni statiche, ridotto a 10 KN/m<sup>2</sup> in condizioni sismiche. Allo stato limite ultimo SLU, le azioni risultano amplificate opportunamente con i coefficienti  $\gamma$  relativi ai pesi propri ( $\gamma=1.3$ ), alle spinte statiche del terreno ( $\gamma=1.3$ ) e al sovraccarico stradale ( $\gamma_G=1.5$ ).

Nella combinazione eccezionale relativa all'urto, relativa sempre a condizioni di stato limite ultimo, sono state considerate agenti 4 forze orizzontali di 100KN, applicate ad interasse di 1.25m a 1.10m dalla testa del muro. Per la verifica del paramento tali azioni sono state ripartite a 45° fino allo sezione di spiccato e per il calcolo delle sollecitazioni a metro lineare si è considerata la sovrapposizione degli effetti:

$$- F \text{ (KN/m)} = 4x(100/2Hp)$$

Per la verifica della fondazione e per quelle geotecniche, l'azione globale di 400KN è stata ripartita fino allo spiccato, considerando a favore di sicurezza la prima forza in corrispondenza del punto terminale. Pertanto considerando l'interasse di 1.25m, tale larghezza risulta essere data dalla somma di 3.75m e l'altezza del muro (si esclude lo spessore della fondazione):

$$- F \text{ (KN/m)} = 400/(3.75+H_p)$$

Con riferimento al paragrafo 4.1.4 delle NTC2008, la resistenza di calcolo delle sezioni per la verifica della condizione eccezionale d'urto, è stata calcolata assumendo valori unitari per i coefficienti parziali di sicurezza dei materiali ( $f_{cd}=24.69\text{Mpa}$ ,  $f_{yd}=450\text{Mpa}$ ).

Nelle combinazioni sismiche allo stato limite ultimo SLV e di esercizio SLD, i carichi non sono stati amplificati adottando coefficienti di combinazione di valore unitario. Oltre alla spinta sismica del terreno, valutata con la teoria di Mononobe-Okabe, è stata considerata la forza d'inerzia sul volume di terreno massimo tra quello sopra la zattera e quello del cuneo di spinta.

Oltre alle verifiche in condizioni di stato limite ultimo, sono state svolte verifiche allo stato limite di esercizio andando a verificare le tensioni massime dell'acciaio e del calcestruzzo, in conformità ai paragrafi 4.1.2.2.5.1 e 4.1.2.2.5.2 delle NTC2008. Dato il basso tasso di lavoro delle armature in combinazione rara, le verifiche a fessurazione sono state omesse in quanto sicuramente soddisfatte (si rimanda alla verifica senza calcolo diretto attraverso l'uso delle tabelle C.4.1.II e C.4.1.III della C.M. 2/2/2009).

Si evidenzia che le verifiche geotecniche di stabilità globale sono state eseguite su una sezione rappresentativa rispettivamente per il muro di altezza massima con fondazione diretta OS14 (tipologia M), per il muro di altezza massima con fondazioni profonde su micropali OS07 (tipologia I) e per il muro di altezza massima con fondazioni profonde su pali OS20 (tipologia V).

## 5. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

### 5.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La sismicità di progetto, può essere descritta sulla base della Tabella 2 dell'allegato B alle norme tecniche per le costruzioni (D.M.14/01/2008), dove per la Sardegna si ottengono le seguenti terne di parametri sismici:

TR [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c'$ [s]
30	0,186	2,61	0,273
50	0,235	2,67	0,296
72	0,274	2,70	0,303
101	0,314	2,73	0,307
140	0,351	2,78	0,313
201	0,393	2,82	0,322
475	0,500	2,88	0,340
975	0,603	2,98	0,372
2475	0,747	3,09	0,401

### 5.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE STRUTTURE

Si assumono le seguenti ipotesi progettuali:

Vita nominale delle strutture: *opere infrastrutturali di importanza normale*

- **VN = 50 anni**

Classe d'uso IV : *rete viaria extraurbana di tipo B con funzione pubblica importante.*

- **CU = 2.0**

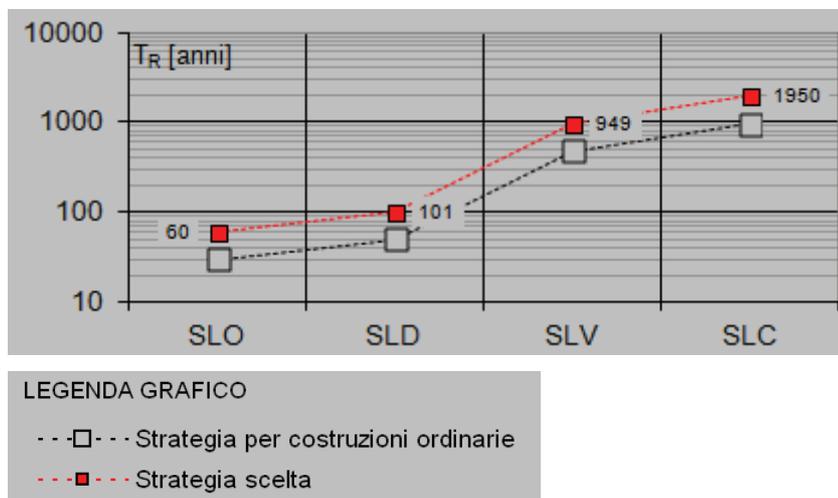
Periodo di riferimento delle strutture:

- **VR = 50x2.0 = 100 anni**

I periodi di ritorno TR per la definizione dell'azione sismica (in anni) risultano pari a:

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - $T_R$	
Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$ <span style="float: right;">60</span>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$ <span style="float: right;">101</span>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$ <span style="float: right;">949</span>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$ <span style="float: right;">1950</span>

La strategia di progettazione può essere sintetizzata attraverso il seguente grafico



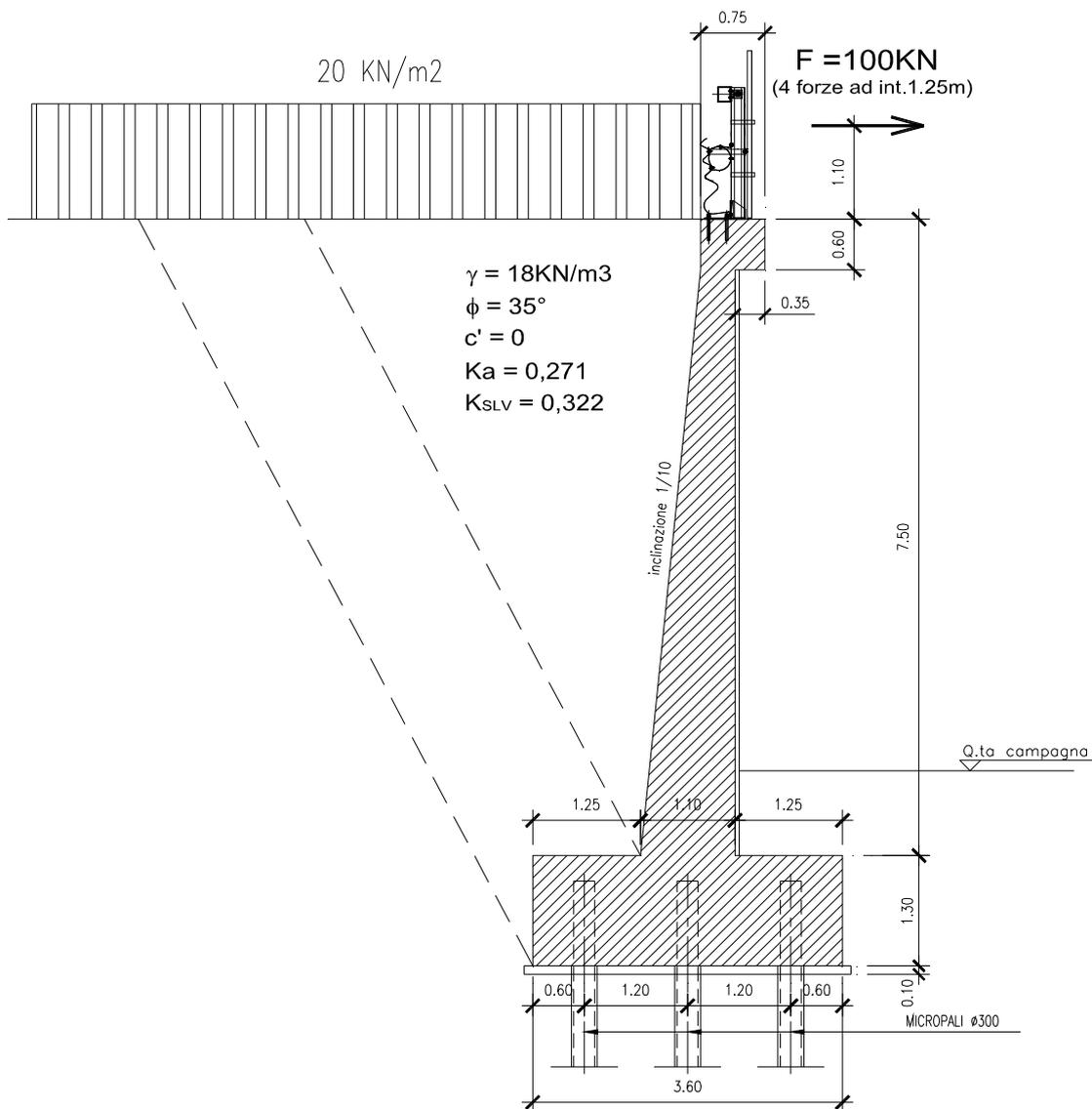
Sulla base delle categorie di sottosuolo presenti in corrispondenza delle varie opere (categoria A, B o C) e della categoria topografica (T1), si ottengono le seguenti accelerazioni massime di progetto:

Muri	$a_{max}$ SLV m/s <sup>2</sup>	$a_{max}$ SLD m/s <sup>2</sup>
OS1	0,720	0,377
OS2		
OS3		
OS4		
OS5	0,882	0,502
OS6		
OS7	0,720	0,377
OS8		
OS9		
OS10		
OS11		
OS12	0,603	0,314
OS13		
OS14	0,603	0,314
OS15	0,720	0,377
OS16	0,882	0,502
OS17		
OS18	0,603	0,314
OS19	0,720	0,377
OS20	0,720	0,377

## 6. MURI DI SOSTEGNO OS1-OS18

### 6.1 TIPOLOGIE A, A1, A2 – H=7.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia A, A1, A2, come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS1, OS2, OS3, OS5, OS6, OS8 e OS11. La verifica è fatta con riferimento ai muri OS5 e OS6, essendo quelli più sollecitati per la maggiore sismicità della zona in cui ricadono.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 7.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -7.0 m a -10 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -10 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.1 – tipologia Tipo A: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	10	0	0
da -5.0 m a -11 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -11 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda 0 m da testa palo							

**Tabella 6.2 – tipologia Tipo A1: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -8 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -8 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.3 – tipologia Tipo A2: stratigrafia di calcolo.**

### 6.1.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	492	499	529	367	409
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-87	-190	-227	-58	-107
Vmax sui micropali (KN)	95	82	93	71	75
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$	
Sforzo assiale N (KN/m)	173	173	173	173	173
Sforzo di taglio V (KN/m)	239	213	226	178	183
Momento flettente M (KNxm/m)	675	795	743	495	539
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$	
Sforzo assiale N (KN/m)	-239	-213	-226	-178	-183
Sforzo di taglio V (KN/m)	453	483	516	336	382
Momento flettente M (KNxm/m)	830	933	890	611	658

### 6.1.2 Verifiche

#### Micropali

Muro H=7,5m - Tipo A	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	499	588	1,18
Carico limite verticale in trazione	191	541	2,83
Instabilità dell'equilibrio elastico	499	3623	7,26
Resistenza a compressione (A ideale)	499	3810	7,64
Resistenza a compressione (A acciaio)	499	3080	6,17
Resistenza a taglio	95	1132	11,92
Carico limite orizzontale	95	104,4	1,10
Resistenza a flessione	39,0	228,0	5,85
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	4,7	14,2	3,02
Muro H=7,5m - Tipo A1	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	499	604	1,21
Carico limite verticale in trazione	191	556	2,91
Instabilità dell'equilibrio elastico	499	3072	6,16
Resistenza a compressione (A ideale)	499	4392	8,80
Resistenza a compressione (A acciaio)	499	3459	6,93
Resistenza a taglio	95	1271	13,38
Carico limite orizzontale	95	122,1	1,29
Resistenza a flessione	55,0	434,0	7,89
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	4,0	14,2	3,55
Muro H=7,5m - Tipo A2	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	499	588	1,18
Carico limite verticale in trazione	191	541	2,83
Instabilità dell'equilibrio elastico	499	4378	8,77
Resistenza a compressione (A ideale)	499	4392	8,80
Resistenza a compressione (A acciaio)	499	3459	6,93
Resistenza a taglio	95	1271	13,38
Carico limite orizzontale	95	104,4	1,10
Resistenza a flessione	51,0	228,0	4,47
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	4,0	14,2	3,55

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	173	173	173	173
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	675	795	743	539
Momento di rottura Mr (KNxm)	1318	1513	1318	1318
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,95	1,90	1,77	2,44

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	239	213	226	183
Taglio resistente Vrd (KN)	370	555	370	370
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,55	2,61	1,64	2,02

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,7	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,53	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	140	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,57	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-239	-213	-226	-183
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	830	933	890	658
Momento di rottura Mr (KNxm)	1338	1580	1346	1375
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,61	1,69	1,51	2,09

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	453	483	516	382
Taglio resistente Vrd (KN)	741	852	741	741
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,63	1,77	1,44	1,94

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

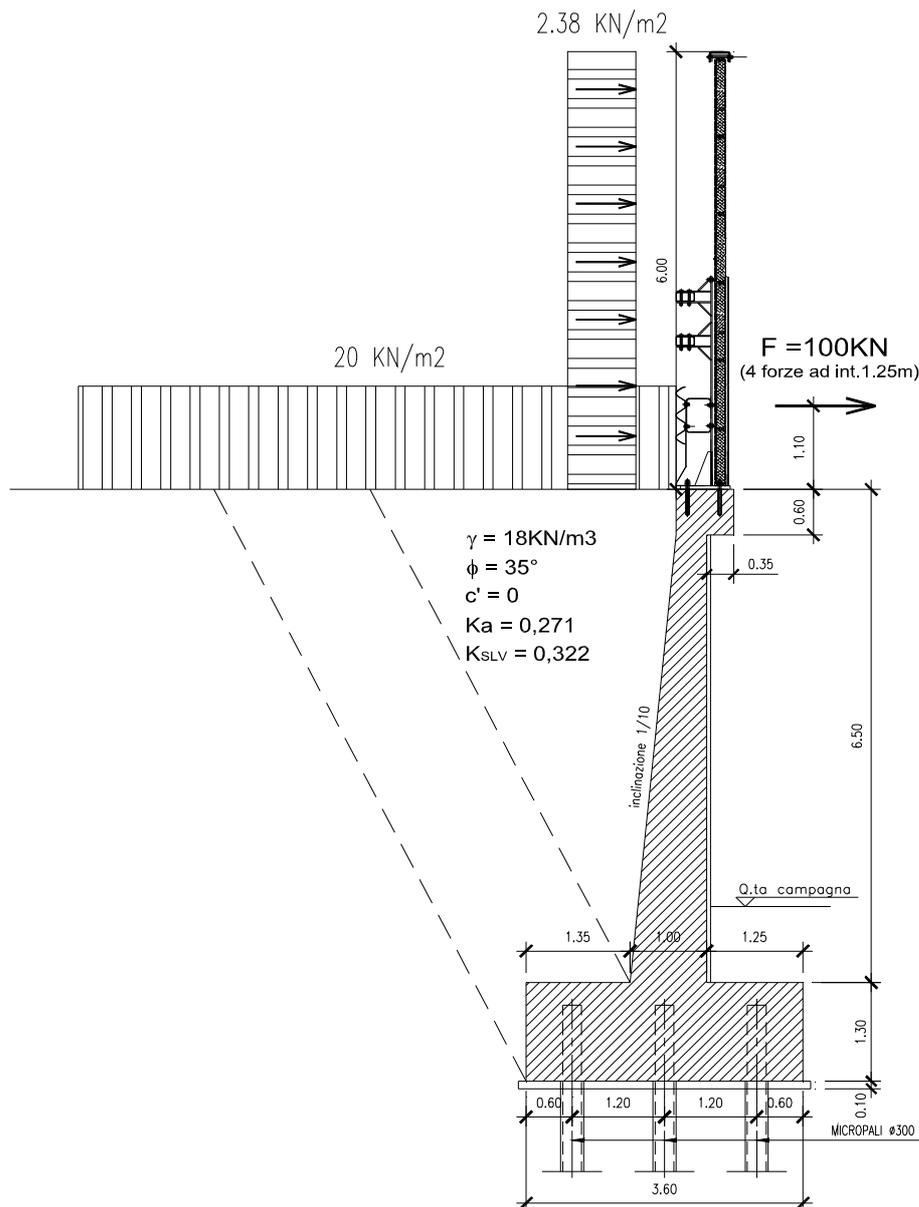
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,1	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,22	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	195	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,85	

## 6.2 TIPOLOGIE B, B1 – H = 6.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia B, B1, come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS1, OS3, OS5, OS6, OS8. La verifica è fatta con riferimento al muro OS6, essendo quello più sollecitato sia per la presenza in testa di una barriera antirumore di altezza 6.00m integrata alla barriera di sicurezza, sia per la maggiore sismicità della zona in cui ricade.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 7.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -7.0 m a -10 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -10 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.4 – tipologia Tipo B: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -8 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -8 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.5 – tipologia Tipo B1: stratigrafia di calcolo.**

## 6.2.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	438	418	398	323	312
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-64	-133	-120	-38	-35
Vmax sui micropali (KN)	81	69	75	60	60
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$	
Sforzo assiale N (KN/m)	142	142	142	142	142
Sforzo di taglio V (KN/m)	200	169	174	147	140
Momento flettente M (KNxm/m)	584	572	497	419	361
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$	
Sforzo assiale N (KN/m)	-200	-169	-174	-147	-140
Sforzo di taglio V (KN/m)	394	393	370	287	275
Momento flettente M (KNxm/m)	714	681	610	515	452

## 6.2.2 Verifiche

### Micropali

<b>Muro H=6,5m - Tipo B</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b><math>\gamma_s</math></b>
Carico limite verticale in compressione	418	468	<b>1,12</b>
Carico limite verticale in trazione	133	430	<b>3,23</b>
Instabilità dell'equilibrio elastico	418	3623	<b>8,67</b>
Resistenza a compressione (A ideale)	418	3810	<b>9,11</b>
Resistenza a compressione (A acciaio)	418	3080	<b>7,37</b>
Resistenza a taglio	77	1132	<b>14,70</b>
Carico limite orizzontale	77	105,0	<b>1,36</b>
Resistenza a flessione	32,0	228,0	<b>7,13</b>
	<b><math>\sigma_c</math> (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	3,6	14,2	<b>3,94</b>
<b>Muro H=6,5m - Tipo B1</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b><math>\gamma_s</math></b>
Carico limite verticale in compressione	418	468	<b>1,12</b>
Carico limite verticale in trazione	133	430	<b>3,23</b>
Instabilità dell'equilibrio elastico	418	4378	<b>10,47</b>
Resistenza a compressione (A ideale)	418	4392	<b>10,51</b>
Resistenza a compressione (A acciaio)	418	3459	<b>8,28</b>
Resistenza a taglio	77	1271	<b>16,51</b>
Carico limite orizzontale	77	105,0	<b>1,36</b>
Resistenza a flessione	51,0	228,0	<b>4,47</b>
	<b><math>\sigma_c</math> (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	3,2	14,2	<b>4,44</b>

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

<b>VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	142	142	142	142
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	584	572	497	361
Momento di rottura Mr (KNxm)	1070	1231	1070	1070
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,83</b>	<b>2,15</b>	<b>2,15</b>	<b>2,97</b>
<b>VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
Taglio di calcolo Vd (KN)	200	169	174	140
Taglio resistente Vrd (KN)	340	510	340	340
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,70</b>	<b>3,02</b>	<b>1,96</b>	<b>2,42</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

<b>VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO</b>		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,9	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,35</b>	
<b>VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA</b>		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	148	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,43</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-200	-169	-174	-140
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	714	681	610	452
Momento di rottura Mr (KNxm)	1361	1611	1377	1397
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,91	2,36	2,26	3,09

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	394	393	370	275
Taglio resistente Vrd (KN)	741	852	741	741
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,88	2,17	2,00	2,69

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,7	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a $0,45f_{ck}$	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,84	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	164	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a $0,8 f_{yk}$	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,20	



Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 7.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -7.0 m a -10 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -10 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

Tabella 6.6 – tipologia Tipo C: stratigrafia di calcolo.

