

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"  
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto  
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio  
**COMPLETAMENTO**

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. GE266

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

PROGETTISTA:

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Flavio Capozucca*  
*Ordine Geol. del Lazio n. 1599*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

*Geom. Emiliano Paiella*

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

**OPERE D'ARTE MINORI**  
**SVINCOLO SAN VENERIO**  
**MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO SX RAMPA R (MU34)**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

V01OM03STRRE01A

REVISIONE

SCALA

PROGETTO

LIV. PROG.

DPGE0266 E 20

CODICE  
ELAB.

V01OM03STRRE01

A

--

D

C

B

A

Emissione

Luglio 2020 Ing.

Ing.

Ing.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Variante alla S.S.1 "Via Aurelia" Viabilità di accesso all'hub di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Aurelia – 3° Lotto  
2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio  
Completamento – PE  
Muro di sostegno prefabbricato in sinistra rampa R (MU34) – Relazione di calcolo

---

I

## INDICE

1. INTRODUZIONE

1

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente documento, facente parte del completamento del Progetto Esecutivo "Variante alla SS n. 1 Aurelia (Aurelia bis) - Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia", riguarda le verifiche del muro prefabbricato previsto in sinistra alla rampa R dello svincolo di San Venerio.

Nella fattispecie, non essendo intervenute modifiche nel progetto delle opere in oggetto, nel seguito si ripropone integralmente la relazione di calcolo del Progetto Esecutivo.



# Anas SpA

Compartimento della Viabilita' per la Liguria



## COMUNE DELLA SPEZIA

VARIANTE ALLA SS N° 1 AURELIA (AURELIA BIS)  
VIABILITA' DI ACCESSO ALL' HUB PORTUALE DI LA SPEZIA  
INTERCONNESSIONE TRA I CASELLI DELLA A-12 ED IL PORTO DI LA SPEZIA

LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA VARIANTE ALLA S.S. 1 AURELIA - 3° LOTTO  
TRA FELETTINO ED IL RACCORDO AUTOSTRADALE

## PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

TITOLO ELABORATO:

### OPERE MINORI - OPERE DI SOSTEGNO: MURI SVINCOLO SAN VENERIO

Muro prefabbricato in SX rampa R (MU34)  
Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO

CODICE ELABORATO

L 0 9 0 2 A - C - 2 0 1 5

V 0 3 O M 0 3 S T R R E 0 1 L

SCALA: -

O					
N					
M					
L	LUGLIO 2016	Emissione per consegna	D. CIAMPA	S. ZANNOTTI	G. PIAZZA
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

L'IMPRESA



(Il Direttore Tecnico)  
Ing. Longo Andrea

IL PROGETTISTA



Direttore Tecnico)  
Giovanni Piazza

IL DIRETTORE DEI LAVORI  
Ing. Francesco Picca



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Lamberto Nicola Nibbi



<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## I N D I C E

<b>1. GENERALITÀ .....</b>	<b>4</b>
1.1 OGGETTO E DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	4
1.2 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO .....	4
<b>2. NORMATIVA .....</b>	<b>5</b>
2.1 NORME TECNICHE .....	5
<b>3. MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
3.1 CALCESTRUZZO .....	6
3.2 ACCIAIO .....	6
<b>4. PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....</b>	<b>7</b>
<b>5. CRITERI DI VERIFICA E COMBINAZIONE DELLE AZIONI .....</b>	<b>8</b>
5.1 COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	8
5.2 VERIFICHE AGLI SLU .....	8
5.3 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI SLU DELLE SEZIONI IN C.A.O. ....	10
<i>Verifiche slu a flessione o pressoflessione .....</i>	<i>10</i>
<i>Verifiche slu per sollecitazioni taglianti .....</i>	<i>10</i>
5.4 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI SLE DELLE SEZIONI IN C.A.O. ....	11
<i>Verifiche a fessurazione .....</i>	<i>11</i>
<i>Verifica delle tensioni di esercizio SLE .....</i>	<i>12</i>
<b>6. ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>13</b>
6.1 AZIONI PERMANENTI .....	13
<i>Peso proprio degli elementi strutturali .....</i>	<i>13</i>
<i>Spinta delle terre .....</i>	<i>13</i>
6.2 AZIONI ACCIDENTALI .....	13
<i>Sovraccarico accidentale a tergo del muro .....</i>	<i>13</i>
<i>Urto del veicolo in svio .....</i>	<i>13</i>
6.3 AZIONI SISMICHE .....	13
<i>Parametri per la valutazione dell'azione sismica .....</i>	<i>13</i>
<i>Sovraspinta sismica terreno .....</i>	<i>14</i>
<b>7. METODOLOGIA DI CALCOLO .....</b>	<b>16</b>
7.1 ANALISI CON IL SOFTWARE MAX .....	16
7.2 CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO .....	16
7.3 METODO DI CULMANN .....	16
7.4 SPINTA IN PRESENZA DI SISMA .....	17
7.5 VERIFICA A RIBALTAMENTO .....	18
7.6 VERIFICA A SCORRIMENTO .....	18
7.7 VERIFICA AL CARICO LIMITE .....	19
7.8 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE .....	20
7.9 VERIFICA STRUTTURALE SOLETTA DI FONDAZIONE E PANNELLI PREFABBRICATI .....	21
<b>8. MURO TIPO P0 - HMAX=8.60M .....</b>	<b>22</b>
8.1 GEOMETRIA DI CALCOLO .....	23
8.2 RISULTATI ANALISI .....	24
<i>Fattori di sicurezza verifiche geotecniche .....</i>	<i>24</i>
<i>Sollecitazioni .....</i>	<i>25</i>
8.3 VERIFICA STRUTTURALE DELLA FONDAZIONE E DEL PARAMENTO PREFABBRICATO .....	25

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

<i>Verifica Fondazione</i> .....	26
<i>Verifica paramento</i> .....	29
<b>9. MURO TIPO P1 - HMAX=7.74M</b> .....	<b>34</b>
9.1 GEOMETRIA DI CALCOLO.....	35
9.2 RISULTATI ANALISI.....	36
<i>Fattori di sicurezza verifiche geotecniche</i> .....	36
<i>Sollecitazioni</i> .....	37
9.3 VERIFICA STRUTTURALE DELLA FONDAZIONE E DEL PARAMENTO PREFABBRICATO.....	37
<i>Verifica Fondazione</i> .....	38
<i>Verifica paramento</i> .....	41
<b>10. MURO TIPO P2 - HMAX=6.74M</b> .....	<b>46</b>
10.1 GEOMETRIA DI CALCOLO.....	47
10.2 RISULTATI ANALISI.....	47
<i>Fattori di sicurezza verifiche geotecniche</i> .....	47
<i>Sollecitazioni</i> .....	48
10.3 VERIFICA STRUTTURALE DELLA FONDAZIONE E DEL PARAMENTO PREFABBRICATO.....	49
<i>Verifica Fondazione</i> .....	49
<i>Verifica paramento</i> .....	53
<b>11. MURO TIPO P3 - HMAX=5.74M</b> .....	<b>58</b>
11.1 GEOMETRIA DI CALCOLO.....	59
11.2 RISULTATI ANALISI.....	59
<i>Fattori di sicurezza verifiche geotecniche</i> .....	59
<i>Sollecitazioni</i> .....	60
11.3 VERIFICA STRUTTURALE DELLA FONDAZIONE E DEL PARAMENTO PREFABBRICATO.....	61
<i>Verifica Fondazione</i> .....	61
<i>Verifica paramento</i> .....	65
<b>12. MURO TIPO P4 - HMAX=4.74M</b> .....	<b>70</b>
12.1 GEOMETRIA DI CALCOLO.....	71
12.2 RISULTATI ANALISI.....	71
<i>Fattori di sicurezza verifiche geotecniche</i> .....	71
<i>Sollecitazioni</i> .....	72
12.3 VERIFICA STRUTTURALE DELLA FONDAZIONE E DEL PARAMENTO PREFABBRICATO.....	73
<i>Verifica Fondazione</i> .....	73
<i>Verifica paramento</i> .....	77
<b>13. MURO TIPO P5 - HMAX=4.04M</b> .....	<b>82</b>
13.1 GEOMETRIA DI CALCOLO.....	83
13.2 RISULTATI ANALISI.....	83
<i>Fattori di sicurezza verifiche geotecniche</i> .....	83
<i>Sollecitazioni</i> .....	84
13.3 VERIFICA STRUTTURALE DELLA FONDAZIONE E DEL PARAMENTO PREFABBRICATO.....	85
<i>Verifica Fondazione</i> .....	85
<i>Verifica paramento</i> .....	89
<b>14. MURO TIPO P6 - HMAX=2.00M</b> .....	<b>94</b>
14.1 GEOMETRIA DI CALCOLO.....	95
14.2 RISULTATI ANALISI.....	95
<i>Fattori di sicurezza verifiche geotecniche</i> .....	95
<i>Sollecitazioni</i> .....	96
14.3 VERIFICA STRUTTURALE DELLA FONDAZIONE E DEL PARAMENTO PREFABBRICATO.....	97

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

<i>Verifica Fondazione</i> .....	97
<i>Verifica paramento</i> .....	100
<b>1. VERIFICA ALA PARAMENTO .....</b>	<b>105</b>
<b>2. TABULATI DI CALCOLO .....</b>	<b>110</b>
2.1 MURO TIPO P0 .....	110
<i>Approccio 1</i> .....	110
<i>Approccio 2</i> .....	137
2.2 MURO TIPO P1 .....	168
<i>Approccio 1</i> .....	168
<i>Approccio 2</i> .....	195
2.3 MURO TIPO P2 .....	226
<i>Approccio 1</i> .....	226
<i>Approccio 2</i> .....	254
2.4 MURO TIPO P3 .....	285
<i>Approccio 1</i> .....	285
<i>Approccio 2</i> .....	312
2.5 MURO TIPO P4 .....	343
<i>Approccio 1</i> .....	343
<i>Approccio 2</i> .....	392
2.6 MURO TIPO P5 .....	424
<i>Approccio 1</i> .....	424
<i>Approccio 2</i> .....	452
2.7 MURO TIPO P6 .....	483
<i>Approccio 1</i> .....	483
<i>Approccio 2</i> .....	511

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **1. GENERALITÀ**

### **1.1 Oggetto e descrizione delle Opere**

Nella presente relazione di calcolo si conducono le verifiche di dimensionamento del [muro di sostegno prefabbricato in c.a. previsto in SX rampa R](#) dello [Svincolo di Via San Venerio](#) denominato [MU34](#), da realizzarsi nell'ambito della *Variante alla S.S.1 Aurelia all'abitato del comune di La Spezia, lotto3, da Felettino al raccordo con la viabilità autostradale.*

Il nuovo muro è costituito da pannelli prefabbricati in c.a. che spiccano da una soletta di fondazione in c.a. gettato in opera.

Il muro presenta altezza variabile e sono state individuate le seguenti classi di altezza:

1. Muro tipo 0 – Muro di altezza massima del paramento pari a 8.60m;
2. Muro tipo 1 – Muro di altezza massima del paramento pari a 7.74m;
3. Muro tipo 2 – Muro di altezza massima del paramento pari a 6.74m;
4. Muro tipo 3 – Muro di altezza massima del paramento pari a 5.74m;
5. Muro tipo 4 – Muro di altezza massima del paramento pari a 4.74m;
6. Muro tipo 5 – Muro di altezza massima del paramento pari a 4.04m;
7. Muro tipo 6 – Muro di altezza massima del paramento pari a 2.00m;

Nel seguito sono riportate le verifiche di stabilità geotecniche del muro e di resistenza strutturale della soletta di fondazione e dei pannelli prefabbricati, in condizioni statiche e sismiche.

### **1.2 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento**

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Le opere in oggetto appartengono alla seguente tipologia:

#### *2) Opere ordinarie*

La cui vita nominale è pari a 50 anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

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

Il coefficiente d'uso è pari a : 1.50.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ . Pertanto  $V_R = 75$  anni.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **2. NORMATIVA**

---

Tutti i calcoli riportati nella presente relazione sono stati eseguiti nel rispetto della seguente normativa vigente:

**1 – D.M. 14-01-2008**

“Norme tecniche per le costruzioni”.

**2 – Circ. 2- 02 -2009, n.617**

“Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

### **2.1 Norme tecniche**

---

I calcoli e le verifiche relative alle sezioni più sollecitate sono condotte nel rispetto del Metodo agli Stati Limite.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 3. MATERIALI

Di seguito si riepilogano le caratteristiche di resistenza considerate in sede di calcolo:

### 3.1 Calcestruzzo

<b>Caratteristiche dei materiali - Magrone</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Resistenza caratteristica a compressione cubica	Rck	Mpa	20
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	fck	Mpa	17
Resistenza media a compressione cilindrica	fc <sub>m</sub>	Mpa	25
Modulo elastico cls	E <sub>cm</sub>	Mpa	<b>28821</b>
Resistenza media a trazione semplice	fct <sub>m</sub>	Mpa	1.95
Resistenza media a trazione per flessione	fc <sub>fm</sub>	Mpa	2.34
coefficiente parziale di resistenza	γ <sub>C</sub>		1.50
coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α <sub>cc</sub>		0.85
Resistenza a compressione di calcolo SLU	fcd	Mpa	<b>9.41</b>

<b>Caratteristiche dei materiali - Calcestruzzo fondazione</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Resistenza caratteristica a compressione cubica	Rck	Mpa	30
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	fck	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	fc <sub>m</sub>	Mpa	33
Modulo elastico cls	E <sub>cm</sub>	Mpa	<b>31447</b>
Resistenza media a trazione semplice	fct <sub>m</sub>	Mpa	2.56
Resistenza media a trazione per flessione	fc <sub>fm</sub>	Mpa	3.07
coefficiente parziale di resistenza	γ <sub>C</sub>		1.50
coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α <sub>cc</sub>		0.85
Resistenza a compressione di calcolo SLU	fcd	Mpa	<b>14.11</b>

<b>Caratteristiche dei materiali - Calcestruzzo pannelli prefabbricati</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Resistenza caratteristica a compressione cubica	Rck	Mpa	45
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	fck	Mpa	37
Resistenza media a compressione cilindrica	fc <sub>m</sub>	Mpa	45
Modulo elastico cls	E <sub>cm</sub>	Mpa	<b>34625</b>
Resistenza media a trazione semplice	fct <sub>m</sub>	Mpa	3.35
Resistenza media a trazione per flessione	fc <sub>fm</sub>	Mpa	4.02
coefficiente parziale di resistenza	γ <sub>C</sub>		1.50
coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α <sub>cc</sub>		0.85
Resistenza a compressione di calcolo SLU	fcd	Mpa	<b>21.17</b>

Copriferro minimo fondazione **40 mm**  
Copriferro minimo pannelli prefabbricati **25 mm**

### 3.2 Acciaio

<b>Caratteristiche dei materiali - Acciaio armatura</b>	<b>var</b>	<b>unità</b>	
Resistenza caratteristica di snervamento acciaio	f <sub>yk</sub>	Mpa	450
Modulo elastico acciaio	E <sub>y</sub>	Mpa	210000
coefficiente parziale di resistenza	γ <sub>y</sub>		1.15
resistenza di calcolo	f <sub>yd</sub>	Mpa	391.3

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 4. PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito vengono elencati i parametri geotecnici adottati nei calcoli con riferimento ai materiali interessati dai lavori in oggetto.