### 6.3.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	346	352	294	255	236
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-4	-92	-42	6	16
Vmax sui micropali (KN)	64	58	59	47	47
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
Sforzo assiale N (KN/m)	113	113	113	113	113
Sforzo di taglio V (KN/m)	153	140	128	112	103
Momento flettente M (KNxm/m)	405	457	312	288	227
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
Sforzo assiale N (KN/m)	-153	-140	-128	-112	-103
Sforzo di taglio V (KN/m)	291	320	255	211	190
Momento flettente M (KNxm/m)	505	548	396	361	294

### 6.3.2 Verifiche

#### Micropali

Muro H=5,5m - Tipo C	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	352	468	1,33
Carico limite verticale in trazione	92	430	4,67
Instabilità dell'equilibrio elastico	352	3623	10,29
Resistenza a compressione (A ideale)	352	3811	10,83
Resistenza a compressione (A acciaio)	352	3080	8,75
Resistenza a taglio	61	1132	18,56
Carico limite orizzontale	61	105,0	1,72
Resistenza a flessione	25,0	228,0	9,12
	$\sigma_c$ (Mpa)	$f_{cd}$ (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	2,8	14,2	5,07

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	113	113	113	113
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	405	457	312	227
Momento di rottura Mr (KNxm)	850	980	850	850
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,10	2,14	2,72	3,75

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	153	140	128	103
Taglio resistente Vrd (KN)	309	464	309	309
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,02	3,32	2,41	2,99

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,3	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,96	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	127	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,83	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-153	-140	-128	-103
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	505	548	396	294
Momento di rottura Mr (KNxm)	1389	1628	1404	1419
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,75	2,97	3,55	4,83

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	291	320	255	190
Taglio resistente Vrd (KN)	741	852	741	741
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,54	2,67	2,91	3,90

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

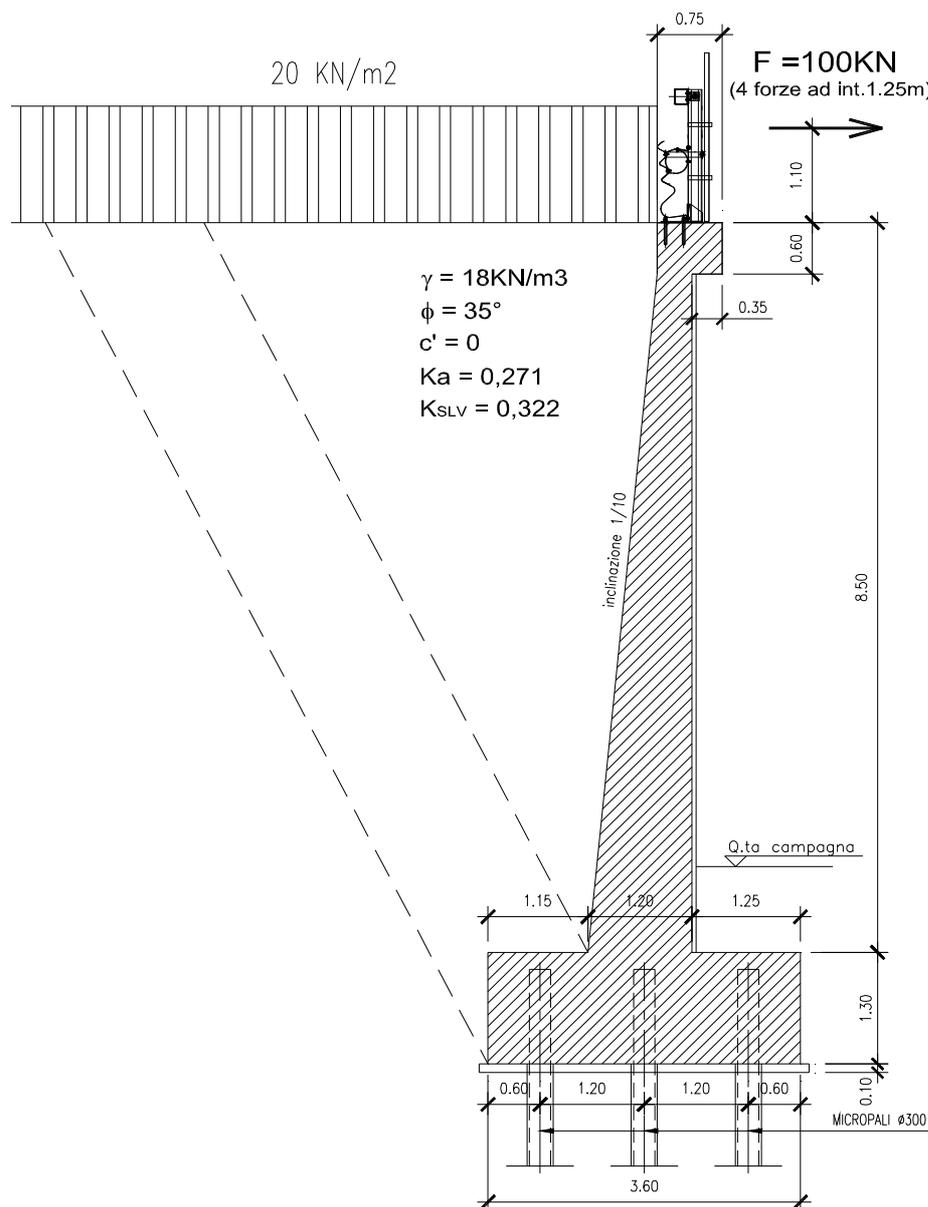
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	1,9	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	6,88	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	116	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,10	

#### 6.4 TIPOLOGIE D, D1, D2, D3, D5 – H = 8.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia D, D1, D2, D3, D5 come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS3, OS4, OS6, OS7, OS10 e OS11. La verifica è fatta con riferimento al muro OS6, essendo quello più sollecitato per la maggiore sismicità della zona in cui ricade e per la minore larghezza (7.35m) su cui si diffonde l'urto di un veicolo in svio.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 7.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -7.0 m a -10 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -10 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.7 – tipologia Tipo D: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -8 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -8 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.8 – tipologia Tipo D1 e D4: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
Da -5 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.9 – tipologia Tipo D2: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	10	0	0
da -5.0 m a -11 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1

Da -11 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.10 – tipologia Tipo D3: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	10	0	0
Da -5 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.11 – tipologia Tipo D5: stratigrafia di calcolo.**

#### 6.4.1 Sollecitazioni

<b>Carichi massimi sui micropali</b>	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	620	685	691	463	528
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-185	-352	-365	-130	-202
Vmax sui micropali (KN)	115	103	114	86	91
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	207	207	207	207	207
Sforzo di taglio V (KN/m)	298	277	285	222	231
Momento flettente M (KNxm/m)	943	1218	1059	695	769
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-298	-277	-285	-222	-231
Sforzo di taglio V (KN/m)	596	689	696	442	514
Momento flettente M (KNxm/m)	1137	1397	1245	840	919

#### 6.4.2 Verifiche

##### Micropali

<b>Muro H=8,5m - Tipo D</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b>γs</b>
Carico limite verticale in compressione	642	709	1,10
Carico limite verticale in trazione	316	652	2,06
Instabilità dell'equilibrio elastico	642	4378	6,82
Resistenza a compressione (A ideale)	642	4392	6,84
Resistenza a compressione (A acciaio)	642	3459	5,39
Resistenza a taglio	115	1271	11,05
Carico limite orizzontale	115	120,0	1,04
Resistenza a flessione	51,0	287,0	5,63
	<b>σc (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	5,1	14,2	2,78
<b>Muro H=8,5m - Tipo D1</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b>γs</b>
Carico limite verticale in compressione	642	709	1,10
Carico limite verticale in trazione	316	652	2,06
Instabilità dell'equilibrio elastico	642	4378	6,82
Resistenza a compressione (A ideale)	642	4392	6,84
Resistenza a compressione (A acciaio)	642	3459	5,39
Resistenza a taglio	115	1271	11,05
Carico limite orizzontale	115	136,3	1,19
Resistenza a flessione	53,0	358,0	6,75
	<b>σc (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	5,1	14,2	2,78
<b>Muro H=8,5m - Tipo D3</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b>γs</b>
Carico limite verticale in compressione	642	725	1,13
Carico limite verticale in trazione	316	667	2,11
Instabilità dell'equilibrio elastico	642	3072	4,79
Resistenza a compressione (A ideale)	642	4392	6,84
Resistenza a compressione (A acciaio)	642	3459	5,39
Resistenza a taglio	115	1271	11,05
Carico limite orizzontale	115	121,6	1,06
Resistenza a flessione	67,0	434,0	6,48
	<b>σc (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	5,1	14,2	2,78

<b>Muro H=8,5m - Tipo D2</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b>γs</b>
Carico limite verticale in compressione	642	711	1,11
Carico limite verticale in trazione	316	654	2,07
Instabilità dell'equilibrio elastico	642	4378	6,82
Resistenza a compressione (A ideale)	642	4392	6,84
Resistenza a compressione (A acciaio)	642	3459	5,39
Resistenza a taglio	116	1271	10,96
Carico limite orizzontale	116	136,3	1,18
Resistenza a flessione	51,0	228,0	4,47
	<b>σc (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	5,2	14,2	2,73
<b>Muro H=8,5m - Tipo D5</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b>γs</b>
Carico limite verticale in compressione	642	711	1,11
Carico limite verticale in trazione	316	654	2,07
Instabilità dell'equilibrio elastico	642	3072	4,79
Resistenza a compressione (A ideale)	642	4392	6,84
Resistenza a compressione (A acciaio)	642	3459	5,39
Resistenza a taglio	116	1271	10,96
Carico limite orizzontale	116	121,6	1,05
Resistenza a flessione	67,0	434,0	6,48
	<b>σc (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	5,2	14,2	2,73

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	207	207	207	207
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	943	1218	1059	769
Momento di rottura Mr (KNxm)	1744	2001	1744	1744
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,85	1,64	1,65	2,27

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	298	277	285	231
Taglio resistente Vrd (KN)	414	621	414	414
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,39	2,24	1,45	1,79

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,11	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	151	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,38	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-298	-277	-285	-231
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1137	1397	1245	919
Momento di rottura Mr (KNxm)	1303	1546	1311	1343
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,15	1,11	1,05	1,46

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	596	689	696	514
Taglio resistente Vrd (KN)	741	852	741	741
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,24	1,24	1,06	1,44

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,5	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,91	

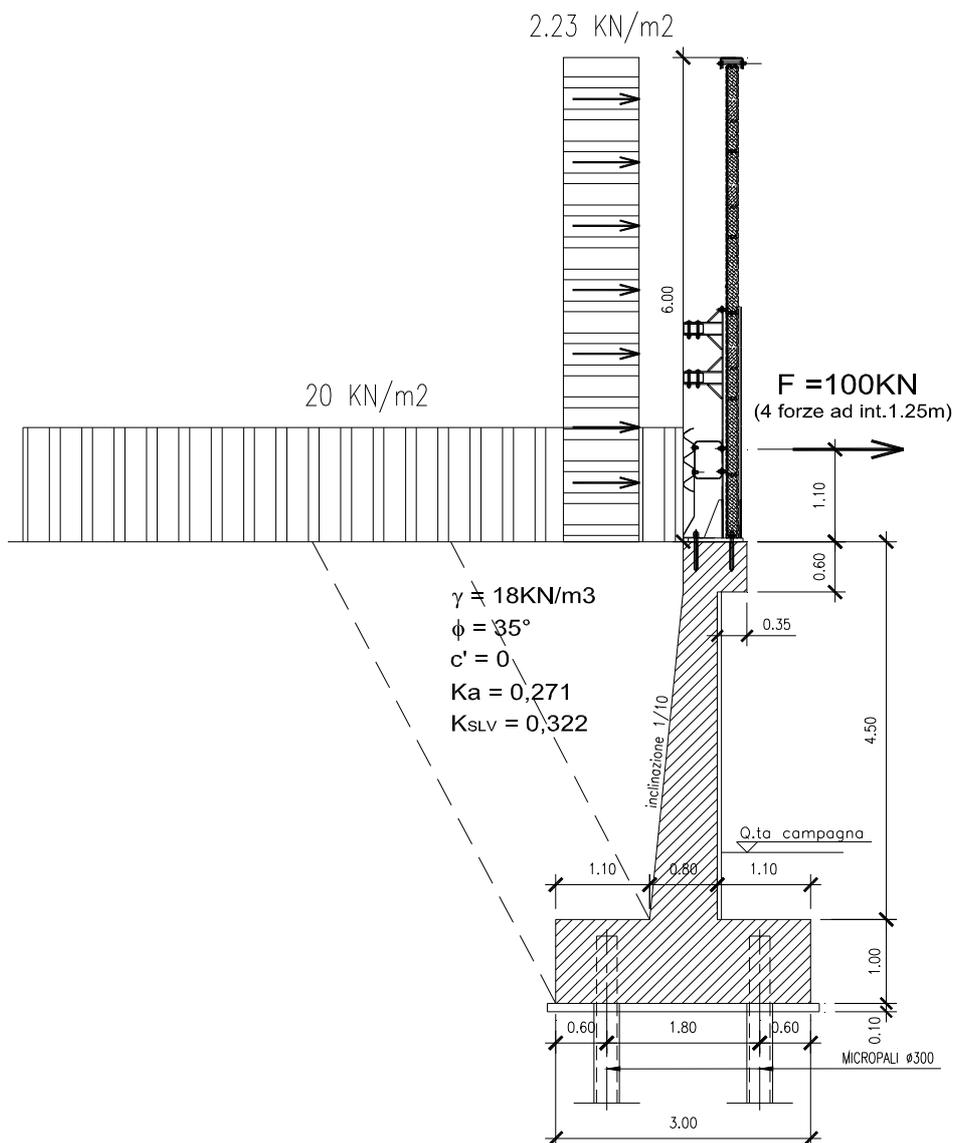
  

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	274	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,31	



## 6.5 TIPOLOGIE E, E1 – H = 4.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia E, E1 come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS5, OS6 e OS12. La verifica è fatta con riferimento al muro OS6, essendo quello più sollecitato sia per la presenza in testa di una barriera antirumore di altezza 6.00m integrata alla barriera di sicurezza, sia per la maggiore sismicità della zona in cui ricade.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 7.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -7.0 m a -10 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -10 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.12 – tipologia Tipo E: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -11 m	Ug5	17	35	0	20	80	1,1
Da -11 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.13 – tipologia Tipo E1: stratigrafia di calcolo.**

### 6.5.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	327	366	253	240	210
Nmin sul micropalo di monte (KN)	29	-95	8	31	51
Vmax sui micropali (KN)	69	68	60	50	47
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	87	87	87	87	87
Sforzo di taglio V (KN/m)	113	118	89	82	72
Momento flettente M (KNxm/m)	269	378	179	189	130
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-113	-118	-89	-82	-72
Sforzo di taglio V (KN/m)	292	352	226	212	178
Momento flettente M (KNxm/m)	325	437	224	230	166

### 6.5.2 Verifiche Micropali

Muro H=4,5m - Tipo E (OS6)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	366	468	1,28
Carico limite verticale in trazione	95	430	4,53
Instabilità dell'equilibrio elastico	366	3623	9,90
Resistenza a compressione (A ideale)	366	3811	10,41
Resistenza a compressione (A acciaio)	366	3080	8,42
Resistenza a taglio	68	1132	16,65
Carico limite orizzontale	68	105,0	1,54
Resistenza a flessione	29,0	228,0	7,86
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	3,0	14,2	4,73

Muro H=4,5m - Tipo E (OS12)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	366	455	1,24
Carico limite verticale in trazione	95	418	4,40
Instabilità dell'equilibrio elastico	366	3607	9,86
Resistenza a compressione (A ideale)	366	3811	10,41
Resistenza a compressione (A acciaio)	366	3080	8,42
Resistenza a taglio	69	1132	16,41
Carico limite orizzontale	69	73,5	1,07
Resistenza a flessione	25,0	155,0	6,20
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	3,0	14,2	4,73

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	87	87	87	87
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	269	378	179	130
Momento di rottura Mr (KNxm)	593	685	593	593
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,20	1,81	3,31	4,55

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	113	118	89	72
Taglio resistente Vrd (KN)	269	403	269	269
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,38	3,41	3,00	3,73

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO	
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,9 Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1 Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,51
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA	
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	118 Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360 Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,05

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-113	-118	-89	-72
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	325	437	224	166
Momento di rottura Mr (KNxm)	762	890	773	781
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,34	2,04	3,45	4,69

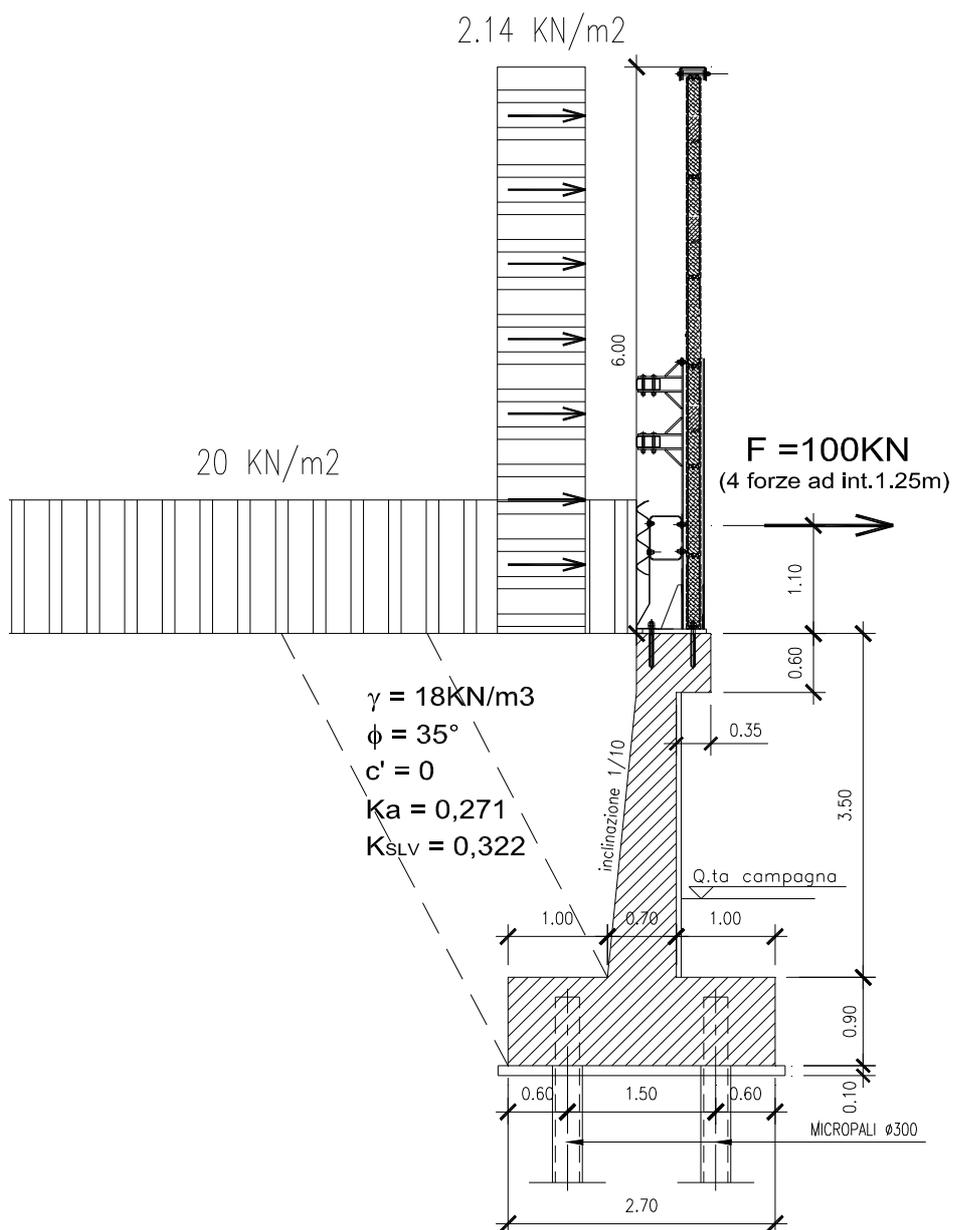
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	292	352	226	178
Taglio resistente Vrd (KN)	562	646	562	562
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,92	1,84	2,49	3,15

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,1	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a $0,45f_{ck}$	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	6,23	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	133	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a $0,8 f_{yk}$	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,71	

## 6.6 TIPOLOGIE F, F1, F2 – H = 3.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia F, F1, F2 come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS5, OS6, OS9 e OS12. La verifica è fatta con riferimento al muro OS6, essendo quello più sollecitato sia per la presenza in testa di una barriera antirumore di altezza 6.00m integrata alla barriera di sicurezza, sia per la maggiore sismicità della zona in cui ricade.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 7.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -7.0 m a -10 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -10 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.14 – tipologia Tipo F: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -13 m	Ug5	17	35	0	20	80	1,1
Da -13 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.15 – tipologia Tipo F1 e F2 (OS09) : stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -8 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -8 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.16 – tipologia Tipo F2 (OS19): stratigrafia di calcolo.**

### 6.6.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	253	332	177	185	149
Nmin sul micropalo di monte (KN)	22	-123	23	24	51
Vmax sui micropali (KN)	49	57	40	35	32
Caratteristiche di sollecitazione sul paramento	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	63	63	63	63	63
Sforzo di taglio V (KN/m)	79	106	58	57	46
Momento flettente M (KNxm/m)	170	331	92	118	66
Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-79	-106	-58	-57	-46
Sforzo di taglio V (KN/m)	219	322	149	158	118
Momento flettente M (KNxm/m)	206	379	118	144	87

### 6.6.2 Verifiche

#### Micropali

Muro H=3,5m - Tipo F (OS6)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	332	347	1,05
Carico limite verticale in trazione	123	319	2,59
Instabilità dell'equilibrio elastico	332	3623	10,91
Resistenza a compressione (A ideale)	332	3811	11,48
Resistenza a compressione (A acciaio)	332	3080	9,28
Resistenza a taglio	57	1132	19,86
Carico limite orizzontale	57	105,0	1,84
Resistenza a flessione	24,0	228,0	9,50
	$\sigma$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	2,3	14,2	6,17

Muro H=3,5m - Tipo F1 (OS12)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	332	455	1,37
Carico limite verticale in trazione	123	418	3,40
Instabilità dell'equilibrio elastico	332	3607	10,86
Resistenza a compressione (A ideale)	332	3811	11,48
Resistenza a compressione (A acciaio)	332	3080	9,28
Resistenza a taglio	57	1132	19,86
Carico limite orizzontale	57	73,5	1,29
Resistenza a flessione	20,0	155,0	7,75
	$\sigma$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	2,2	14,2	6,45

Muro H=3,5m - Tipo F2 (OS09)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	209	231	1,11
Carico limite verticale in trazione	0	212	-
Instabilità dell'equilibrio elastico	209	3623	17,33
Resistenza a compressione (A ideale)	209	3811	18,23
Resistenza a compressione (A acciaio)	209	3080	14,74
Resistenza a taglio	45	1132	25,16
Carico limite orizzontale	45	105,0	2,33
Resistenza a flessione	19,0	228,0	12,00
	$\sigma$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	2,0	14,2	7,10

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	63	63	63	63
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	170	331	92	66
Momento di rottura Mr (KNxm)	334	387	334	334
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,96</b>	<b>1,17</b>	<b>3,64</b>	<b>5,03</b>

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	79	106	58	46
Taglio resistente Vrd (KN)	235	322	235	235
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,98</b>	<b>3,04</b>	<b>4,05</b>	<b>5,07</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,7	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>4,84</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	133	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,71</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-79	-106	-58	-46
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	206	379	118	87
Momento di rottura Mr (KNxm)	692	798	701	706
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,36</b>	<b>2,11</b>	<b>5,94</b>	<b>8,09</b>

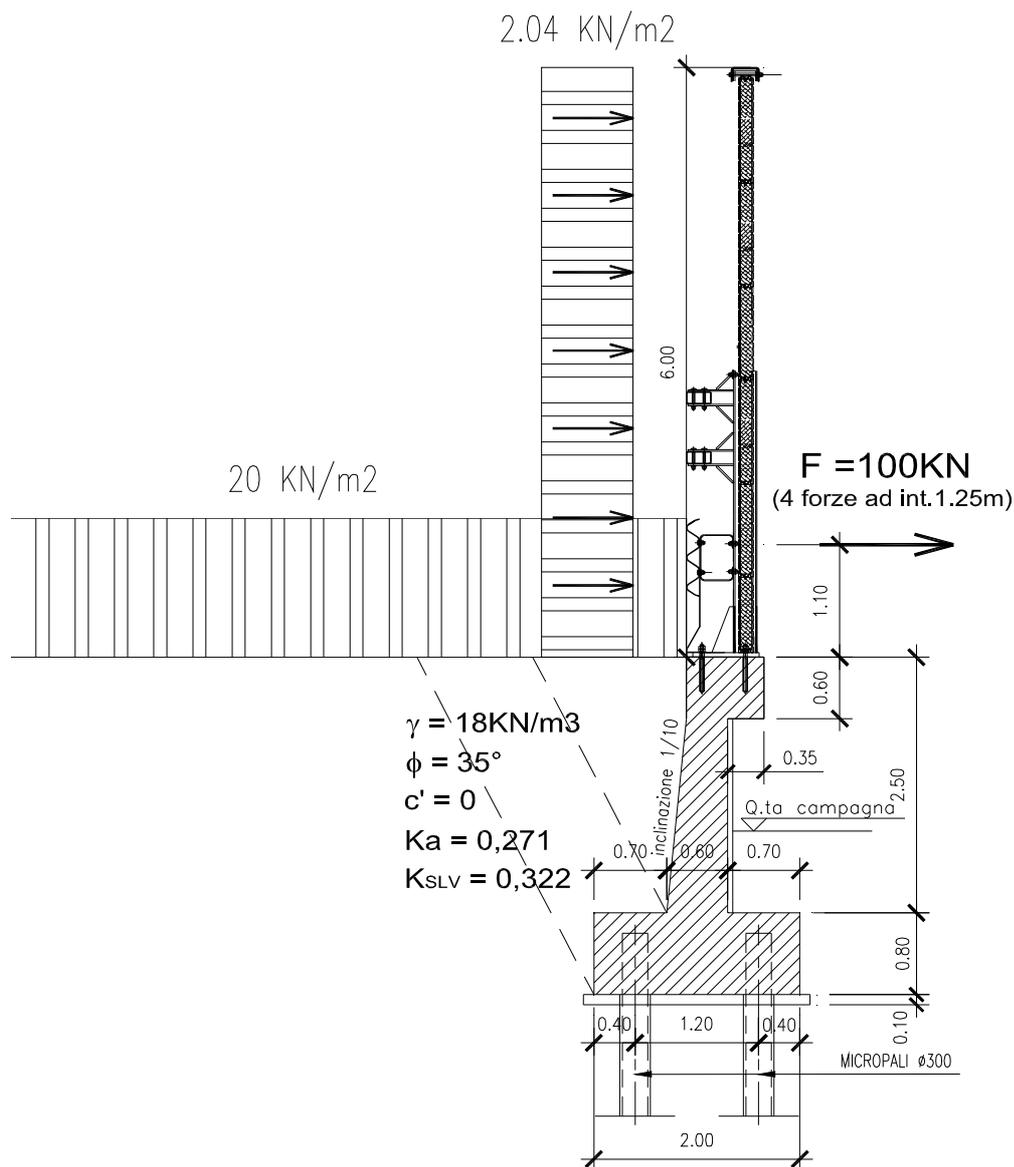
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	219	322	149	118
Taglio resistente Vrd (KN)	502	577	502	502
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,29</b>	<b>1,79</b>	<b>3,37</b>	<b>4,26</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	1,6	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>8,17</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	94	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,83</b>	

## 6.7 TIPOLOGIE G, G1 – H = 2.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia G, G1 come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS5, OS6 e OS12. La verifica è fatta con riferimento al muro OS6, essendo quello più sollecitato sia per la presenza in testa di una barriera antirumore di altezza 6.00m integrata alla barriera di sicurezza, sia per la maggiore sismicità della zona in cui ricade.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 7.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -7.0 m a -10 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -10 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.17 – tipologia Tipo G: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
Da -5m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.18 – tipologia Tipo G1: stratigrafia di calcolo.**

### 6.7.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	184	310	109	133	93
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-12	-179	15	-3	31
Vmax sui micropali (KN)	33	49	24	23	19
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	42	42	42	42	42
Sforzo di taglio V (KN/m)	51	109	33	36	26
Momento flettente M (KNxm/m)	103	318	37	70	27
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-51	-109	-33	-36	-26
Sforzo di taglio V (KN/m)	164	313	90	116	72
Momento flettente M (KNxm/m)	123	361	51	84	38

### 6.7.2 Verifiche Micropali

Muro H=2,5m - Tipo G (OS6)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	310	347	<b>1,12</b>
Carico limite verticale in trazione	179	319	<b>1,78</b>
Instabilità dell'equilibrio elastico	310	3623	<b>11,69</b>
Resistenza a compressione (A ideale)	310	3811	<b>12,29</b>
Resistenza a compressione (A acciaio)	310	3080	<b>9,94</b>
Resistenza a taglio	49	1132	<b>23,10</b>
Carico limite orizzontale	49	104,4	<b>2,13</b>
Resistenza a flessione	20,0	228,0	<b>11,40</b>
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	1,7	14,2	<b>8,35</b>

Muro H=2,5m - Tipo G1 (OS12)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	310	376	<b>1,21</b>
Carico limite verticale in trazione	179	346	<b>1,93</b>
Instabilità dell'equilibrio elastico	310	3607	<b>11,64</b>
Resistenza a compressione (A ideale)	310	3811	<b>12,29</b>
Resistenza a compressione (A acciaio)	310	3080	<b>9,94</b>
Resistenza a taglio	49	1132	<b>23,10</b>
Carico limite orizzontale	49	73,5	<b>1,50</b>
Resistenza a flessione	17,0	155,0	<b>9,12</b>
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	1,5	14,2	<b>9,47</b>

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 100Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	42	42	42	42
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	103	318	37	27
Momento di rottura Mr (KNxm)	326	379	326	326
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,18</b>	<b>1,19</b>	<b>8,70</b>	<b>11,97</b>

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	51	109	33	26
Taglio resistente Vrd (KN)	211	316	211	211
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>4,12</b>	<b>2,91</b>	<b>6,44</b>	<b>8,11</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO	
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,1 Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1 Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>6,23</b>
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA	
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	79 Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360 Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>4,56</b>

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-51	-109	-33	-26
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	123	361	51	38
Momento di rottura Mr (KNxm)	545	617	551	554
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,43	1,71	10,89	14,72

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	164	313	90	72
Taglio resistente Vrd (KN)	442	508	442	442
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,70	1,63	4,92	6,14

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

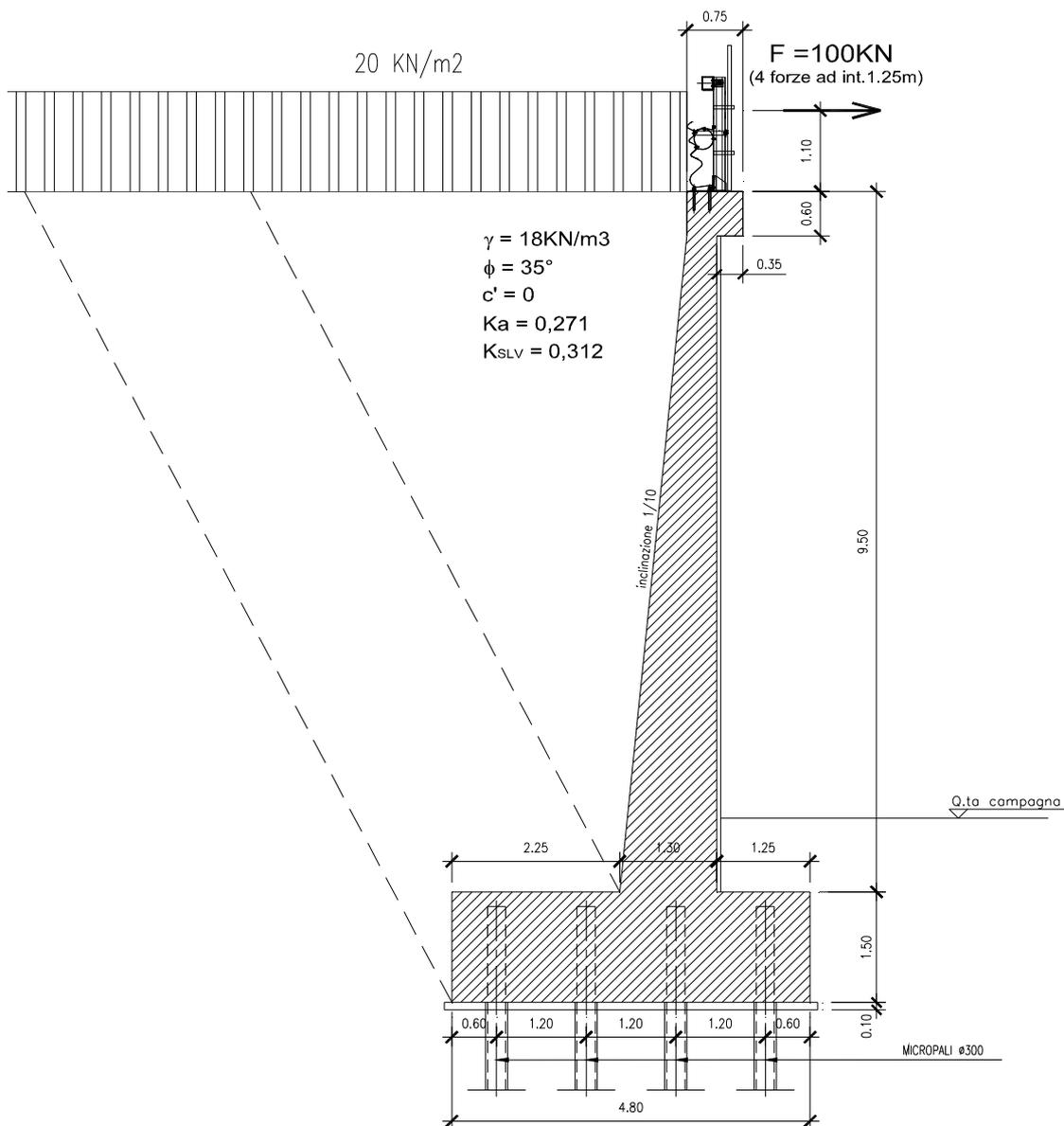
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	1,2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a $0,45f_{ck}$	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	10,89	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	70	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a $0,8 f_{yk}$	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,14	

## 6.8 TIPOLOGIE H, H1, H2 – H = 9.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia H, H1, H2 come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS7, OS10 e OS11. La verifica è fatta con riferimento ai muri OS7 e OS11, essendo quelli più sollecitati per la presenza in testa della barriera di sicurezza.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -8 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -8 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.19 – tipologia Tipo H: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
Da -5 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.20 – tipologia Tipo H1: stratigrafia di calcolo.**

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	10	0	0
Da -5 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.21 – tipologia Tipo H2: stratigrafia di calcolo.**

### 6.8.1 Sollecitazioni

<b>Carichi massimi sui micropali</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD<sub>eta=2/3</sub></b>
N max sul micropalo di valle (KN)	571	510	581	428	465
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-49	-112	-193	-30	-77
Vmax sui micropali (KN)	106	87	100	80	82
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD<sub>eta=2/3</sub></b>
Sforzo assiale N (KN/m)	243	243	243	243	243
Sforzo di taglio V (KN/m)	363	293	332	272	275
Momento flettente M (KNxm/m)	1273	1165	1334	942	996
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD<sub>eta=2/3</sub></b>
Sforzo assiale N (KN/m)	-363	-293	-332	-272	-275
Sforzo di taglio V (KN/m)	532	489	568	397	439
Momento flettente M (KNxm/m)	1546	1384	1583	1145	1202

## 6.8.2 Verifiche

### Micropali

Muro H=9,5m - Tipo H	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	581	709	1,22
Carico limite verticale in trazione	193	652	3,38
Instabilità dell'equilibrio elastico	581	4378	7,54
Resistenza a compressione (A ideale)	581	4392	7,56
Resistenza a compressione (A acciaio)	581	3459	5,95
Resistenza a taglio	106	1271	11,99
Carico limite orizzontale	106	136,9	1,29
Resistenza a flessione	49,0	358,0	7,31
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	4,7	14,2	3,02

Muro H=9,5m - Tipo H1/H2 (OS10)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	581	711	1,22
Carico limite verticale in trazione	193	654	3,39
Instabilità dell'equilibrio elastico	581	4378	7,54
Resistenza a compressione (A ideale)	581	4392	7,56
Resistenza a compressione (A acciaio)	581	3459	5,95
Resistenza a taglio	107	1271	11,88
Carico limite orizzontale	107	120,0	1,12
Resistenza a flessione	47,0	287,0	6,11
	$\sigma_c$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	4,8	14,2	2,96

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	243	243	243	243
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1273	1165	1334	996
Momento di rottura Mr (KNxm)	2088	2395	2088	2088
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,64	2,06	1,56	2,10

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	363	293	332	275
Taglio resistente Vrd (KN)	445	668	445	445
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,23	2,28	1,34	1,62

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,8	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,72	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	174	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,07	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-363	-293	-332	-275
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1546	1384	1583	1202
Momento di rottura Mr (KNxm)	2026	2426	2047	2087
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,31</b>	<b>1,75</b>	<b>1,29</b>	<b>1,74</b>