	PESO		RESISTENZA	
	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	
	[kN/m <sup>3</sup> ]	(kPa)	(°)	
Terreno di riempimento	19.0	0	32	
Terreno di fondazione	18.0	0	28	

	CALCOLO SLU1 (A1 + M1)			CALCOLO SLU2 (A2 + M2)		
	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	$\gamma$	$c'$	$\phi'$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	(kPa)	(°)	[kN/m <sup>3</sup> ]	(kPa)	(°)
Terreno di riempimento	24.7	0	32	19.0	0	26.6
Terreno di fondazione	23.4	0	28	18.0	0	23.0

La falda si assume a profondità non significative per le verifiche dei muri.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **5. CRITERI DI VERIFICA E COMBINAZIONE DELLE AZIONI**

La valutazione di sicurezza delle opere è stata condotta adottando il metodo degli Stati Limite.

### **5.1 Combinazioni delle azioni**

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2008 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

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

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

- *Combinazione caratteristica (rara)*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

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

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

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

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

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

### **5.2 Verifiche agli SLU**

Sono stati considerati i seguenti stati limite:

#### Stati limite ultimi:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
  - *Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno*
  - *Scorrimento sul piano di posa*
  - *Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno*
  - *Ribaltamento*
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - *Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.*

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coerentemente con il PE per le verifiche geotecniche (ad eccezione delle verifiche di stabilità globale) e strutturali è stato seguito il seguente approccio:

**Approccio 2 (A1+M1+R3)**

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2008.

Per le verifiche di stabilità globale è invece stato seguito il seguente approccio:

**Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2)**

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

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_Y$	1,0	1,0

**Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.**

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### **5.3 Verifiche nei confronti degli SLU delle sezioni in c.a.o.**

Le verifiche di resistenza delle sezioni di costruzioni in cemento armato ordinario sono state condotte secondo quanto previsto alle NTC2008.

#### ***Verifiche sl<sub>u</sub> a flessione o pressoflessione***

La resistenza di progetto  $R_d$  a flessione o pressoflessione è stata calcolata in accordo al par. 4.1.2.1.2 delle NTC2008.

#### ***Verifiche sl<sub>u</sub> per sollecitazioni taglianti***

La verifica di resistenza SLU prevede che:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

Dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

#### ***Elementi senza armature trasversali a taglio***

La norma consente l'impiego di solai, piastre e membrature ad analogo comportamento, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio.

La resistenza a taglio dell'elemento fessurato da momento flettente è pari a:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

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

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso di elementi in cemento armato precompresso disposti in semplice appoggio, nelle zone non fessurate da momento flettente (con tensioni di trazione non superiori a  $f_{ctd}$ ) la resistenza può valutarsi, in via semplificativa, con la formula:

$$V_{Rd} = 0,7 \cdot b_w \cdot d \cdot (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} \cdot f_{ctd})^{1/2} \quad (4.1.15)$$

In corrispondenza degli appoggi sono state disposte armature longitudinali in grado di assorbire uno sforzo di trazione pari al taglio sull'appoggio.

#### ***Elementi con armature trasversali resistenti al taglio***

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha \quad (4.1.18)$$

Con riferimento al cls d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta) \quad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della sezione in esame è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad (4.1.20)$$

Dove  $d$ ,  $b_w$  e  $\sigma_{cp}$  hanno il significato già visto nel paragrafo precedente. Inoltre si è posto:

$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale;	
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive;	
$\alpha$	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;	
$f'_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$ );	
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	
	1	per membrane non compresse
	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
	1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
	$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

## 5.4 Verifiche nei confronti degli SLE delle sezioni in c.a.o.

### Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2008:

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nel caso in esame, per tutte le strutture, le condizioni ambientali sono "ordinarie" essendo previste classi di esposizione **XC2**.

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

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
<b>a</b>	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$< w_1$	ap. fessure	$< w_2$
<b>b</b>	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
<b>c</b>	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Pertanto si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali Ordinarie – Armatura poco sensibile:
  - Combinazione di azioni frequente:  $w_k \leq w_2 = 0.4 \text{ mm}$
  - Combinazione di azioni quasi permanente:  $w_k \leq w_1 = 0.3 \text{ mm}$

#### **Verifica delle tensioni di esercizio SLE**

E' stato verificato che la tensione massima di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$  rispetti le seguenti limitazioni:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)} \quad (4.1.40)$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.} \quad (4.1.41)$$

Per l'acciaio di armatura è stato verificato che la tensione massima di trazione per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica rispetti la seguente limitazione:

$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} \quad (4.1.42)$$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **6. ANALISI DEI CARICHI**

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti e accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento.

### **6.1 Azioni permanenti**

#### ***Peso proprio degli elementi strutturali***

Il peso proprio degli elementi strutturali (G1) è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando un peso per unità di volume pari a **25.0 kN/m<sup>3</sup>**.

#### ***Spinta delle terre***

Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sui piedritti avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al **coefficiente di spinta attiva  $K_A$** .

### **6.2 Azioni accidentali**

#### ***Sovraccarico accidentale a tergo del muro***

Ove presente, si assume un carico uniforme a tergo della struttura pari a **20 kN/m<sup>2</sup>**. L'incremento delle spinte laterali sui piedritti è stato calcolato considerando il **coefficiente di spinta attiva  $K_A$** .

#### ***Urto del veicolo in svio***

Si considera l'azione di collisione accidentale dei mezzi sopra i ponti pari a **100 kN** agente a **1.00 m** sopra la testa muro, diffusa su almeno **2** pannelli prefabbricati collegati in testa dal cordolo gettato in opera.

### **6.3 Azioni sismiche**

#### ***Parametri per la valutazione dell'azione sismica***

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è pari a:

$a_g/g$ : **0.147**

In accordo alle NTC2008, ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo la classificazione è stata effettuata in base ai valori della velocità equivalente  $V_{S30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità:

Categoria di sottosuolo: **B**

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Ne consegue il seguente valore del coefficiente  $S_S$  per l'analisi allo stato limite SLV:

Coefficiente  $S_S$ : 1.2

L'opera ricade in area pianeggiante per cui:

Categoria topografica: T2  
Coefficiente  $S_T$ : 1.0

### ***Sovraspinta sismica terreno***

L'analisi del muro in fase sismica è stato effettuato con gli usuali metodi pseudo statici in accordo a quanto previsto dalle NTC2008 (par. 7.11.6.2.1).

L'incremento di spinta delle terre in fase sismica è stato valutato in accordo alla teoria di Mononobe-Okabe.

I coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  sono valutati secondo le espressioni :

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

Dove:

$a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;  
 $g$  è l'accelerazione di gravità;  
 $\beta_m$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

L'accelerazione orizzontale massima  $a_{max}$  attesa al sito è valutata secondo la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

Dove:

$S$  è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ );  
 $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Se l'opera è in grado di subire uno spostamento relativo rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è valutato secondo la seguente tabella:

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_m$	$\beta_m$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

In questo caso è stato assunto  $\beta_m=0.24$ .

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **7. METODOLOGIA DI CALCOLO**

### **7.1 Analisi con il software MAX**

Per l'analisi e il calcolo dei muri di sostegno è stato utilizzato il software di calcolo MAX 10.10h prodotto dalla Aztec Informatica s.r.l., Corso Umberto 43 – 87050 Casole Bruzio (CS).

### **7.2 Calcolo della spinta sul muro**

Effettuando il calcolo tramite le NTC 2008 è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo A1 - M1 nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo A2 - M2 nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

### **7.3 Metodo di Culmann**

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che, mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta), il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\alpha$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 7.4 Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a:

$$\begin{aligned}\varepsilon' &= \varepsilon + \theta \\ \beta' &= \beta + \theta\end{aligned}$$

Avendo posto

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Dove  $k_h$  e  $k_v$  sono, rispettivamente, il coefficiente sismico orizzontale e verticale.

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche, l'incremento di spinta da applicare è espresso da:

$$\Delta S = \Delta S' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2(\beta) \cos(\theta)}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ . Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1. Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

## 7.5 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo. Il valore di  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

## 7.6 Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ .

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione  $\delta_f$  diversi autori suggeriscono di assumere un valore pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

## **7.7 Verifica al carico limite**

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di [Meyerhof](#).

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\phi)$$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_{\gamma} = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

$$d_q = d_{\gamma} = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \varphi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\varphi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$i_{\gamma} = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

## **7.8 Verifica alla stabilità globale**

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di **Bishop**. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \text{sen } \alpha_i}$$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{tg \varphi_i \cdot tg \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $\eta$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\varphi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

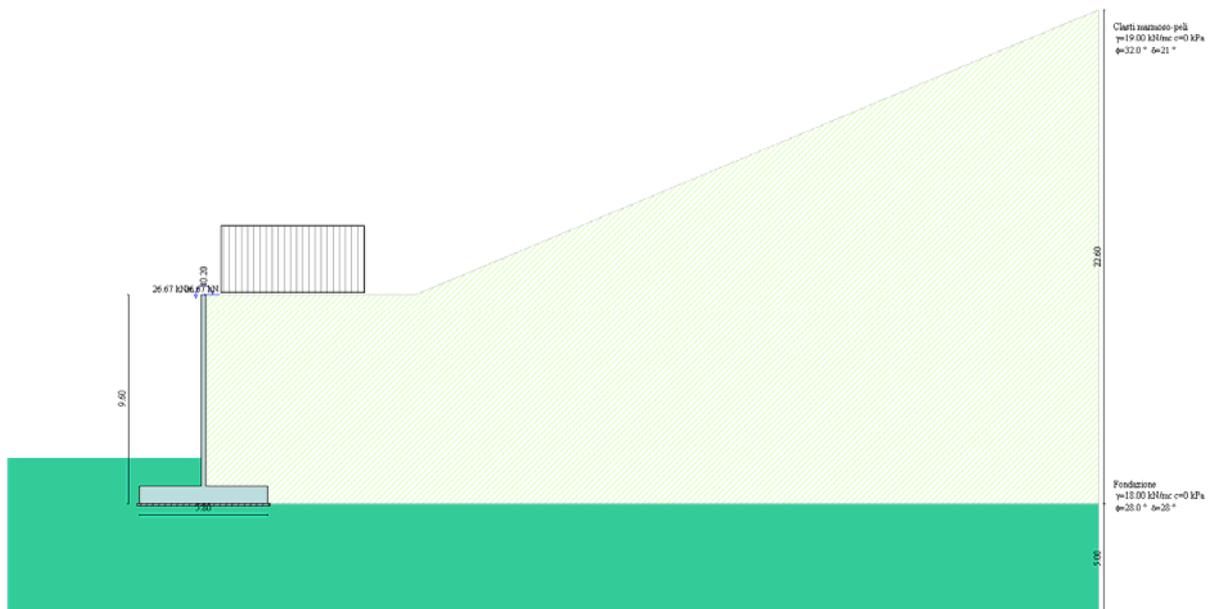
## **7.9 Verifica strutturale soletta di fondazione e pannelli prefabbricati**

Le verifiche strutturali dei pannelli prefabbricati e delle solette di fondazione sono condotte tramite l'utilizzo del software RC-sec della GeoStru. La soletta di fondazione e le nervature dei contrafforti sono verificate a partire dalle sollecitazioni ricavate dai modelli di calcolo di MAX, mentre le sollecitazioni a base delle verifiche dei paramenti sono ricavate da un modello di trave a mensola soggetta a un carico uniformemente distribuito dato dal massimo valore della spinta del terreno.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **8. MURO TIPO P0 - Hmax=8.60m**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.



A tergo del muro è presente una viabilità, pertanto è stata considerata la presenza del sovraccarico accidentale e le azioni dell'urto del veicolo in svio

Le combinazioni di base analizzate sono le seguenti:

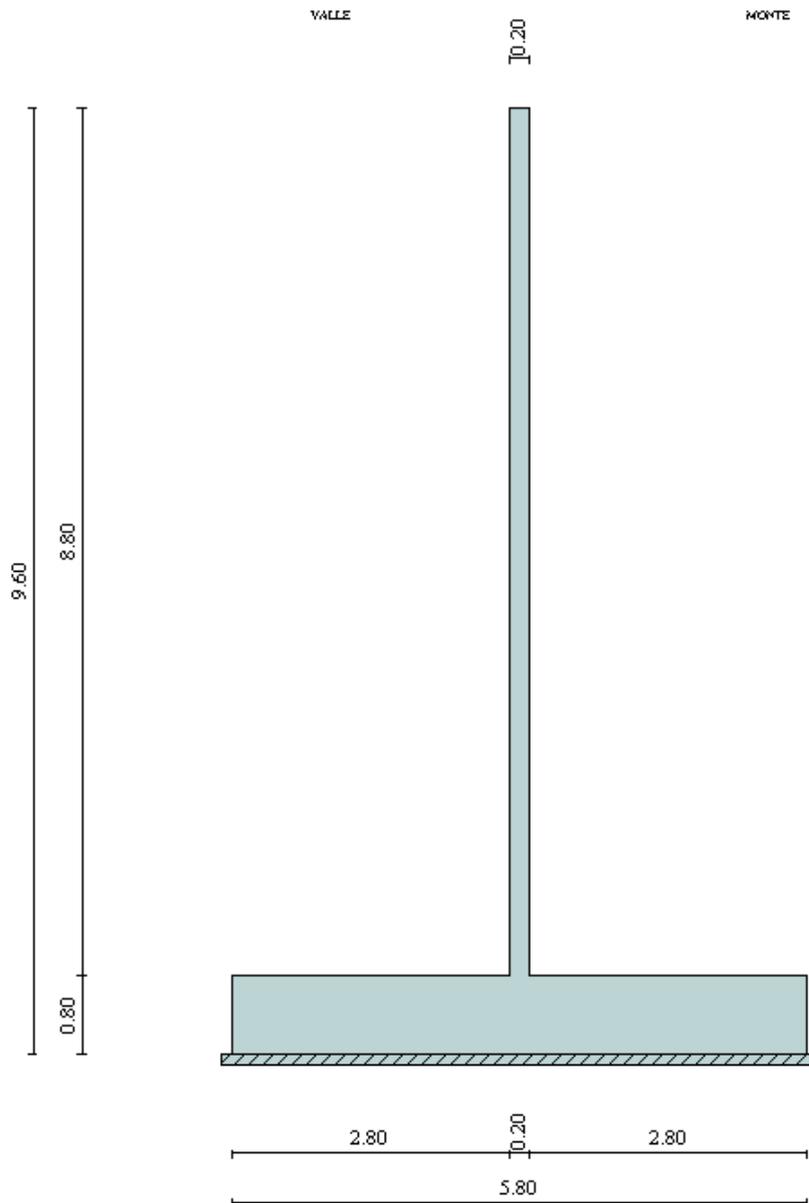
- Combinazione 1: Peso Proprio + Spinta Del Terreno
- Combinazione 2: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale
- Combinazione 3: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale + Urto
- Combinazione 4: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sisma

Il dettaglio dell'analisi è riportato negli Allegati.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 8.1 Geometria di calcolo

Di seguito è riportata la geometria di calcolo del muro analizzato.  
Come descritto in precedenza il paramento è modellato a sezione costante mentre la verifica è effettuata considerando la reale geometria dell'elemento.