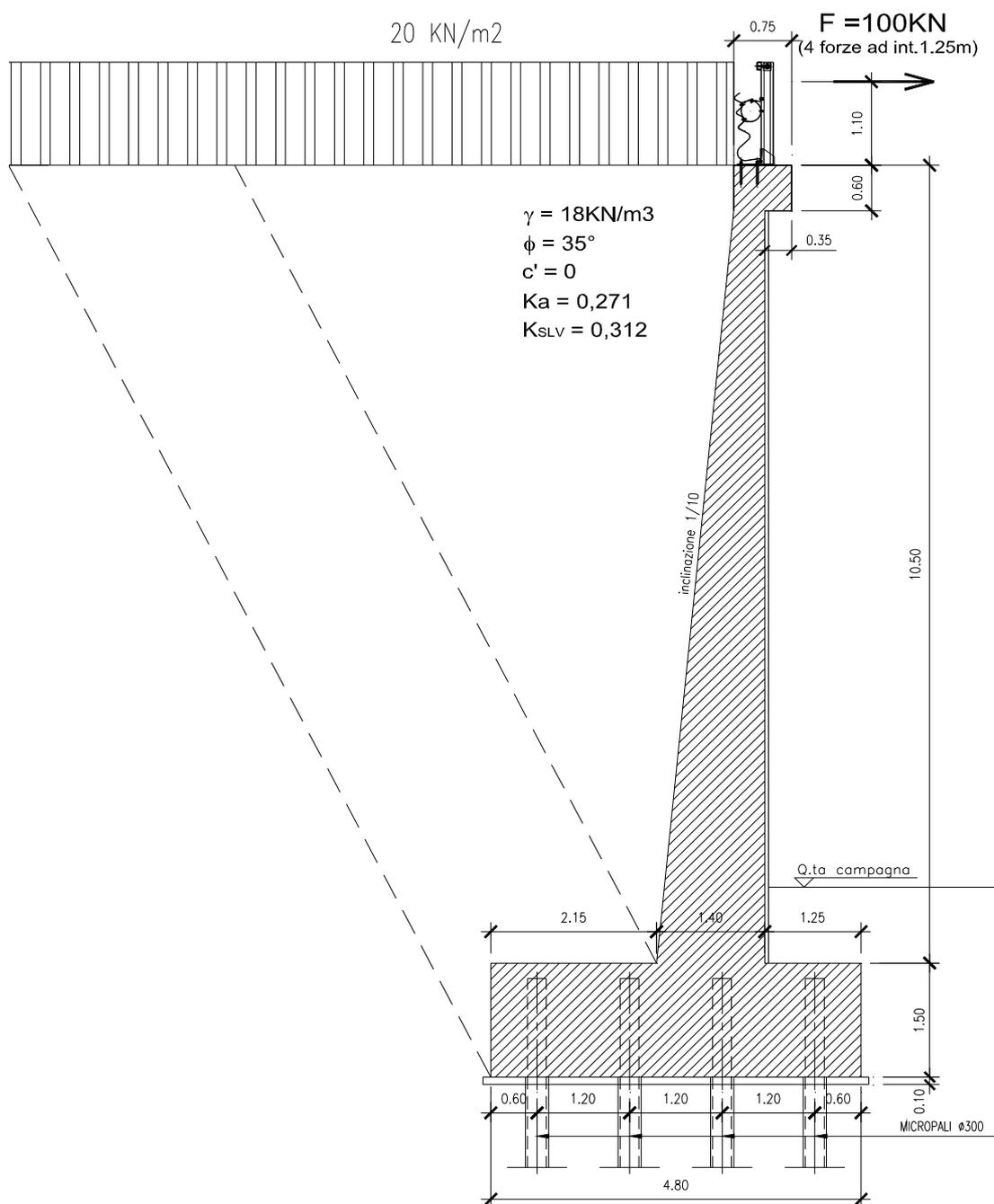
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	532	489	568	439
Taglio resistente Vrd (KN)	860	989	860	860
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,62</b>	<b>2,02</b>	<b>1,52</b>	<b>1,96</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,1	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,19</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	236	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,53</b>	

## 6.9 TIPOLOGIA I – H = 10.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia I, come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presente solo nel muro OS7 ed è caratterizzato dalla presenza in testa della barriera di sicurezza.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0
da -5.0 m a -8 m	Ug4	25-26	33	40	265	150	1,1
Da -8 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.22 – tipologia Tipo I: stratigrafia di calcolo.**

### 6.9.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	686	597	718	514	569
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-130	-173	-303	-90	-154
Vmax sui micropali (KN)	125	100	118	94	97
Caratteristiche di sollecitazione sul paramento	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	282	282	282	282	282
Sforzo di taglio V (KN/m)	435	346	401	326	333
Momento flettente M (KNxm/m)	1672	1472	1777	1240	1326
Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-435	-346	-401	-326	-333
Sforzo di taglio V (KN/m)	660	585	719	493	554
Momento flettente M (KNxm/m)	1998	1731	2078	1484	1575

### 6.9.2 Verifiche

#### Micropali

Muro H=10,5m - Tipo I	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	718	829	1,15
Carico limite verticale in trazione	303	763	2,52
Instabilità dell'equilibrio elastico	718	4378	6,10
Resistenza a compressione (A ideale)	718	4392	6,12
Resistenza a compressione (A acciaio)	718	3459	4,82
Resistenza a taglio	125	1271	10,17
Carico limite orizzontale	125	136,3	1,09
Resistenza a flessione	58,0	358,0	6,17
	$\sigma$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	5,7	14,2	2,49

#### Verifica di stabilità globale

MURI	Altezza max.	Combinazione	Fattore di sicurezza calcolato FS	Fattore di sicurezza richiesto FS <i>adm</i>	Esito verifica
OS07	10.5m	Statica SLU A2+M2+R2	1.726	1.1	ok
		Sismica SLV M2+R2	1.638	1.1	ok

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	282	282	282	282
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1672	1472	1777	1326
Momento di rottura Mr (KNxm)	2467	2826	2467	2467
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,48</b>	<b>1,92</b>	<b>1,39</b>	<b>1,86</b>

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	435	346	401	333
Taglio resistente Vrd (KN)	477	716	477	477
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,10</b>	<b>2,07</b>	<b>1,19</b>	<b>1,43</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	5,3	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,47</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	196	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,84</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-435	-346	-401	-333
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1998	1731	2078	1575
Momento di rottura Mr (KNxm)	2171	2614	2195	2241
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,09</b>	<b>1,51</b>	<b>1,06</b>	<b>1,42</b>

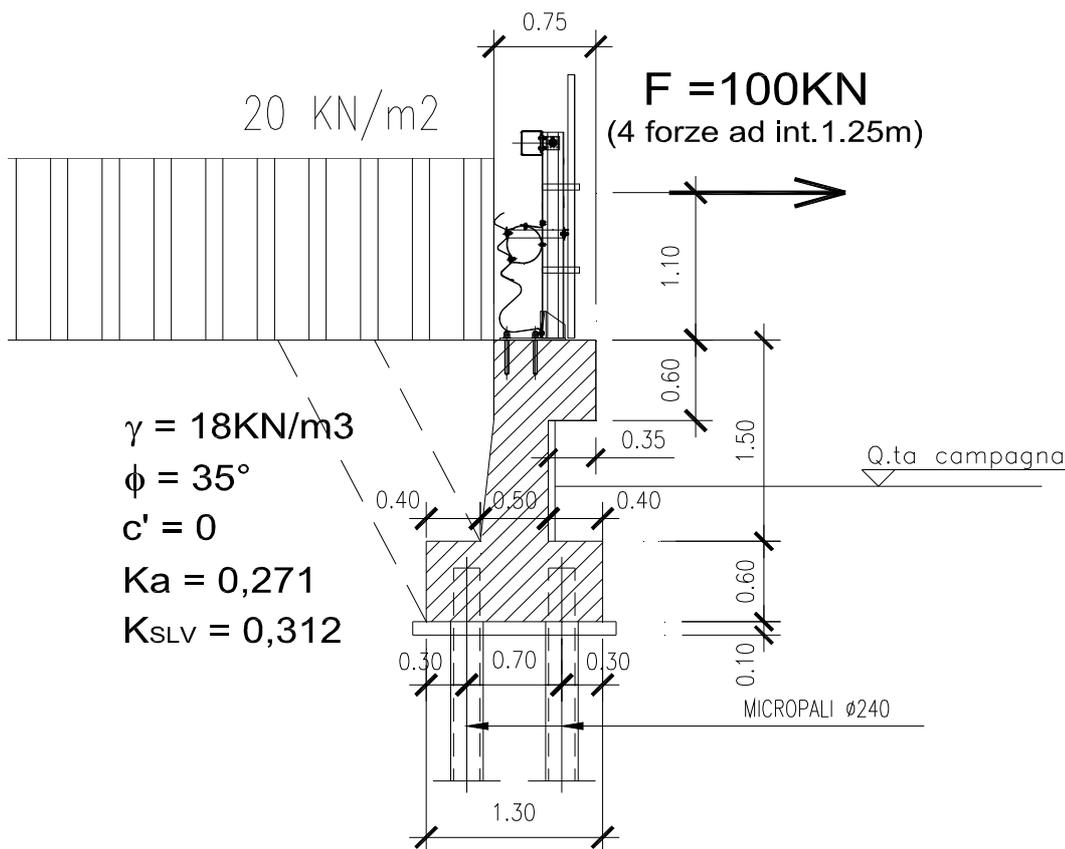
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	660	585	719	554
Taglio resistente Vrd (KN)	860	989	860	860
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,30</b>	<b>1,69</b>	<b>1,20</b>	<b>1,55</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	5,2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,51</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	280	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,29</b>	

6.10 TIPOLOGIA L – H = 1.50M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia L, come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presenti solo nei muri OS12 ed è caratterizzato dalla presenza in testa della barriera di sicurezza.

Si riportano, di seguito, le stratigrafie di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzate nei calcoli:

Stratigrafia da testa palo	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [MPa]	$\tau_{lim}$ [kPa]	$\alpha$
Da 0 a – 5.0 m	Ug1	18-19	32	0	20	0	0

Da -5 m	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930	250	1,0
Falda -2 m da testa palo							

**Tabella 6.23 – tipologia Tipo I: stratigrafia di calcolo.**

### 6.10.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui micropali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul micropalo di valle (KN)	74	368	54	55	47
Nmin sul micropalo di monte (KN)	11	-304	7	10	14
Vmax sui micropali (KN)	14	44	11	10	9
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	23	23	23	23	23
Sforzo di taglio V (KN/m)	19	80	13	14	11
Momento flettente M (KNxm/m)	13	182	9	9	7
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-19	-80	-13	-14	-11
Sforzo di taglio V (KN/m)	62	393	44	45	36
Momento flettente M (KNxm/m)	19	206	13	13	10

### 6.10.2 Verifiche

#### Micropali

Muro H=1,5m - Tipo L	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	368	376	1,02
Carico limite verticale in trazione	304	346	1,14
Instabilità dell'equilibrio elastico	368	3607	9,80
Resistenza a compressione (A ideale)	368	3811	10,36
Resistenza a compressione (A acciaio)	368	3080	8,37
Resistenza a taglio	44	1132	25,73
Carico limite orizzontale	44	73,5	1,67
Resistenza a flessione	25,0	155,0	6,20
	$\sigma$ (Mpa)	fcd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	0,7	14,2	20,29

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 120Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	23	23	23	23
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	13	182	9	7
Momento di rottura Mr (KNxm)	170	200	170	170
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	13,37	1,10	18,26	24,29
VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	19	80	13	11
Taglio resistente Vrd (KN)	180	245	180	180
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	9,30	3,05	13,32	16,48

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma$	0,5	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	26,15	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	12	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	30,00	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

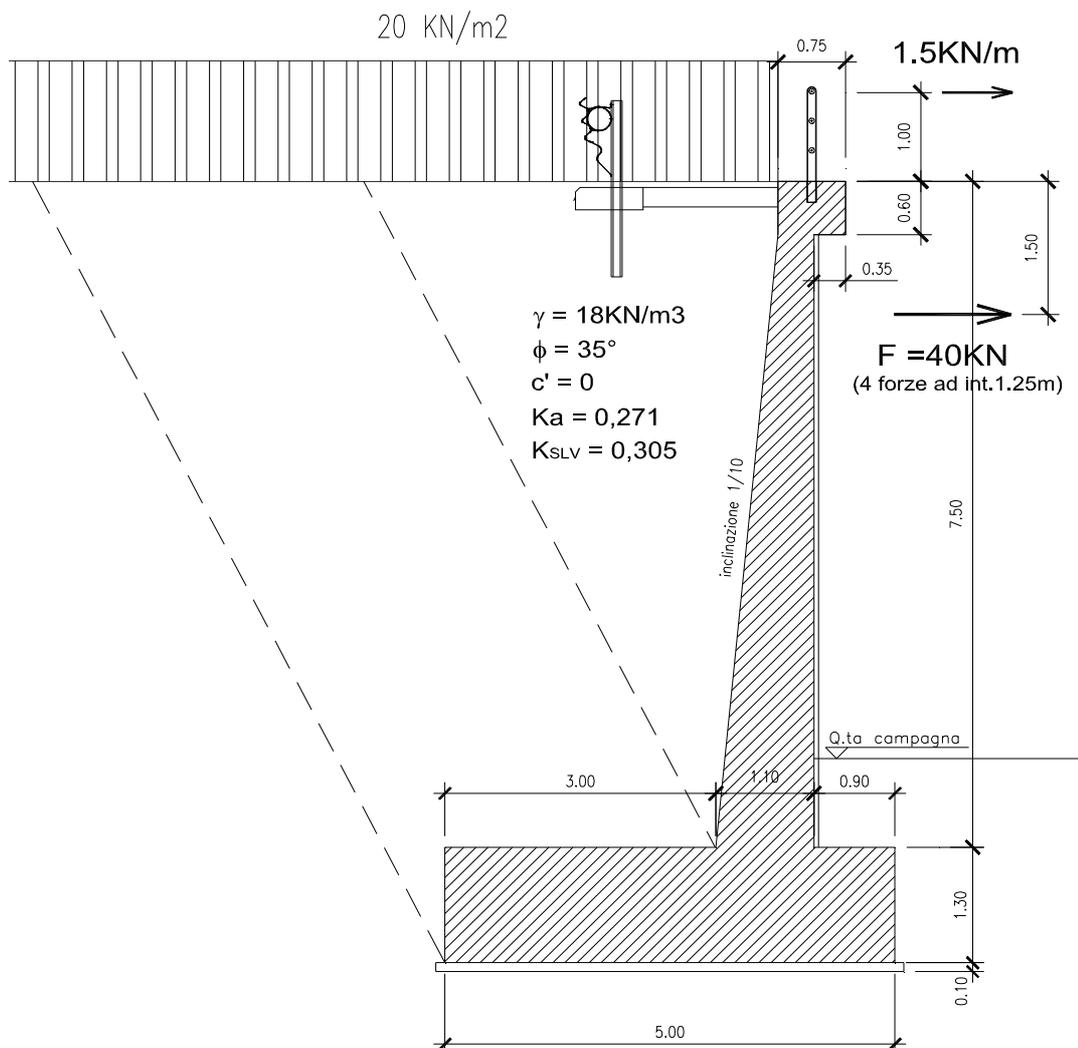
VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-19	-80	-13	-11
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	19	206	13	10
Momento di rottura Mr (KNxm)	233	258	234	235
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	12,59	1,25	17,52	22,88
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	62	393	44	36
Taglio resistente Vrd (KN)	430	495	430	430
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	6,98	1,26	9,80	11,93

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma$	0,4	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	32,68	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	29	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	12,41	

### 6.11 TIPOLOGIA M – H = 7.50M SU FOND. DIRETTA

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia M, come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS13 e OS14, che risultano ugualmente sollecitati. Dato l'arretramento della barriera di sicurezza, l'urto del veicolo in svio verrà considerato in forma ridotta e applicato ad una quota più bassa (4 forze da 40 kN a interasse 1.25m applicate a 1.50m sotto la testa del muro).

Si riporta, di seguito, la stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli:

Stratigrafia da imposta fondazione	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]
Da 0	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930

### 6.11.1 Sollecitazioni

Carichi massimi intradosso fondazione diretta	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	1082	823	793	823	793
Sforzo di taglio V (KN/m)	319	251	285	238	237
Momento flettente M (KNxm/m)	729	624	829	535	591
<b>Pressioni massime e minime sul terreno</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
pmax (KN/m2)	391	315	545	293	301
pmin (KN/m2)	42	15	0	36	17
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	173	173	173	173	173
Sforzo di taglio V (KN/m)	242	189	213	179	176
Momento flettente M (KNxm/m)	694	559	682	508	509
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	-242	-189	-213	-179	-176
Sforzo di taglio V (KN/m)	285	231	439	212	219
Momento flettente M (KNxm/m)	851	682	820	625	624

### 6.11.2 Verifiche

#### Verifiche geotecniche

Verifica GEO di portanza (coefficienti A1+M1+R3)	SLU	Urto	SLV
Portanza della fondazione $R_d = (q_{lim}/\gamma R_3) A'$ (KN/m)	98766	90119	60134
Carico ultimo di progetto agente in fondazione $E_d$ (KN/m)	1082	823	793
Coefficiente di sicurezza	<b>91,24</b>	<b>109,44</b>	<b>75,79</b>
<b>Verifica GEO di scorrimento (coefficienti A1+M1+R3)</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Resistenza allo scorrimento ridotta del coefficiente $\gamma R=1,1$ (KN/m)	1013	841	765
Sforzo di scorrimento S di progetto (KN/m)	319	251	285
Coefficiente di sicurezza	<b>3,17</b>	<b>3,35</b>	<b>2,69</b>
<b>Verifica EQU a ribaltamento in caso di sisma SLV</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Momento stabilizzante $M_S$ (KNxm/m)	1881	1881	1881
Momento ribaltante $M_R$ (KNxm/m)	1171	1072	1021
Coefficiente di sicurezza	<b>1,61</b>	<b>1,76</b>	<b>1,84</b>

#### Verifica di stabilità globale

MURI	Altezza max.	Combinazione	Fattore di sicurezza calcolato FS	Fattore di sicurezza richiesto FS adm	Esito verifica
OS14	7.5m	Statica SLU A2+M2+R2	1.671	1.1	ok
		Sismica SLV M2+R2	1.325	1.1	ok

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	173	173	173	173
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	694	559	682	509
Momento di rottura Mr (KNxm)	1318	1513	1318	1318
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,90	2,70	1,93	2,59

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	242	189	213	176
Taglio resistente Vrd (KN)	370	555	370	370
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,53	2,95	1,74	2,10

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,8	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,44	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	144	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,50	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-242	-189	-213	-176
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	851	682	820	624
Momento di rottura Mr (KNxm)	1336	1599	1354	1376
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,57	2,34	1,65	2,21

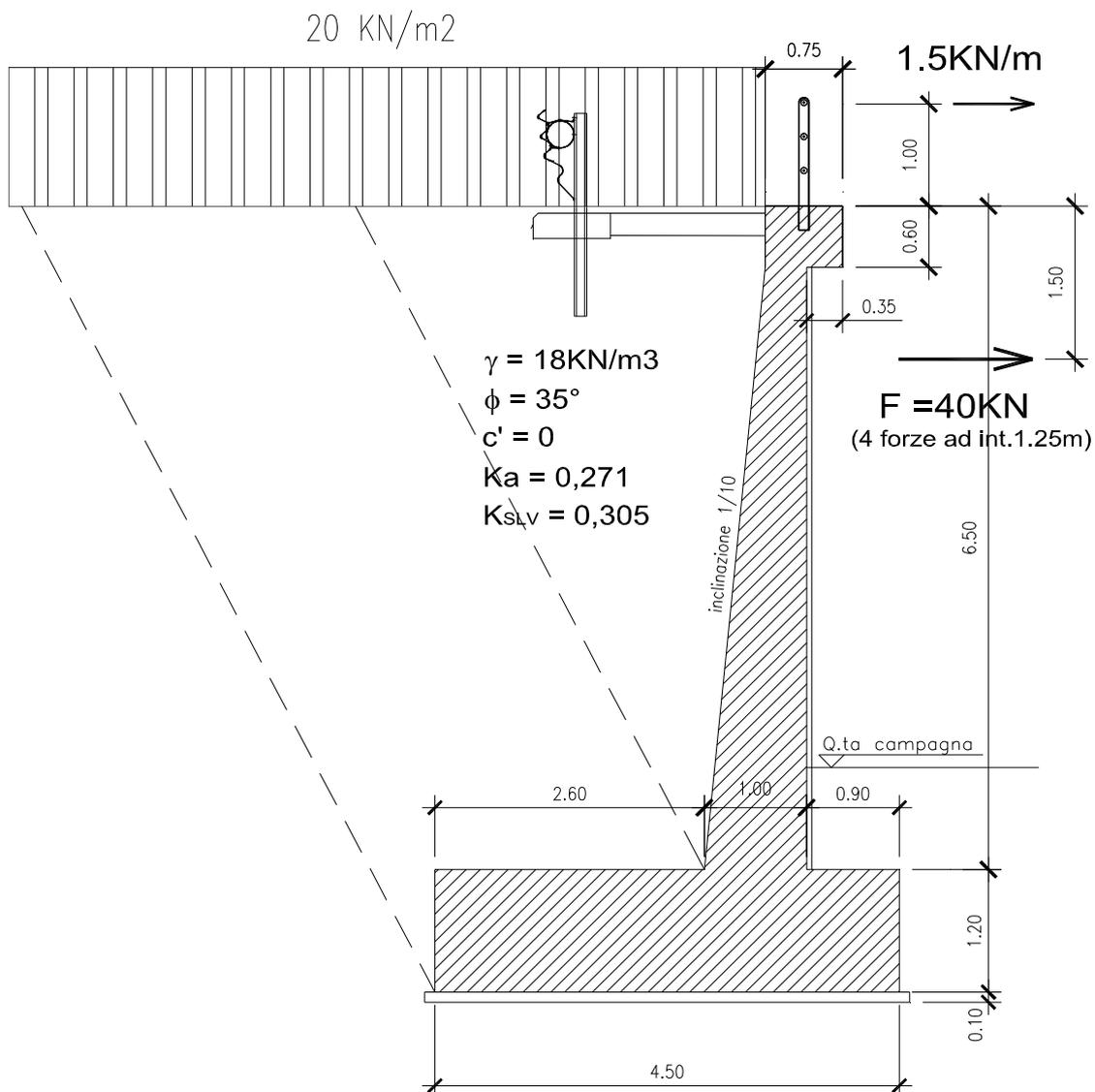
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	285	231	439	219
Taglio resistente Vrd (KN)	741	852	741	741
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,60	3,68	1,69	3,39

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,3	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a $0,45f_{ck}$	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,96	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	199	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a $0,8 f_{yk}$	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,81	

## 6.12 TIPOLOGIA N – H = 6.50M SU FOND. DIRETTA

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia N, come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS13 e OS14, che risultano ugualmente sollecitati. Dato l'arretramento della barriera di sicurezza, l'urto del veicolo in svio verrà considerato in forma ridotta e applicato ad una quota più bassa (4 forze da 40 kN a interasse 1.25m applicate a 1.50m sotto la testa del muro).

La stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli è la stessa adottata per la tipologia M.

### 6.12.1 Sollecitazioni

<b>Carichi massimi intradosso fondazione diretta</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	863	656	630	656	630
Sforzo di taglio V (KN/m)	253	202	222	188	185
Momento flettente M (KNxm/m)	501	450	554	366	392
<b>Pressioni massime e minime sul terreno</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
pmax (KN/m2)	340	279	459	254	256
pmin (KN/m2)	43	12	0	37	24
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	142	142	142	142	142
Sforzo di taglio V (KN/m)	189	151	163	140	135
Momento flettente M (KNxm/m)	479	399	455	349	340
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	-189	-151	-163	-140	-135
Sforzo di taglio V (KN/m)	242	202	364	179	181
Momento flettente M (KNxm/m)	592	490	553	433	421

### 6.12.2 Verifiche

#### Verifiche geotecniche

<b>Verifica GEO di portanza (coefficienti A1+M1+R3)</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Portanza della fondazione $R_d = (q_{lim}/\gamma R_3) A'$ (KN/m)	87565	76905	56514
Carico ultimo di progetto agente in fondazione $E_d$ (KN/m)	863	656	630
Coefficiente di sicurezza	<b>101,46</b>	<b>117,25</b>	<b>89,72</b>
<b>Verifica GEO di scorrimento (coefficienti A1+M1+R3)</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Resistenza allo scorrimento ridotta del coefficiente $\gamma R=1,1$ (KN/m)	850	705	651
Sforzo di scorrimento S di progetto (KN/m)	253	202	222
Coefficiente di sicurezza	<b>3,36</b>	<b>3,49</b>	<b>2,93</b>
<b>Verifica EQU a ribaltamento in caso di sisma SLV</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Momento stabilizzante $M_S$ (KNxm/m)	1337	1337	1337
Momento ribaltante $M_R$ (KNxm/m)	823	771	697
Coefficiente di sicurezza	<b>1,62</b>	<b>1,73</b>	<b>1,92</b>

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m3, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

<b>VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale di calcolo $N_d$ (KN)	142	142	142	142
Momento flettente di calcolo $M_d$ (KNxm)	479	399	455	340
Momento di rottura $M_r$ (KNxm)	1070	1231	1070	1070
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,23</b>	<b>3,08</b>	<b>2,35</b>	<b>3,14</b>
<b>VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Taglio di calcolo $V_d$ (KN)	189	151	163	135
Taglio resistente $V_{rd}$ (KN)	340	510	340	340
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,80</b>	<b>3,39</b>	<b>2,08</b>	<b>2,51</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,09	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	120	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,00	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

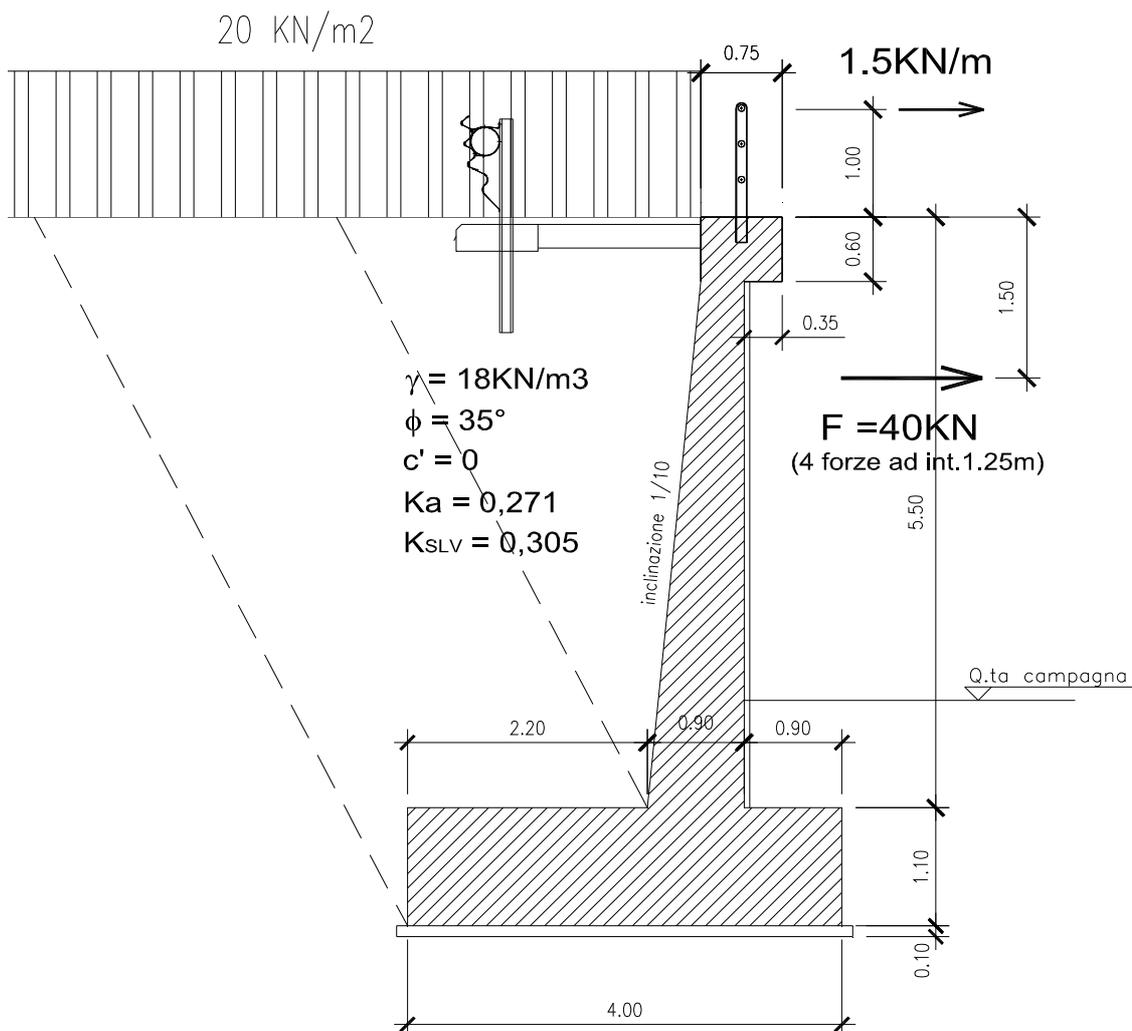
VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-189	-151	-163	-135
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	592	490	553	421
Momento di rottura Mr (KNxm)	1254	1488	1268	1284
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,12	3,04	2,29	3,05
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	242	202	364	181
Taglio resistente Vrd (KN)	681	783	681	681
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,82	3,88	1,87	3,76

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,6	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,03	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	151	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,38	

### 6.13 TIPOLOGIA O – H = 5.50M SU FOND. DIRETTA

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno di tipologia O, come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, sono presenti nei muri OS13 e OS14, che risultano ugualmente sollecitati. Dato l'arretramento della barriera di sicurezza, l'urto del veicolo in svio verrà considerato in forma ridotta e applicato ad una quota più bassa (4 forze da 40 kN a interasse 1.25m applicate a 1.50m sotto la testa del muro).

Si riporta, di seguito, la stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli:

Stratigrafia da imposta fondazione	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]
Da 0	Ug2 – Ug3	25-26	50	110	930

### 6.13.1 Sollecitazioni

Carichi massimi intradosso fondazione diretta	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	719	545	519	545	519
Sforzo di taglio V (KN/m)	194	159	169	144	140
Momento flettente M (KNxm/m)	394	366	408	289	297
<b>Pressioni massime e minime sul terreno</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
pmax (KN/m2)	328	410	427	245	241
pmin (KN/m2)	32	0	0	28	18
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	113	113	113	113	113
Sforzo di taglio V (KN/m)	143	118	123	105	100
Momento flettente M (KNxm/m)	313	275	294	227	217
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	-143	-118	-123	-105	-100
Sforzo di taglio V (KN/m)	130	179	187	96	94
Momento flettente M (KNxm/m)	392	340	361	285	272

### 6.13.2 Verifiche

#### Verifiche geotecniche

Verifica GEO di portanza (coefficienti A1+M1+R3)	SLU	Urto	SLV
Portanza della fondazione $R_d = (q_{lim}/\gamma R_3) A'$ (KN/m)	78170	65473	52825
Carico ultimo di progetto agente in fondazione $E_d$ (KN/m)	719	545	519
Coefficiente di sicurezza	<b>108,67</b>	<b>120,06</b>	<b>101,72</b>
<b>Verifica GEO di scorrimento (coefficienti A1+M1+R3)</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Resistenza allo scorrimento ridotta del coefficiente $\gamma R=1,1$ (KN/m)	720	592	553
Sforzo di scorrimento S di progetto (KN/m)	194	159	169
Coefficiente di sicurezza	<b>3,71</b>	<b>3,72</b>	<b>3,27</b>
<b>Verifica EQU a ribaltamento in caso di sisma SLV</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Momento stabilizzante $M_S$ (KNxm/m)	924	924	924
Momento ribaltante $M_R$ (KNxm/m)	550	534	461
Coefficiente di sicurezza	<b>1,68</b>	<b>1,73</b>	<b>2,01</b>

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	113	113	113	113
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	313	275	294	217
Momento di rottura Mr (KNxm)	850	980	850	850
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,71	3,56	2,89	3,92

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	143	118	123	100
Taglio resistente Vrd (KN)	310	464	310	310
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,17	3,93	2,53	3,09

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,6	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,03	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	96	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,75	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-143	-118	-123	-100
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	392	340	361	272
Momento di rottura Mr (KNxm)	1049	1238	1058	1070
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,68	3,64	2,93	3,94

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	130	179	187	94
Taglio resistente Vrd (KN)	621	715	621	621
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,79	3,99	3,31	6,58

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

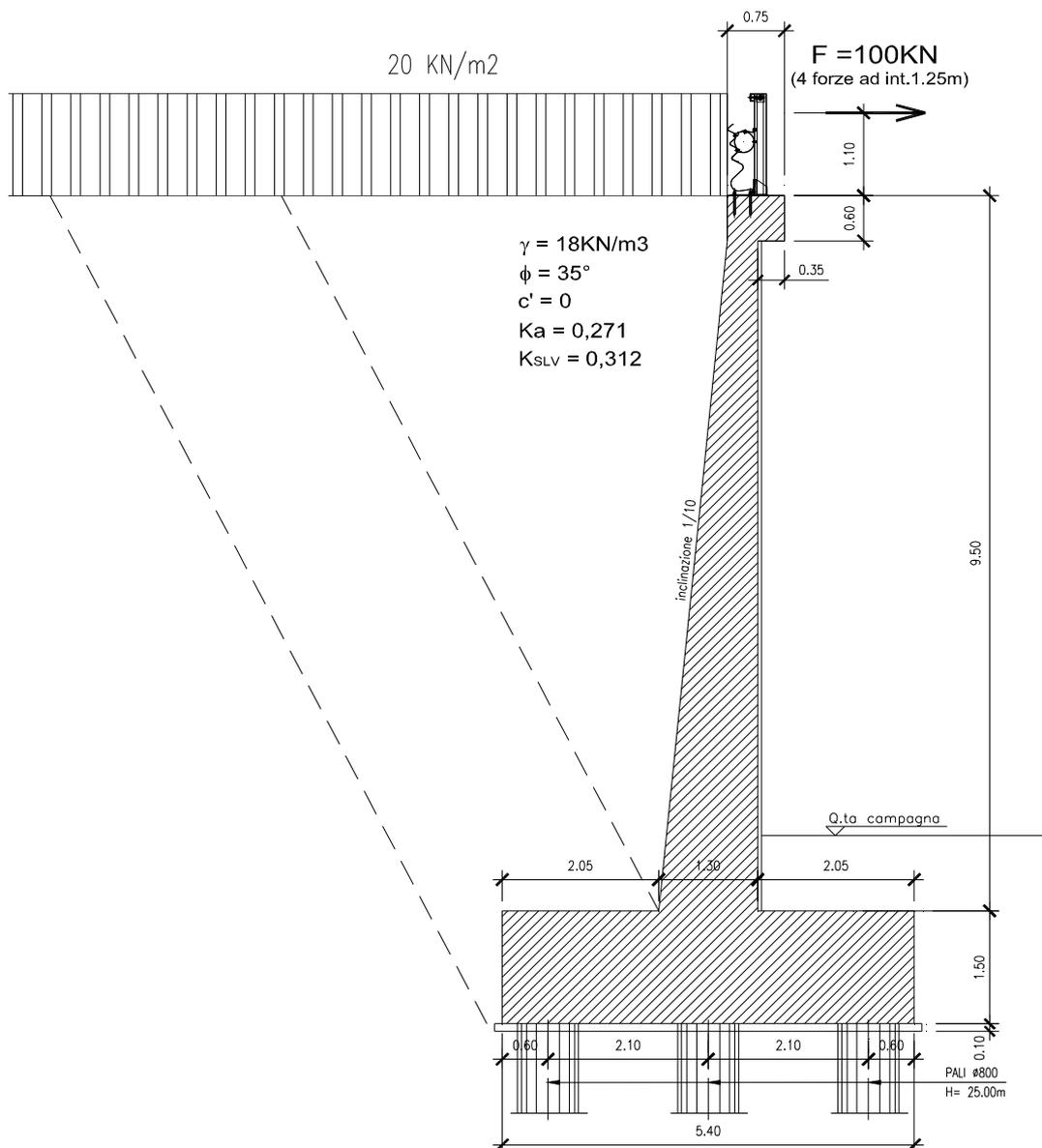
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	6,54	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	121	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,98	

## 6.14 TIPOLOGIA P – H = 9.50M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia P come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presente solo nel muro OS11.

Si riporta, di seguito, la stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli:

Stratigrafia da p.c.	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	Q base [kPa]
Da 0 a – 2.0 m	Ug1	18-19	32	0	15	-
da -2.0 m a -15.0 m	Ug1	18-19	30	10	20	1000
da -15 m a -22.0 m	Ug1	18-19	30	10	20	1500
da -22 m a -28 m	Ug1	18-19	33	0	-	1800
da -28	Ug1	18-19	35	0	-	2500

#### 6.14.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui pali f800	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
N max sul palo di valle (KN)	1536	1362	1543	1154	1248
Nmin sul palo di monte (KN)	296	37	-177	245	118
Vmax sui pali (KN)	378	308	358	284	294
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	243	243	243	243	243
Sforzo di taglio V (KN/m)	363	293	332	272	275
Momento flettente M (KNxm/m)	1273	1165	1334	942	996
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	-363	-293	-332	-272	-275
Sforzo di taglio V (KN/m)	492	454	529	367	406
Momento flettente M (KNxm/m)	1546	1384	1583	1145	1202

#### 6.14.2 Verifiche

##### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 120Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

Muro H=9,5m - Tipo P	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	1524	1600	1,05
Carico limite orizzontale	378	394,9	1,04
Resistenza a taglio	378	393	1,04
Resistenza a flessione (KNxm)	754	1536	2,04
	$\sigma$ (Mpa)	fd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	10,8	14,2	1,31
Controllo delle tensioni nell'acciaio	133	360	2,71
	wd (mm)	w1 (mm)	
Controllo della fessurazione	0,181	0,3	1,66

##### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	243	243	243	243
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1273	1165	1334	996
Momento di rottura Mr (KNxm)	2088	2395	2088	2088
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,64</b>	<b>2,06</b>	<b>1,56</b>	<b>2,10</b>

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	363	293	332	275
Taglio resistente Vrd (KN)	445	668	445	445
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,23</b>	<b>2,28</b>	<b>1,34</b>	<b>1,62</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,8	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,72</b>	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	174	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,07</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 100Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-363	-293	-332	-275
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1546	1384	1583	1202
Momento di rottura Mr (KNxm)	2026	2426	2047	2087
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,31</b>	<b>1,75</b>	<b>1,29</b>	<b>1,74</b>

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	492	454	529	406
Taglio resistente Vrd (KN)	860	989	860	860
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,75</b>	<b>2,18</b>	<b>1,63</b>	<b>2,12</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,1	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,19</b>	

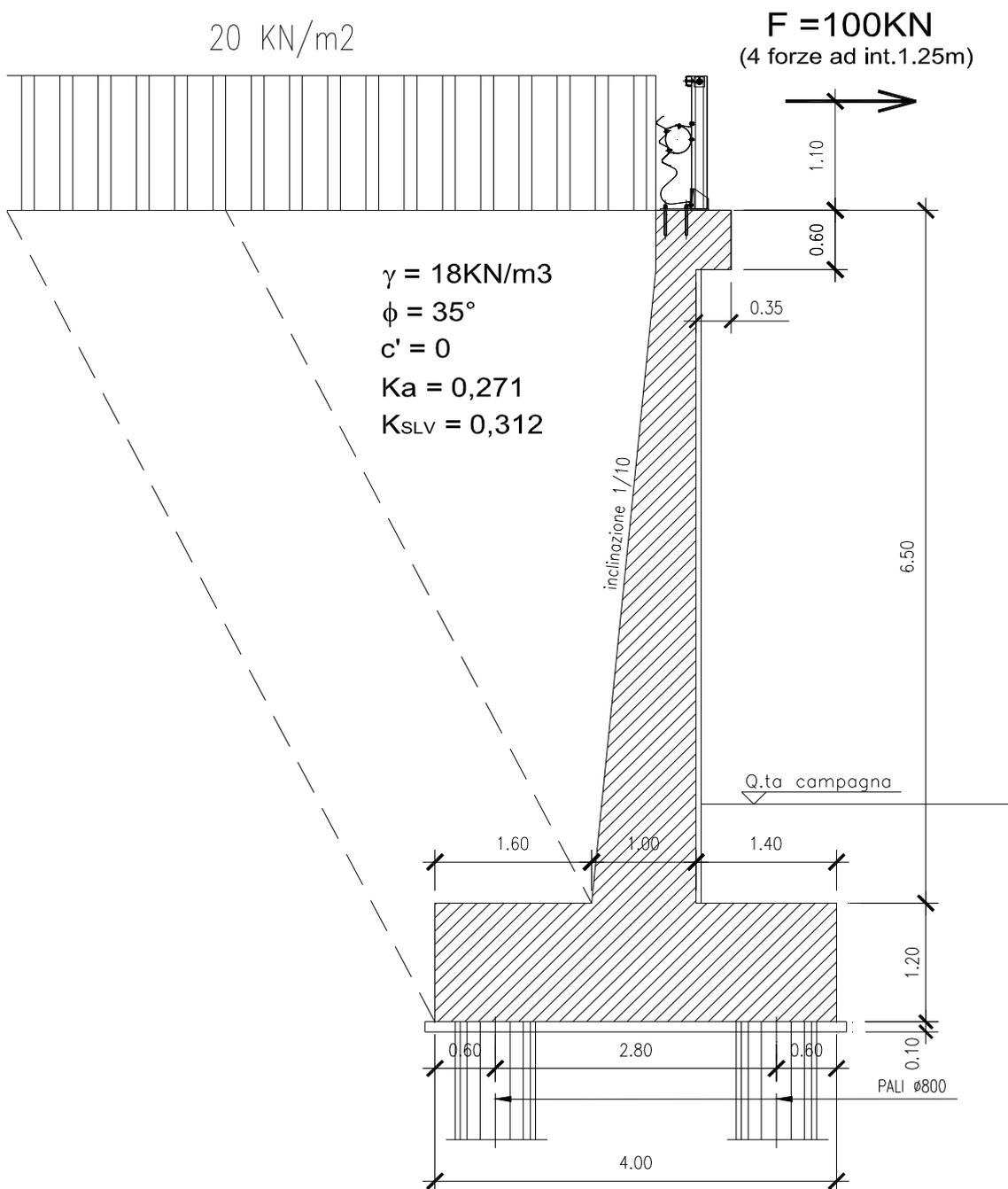
  

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	236	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,53</b>	



### 6.15 TIPOLOGIA Q – H = 6.00-7.00M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia Q come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presente solo nel muro OS15.