<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 8.2 Risultati analisi

### *Fattori di sicurezza verifiche geotecniche*

Di seguito la sintesi dei fattori di sicurezza nei confronti delle verifiche geotecniche.

#### Combinazione 1:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.84		1.76 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.54		1.28 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.95		1.83 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.42		1.29 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.42**

#### Combinazione 2:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.29		1.76 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.42		1.28 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.50		1.83 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.35		1.29 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.35**

#### Combinazione 3:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.76		1.76 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.28		1.28 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.83		1.83 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.35		1.29 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.35**

#### Combinazione 4:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.51		1.76 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.56		1.28 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	3.06		1.83 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.29		1.29 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.29**

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### ***Sollecitazioni***

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime sulla soletta di fondazione e sul paramento al metro lineare ricavate dai modelli di calcolo:

Sollecitazioni Paramento al m			PO	
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	1342.89	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	707.45	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	668.58	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	652.81	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	344.19	kN/m

Sollecitazioni Fondazione al m				
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	719.74	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	386.16	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	362.33	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	292.28	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	472.75	kN/m

### **8.3 Verifica strutturale della fondazione e del paramento prefabbricato**

Le verifiche strutturali del paramento e della fondazione sono condotte considerando sezioni di **1.25 m** di larghezza. Le sollecitazioni precedentemente ricavate sono state pertanto adattate a tale larghezza.

La soletta di fondazione di spessore **0.80 m** in direzione **trasversale** sarà armata con **8Ø26** all'estradosso e **8Ø26** all'intradosso. Inoltre saranno previsti dei ferri aggiuntivi in **2° strato** corrispondenza dei momenti massimi pari a **8Ø20** all'estradosso e **8Ø20** all'intradosso.

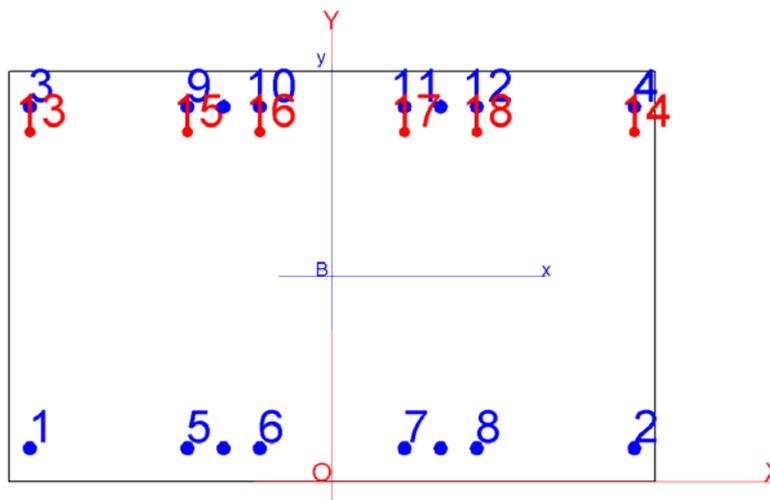
In direzione **longitudinale** la fondazione sarà armata con **Ø16/10** all'estradosso e **Ø16/20** all'intradosso.

Sono inoltre previste spille pari a **Ø14/40x40**.

Il paramento con sezione a "T" sarà armato con **3 strati** di **3Ø26** nella nervatura e staffe **Ø12/20** a **2 braccia**.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Verifica Fondazione



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

NOME SEZIONE: P0-80

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Fondazione\P0-80.sez)

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-62.5	0.0
2	-62.5	80.0

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

3	62.5	80.0
4	62.5	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-58.5	6.5	26
2	58.5	6.5	26
3	-58.5	73.1	26
4	58.5	73.1	26
5	-28.0	6.5	26
6	-14.0	6.5	26
7	14.0	6.5	26
8	28.0	6.5	26
9	-28.0	73.1	26
10	-14.0	73.1	26
11	14.0	73.1	26
12	28.0	73.1	26
13	-58.5	68.2	20
14	58.5	68.2	20
15	-28.0	68.2	20
16	-14.0	68.2	20
17	14.0	68.2	20
18	28.0	68.2	20

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	5	6	1	26
2	7	8	1	26
3	9	10	1	26
4	11	12	1	26

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

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

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-899.68	0.00	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-482.70	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

1 0.00 -452.91 (-593.31) 0.00 (0.00)

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-365.35 (-593.31)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1506.04	0.00	0.00	-1616.29	0.00	1.797	61.3(18.2)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01103	-62.5	0.0	0.00075	-58.5	6.5	-0.02748	58.5	73.1

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000423839	0.003500000	0.113	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.93	-62.5	0.0	-126.3	21.0	73.1	2829	61.3	7.0	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.69	-62.5	0.0	-118.5	21.0	73.1	2829	61.3	7.0	1.00

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica												
S1	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata												
S2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff												
k2	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata												
k3	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff												
Ø	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff												
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa												
Psi	= $1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]												
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi												
sm	Distanza media tra le fessure [mm]												
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot sm$ . Valore limite tra parentesi												
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]												
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]												
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-2.6	-1.0	0.176	24	56	-0.716	0.00024 (0.00024)	203	0.082 (0.40)	-593.31	0.00	

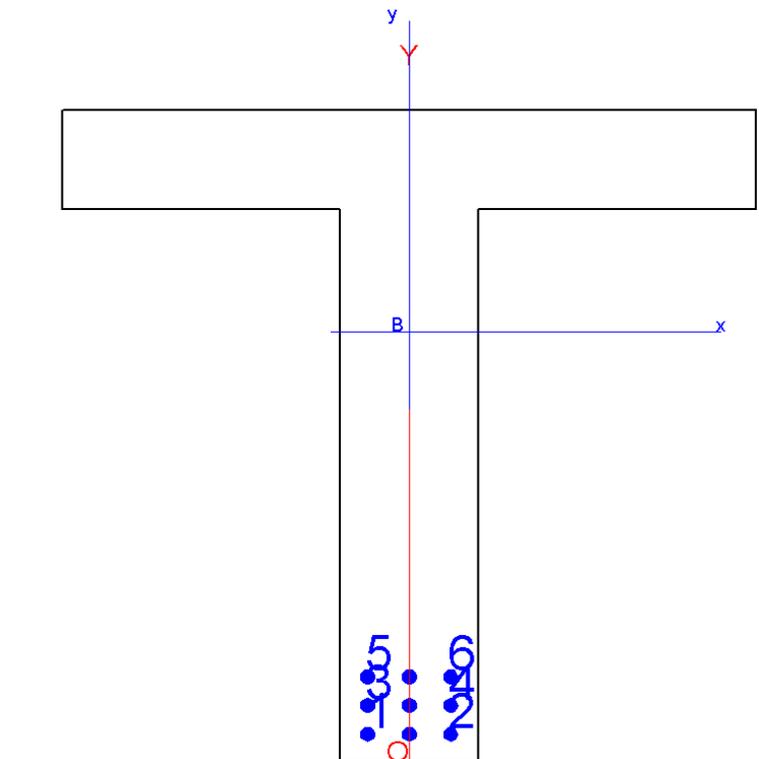
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.97	-62.5	0.0	-95.6	21.0	73.1	2829	61.3	7.0	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	sm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.1	-0.8	0.176	24	56	-0.319	0.00019 (0.00019)	203	0.066 (0.30)	-593.31	0.00

**Verifica paramento**



<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**
**NOME SEZIONE: P0-Param**

(Percorso File: V:\TOTO\La Spezia - 3° lotto\Rel\7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\IP0-Param.sez)

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :		1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:		360.00	MPa

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-12.5	0.0
2	-12.5	100.0
3	-62.5	100.0
4	-62.5	118.0
5	62.5	118.0
6	62.5	100.0
7	12.5	100.0
8	12.5	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.5	5.0	26
2	7.5	5.0	26
3	-7.5	10.2	26
4	7.5	10.2	26
5	-7.5	15.4	26
6	7.5	15.4	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

1	1	2	1	26
2	3	4	1	26
3	5	6	1	26

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1678.61	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	884.61	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	835.73 (443.22)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	816.01 (443.22)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)								
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1757.71	0.00	0.00	1947.71	0.00	1.160	47.8(7.4)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01676	-62.5	118.0	-0.03760	-7.5	15.4	-0.04177	-7.5	5.0

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

	a	b	c	x/d	C.Rid.
N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000400607	-0.043771573	0.077	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	5.24	-62.5	118.0	-198.8	0.0	5.0	575	47.8	5.2	1.00

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

	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.95	-62.5	118.0	-187.8	0.0	5.0	575	47.8	5.2	1.00

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

	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-6.3	-4.2	0.209	26	37	0.719	0.00067 (0.00038)	111	0.127 (0.40)	443.22	0.00

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

	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.84	-62.5	118.0	-183.3	0.0	5.0	575	47.8	5.2	0.50

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

	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-6.2	-4.1	0.209	26	37	0.852	0.00078 (0.00037)	111	0.147 (0.30)	443.22	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
			P0	P0
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37.35	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	1.28	0.80
Larghezza	B	m	0.25	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.32	0.80
Larghezza anima	bw	m	0.25	1.00
copriferro	c	m	0.05	0.07
altezza utile della sezione	d	m	1.23	0.74
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	430.2	590.9
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>				
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata				
	Asl	mmq	1593	4248
Coefficiente k	k	mm	1.40	1.52
vmin	vmin		0.4	0.3
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00518	0.00578
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>139.0</b>	<b>326.4</b>
<b>Check</b>			<b>ATTENZIONTTENZION</b>	

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

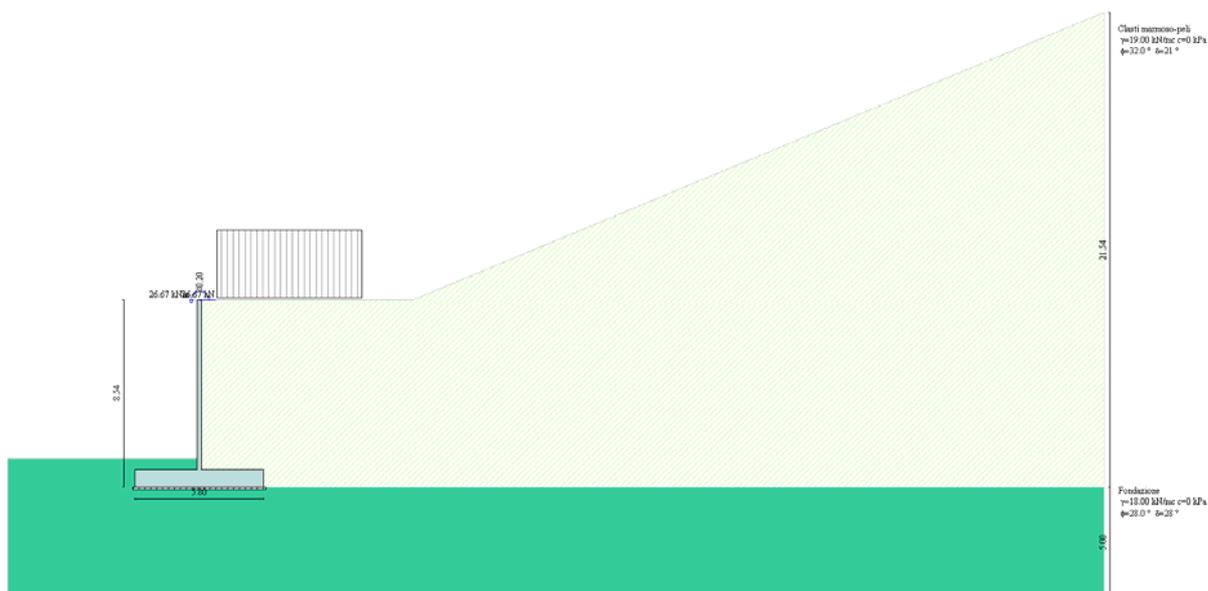
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	1952.5	3111.3
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diámetro staffe	$\phi_{sw}$	mm	12	14
passo staffe	scp	m	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	385
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta'$	deg	24.1	13.4
Inclinazione di calcolodei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	24.1	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rs</sub>	kN	1093	623
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	1093	1609

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1093.1</b>	<b>622.6</b>
<b>Check</b>			<b>OK</b>	<b>OK</b>

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **9. MURO TIPO P1 - Hmax=7.74m**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.