Si riporta, di seguito, la stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli:

Stratigrafia da p.c.	Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	Q base [kPa]
Da 0 a – 13.0 m	Ug1	18-19	30	0	10	1000
da -13 m	Ug3	25-26	33	40	20	2500

### 6.15.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui pali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
N max sul palo di valle (KN)	1198	1194	1081	900	921
Nmin sul palo di monte (KN)	428	45	120	340	280
Vmax sui pali (KN)	301	270	276	224	225
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	142	142	142	142	142
Sforzo di taglio V (KN/m)	187	169	164	138	135
Momento flettente M (KNxm/m)	462	572	456	338	341
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	-187	-169	-164	-138	-135
Sforzo di taglio V (KN/m)	399	421	373	298	307
Momento flettente M (KNxm/m)	574	673	554	421	422

### 6.15.2 Verifiche

#### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 90Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

Muro H=6-7m - Tipo Q	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	1198	1250	1,04
Carico limite orizzontale	301	314,8	1,05
Resistenza a taglio	301	393	1,31
Resistenza a flessione (KNxm)	600	1138	1,90
	$\sigma$ (Mpa)	fd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	10,4	14,2	1,37
Controllo delle tensioni nell'acciaio	147	360	2,45
	wd (mm)	w1 (mm)	
Controllo della fessurazione	0,200	0,3	1,50

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	142	142	142	142
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	462	572	456	341
Momento di rottura Mr (KNxm)	1070	1231	1070	1070
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,32	2,15	2,35	3,14

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	187	169	164	135
Taglio resistente Vrd (KN)	340	510	340	340
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,82	3,02	2,08	2,51

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,1	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,22	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	115	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,13	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 100Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-187	-169	-164	-135
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	574	673	554	422
Momento di rottura Mr (KNxm)	1255	1611	1268	1284
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,19	2,39	2,29	3,04

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	399	421	373	307
Taglio resistente Vrd (KN)	681	783	681	681
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,71	1,86	1,82	2,22

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

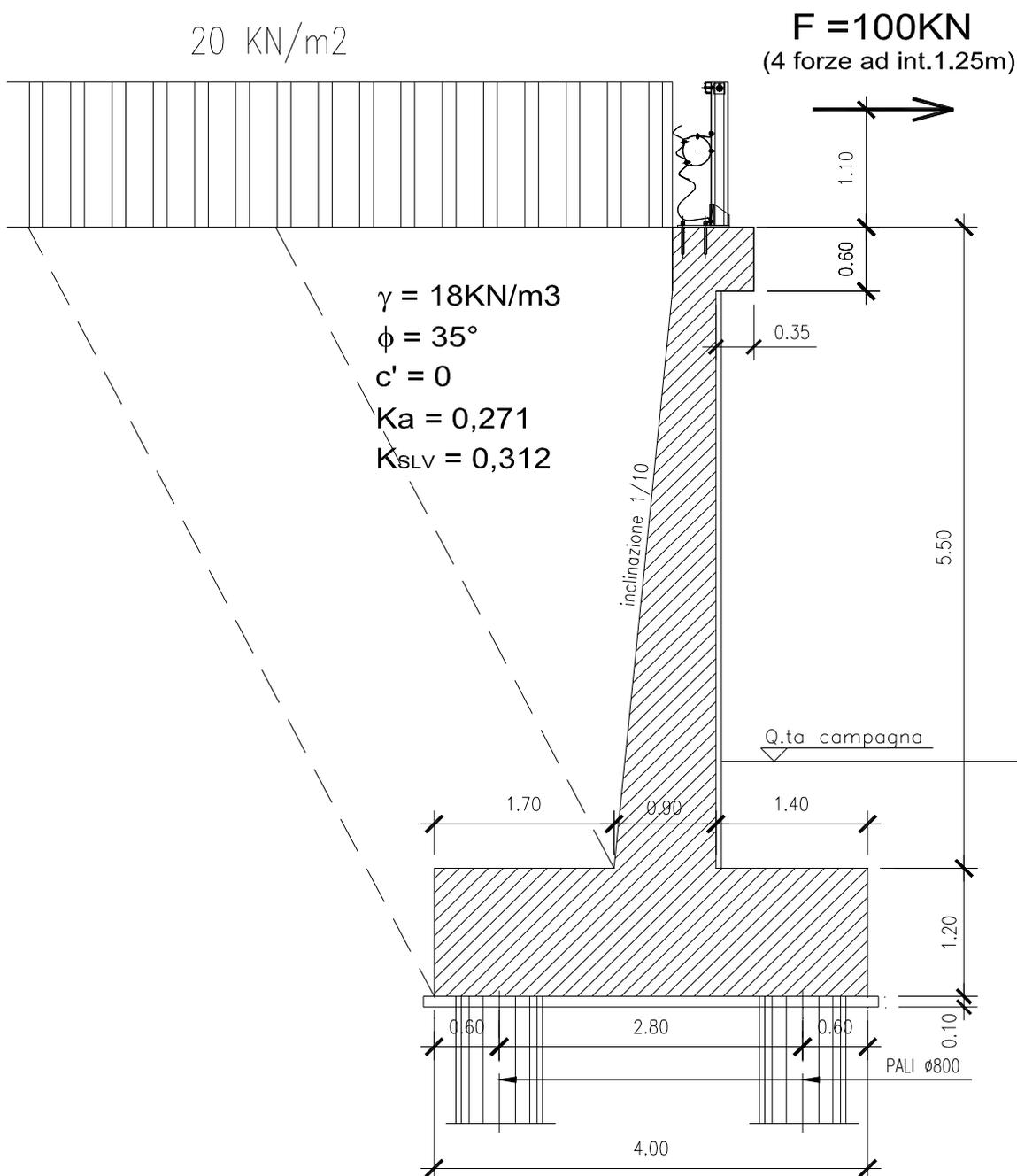
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,5	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,23	

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	148	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,43	

### 6.16 TIPOLOGIA R – H = 5.00-6.00M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia R come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presente solo nel muro OS15.

La stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli è la stessa adottata per la tipologia Q.

### 6.16.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui pali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
N max sul palo di valle (KN)	1102	1154	952	829	830
Nmin sul palo di monte (KN)	568	117	273	442	396
Vmax sui pali (KN)	266	255	242	197	196
Caratteristiche di sollecitazione sul paramento	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	113	113	113	113	113
Sforzo di taglio V (KN/m)	141	140	123	104	100
Momento flettente M (KNxm/m)	299	457	293	217	216
Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	-141	-140	-123	-104	-100
Sforzo di taglio V (KN/m)	308	350	275	230	230
Momento flettente M (KNxm/m)	383	541	367	279	277

### 6.16.2 Verifiche

#### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 70Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

Muro H=5-6m - Tipo R	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	1154	1250	1,08
Carico limite orizzontale	266	277,6	1,04
Resistenza a taglio	266	393	1,48
Resistenza a flessione (KNxm)	531	952	1,79
	$\sigma$ (Mpa)	fd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	10,3	14,2	1,38
Controllo delle tensioni nell'acciaio	156	360	2,31
	wd (mm)	w1 (mm)	
Controllo della fessurazione	0,211	0,3	1,42

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	113	113	113	113
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	299	457	293	216
Momento di rottura Mr (KNxm)	850	980	850	850
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,84	2,14	2,90	3,93
VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	141	140	123	100
Taglio resistente Vrd (KN)	310	464	310	310
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,20	3,32	2,52	3,09

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,5	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,23	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	91	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,96	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 95Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-141	-140	-123	-100
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	383	541	367	277
Momento di rottura Mr (KNxm)	1154	1348	1164	1176
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,01	2,49	3,17	4,25

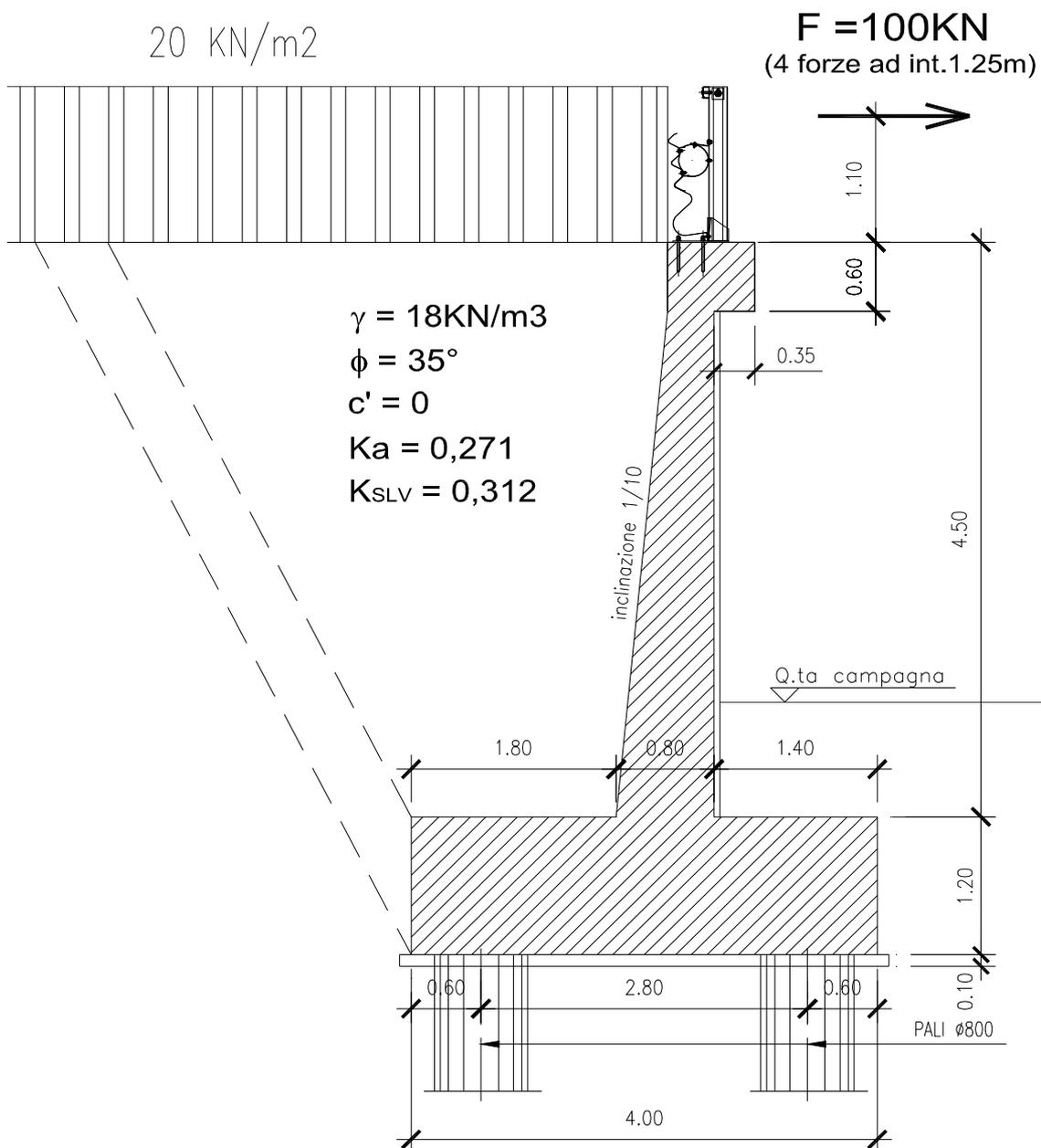
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	308	350	275	230
Taglio resistente Vrd (KN)	681	783	681	681
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,21	2,24	2,47	2,96

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,5	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,23	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	148	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,43	

### 6.17 TIPOLOGIA S – H = 4.00-5.00M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia S come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presente solo nel muro OS15.

La stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli è la stessa adottata per la tipologia Q.

### 6.17.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui pali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul palo di valle (KN)	1000	1106	826	753	739
Nmin sul palo di monte (KN)	675	166	392	519	479
Vmax sui pali (KN)	224	238	203	165	163
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	87	87	87	87	87
Sforzo di taglio V (KN/m)	101	118	88	74	71
Momento flettente M (KNxm/m)	179	378	176	129	127
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-101	-118	-88	-74	-71
Sforzo di taglio V (KN/m)	233	292	198	174	169
Momento flettente M (KNxm/m)	239	449	229	173	169

### 6.17.2 Verifiche

#### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 60Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

Muro H=4-5m - Tipo S	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	1106	1250	<b>1,13</b>
Carico limite orizzontale	238	246,0	<b>1,03</b>
Resistenza a taglio	238	393	<b>1,65</b>
Resistenza a flessione (KNxm)	475	789	<b>1,66</b>
	$\sigma$ (Mpa)	fd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	9,7	14,2	<b>1,46</b>
Controllo delle tensioni nell'acciaio	155	360	<b>2,32</b>
	wd (mm)	w1 (mm)	
Controllo della fessurazione	0,207	0,3	<b>1,45</b>

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	87	87	87	87
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	179	378	176	127
Momento di rottura Mr (KNxm)	593	685	593	593
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,32</b>	<b>1,81</b>	<b>3,37</b>	<b>4,67</b>
VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	101	118	88	71
Taglio resistente Vrd (KN)	269	403	269	269
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,67</b>	<b>3,41</b>	<b>3,06</b>	<b>3,80</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	6,54	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	75	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,80	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

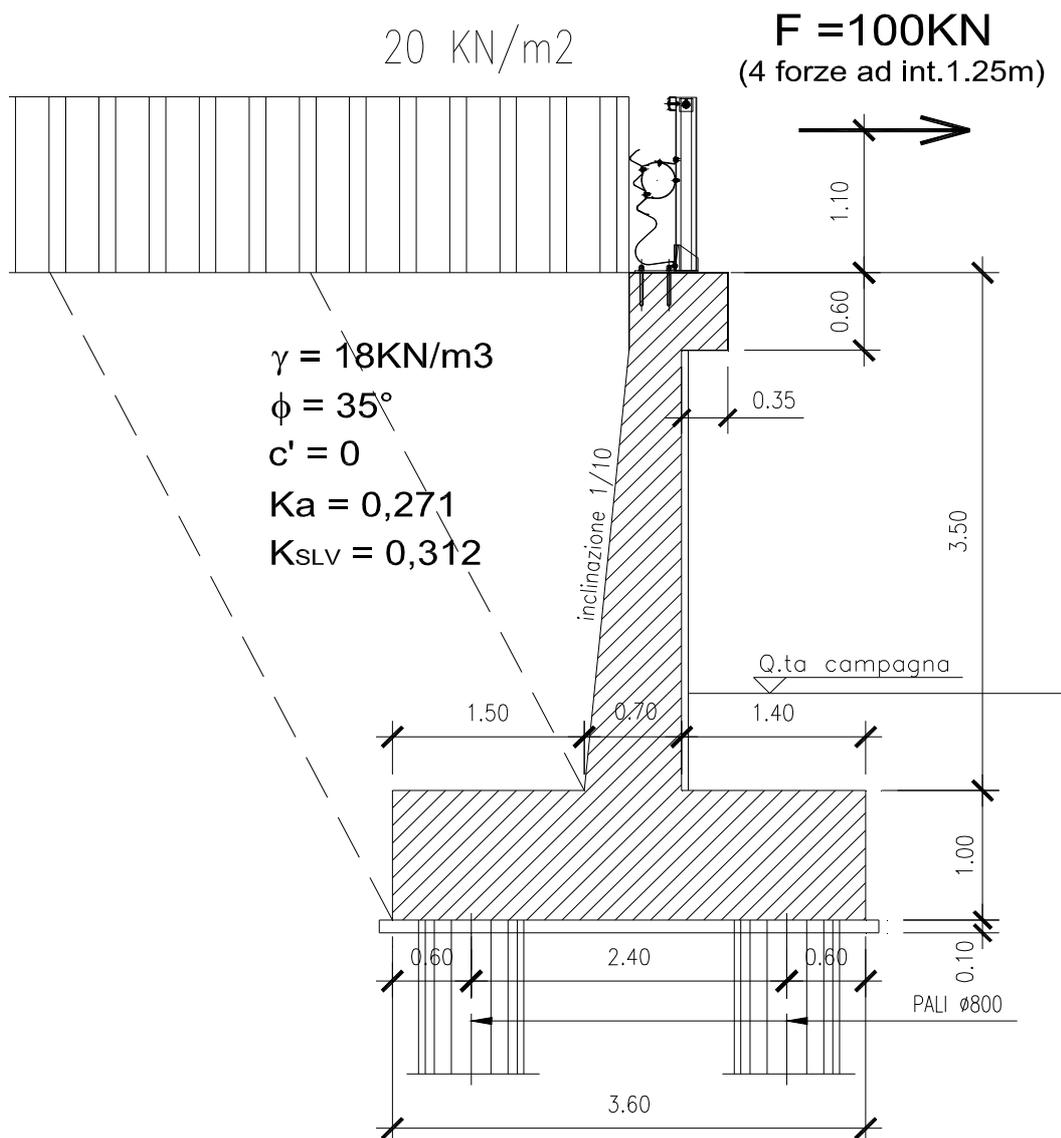
VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-101	-118	-88	-71
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	239	449	229	169
Momento di rottura Mr (KNxm)	936	1083	943	952
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,91	2,41	4,13	5,62
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	233	292	198	169
Taglio resistente Vrd (KN)	681	783	681	681
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,92	2,68	3,44	4,03

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	1,88	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	6,95	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	137	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,63	

### 6.18 TIPOLOGIA T – H = 3.00-4.00M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia T come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presente solo nel muro OS15.

La stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli è la stessa adottata per la tipologia Q.