A tergo del muro è presente una viabilità, pertanto è stata considerata la presenza del sovraccarico accidentale e le azioni dell'urto del veicolo in svio

Le combinazioni di base analizzate sono le seguenti:

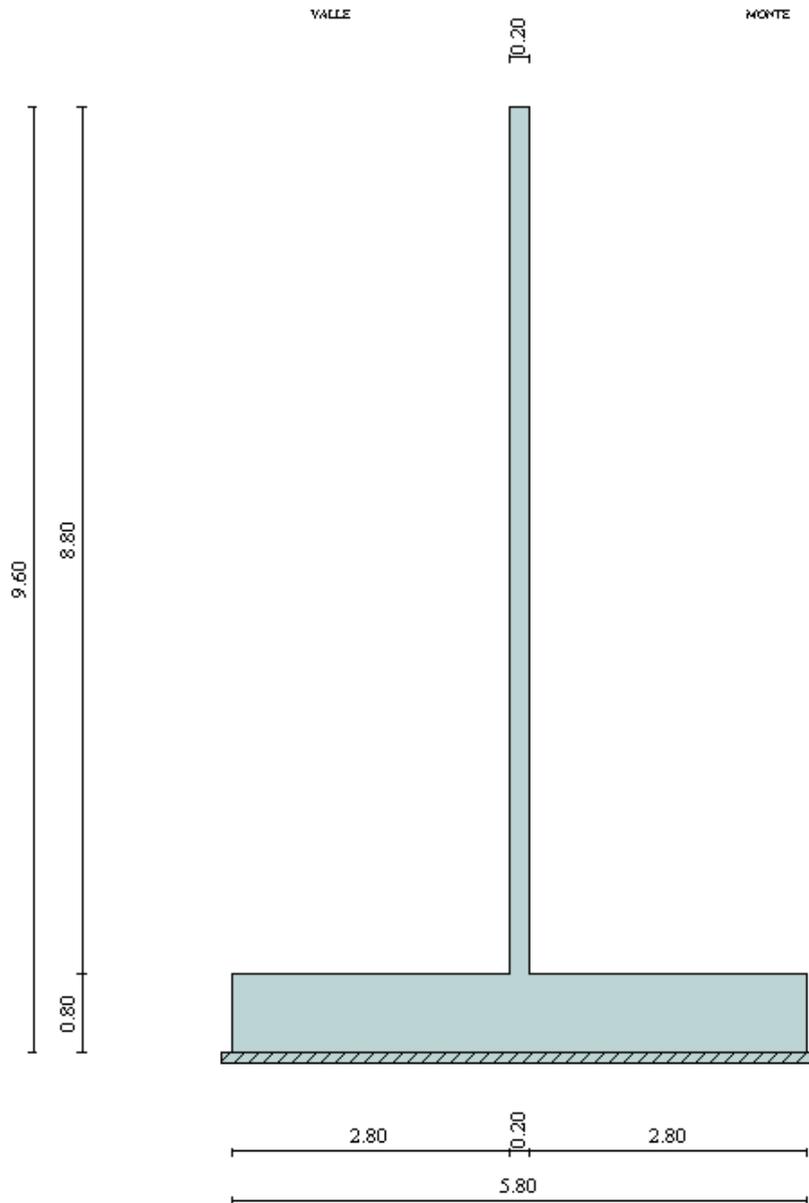
- Combinazione 1: Peso Proprio + Spinta Del Terreno
- Combinazione 2: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale
- Combinazione 3: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale + Urto
- Combinazione 4: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sisma

Il dettaglio dell'analisi è riportato in Allegato.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 9.1 Geometria di calcolo

Di seguito è riportata la geometria di calcolo del muro analizzato.  
 Come descritto in precedenza il paramento è modellato a sezione costante mentre la verifica è effettuata considerando la reale geometria dell'elemento.



<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 9.2 Risultati analisi

### *Fattori di sicurezza verifiche geotecniche*

Di seguito la sintesi dei fattori di sicurezza nei confronti delle verifiche geotecniche.

#### Combinazione 1:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.53		2.02 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.61		1.27 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.27		1.48 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.28		1.17 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.28**

#### Combinazione 2:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.76		2.02 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44		1.27 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.90		1.48 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.19		1.17 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.19**

#### Combinazione 3:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.02		2.02 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.27		1.27 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.48		1.48 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.19		1.17 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.19**

#### Combinazione 4:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.14		2.02 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.60		1.27 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.32		1.48 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.17		1.17 [15]	IB: 4 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.17**

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### ***Sollecitazioni***

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime sulla soletta di fondazione e sul paramento al metro lineare ricavate dai modelli di calcolo:

Sollecitazioni Paramento al m			P1	
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	1012.17	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	491.69	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	462.59	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	376.14	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	280.64	kN/m

Sollecitazioni Fondazione al m				
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	567.34	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	277.72	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	258.87	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	202.73	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	373.28	kN/m

### **9.3 Verifica strutturale della fondazione e del paramento prefabbricato**

Le verifiche strutturali del paramento e della fondazione sono condotte considerando sezioni di **1.25 m** di larghezza. Le sollecitazioni precedentemente ricavate sono state pertanto adattate a tale larghezza.

La soletta di fondazione di spessore **0.80 m** in direzione **trasversale** sarà armata con **8Ø26** all'estradosso e **8Ø26** all'intradosso.

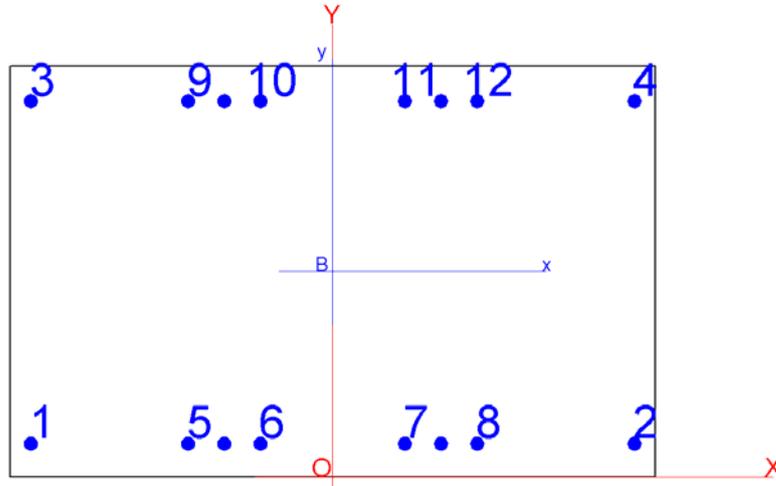
In direzione **longitudinale** la fondazione sarà armata con **Ø16/10** all'estradosso e **Ø16/20** all'intradosso.

Sono inoltre previste spille pari a **Ø14/40x40**.

Il paramento con sezione a "T" sarà armato nella nervatura lato valle con **2 strati** di **3Ø26 + 1 strato** di **2Ø26**. Saranno inoltre previste staffe **Ø12/20** a **2 braccia**.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Verifica Fondazione



### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: P1-80

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2\_MURI\7\_2\_4\_SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Fondazione\P1-80.sez)

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

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C35/45
N° vertice:	X [cm]      Y [cm]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

1	-62.5	0.0
2	-62.5	80.0
3	62.5	80.0
4	62.5	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-58.5	6.5	26
2	58.5	6.5	26
3	-58.5	73.1	26
4	58.5	73.1	26
5	-28.0	6.5	26
6	-14.0	6.5	26
7	14.0	6.5	26
8	28.0	6.5	26
9	-28.0	73.1	26
10	-14.0	73.1	26
11	14.0	73.1	26
12	28.0	73.1	26

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	5	6	1	26
2	7	8	1	26
3	9	10	1	26
4	11	12	1	26

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

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-709.18	0.00	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-347.15	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-323.59 (-564.69)	0.00 (0.00)

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

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-253.41 (-564.69)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.4 cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-1112.29	0.00	0.00	-1160.58	0.00	1.637	42.5(18.2)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01385	-62.5	0.0	0.00021	-58.5	6.5	-0.03349	58.5	73.1

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000505983	0.003500000	0.095	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.10	-62.5	0.0	-123.0	21.0	73.1	2930	42.5	7.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.10	-62.5	0.0	-123.0	21.0	73.1	2930	42.5	7.0	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>										Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>										
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>								<b>DC</b>	

1 S 2.89 -62.5 0.0 -114.6 21.0 73.1 2930 42.5 7.0 1.00

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

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.9	-0.7	0.173	26	56	-2.045	0.00023 (0.00023)	250	0.097 (0.40)	-564.69	0.00

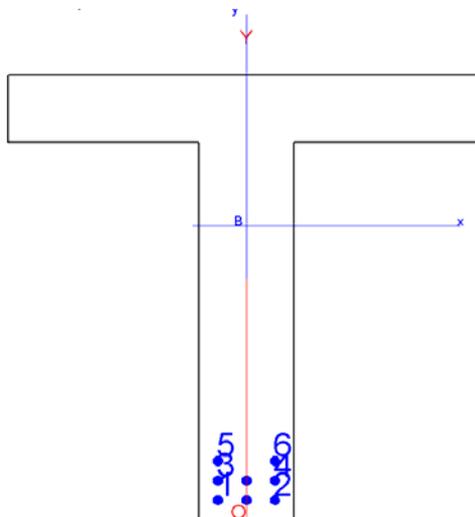
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.26	-62.5	0.0	-89.8	21.0	73.1	2930	42.5	7.0	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.5	-0.6	0.173	26	56	-1.483	0.00018 (0.00018)	250	0.076 (0.30)	-564.69	0.00

**Verifica paramento**



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

**NOME SEZIONE: P1-Param**

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\P1-Param.sez)

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170 MPa

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C35/45

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-12.5	0.0
2	-12.5	100.0
3	-62.5	100.0
4	-62.5	118.0
5	62.5	118.0
6	62.5	100.0
7	12.5	100.0
8	12.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.5	5.0	26
2	7.5	5.0	26
3	-7.5	10.2	26
4	7.5	10.2	26
5	-7.5	15.4	26
6	7.5	15.4	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N° Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N° Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N° Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	1	26
2	3	4	1	26
3	5	6	1	1

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

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

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

1                      0.00                      1265.21                      0.00                      0.00                      0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	614.61	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	578.24 (427.05)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	470.18 (427.05)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6	cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1590.77	0.00	0.00	1749.20	0.00	1.383	42.5(7.5)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01928	-62.5	118.0	-0.04272	-7.5	15.4	-0.04740	-7.5	5.0

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

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 43 di 43
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	---------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	0.000450446	-0.049652624	0.069	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.72	62.5	118.0	-152.5	0.0	5.0	575	42.5	5.2	1.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.50	62.5	118.0	-143.5	0.0	5.0	575	42.5	5.2	1.00

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$											
S1	Esito della verifica											
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata											
k2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff											
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata											
Ø	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff											
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff											
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa											
e sm	= $1 - \text{Beta}12 \cdot (Ss/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]											
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi											
wk	Distanza media tra le fessure [mm]											
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.5	-3.1	0.209	26	37	0.455	0.00033 (0.00029)	114	0.063 (0.40)	427.05	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.85	-62.5	118.0	-116.7	0.0	5.0	575	42.5	5.2	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.7	-2.5	0.209	26	37	0.588	0.00034 (0.00023)	114	0.066 (0.30)	427.05	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
			P1	P1
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37.35	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	1.18	0.80
Larghezza	B	m	0.25	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.30	0.80
Larghezza anima	bw	m	0.25	1.00
copriferro	c	m	0.05	0.07
altezza utile della sezione	d	m	1.13	0.74
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	350.8	466.6
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>				
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata				
	Asl	mmq	1593	4248
Coefficiente k	k	mm	1.42	1.52
vmin	vmin		0.4	0.3
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00564	0.00578
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>133.0</b>	<b>326.4</b>
<b>Check</b>			<b>ATTENZIONTTENZION</b>	

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

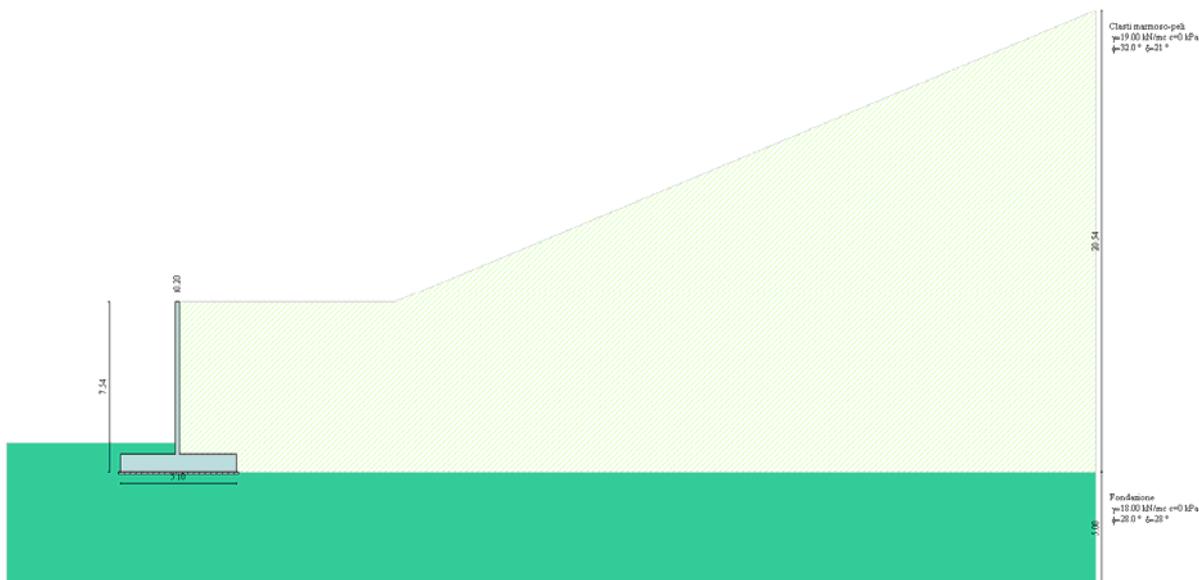
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	1793.7	3111.3
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	$\phi_{sw}$	mm	12	14
passo staffe	scp	m	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	385
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta'$	deg	24.1	13.4
Inclinazione di calcolodei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	24.1	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rs d</sub>	kN	1004	623
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	1004	1609

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>1004.2</b>	<b>622.6</b>
<b>Check</b>			<b>OK OK</b>	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **10. MURO TIPO P2 - Hmax=6.74m**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.



A tergo del muro è presente una viabilità, pertanto è stata considerata la presenza del sovraccarico accidentale e le azioni dell'urto del veicolo in svio

Le combinazioni di base analizzate sono le seguenti:

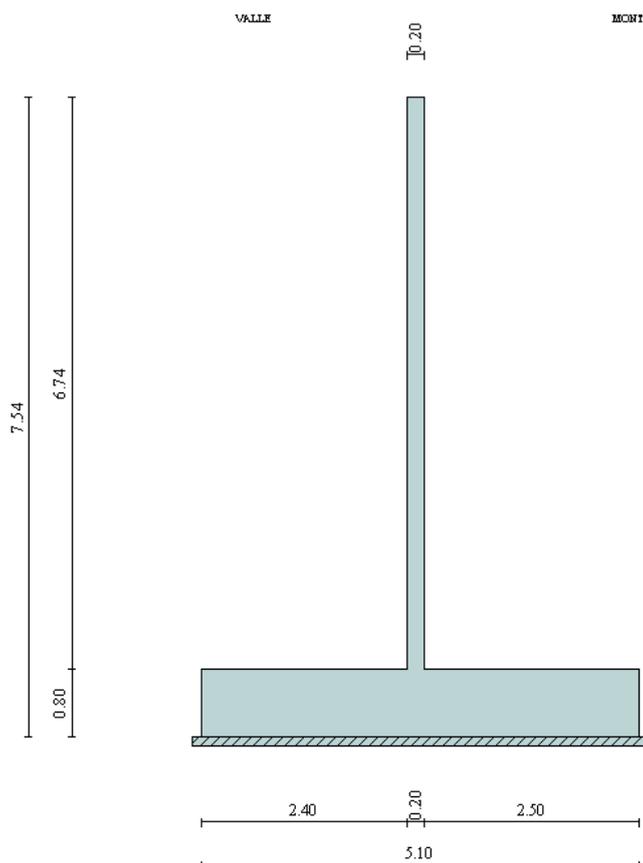
- Combinazione 1: Peso Proprio + Spinta Del Terreno
- Combinazione 2: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale
- Combinazione 3: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale + Urto
- Combinazione 4: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sisma

Il dettaglio dell'analisi è riportato nei tabulati di calcolo.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 10.1 Geometria di calcolo

Di seguito è riportata la geometria di calcolo del muro analizzato. Come descritto in precedenza il paramento è modellato a sezione costante mentre la verifica è effettuata considerando la reale geometria dell'elemento.