### 6.18.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui pali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
N max sul palo di valle (KN)	699	912	562	526	509
Nmin sul palo di monte (KN)	540	26	332	413	385
Vmax sui pali (KN)	151	193	134	111	107
Caratteristiche di sollecitazione sul paramento	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	63	63	63	63	63
Sforzo di taglio V (KN/m)	67	106	57	49	45
Momento flettente M (KNxm/m)	95	331	90	68	65
Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD eta=2/3
Sforzo assiale N (KN/m)	-67	-106	-57	-49	-45
Sforzo di taglio V (KN/m)	142	234	117	105	100
Momento flettente M (KNxm/m)	129	384	118	92	87

### 6.18.2 Verifiche

#### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 50Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

Muro H=3-4m - Tipo T	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	912	1100	1,21
Carico limite orizzontale	193	219,6	1,14
Resistenza a taglio	193	393	2,04
Resistenza a flessione (KNxm)	385	665	1,73
	$\sigma$ (Mpa)	fd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	6,5	14,2	2,18
Controllo delle tensioni nell'acciaio	100	360	3,60
	wd (mm)	w1 (mm)	
Controllo della fessurazione	0,135	0,3	2,22

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	63	63	63	63
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	95	331	90	65
Momento di rottura Mr (KNxm)	334	387	334	334
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,51	1,17	3,73	5,17
VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	67	106	58	46
Taglio resistente Vrd (KN)	235	322	235	235
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,49	3,04	4,05	5,07

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma$	1,6	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>8,17</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	67	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>5,37</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

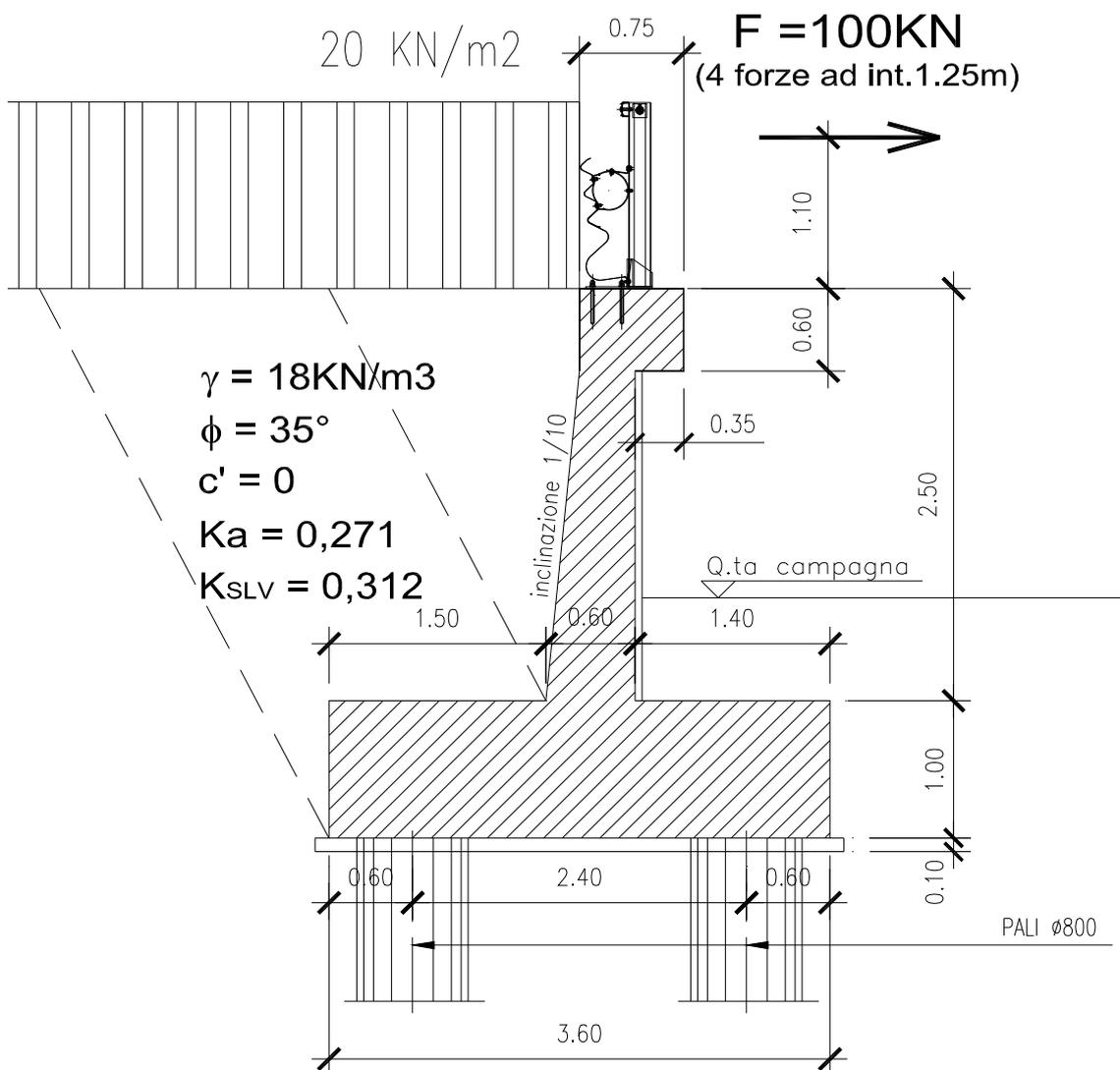
VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-67	-106	-57	-45
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	129	384	118	87
Momento di rottura Mr (KNxm)	783	895	787	793
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>6,08</b>	<b>2,33</b>	<b>6,67</b>	<b>9,09</b>
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	142	234	117	100
Taglio resistente Vrd (KN)	562	646	562	562
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,96</b>	<b>2,76</b>	<b>4,78</b>	<b>5,64</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma$	0,82	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>15,94</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	57	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>6,32</b>	

### 6.19 TIPOLOGIA U – H = 2.00-3.00M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



Il muro di sostegno di tipologia U come descritto nella tabella di sintesi riportata nelle generalità, è presente solo nel muro OS15.

La stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli è la stessa adottata per la tipologia Q.

### 6.19.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui pali	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul palo di valle (KN)	559	790	434	422	404
Nmin sul palo di monte (KN)	518	23	332	391	361
Vmax sui pali (KN)	101	169	90	73	70
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	42	42	42	42	42
Sforzo di taglio V (KN/m)	40	109	34	29	26
Momento flettente M (KNxm/m)	42	318	39	30	27
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>					
	SLU	URTO	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-40	-109	-34	-29	-26
Sforzo di taglio V (KN/m)	95	193	75	71	65
Momento flettente M (KNxm/m)	62	372	56	44	40

### 6.19.2 Verifiche

#### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 50Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

Muro H=2-3m - Tipo T	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	790	1000	1,27
Carico limite orizzontale	169	215,3	1,27
Resistenza a taglio	169	393	2,33
Resistenza a flessione (KNxm)	337	642	1,91
	$\sigma$ (Mpa)	fd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	4,5	14,2	3,16
Controllo delle tensioni nell'acciaio	63	360	5,71
	wd (mm)	w1 (mm)	
Controllo della fessurazione	0,085	0,3	3,53

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 100Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	42	42	42	42
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	42	318	39	27
Momento di rottura Mr (KNxm)	326	379	326	326
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	7,78	1,19	8,28	11,88
VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	40	109	34	26
Taglio resistente Vrd (KN)	211	316	211	211
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,25	2,91	6,26	8,10

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma$	0,9	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>14,53</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	27	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>13,33</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

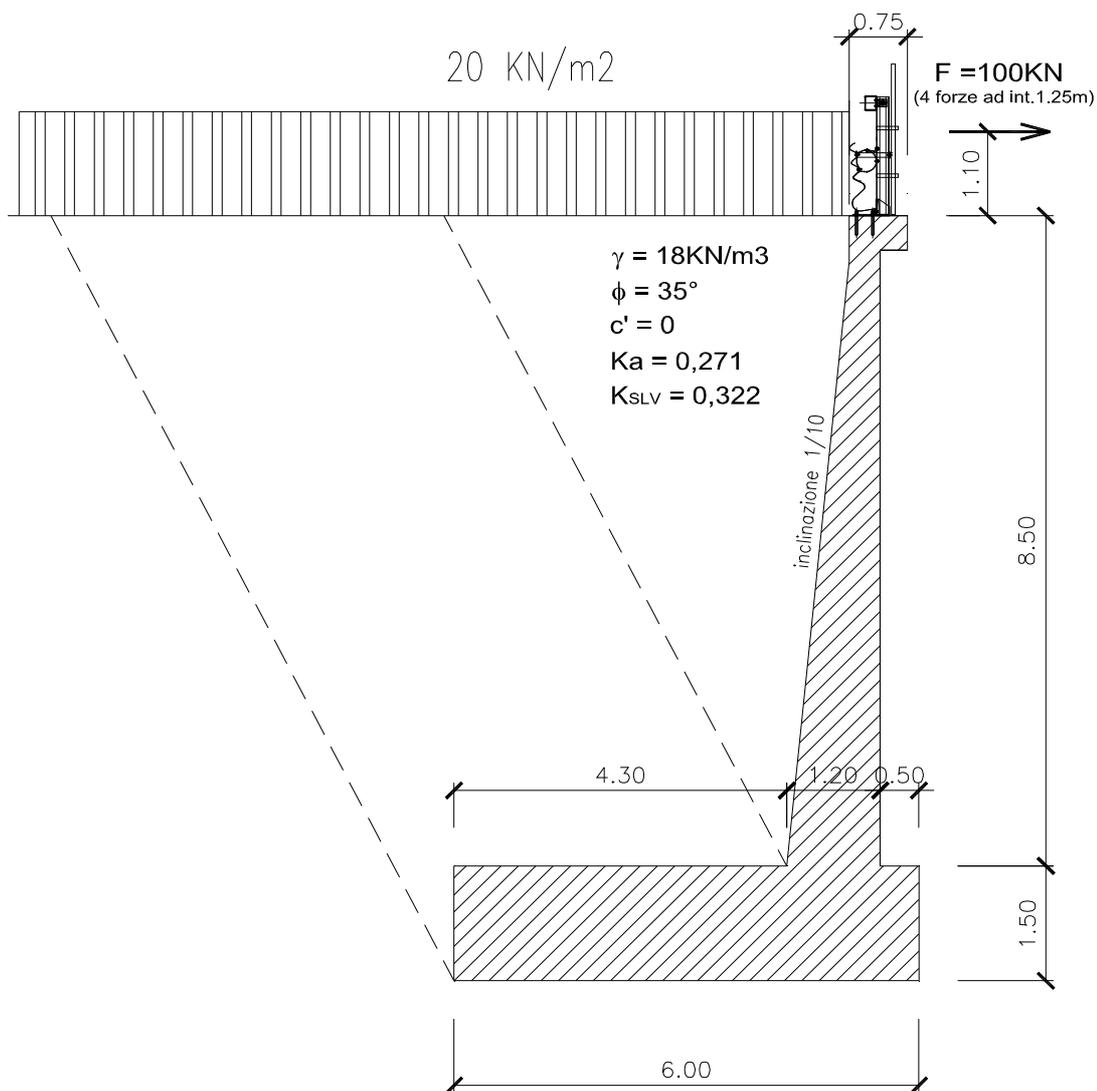
VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-40	-109	-34	-26
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	62	372	56	40
Momento di rottura Mr (KNxm)	702	787	705	709
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>11,32</b>	<b>2,12</b>	<b>12,54</b>	<b>17,52</b>
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	95	193	75	65
Taglio resistente Vrd (KN)	562	646	562	562
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>5,89</b>	<b>3,34</b>	<b>7,52</b>	<b>8,68</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma$	0,4	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>32,68</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	32	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>11,25</b>	

## 6.20 TIPOLOGIA OS18 – H = 8.50M SU FOND. DIRETTA

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



I muri di sostegno in oggetto, relativi all'OS18, sono progettati per raccordare le spalle del viadotto Rio Calvia 2 realizzate in carreggiata interna, con quelle di carreggiata esterna. I due muri, di uguale geometria, hanno entrambi sviluppo longitudinale in pianta pari a 9.15m.

La stratigrafia di progetto, con i relativi parametri meccanici e fisici, utilizzata nei calcoli è la stessa adottata per la tipologia M.

### 6.20.1 Sollecitazioni

<b>Carichi massimi intradosso fondazione diretta</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	1562	1189	1146	1189	1146
Sforzo di taglio V (KN/m)	398	342	372	298	306
Momento flettente M (KNxm/m)	1173	1357	1382	872	1002
<b>Pressioni massime e minime sul terreno</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
pmax (KN/m2)	456	640	639	343	358
pmin (KN/m2)	65	0	0	53	24
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	207	207	207	207	207
Sforzo di taglio V (KN/m)	298	266	277	222	226
Momento flettente M (KNxm/m)	943	1115	1021	695	743
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	-298	-266	-277	-222	-226
Sforzo di taglio V (KN/m)	187	289	288	140	148
Momento flettente M (KNxm/m)	1166	1314	1229	862	912

### 6.20.2 Verifiche

#### Verifiche geotecniche

<b>Verifica GEO di portanza (coefficienti A1+M1+R3)</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Portanza della fondazione $R_d = (q_{lim}/\gamma R_3) A'$ (KN/m)	151232	106216	89843
Carico ultimo di progetto agente in fondazione $E_d$ (KN/m)	1562	1189	1146
Coefficiente di sicurezza	<b>96,80</b>	<b>89,36</b>	<b>78,42</b>
<b>Verifica GEO di scorrimento (coefficienti A1+M1+R3)</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Resistenza allo scorrimento ridotta del coefficiente $\gamma R=1,1$ (KN/m)	1384	1082	1044
Sforzo di scorrimento S di progetto (KN/m)	398	342	372
Coefficiente di sicurezza	<b>3,47</b>	<b>3,17</b>	<b>2,81</b>
<b>Verifica EQU a ribaltamento in caso di sisma SLV</b>	<b>SLU</b>	<b>Urto</b>	<b>SLV</b>
Momento stabilizzante $M_S$ (KNxm/m)	3113	3113	3113
Momento ribaltante $M_R$ (KNxm/m)	1649	1859	1526
Coefficiente di sicurezza	<b>1,89</b>	<b>1,67</b>	<b>2,04</b>

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 90Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

<b>VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>URTO</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale di calcolo $N_d$ (KN)	207	207	207	207
Momento flettente di calcolo $M_d$ (KNxm)	943	1115	1021	743
Momento di rottura $M_r$ (KNxm)	1318	1513	1318	1318
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,40</b>	<b>1,36</b>	<b>1,29</b>	<b>1,77</b>

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	298	266	277	226
Taglio resistente Vrd (KN)	414	621	414	414
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,39</b>	<b>2,33</b>	<b>1,49</b>	<b>1,83</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,11</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	151	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,38</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-298	-266	-277	-226
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	1166	1314	1229	912
Momento di rottura Mr (KNxm)	1875	2219	1890	1925
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,61</b>	<b>1,69</b>	<b>1,54</b>	<b>2,11</b>
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	URTO	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	187	289	288	148
Taglio resistente Vrd (KN)	860	989	860	860
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>4,59</b>	<b>3,43</b>	<b>2,99</b>	<b>5,82</b>

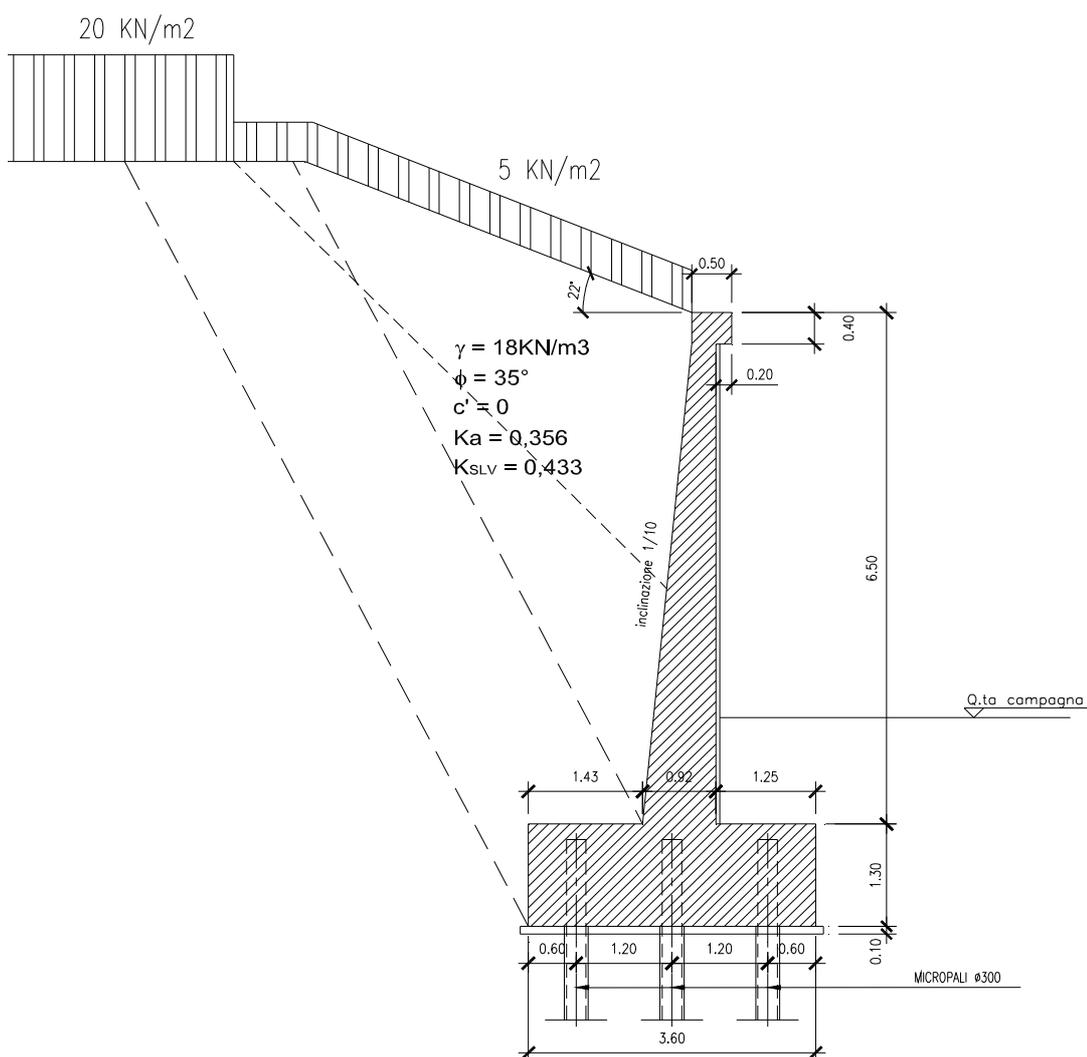
e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	3,2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>4,09</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	197	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,83</b>	

## 7. MURI DI SOTTOSCARPA OS19 – OS20

### 7.1 TIPOLOGIA D4 (OS19) – H = 4.0-9.25M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



A tergo del muro, sulla scarpata, è stato considerato a favore di sicurezza un sovraccarico permanente di 5KN/m<sup>2</sup>. In aggiunta a tale carico per calcolare la spinta sul muro prodotta dal sovraccarico stradale, data la posizione arretrata del carico e la diffusione nel terreno, si è considerato un sovraccarico accidentale ridotto di 8 KN/m<sup>2</sup> in condizioni statiche (per un totale di 13KN/m<sup>2</sup>) e 4KN/m<sup>2</sup> in condizioni sismiche (per un totale di 9KN/m<sup>2</sup>).