## 10.2 Risultati analisi

### Fattori di sicurezza verifiche geotecniche

Di seguito la sintesi dei fattori di sicurezza nei confronti delle verifiche geotecniche.

#### Combinazione 1:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.56	■	1.86 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67	■	1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.55	■	1.42 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.33	■	1.21 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.33**

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Combinazione 2:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.69		1.86 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.03		1.42 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.21		1.21 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.21**

### Combinazione 3:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.86		1.86 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.42		1.42 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.21		1.21 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.21**

### Combinazione 4:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.17		1.86 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.66		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	2.60		1.42 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.21		1.21 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.21**

### ***Sollecitazioni***

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime sulla soletta di fondazione e sul paramento al metro lineare ricavate dai modelli di calcolo:

Sollecitazioni Paramento al m			P2	
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	<b>758.60</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	<b>332.28</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	<b>311.09</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	<b>248.38</b>	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	<b>227.21</b>	kN/m

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sollecitazioni Fondazione al m				
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	441.06	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	193.47	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	179.38	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	137.09	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	320.82	kN/m

### 10.3 Verifica strutturale della fondazione e del paramento prefabbricato

Le verifiche strutturali del paramento e della fondazione sono condotte considerando sezioni di **1.25 m** di larghezza. Le sollecitazioni precedentemente ricavate sono state pertanto adattate a tale larghezza.

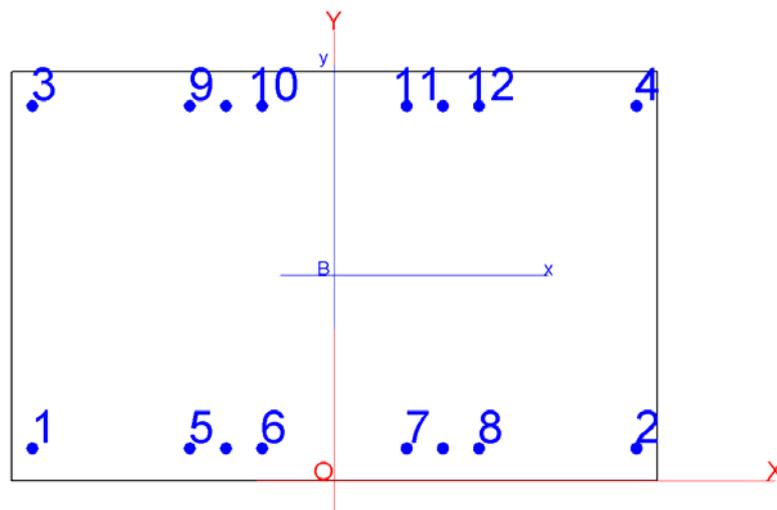
La soletta di fondazione di spessore **0.80 m** in direzione **trasversale** sarà armata con **8Ø22** all'estradosso e **8Ø22** all'intradosso.

In direzione **longitudinale** la fondazione sarà armata con **Ø16/10** all'estradosso e **Ø16/20** all'intradosso.

Sono inoltre previste spille pari a **Ø14/40x40**.

Il paramento con sezione a "T" sarà armato nella nervatura lato valle con **2 strati** di **3Ø26**. Saranno inoltre previste staffe **Ø12/20** a **2 braccia**.

#### Verifica Fondazione



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: P2-80

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2\_MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Fondazione\P2-80.sez)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-62.5	0.0
2	-62.5	80.0
3	62.5	80.0
4	62.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-58.5	6.3	22
2	58.5	6.3	22
3	-58.5	73.3	22
4	58.5	73.3	22
5	-28.0	6.3	22
6	-14.0	6.3	22
7	14.0	6.3	22
8	28.0	6.3	22
9	-28.0	73.3	22
10	-14.0	73.3	22
11	14.0	73.3	22
12	28.0	73.3	22

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N° Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N° Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N° Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	5	6	1	22

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

2	7	8	1	22
3	9	10	1	22
4	11	12	1	22

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-551.33	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-241.84	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-224.23 (-532.19)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-171.36 (-532.19)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.9	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.8	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)								
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000 Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-806.99	0.00	0.00	-846.30	0.00	1.535	30.4(18.2)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
N° Comb										
1	0.00350	-0.01644	-62.5	0.0	-0.00016	-58.5	6.3	-0.03914	58.5	73.3

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

	a	b	c	x/d	C.Rid.
N° Comb					
1	0.000000000	-0.000581716	0.003500000	0.082	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
N° Comb											
1	S	2.54	-62.5	0.0	-118.2	21.0	73.3	2479	30.4	7.0	1.00

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

	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
N° Comb											
1	S	2.36	-62.5	0.0	-109.6	21.0	73.3	2479	30.4	7.0	1.00

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

	Ver.	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
Comb.												
1	S	-1.4	-0.6	0.182	22	56	-4.633	0.00022 (0.00022)	257	0.096 (0.40)	-532.19	0.00

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

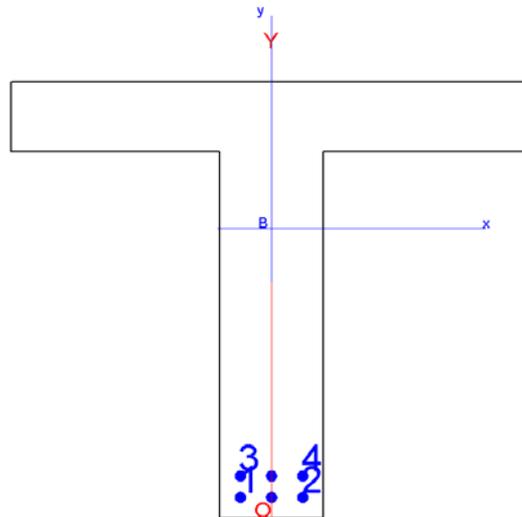
	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
N° Comb											
1	S	1.80	-62.5	0.0	-83.8	21.0	73.3	2479	30.4	7.0	0.50

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

	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
Comb.												
1	S	-1.1	-0.5	0.182	22	56	-3.823	0.00017 (0.00017)	257	0.073 (0.30)	-532.19	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Verifica paramento



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

NOME SEZIONE: P2-Param

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\IP2-Param.sez)

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-12.5	0.0
2	-12.5	89.0
3	-62.5	89.0

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

4	-62.5	106.0
5	62.5	106.0
6	62.5	89.0
7	12.5	89.0
8	12.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.5	5.0	26
2	7.5	5.0	26
3	-7.5	10.2	26
4	7.5	10.2	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

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

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

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	948.25	0.00	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	415.35	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	388.86 (327.49)	0.00 (0.00)

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	310.48 (327.49)	0.00 (0.00)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	1107.19	0.00	0.00	1196.40	0.00	1.262	31.9(7.0)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02381	-62.5	106.0	-0.05408	-7.5	10.2	-0.05721	-7.5	5.0

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000601071	-0.060213520	0.058	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.20	62.5	106.0	-148.0	0.0	5.0	575	31.9	5.2	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.99	62.5	106.0	-138.6	0.0	5.0	575	31.9	5.2	1.00

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-4.0	-2.6	0.206	26	37	0.291	0.00028 (0.00028)	123	0.058 (0.40)	327.49	0.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.39	62.5	106.0	-110.6	0.0	5.0	575	31.9	5.2	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.2	-2.1	0.206	26	37	0.444	0.00025 (0.00022)	123	0.051 (0.30)	327.49	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
			P2	P2
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37.35	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	1.06	0.80
Larghezza	B	m	0.25	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.27	0.80
Larghezza anima	bw	m	0.25	1.00
copriferro	c	m	0.05	0.07
altezza utile della sezione	d	m	1.01	0.74
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	284.0	401.0
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>				
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata				
	Asl	mmq	1593	3040
Coefficiente k	k	mm	1.44	1.52
vmin	vmin		0.4	0.3
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00631	0.00414
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>125.5</b>	<b>292.0</b>
<b>Check</b>			<b>ATTENZION</b>	<b>TENZION</b>

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

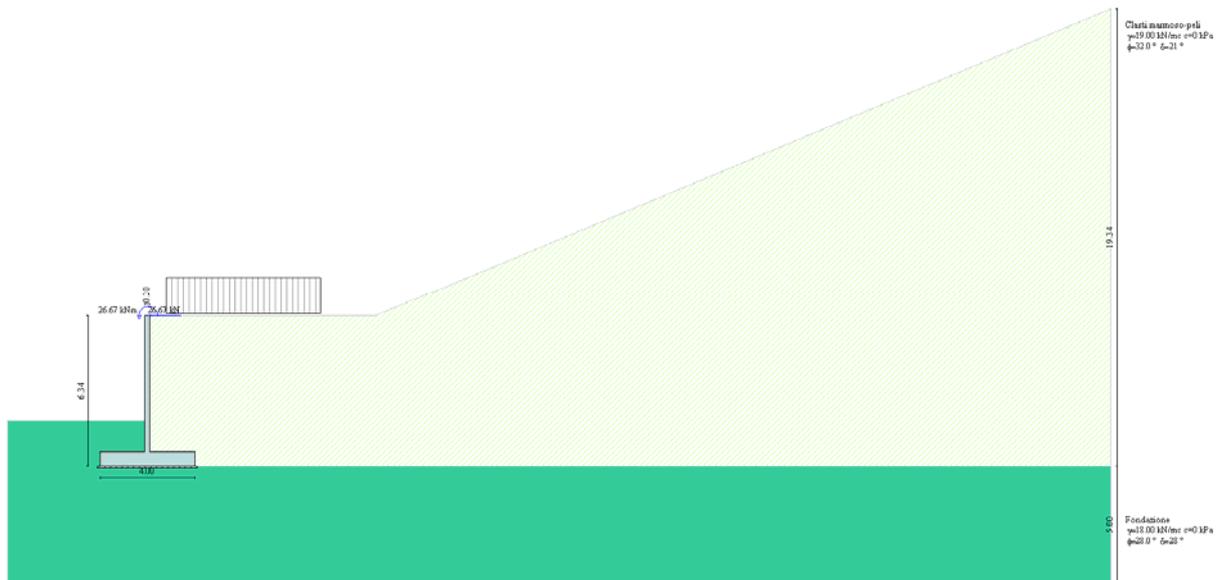
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	1603.2	3111.3
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	$\phi_{sw}$	mm	12	14
passo staffe	scp	m	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	385
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta'$	deg	24.1	13.4
Inclinazione di calcolodei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	24.1	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rs</sub>	kN	898	623
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	898	1609

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>897.6</b>	<b>622.6</b>
<b>Check</b>			<b>OK</b>	<b>OK</b>

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **11. MURO TIPO P3 - Hmax=5.74m**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.



A tergo del muro è presente una viabilità, pertanto è stata considerata la presenza del sovraccarico accidentale e le azioni dell'urto del veicolo in svio

Le combinazioni di base analizzate sono le seguenti:

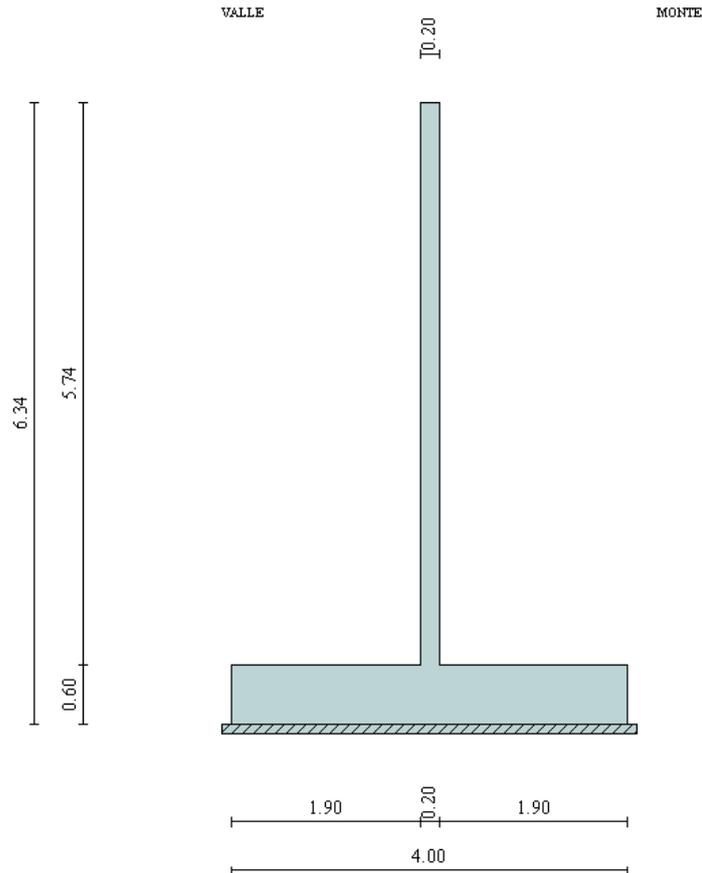
- Combinazione 1: Peso Proprio + Spinta Del Terreno
- Combinazione 2: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale
- Combinazione 3: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale + Urto
- Combinazione 4: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sisma

Il dettaglio dell'analisi è riportato nei tabulati di calcolo.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 11.1 Geometria di calcolo

Di seguito è riportata la geometria di calcolo del muro analizzato. Come descritto in precedenza il paramento è modellato a sezione costante mentre la verifica è effettuata considerando la reale geometria dell'elemento.



## 11.2 Risultati analisi

### ***Fattori di sicurezza verifiche geotecniche***

Di seguito la sintesi dei fattori di sicurezza nei confronti delle verifiche geotecniche.