### 7.1.1 Sollecitazioni

<b>Carichi massimi sui micropali</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
N max sul micropalo di valle (KN)	436	488	327	374
Nmin sul micropalo di monte (KN)	-74	-215	-51	-101
Vmax sui micropali (KN)	92	95	69	76
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>				
Sforzo assiale N (KN/m)	115	115	115	115
Sforzo di taglio V (KN/m)	221	218	165	177
Momento flettente M (KNxm/m)	528	622	391	447
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>				
Sforzo assiale N (KN/m)	-221	-218	-165	-177
Sforzo di taglio V (KN/m)	376	460	281	332
Momento flettente M (KNxm/m)	672	764	499	562

### 7.1.2 Verifiche

#### Micropali

<b>Muro H=8,5m - Tipo D4</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b><math>\gamma_s</math></b>
Carico limite verticale in compressione	488	588	<b>1,20</b>
Carico limite verticale in trazione	215	541	<b>2,52</b>
Instabilità dell'equilibrio elastico	488	4378	<b>8,97</b>
Resistenza a compressione (A ideale)	488	4392	<b>9,00</b>
Resistenza a compressione (A acciaio)	488	3459	<b>7,09</b>
Resistenza a taglio	95	1271	<b>13,38</b>
Carico limite orizzontale	95	105,0	<b>1,11</b>
Resistenza a flessione	39,0	228,0	<b>5,85</b>
	<b><math>\sigma_c</math> (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	3,6	14,2	<b>3,94</b>

#### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

<b>VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	115	115	115
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	528	622	447
Momento di rottura Mr (KNxm)	871	871	871
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,65</b>	<b>1,40</b>	<b>1,95</b>
<b>VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO</b>			
Taglio di calcolo Vd (KN)	221	218	177
Taglio resistente Vrd (KN)	313	313	313
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,42</b>	<b>1,43</b>	<b>1,77</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,3	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,04	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	173	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,08	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 70Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-221	-218	-177
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	672	764	562
Momento di rottura Mr (KNxm)	1072	1074	1099
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,60	1,41	1,95

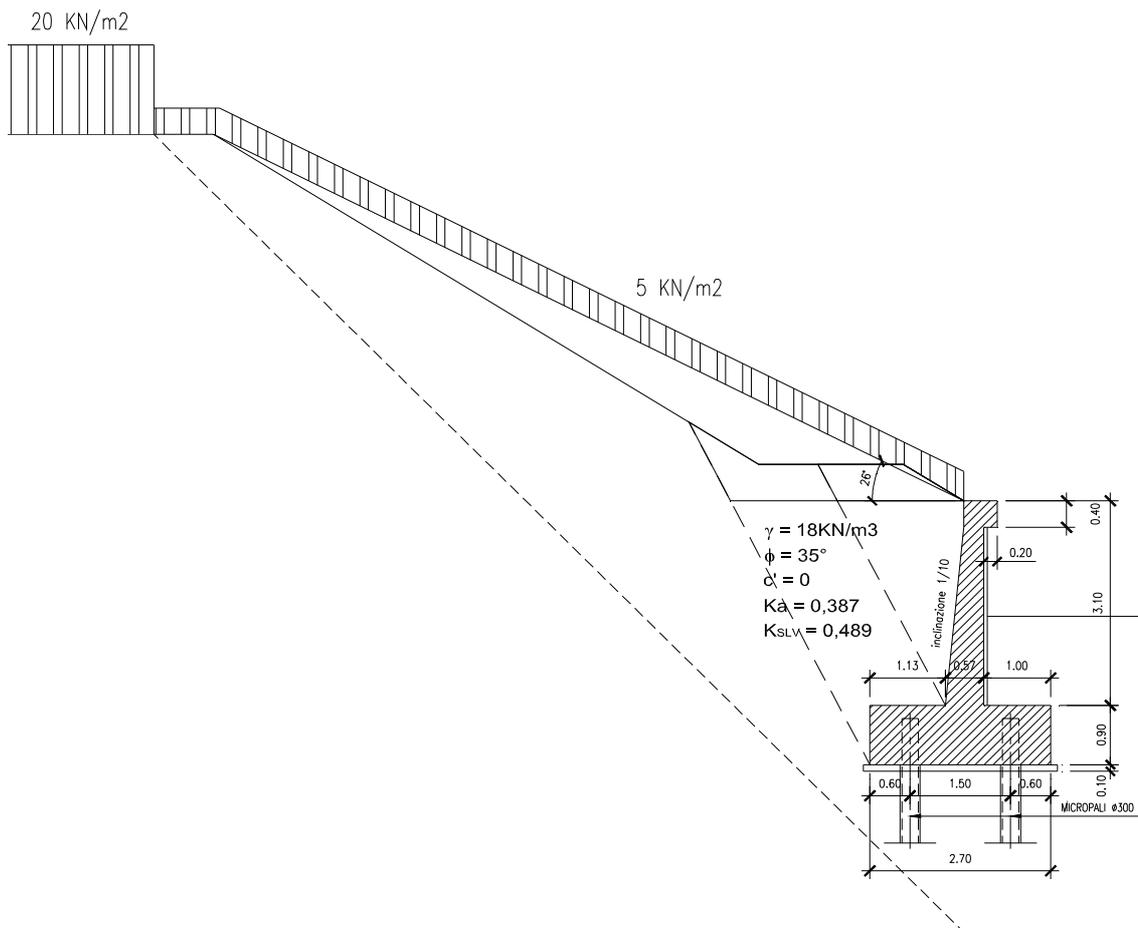
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	376	460	332
Taglio resistente Vrd (KN)	741	741	741
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,97	1,61	2,23

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,8	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	4,67	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	200	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	1,80	

## 7.2 TIPOLOGIA F2 (OS19) – H = 1.0-4.0M

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



A tergo del muro, sulla scarpata, è stato considerato a favore di sicurezza un sovraccarico permanente di 5KN/m<sup>2</sup>. Data la posizione arretrata del sovraccarico stradale e la diffusione nel terreno, si è trascurata la sua spinta.

## 7.2.1 Sollecitazioni

<b>Carichi massimi sui micropali</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
N max sul micropalo di valle (KN)	165	170	126	139
Nmin sul micropalo di monte (KN)	65	6	51	37
Vmax sui micropali (KN)	38	43	29	33
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
Sforzo assiale N (KN/m)	41	41	41	41
Sforzo di taglio V (KN/m)	53	58	40	45
Momento flettente M (KNxm/m)	59	80	44	56
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
Sforzo assiale N (KN/m)	-53	-58	-40	-45
Sforzo di taglio V (KN/m)	122	141	92	107
Momento flettente M (KNxm/m)	83	107	62	76

## 7.2.2 Verifiche

### Micropali

<b>Muro H=3,5m - Tipo F2 (OS19)</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b><math>\gamma_s</math></b>
Carico limite verticale in compressione	170	227	<b>1,34</b>
Carico limite verticale in trazione	0	208	-
Instabilità dell'equilibrio elastico	170	4378	<b>25,75</b>
Resistenza a compressione (A ideale)	170	4392	<b>25,84</b>
Resistenza a compressione (A acciaio)	170	3459	<b>20,35</b>
Resistenza a taglio	43	1271	<b>29,56</b>
Carico limite orizzontale	43	120,6	<b>2,80</b>
Resistenza a flessione	18,0	228,0	<b>12,67</b>
	<b><math>\sigma_c</math> (Mpa)</b>	<b>fcd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	1,4	14,2	<b>10,14</b>

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 70Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

<b>VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	41	41	41
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	59	80	56
Momento di rottura Mr (KNxm)	307	307	307
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>5,20</b>	<b>3,81</b>	<b>5,51</b>
<b>VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD <math>\eta=2/3</math></b>
Taglio di calcolo Vd (KN)	53	58	45
Taglio resistente Vrd (KN)	205	205	205
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,90</b>	<b>3,54</b>	<b>4,51</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	1,4	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	9,34	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	48	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	7,50	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 60Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

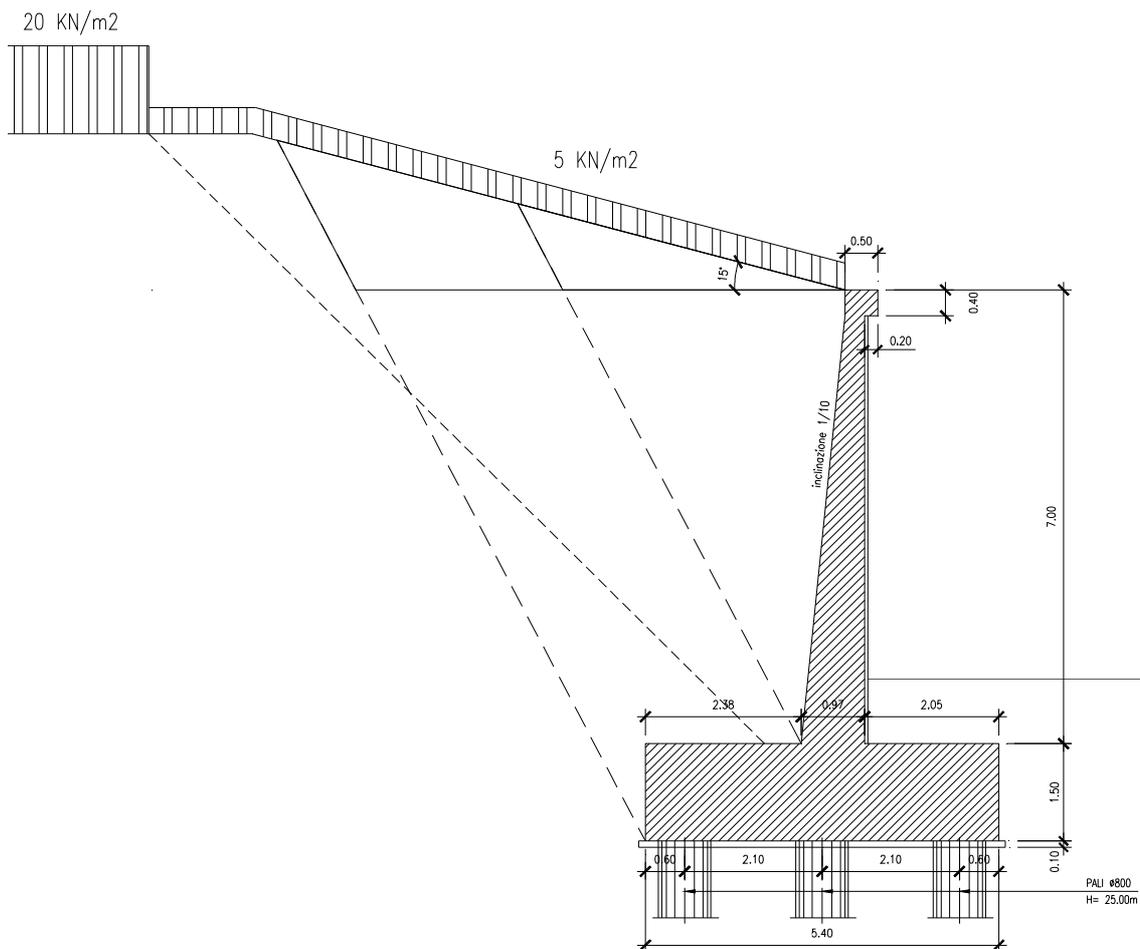
VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-53	-58	-45
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	83	107	76
Momento di rottura Mr (KNxm)	475	473	478
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,75	4,44	6,27
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	122	141	107
Taglio resistente Vrd (KN)	349	349	349
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,86	2,47	3,25

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	0,8	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	16,34	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	64	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,63	

### 7.3 TIPOLOGIA V (OS20) – H = 5.0-9.0M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



A tergo del muro, sulla scarpata, è stato considerato a favore di sicurezza un sovraccarico permanente di 5KN/m2. In aggiunta a tale carico per calcolare la spinta sul muro prodotta dal sovraccarico stradale, data la posizione arretrata del carico e la diffusione nel terreno, si è considerato un sovraccarico accidentale ridotto di 8 KN/m2 in condizioni statiche (per un totale di 13KN/m2) e 4KN/m2 in condizioni sismiche (per un totale di 9KN/m2).

### 7.3.1 Sollecitazioni

Carichi massimi sui pali	SLU	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
N max sul palo di valle (KN)	924	924	700	765
Nmin sul palo di monte (KN)	476	132	370	290
Vmax sui pali (KN)	242	251	182	200
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>				
	SLU	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	129	129	129	129
Sforzo di taglio V (KN/m)	226	222	170	182
Momento flettente M (KNxm/m)	579	676	430	492
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>				
	SLU	SLV	SLE	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale N (KN/m)	-226	-222	-170	-182
Sforzo di taglio V (KN/m)	219	257	164	191
Momento flettente M (KNxm/m)	749	842	557	628

### 7.3.2 Verifiche

#### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 70Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

Muro H=5-9m - Tipo V (OS20)	Ed (KN)	Rd (KN)	$\gamma_s$
Carico limite verticale in compressione	924	1000	1,08
Carico limite orizzontale	251	262,0	1,04
Resistenza a taglio	251	393	1,57
Resistenza a flessione (KNxm)	501	864	1,72
	$\sigma$ (Mpa)	fd (Mpa)	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	9,9	14,2	1,43
Controllo delle tensioni nell'acciaio	165	360	2,18
	wd (mm)	w1 (mm)	
Controllo della fessurazione	0,229	0,3	1,31

#### Verifica di stabilità globale

MURI	Altezza max.	Combinazione	Fattore di sicurezza calcolato FS	Fattore di sicurezza richiesto FS $adm$	Esito verifica
OS20	9,0m	Statica SLU A2+M2+R2	2.178	1.1	ok
		Sismica SLV M2+R2	1.991	1.1	ok

### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO	SLU	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	129	129	129
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	579	676	492
Momento di rottura Mr (KNxm)	930	930	930
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,61</b>	<b>1,38</b>	<b>1,89</b>

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO	SLU	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	226	222	182
Taglio resistente Vrd (KN)	322	322	322
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,42</b>	<b>1,45</b>	<b>1,78</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	4,3	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,04</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	178	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,02</b>	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 80Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	SLV	SLD eta=2/3
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-226	-222	-182
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	749	842	628
Momento di rottura Mr (KNxm)	1246	1248	1276
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,66</b>	<b>1,48</b>	<b>2,03</b>

VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE(con spille)	SLU	SLV	SLD eta=2/3
Taglio di calcolo Vd (KN)	219	257	191
Taglio resistente Vrd (KN)	860	860	860
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>3,94</b>	<b>3,35</b>	<b>4,51</b>

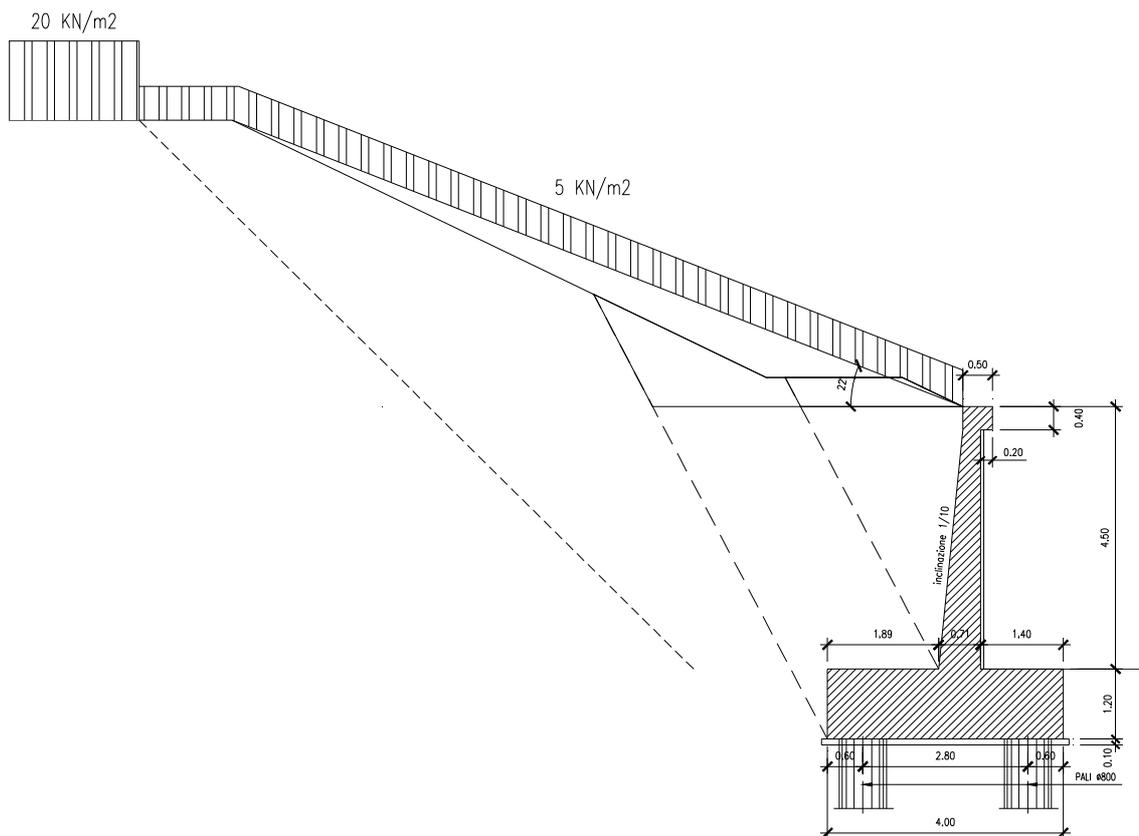
e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,5	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>5,23</b>	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	193	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>1,87</b>	



#### 7.4 TIPOLOGIA W (OS20) - H = 1.0-5.0M SU PALI

Si riporta di seguito lo schema di calcolo preso in considerazione per l'analisi del tratto di muro in oggetto:



A tergo del muro, sulla scarpata, è stato considerato a favore di sicurezza un sovraccarico permanente di 5KN/m<sup>2</sup>. Data la posizione arretrata del sovraccarico stradale e la diffusione nel terreno, si è trascurata la sua spinta.

#### 7.4.1 Sollecitazioni

<b>Carichi massimi sui pali</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
N max sul palo di valle (KN)	929	900	709	772
Nmin sul palo di monte (KN)	581	256	448	385
Vmax sui pali (KN)	226	254	171	199
<b>Caratteristiche di sollecitazione sul paramento</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	68	68	68	68
Sforzo di taglio V (KN/m)	96	106	73	84
Momento flettente M (KNxm/m)	154	211	115	147
<b>Caratteristiche di sollecitazione sulla fondazione</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLE</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale N (KN/m)	-96	-106	-73	-84
Sforzo di taglio V (KN/m)	210	223	159	180
Momento flettente M (KNxm/m)	211	274	159	197

#### 7.4.2 Verifiche

##### Pali

Prevedendo per i pali un'incidenza di armatura di 60Kg/m, si riportano di seguito i risultati delle verifiche geotecniche e di resistenza:

<b>Muro H=1-5m - Tipo W (OS20)</b>	<b>Ed (KN)</b>	<b>Rd (KN)</b>	<b><math>\gamma_s</math></b>
Carico limite verticale in compressione	929	1000	<b>1,08</b>
Carico limite orizzontale	226	239,3	<b>1,06</b>
Resistenza a taglio	254	393	<b>1,55</b>
Resistenza a flessione (KNxm)	507	763	<b>1,50</b>
	<b><math>\sigma</math> (Mpa)</b>	<b>fd (Mpa)</b>	
Controllo delle tensioni nel calcestruzzo	10,1	14,2	<b>1,41</b>
Controllo delle tensioni nell'acciaio	173	360	<b>2,08</b>
	<b>wd (mm)</b>	<b>w1 (mm)</b>	
Controllo della fessurazione	0,234	0,3	<b>1,28</b>

##### Paramento verticale

Prevedendo per il paramento verticale un'incidenza di armatura di 70Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

<b>VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	68	68	68
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	154	211	147
Momento di rottura Mr (KNxm)	457	457	457
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,98</b>	<b>2,17</b>	<b>3,11</b>
<b>VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO DEL PARAMENTO</b>	<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	<b>SLD eta=2/3</b>
Taglio di calcolo Vd (KN)	96	106	84
Taglio resistente Vrd (KN)	241	241	241
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	<b>2,51</b>	<b>2,28</b>	<b>2,88</b>

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	2,4	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	5,45	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	91	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,96	

### Fondazione

Prevedendo per la fondazione un'incidenza di armatura di 70Kg/m<sup>3</sup>, si riportano di seguito i risultati delle verifiche di resistenza:

VERIFICA A DI RESISTENZA A FLESSIONE DELLA FONDAZIONE	SLU	SLV	SLD $\eta=2/3$
Sforzo assiale di calcolo Nd (KN)	-96	-106	-84
Momento flettente di calcolo Md (KNxm)	211	274	197
Momento di rottura Mr (KNxm)	725	719	731
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,43	2,62	3,70
VERIFICA A DI RESISTENZA A TAGLIO DELLA FONDAZIONE (con spille)	SLU	SLV	SLD $\eta=2/3$
Taglio di calcolo Vd (KN)	210	223	180
Taglio resistente Vrd (KN)	473	473	473
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	2,26	2,12	2,62

e i risultati delle verifiche di tensione allo stato limite di esercizio:

VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DEL CALCESTRUZZO		
Compressione massima nel calcestruzzo - $\sigma_c$	1,2	Mpa
Valore limite di compressione ammesso per il cls pari a 0,45fck	13,1	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	10,89	
VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO DELL'ACCIAIO DI ARMATURA		
Trazione massima nell'acciaio di armatura - $\sigma_s$	103	Mpa
Valore limite di trazione dell'acciaio pari a 0,8 fyk	360	Mpa
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$	3,50	