#### **Combinazione 1:**

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	3.12	■	1.40 [8]	IB: 3 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	1.80	■	1.20 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	4.08	■	1.60 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	1.70	■	1.47 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.70**

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Combinazione 2:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.24		1.40 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.47		1.20 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	3.09		1.60 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.47		1.47 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.47**

### Combinazione 3:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.40		1.40 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.20		1.20 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.60		1.60 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.47		1.47 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.47**

### Combinazione 4:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.85		1.40 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.83		1.20 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	4.22		1.60 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.53		1.47 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.53**

### ***Sollecitazioni***

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime sulla soletta di fondazione e sul paramento al metro lineare ricavate dai modelli di calcolo:

Sollecitazioni Paramento al m			P3	
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	<b>555.33</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	<b>210.79</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	<b>196.26</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	<b>153.41</b>	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	<b>180.11</b>	kN/m

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sollecitazioni Fondazione al m			
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	305.93 kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	124.13 kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	113.93 kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	83.35 kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	284.27 kN/m

### 11.3 Verifica strutturale della fondazione e del paramento prefabbricato

Le verifiche strutturali del paramento e della fondazione sono condotte considerando sezioni di **1.25 m** di larghezza. Le sollecitazioni precedentemente ricavate sono state pertanto adattate a tale larghezza.

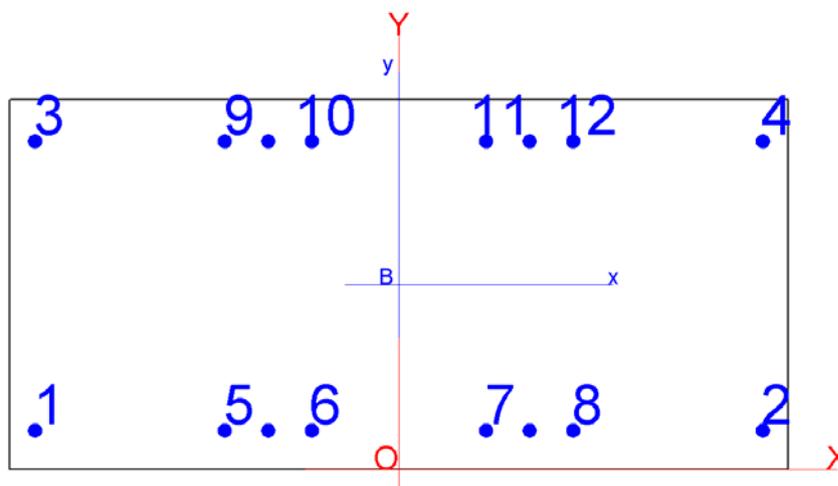
La soletta di fondazione di spessore **0.60 m** in direzione **trasversale** sarà armata con **8Ø22** all'estradosso e **8Ø22** all'intradosso.

In direzione **longitudinale** la fondazione sarà armata con **Ø14/10** all'estradosso e **Ø14/20** all'intradosso.

Sono inoltre previste spille pari a **Ø14/40x40**.

Il paramento con sezione a "T" sarà armato nella nervatura lato valle con **2 strati** di **3Ø26** + **1 strato** di **2Ø26**. Saranno inoltre previste staffe **Ø12/20** a **2 braccia**.

#### Verifica Fondazione



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: P3-60

(Percorso File: V:\TOTO\La Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SECI\Fondazione\P3-60.sez)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50		
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-62.5	0.0
2	-62.5	60.0
3	62.5	60.0
4	62.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-58.5	6.3	22
2	58.5	6.3	22
3	-58.5	53.2	22
4	58.5	53.2	22
5	-28.0	6.3	22
6	-14.0	6.3	22
7	14.0	6.3	22
8	28.0	6.3	22
9	-28.0	53.2	22
10	-14.0	53.2	22
11	14.0	53.2	22
12	28.0	53.2	22

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N° Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N° Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N° Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			
N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	5	6	1	22
2	7	8	1	22

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

3	9	10	1	22
4	11	12	1	22

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-382.41	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-155.16	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-142.41 (-307.00)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-104.19 (-307.00)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.9	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.8	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)								
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-575.98	0.00	0.00	-606.97	0.00	1.587	30.4(13.3)

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

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01146	-62.5	0.0	-0.00017	-58.5	6.3	-0.02745	58.5	53.2

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000581797	0.003500000	0.113	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.73	62.5	0.0	-106.4	21.0	53.2	2488	30.4	7.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.50	-62.5	0.0	-97.6	21.0	53.2	2488	30.4	7.0	1.00

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

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.6	-0.4	0.159	22	57	-3.647	0.00020 (0.00020)	243	0.081 (0.40)	-307.00	0.00

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

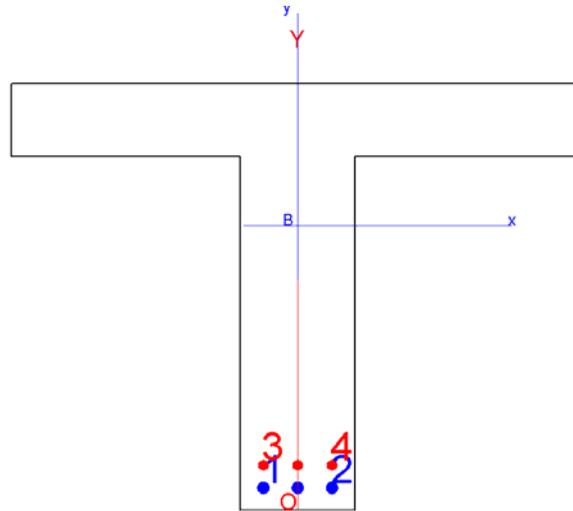
N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.83	-62.5	0.0	-71.4	21.0	53.2	2488	30.4	7.0	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.1	-0.3	0.159	22	57	-3.341	0.00014 (0.00014)	243	0.059 (0.30)	-307.00	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Verifica paramento



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

NOME SEZIONE: P3-Param

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\P3-Param.sez)

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :		1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-12.5	0.0
2	-12.5	78.0
3	-62.5	78.0
4	-62.5	94.0

**VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)**  
**Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia**  
**Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia**  
**Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto**  
**tra Felettino ed il raccordo autostradale**

Redatto:

**PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO**

Oggetto: **Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)**  
**Relazione di calcolo**

**DC**

5	62.5	94.0
6	62.5	78.0
7	12.5	78.0
8	12.5	0.0

**DATI BARRE ISOLATE**

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.5	5.0	26
2	7.5	5.0	26
3	-7.5	10.0	22
4	7.5	10.0	22

**DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE**

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	1	26
2	3	4	1	22

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

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

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	694.16	0.00	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	263.49	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	245.33 (254.20)	0.00 (0.00)

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	191.76 (254.20)	0.00 (0.00)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	841.53	0.00	0.00	907.30	0.00	1.307	27.3(6.4)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02479	-62.5	94.0	-0.05549	-7.5	10.0	-0.05901	-7.5	5.0

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	0.000702317	-0.062517762	0.056	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.59	-62.5	94.0	-123.6	0.0	5.0	550	27.3	5.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.41	-62.5	94.0	-115.1	0.0	5.0	550	27.3	5.0	1.00

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Psi =  $1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot S_s/Es$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.2	-2.0	0.203	24	37	-0.074	0.00023 (0.00023)	123	0.048 (0.40)	254.20	0.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.88	-62.5	94.0	-90.0	0.0	5.0	550	27.3	5.0	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.5	-1.6	0.203	24	37	0.121	0.00018 (0.00018)	123	0.038 (0.30)	254.20	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
			P3	P3
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37.35	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	0.94	0.60
Larghezza	B	m	0.25	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.24	0.60
Larghezza anima	bw	m	0.25	1.00
copriferro	c	m	0.05	0.07
altezza utile della sezione	d	m	0.89	0.54
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	225.1	355.3
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>				
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata				
	Asl	mmq	1593	3040
Coefficiente k	k	mm	1.47	1.61
vmin	vmin		0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00716	0.00568
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>117.7</b>	<b>250.2</b>
<b>Check</b>	<b>ATTENZIONATTENZION</b>			

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

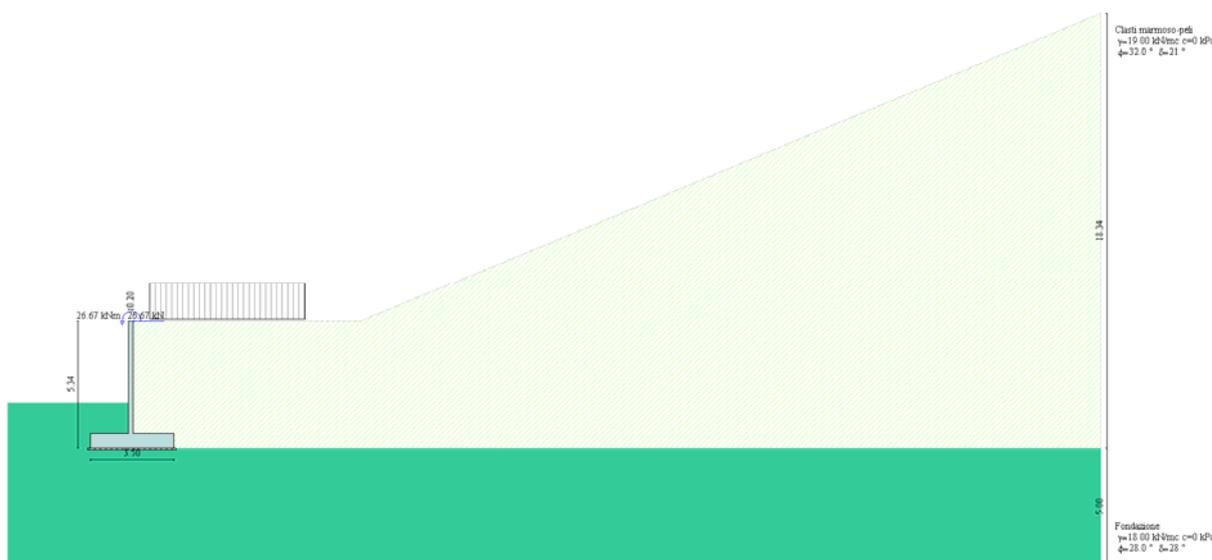
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	1412.8	2264.7
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	$\phi_{sw}$	mm	12	14
passo staffe	scp	m	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	385
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta'$	deg	24.1	13.4
Inclinazione di calcolodei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	24.1	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rs d</sub>	kN	791	453
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	791	1171

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>790.9</b>	<b>453.2</b>
<b>Check</b>	<b>OK OK</b>			

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **12. MURO TIPO P4 - Hmax=4.74m**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.



A tergo del muro è presente una viabilità, pertanto è stata considerata la presenza del sovraccarico accidentale e le azioni dell'urto del veicolo in svio

Le combinazioni di base analizzate sono le seguenti:

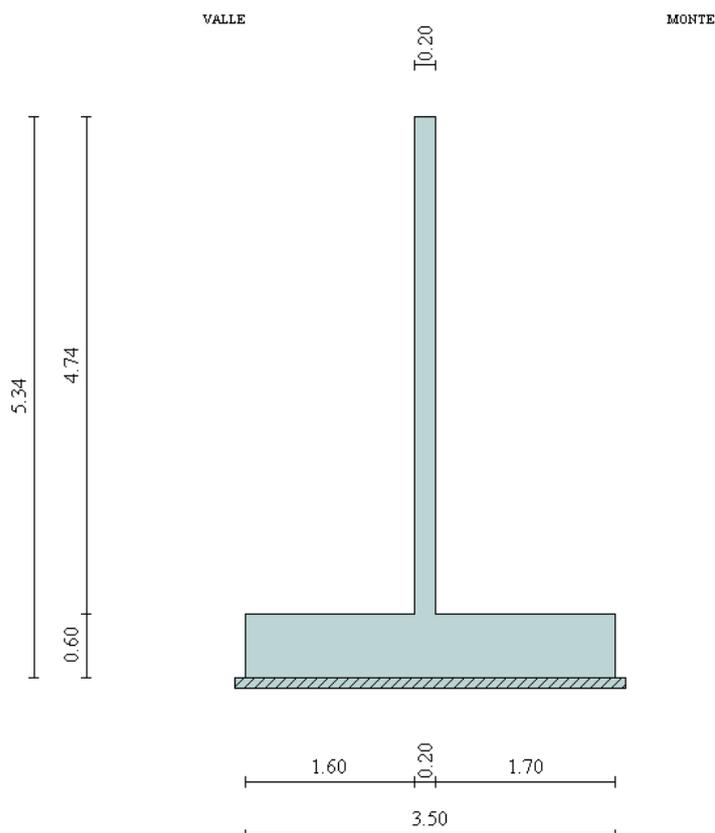
- Combinazione 1: Peso Proprio + Spinta Del Terreno
- Combinazione 2: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale
- Combinazione 3: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale + Urto
- Combinazione 4: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sisma

Il dettaglio dell'analisi è riportato nei tabulati di calcolo.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 12.1 Geometria di calcolo

Di seguito è riportata la geometria di calcolo del muro analizzato. Come descritto in precedenza il paramento è modellato a sezione costante mentre la verifica è effettuata considerando la reale geometria dell'elemento.



## 12.2 Risultati analisi

### ***Fattori di sicurezza verifiche geotecniche***

Di seguito la sintesi dei fattori di sicurezza nei confronti delle verifiche geotecniche.

#### **Combinazione 1:**

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	3,43	■	1,29 [8]	IB: 3 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	2,06	■	1,23 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	4,91	■	1,52 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	1,95	■	1,60 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.95**

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Combinazione 2:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.34		1.29 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.60		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	3.66		1.52 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.60		1.60 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.60**

### Combinazione 3:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.29		1.29 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.52		1.52 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.60		1.60 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.60**

### Combinazione 4:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.06		1.29 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.06		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	5.02		1.52 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.72		1.60 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.72**

### ***Sollecitazioni***

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime sulla soletta di fondazione e sul paramento al metro lineare ricavate dai modelli di calcolo:

Sollecitazioni Paramento al m			P4	
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	<b>396.03</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	<b>122.33</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	<b>113.17</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	<b>86.39</b>	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	<b>139.36</b>	kN/m

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sollecitazioni Fondazione al m			
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	221.30 kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	75.26 kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	68.49 kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	48.20 kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	238.52 kN/m

### 12.3 Verifica strutturale della fondazione e del paramento prefabbricato

Le verifiche strutturali del paramento e della fondazione sono condotte considerando sezioni di 1.25 m di larghezza. Le sollecitazioni precedentemente ricavate sono state pertanto adattate a tale larghezza.

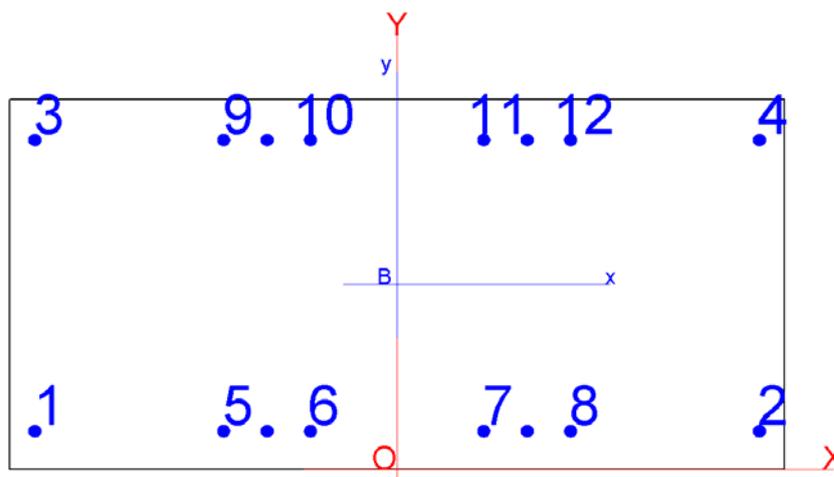
La soletta di fondazione di spessore 0.60 m in direzione *trasversale* sarà armata con 8Ø20 all'estradosso e 8Ø20 all'intradosso.

In direzione *longitudinale* la fondazione sarà armata con Ø14/10 all'estradosso e Ø14/20 all'intradosso.

Sono inoltre previste spille pari a Ø14/40x40.

Il paramento con sezione a "T" sarà armato nella nervatura lato valle con 2 strati di 3Ø22. Saranno inoltre previste staffe Ø12/20 a 2 braccia.

#### Verifica Fondazione



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: P4-60

(Percorso File: V:\TOTO\La Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Fondazione\P4-60.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Stati Limite Ultimi

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1\beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-62.5	0.0
2	-62.5	60.0
3	62.5	60.0
4	62.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-58.5	6.2	20
2	58.5	6.2	20
3	-58.5	53.4	20
4	58.5	53.4	20
5	-28.0	6.2	20
6	-14.0	6.2	20
7	14.0	6.2	20
8	28.0	6.2	20
9	-28.0	53.4	20
10	-14.0	53.4	20
11	14.0	53.4	20
12	28.0	53.4	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	5	6	1	20
2	7	8	1	20
3	9	10	1	20
4	11	12	1	20

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-276.63	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-94.08	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-85.61 (-297.96)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-60.25 (-297.96)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.0 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)								
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-481.24	0.00	0.00	-510.44	0.00	1.845	25.1(13.3)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01272	-62.5	0.0	-0.00041	-58.5	6.2	-0.03018	58.5	53.4

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	-0.000630801	0.003500000	0.104	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.81	-62.5	0.0	-77.2	21.0	53.4	2192	25.1	7.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.64	-62.5	0.0	-70.3	21.0	53.4	2192	25.1	7.0	1.00

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

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.0	-0.3	0.166	20	56	-11.114	0.00014 (0.00014)	242	0.058 (0.40)	-297.96	0.00

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

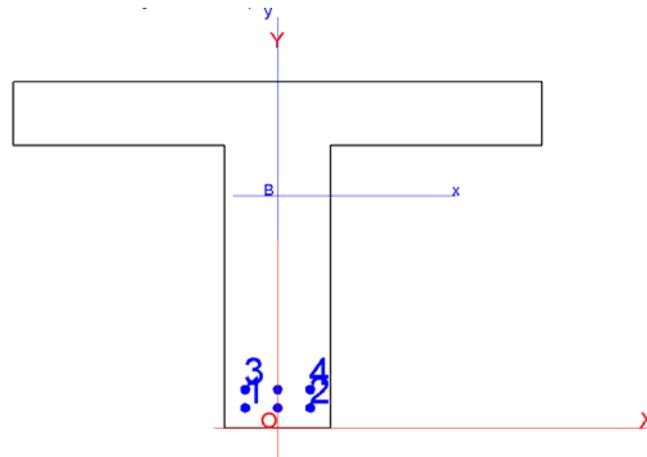
N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.16	-62.5	0.0	-49.5	21.0	53.4	2192	25.1	7.0	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.7	-0.2	0.166	20	56	-11.229	0.00010 (0.00010)	242	0.041 (0.30)	-297.96	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Verifica paramento



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

NOME SEZIONE: P4-Param

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\P4-Param.sez)

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :		1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2 :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-12.5	0.0
2	-12.5	67.0
3	-62.5	67.0
4	-62.5	82.0
5	62.5	82.0
6	62.5	67.0

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

7	12.5	67.0
8	12.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.7	4.8	22
2	7.7	4.8	22
3	-7.7	9.2	22
4	7.7	9.2	22

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	1	22
2	3	4	1	22

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

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

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	495.00	0.00	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	152.91	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	141.46 (189.08)	0.00 (0.00)

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	107.99 (189.08)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.2 cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	602.44	0.00	0.00	653.85	0.00	1.321	22.8(5.8)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02599	-62.5	82.0	-0.05759	-7.7	9.2	-0.06128	-7.7	4.8

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000839183	-0.065312981	0.054	0.700

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.02	62.5	82.0	-100.4	0.0	4.8	500	22.8	4.4	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.87	62.5	82.0	-92.9	0.0	4.8	500	22.8	4.4	1.00

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

sm	Distanza media tra le fessure [mm]											
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi											
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]											
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]											
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.5	-1.5	0.202	22	37	-0.787	0.00019 (0.00019)	122	0.038 (0.40)	189.08	0.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.42	62.5	82.0	-70.9	0.0	4.8	500	22.8	4.4	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.9	-1.2	0.202	22	37	-0.533	0.00014 (0.00014)	122	0.029 (0.30)	189.08	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
			P4	P4
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37.35	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	0.82	0.60
Larghezza	B	m	0.25	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.21	0.60
Larghezza anima	bw	m	0.25	1.00
copriferro	c	m	0.05	0.07
altezza utile della sezione	d	m	0.77	0.54
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	174.2	298.2
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>				
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata				
	Asl	mmq	1140	2512
Coefficiente k	k	mm	1.51	1.61
vmin	vmin		0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00592	0.00470
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>97.9</b>	<b>234.8</b>
<b>Check</b>			<b>ATTENZIONATTENZION</b>	

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

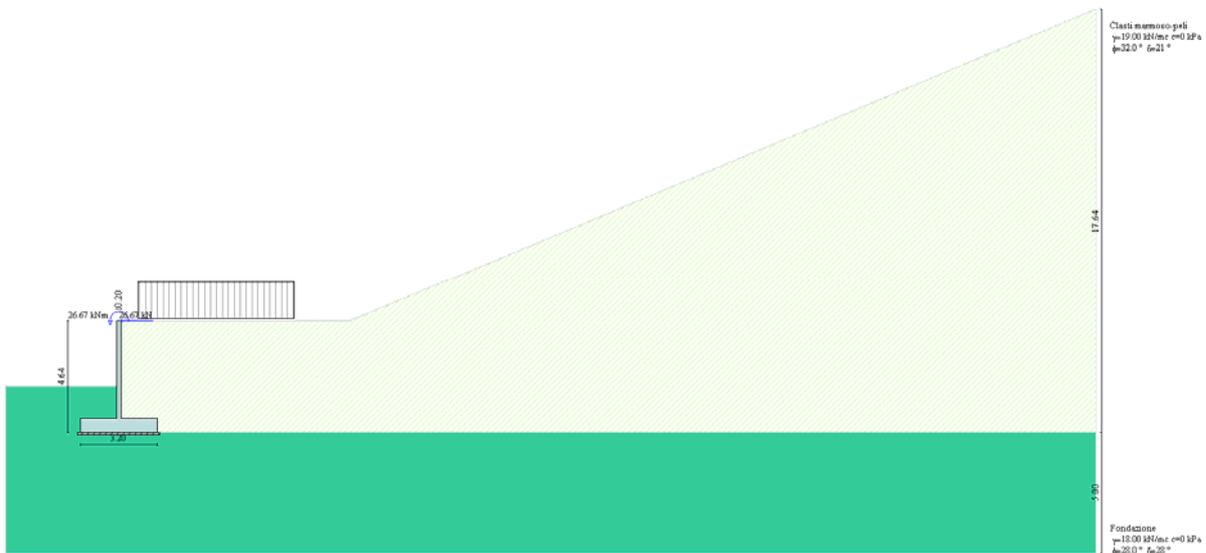
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	1222.3	2264.7
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	$\phi_{sw}$	mm	12	14
passo staffe	scp	m	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	385
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta'$	deg	24.1	13.4
Inclinazione di calcolodei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	24.1	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	684	453
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	684	1171

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>684.3</b>	<b>453.2</b>
<b>Check</b>			<b>OK OK</b>	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **13. MURO TIPO P5 - Hmax=4.04m**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.



A tergo del muro è presente una viabilità, pertanto è stata considerata la presenza del sovraccarico accidentale e le azioni dell'urto del veicolo in svio

Le combinazioni di base analizzate sono le seguenti:

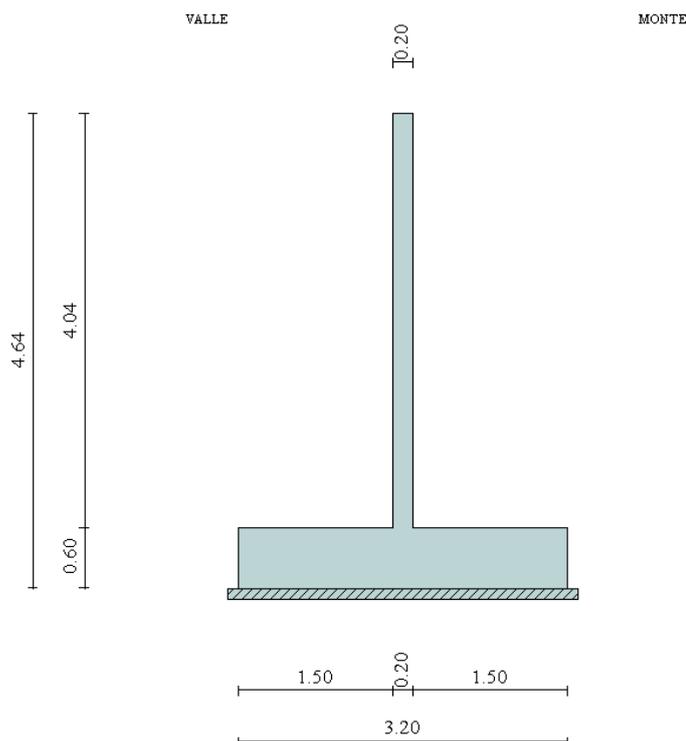
- Combinazione 1: Peso Proprio + Spinta Del Terreno
- Combinazione 2: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale
- Combinazione 3: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale + Urto
- Combinazione 4: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sisma

Il dettaglio dell'analisi è riportato nei tabulati di calcolo.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### 13.1 Geometria di calcolo

Di seguito è riportata la geometria di calcolo del muro analizzato.  
Come descritto in precedenza il paramento è modellato a sezione costante mentre la verifica è effettuata considerando la reale geometria dell'elemento.



### 13.2 Risultati analisi

#### ***Fattori di sicurezza verifiche geotecniche***

Di seguito la sintesi dei fattori di sicurezza nei confronti delle verifiche geotecniche.

#### **Combinazione 1:**

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	3.76	■	1.19 [8]	IB: 3 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	2.30	■	1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	5.73	■	1.41 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	2.22	■	1.72 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **2.22**

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Combinazione 2:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.43		1.19 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.70		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	4.32		1.41 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.72		1.72 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.72**

### Combinazione 3:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.19		1.19 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.41		1.41 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.72		1.72 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.72**

### Combinazione 4:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.32		1.19 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.28		1.23 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	5.82		1.41 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	1.92		1.72 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **1.92**

### ***Sollecitazioni***

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime sulla soletta di fondazione e sul paramento al metro lineare ricavate dai modelli di calcolo:

Sollecitazioni Paramento al m			P5	
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	<b>307.28</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	<b>77.46</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	<b>71.30</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	<b>53.49</b>	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	<b>114.62</b>	kN/m

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sollecitazioni Fondazione al m			
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	191.60 kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	53.29 kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	48.05 kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	32.31 kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	209.44 kN/m

### 13.3 Verifica strutturale della fondazione e del paramento prefabbricato

Le verifiche strutturali del paramento e della fondazione sono condotte considerando sezioni di 1.25 m di larghezza. Le sollecitazioni precedentemente ricavate sono state pertanto adattate a tale larghezza.

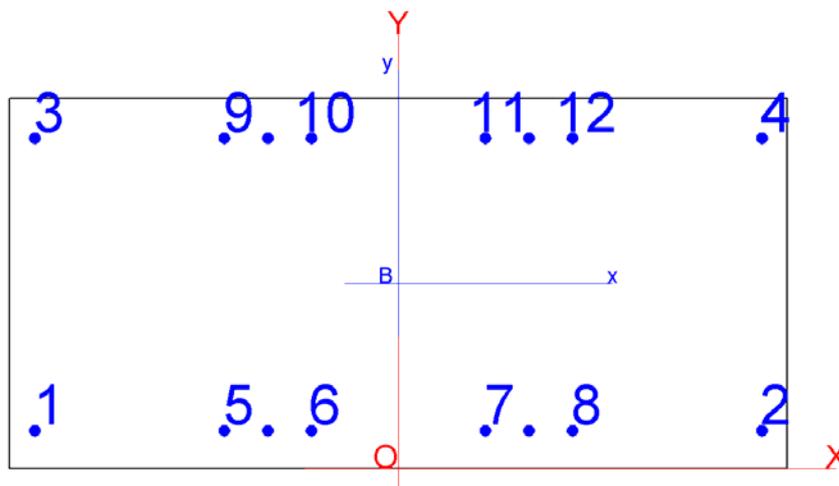
La soletta di fondazione di spessore 0.60 m in direzione *trasversale* sarà armata con 8Ø18 all'estradosso e 8Ø18 all'intradosso.

In direzione *longitudinale* la fondazione sarà armata con Ø14/10 all'estradosso e Ø14/20 all'intradosso.

Sono inoltre previste spille pari a Ø14/40x40.

Il paramento con sezione a "T" sarà armato nella nervatura lato valle con 2 strati di 3Ø20. Saranno inoltre previste staffe Ø12/20 a 2 braccia.

#### Verifica Fondazione



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: P5-60

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Fondazione\P5-60.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Stati Limite Ultimi

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1\beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-62.5	0.0
2	-62.5	60.0
3	62.5	60.0
4	62.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-58.5	6.1	18
2	58.5	6.1	18
3	-58.5	53.5	18
4	58.5	53.5	18
5	-28.0	6.1	18
6	-14.0	6.1	18
7	14.0	6.1	18
8	28.0	6.1	18
9	-28.0	53.5	18
10	-14.0	53.5	18
11	14.0	53.5	18
12	28.0	53.5	18

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	5	6	1	18
2	7	8	1	18
3	9	10	1	18
4	11	12	1	18

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-239.50	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-66.61	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-60.06 (-289.41)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-40.39 (-289.41)	0.00 (0.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.1 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.2 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)								
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-393.48	0.00	0.00	-420.92	0.00	1.757	20.4(13.3)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01426	-62.5	0.0	-0.00071	-58.5	6.1	-0.03345	58.5	53.5

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000690705	0.003500000	0.095	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.41	62.5	0.0	-66.9	21.0	53.5	1896	20.4	7.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.27	-62.5	0.0	-60.3	21.0	53.5	1896	20.4	7.0	1.00

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

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.7	-0.3	0.172	18	56	-22.220	0.00012 (0.00012)	241	0.049 (0.40)	-289.41	0.00

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

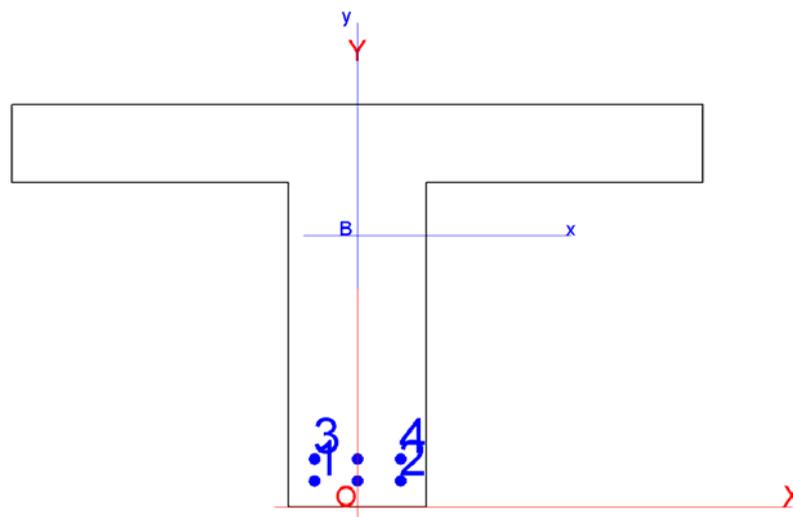
N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.86	-62.5	0.0	-40.6	-28.0	53.5	1896	20.4	7.0	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.5	-0.2	0.172	18	56	-24.672	0.00008 (0.00008)	241	0.033 (0.30)	-289.41	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### Verifica paramento



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

NOME SEZIONE: P5-Param

(Percorso File: V:\TOTO\La Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\IP5-Param.sez)

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-12.5	0.0
2	-12.5	59.0
3	-62.5	59.0

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

4	-62.5	73.0
5	62.5	73.0
6	62.5	59.0
7	12.5	59.0
8	12.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.8	4.7	20
2	7.8	4.7	20
3	-7.8	8.7	20
4	7.8	8.7	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	1	20
2	3	4	1	20

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

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	384.10	0.00	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	93.83	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	89.13 (145.75)	0.00 (0.00)

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	66.86 (145.75)	0.00 (0.00)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.0 cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	440.88	0.00	0.00	478.40	0.00	1.246	18.8(5.3)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02840	-62.5	73.0	-0.06207	-7.8	8.7	-0.06614	-7.8	4.7

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001019680	-0.070936668	0.050	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.61	62.5	73.0	-84.3	0.0	4.7	463	18.8	4.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.53	62.5	73.0	-80.1	0.0	4.7	463	18.8	4.0	1.00

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3	= (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi  $= 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12^2 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.0	-1.2	0.200	20	37	-1.674	0.00016 (0.00016)	121	0.033 (0.40)	145.75	0.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.15	62.5	73.0	-60.1	0.0	4.7	463	18.8	4.0	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.5	-0.9	0.200	20	37	-1.376	0.00012 (0.00012)	121	0.025 (0.30)	145.75	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
			P5	P5
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37.35	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	0.73	0.60
Larghezza	B	m	0.25	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.18	0.60
Larghezza anima	bw	m	0.25	1.00
copriferro	c	m	0.05	0.07
altezza utile della sezione	d	m	0.68	0.54
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	143.3	261.8
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>				
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata				
	Asl	mmq	942	2032
Coefficiente k	k	mm	1.54	1.61
vmin	vmin		0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00554	0.00380
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>86.4</b>	<b>218.8</b>
<b>Check</b>			<b>ATTENZIONATTENZION</b>	

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

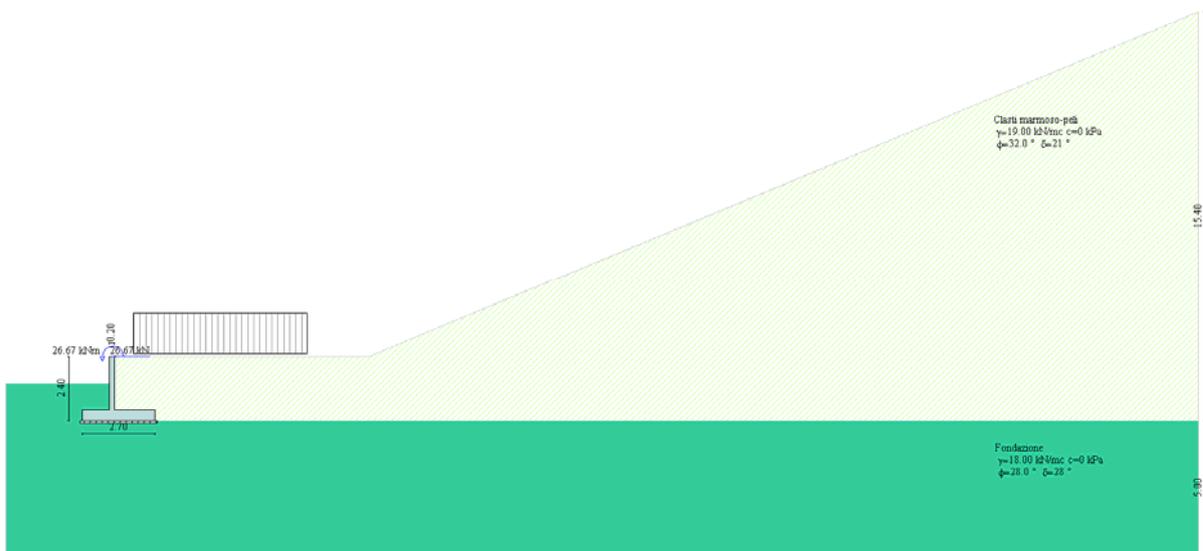
<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	1079.4	2264.7
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	$\phi_{sw}$	mm	12	14
passo staffe	scp	m	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	385
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta'$	deg	24.1	13.4
Inclinazione di calcolodei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	24.1	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rsd</sub>	kN	604	453
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	604	1171

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>604.3</b>	<b>453.2</b>
<b>Check</b>			<b>OK OK</b>	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## **14. MURO TIPO P6 - Hmax=2.00m**

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.



A tergo del muro è presente una viabilità, pertanto è stata considerata la presenza del sovraccarico accidentale e le azioni dell'urto del veicolo in svio

Le combinazioni di base analizzate sono le seguenti:

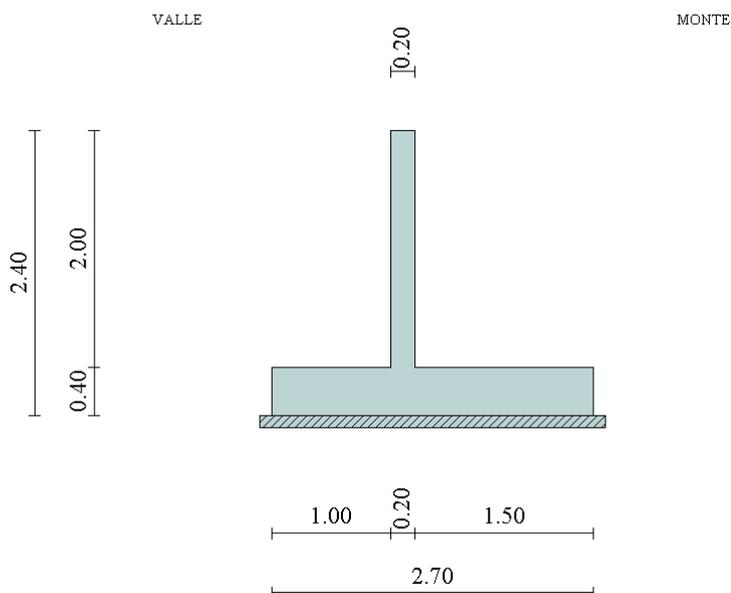
- Combinazione 1: Peso Proprio + Spinta Del Terreno
- Combinazione 2: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale
- Combinazione 3: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sovraccarico Accidentale + Urto
- Combinazione 4: Peso Proprio + Spinta Del Terreno + Sisma

Il dettaglio dell'analisi è riportato nei tabulati di calcolo.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 14.1 Geometria di calcolo

Di seguito è riportata la geometria di calcolo del muro analizzato.  
Come descritto in precedenza il paramento è modellato a sezione costante mentre la verifica è effettuata considerando la reale geometria dell'elemento.



## 14.2 Risultati analisi

### ***Fattori di sicurezza verifiche geotecniche***

Di seguito la sintesi dei fattori di sicurezza nei confronti delle verifiche geotecniche.

#### **Combinazione 1:**

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	10.19	■	1.26 [8]	IB: 3 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	3.36	■	1.24 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	9.74	■	1.55 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	3.80	■	2.10 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **3.80**

#### **Combinazione 2:**

<b>Coefficiente di sicurezza a ribaltamento</b>	5.17	■	1.26 [8]	IB: 3 - EQU
<b>Coefficiente di sicurezza a scorrimento</b>	2.59	■	1.24 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza a carico limite</b>	6.00	■	1.55 [7]	IB: 3 - A1-M1
<b>Coefficiente di sicurezza stabilità globale</b>	2.10	■	2.10 [6]	IB: 2 - STAB

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **3.10**

### Combinazione 3:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.26		1.26 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.24		1.24 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	1.55		1.55 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	2.10		2.10 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **3.10**

### Combinazione 4:

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	7.16		1.26 [8]	IB: 3 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.81		1.24 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	9.38		1.55 [7]	IB: 3 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	2.97		2.10 [6]	IB: 2 - STAB

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale: **2.97**

## Sollecitazioni

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime sulla soletta di fondazione e sul paramento al metro lineare ricavate dai modelli di calcolo:

Sollecitazioni Paramento al m			P6	
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	<b>133.15</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	<b>9.56</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	<b>8.71</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	<b>6.49</b>	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	<b>60.54</b>	kN/m

Sollecitazioni Fondazione al m				
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$	=	<b>92.00</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-R	$M_{SLE-R}$	=	<b>8.22</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-F	$M_{SLE-F}$	=	<b>7.36</b>	kNm/m
Momento massimo SLE-QP	$M_{SLE-QP}$	=	<b>4.78</b>	kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$	=	<b>104.29</b>	kN/m

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

### 14.3 Verifica strutturale della fondazione e del paramento prefabbricato

Le verifiche strutturali del paramento e della fondazione sono condotte considerando sezioni di **1.25 m** di larghezza. Le sollecitazioni precedentemente ricavate sono state pertanto adattate a tale larghezza.

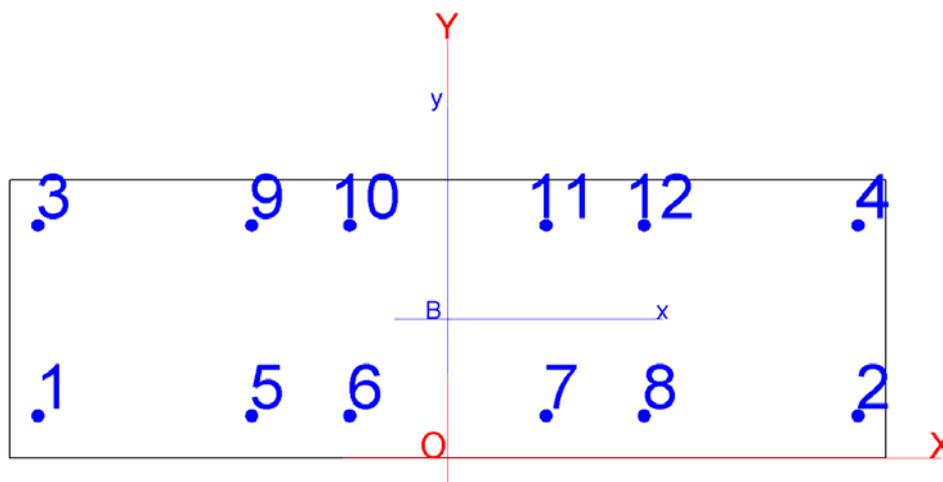
La soletta di fondazione di spessore **0.40 m** in direzione **trasversale** sarà armata con **8Ø18** all'estradosso e **8Ø18** all'intradosso.

In direzione **longitudinale** la fondazione sarà armata con **Ø12/10** all'estradosso e **Ø12/20** all'intradosso.

Sono inoltre previste spille pari a **Ø14/40x40**.

Il paramento con sezione a "T" sarà armato nella nervatura lato valle con **1 strati** di **3Ø20** + **1 strato** di **2Ø20**. Saranno inoltre previste staffe **Ø12/20** a **2 braccia**.

### Verifica Fondazione



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

NOME SEZIONE: P6-40

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI7\_2 MURI7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO7\_2\_4\_1\_MU34IRC-SEC\Fondazione\P6-40.sez)

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

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00 daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo fid:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C35/45	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-62.5	0.0
2	-62.5	40.0
3	62.5	40.0
4	62.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-58.5	6.1	18
2	58.5	6.1	18
3	-58.5	33.5	18
4	58.5	33.5	18
5	-28.0	6.1	18
6	-14.0	6.1	18
7	14.0	6.1	18
8	28.0	6.1	18
9	-28.0	33.5	18
10	-14.0	33.5	18
11	14.0	33.5	18
12	28.0	33.5	18

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-115.00	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-10.28	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-9.20 (-125.96)	0.00 (0.00)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-5.98 (-125.96)	0.00 (0.00)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	12.2	cm

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-182.74	0.00	0.00	-204.59	0.00	1.779	30.5(8.5)

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00977	-62.5	0.0	-0.00122	-58.5	6.1	-0.02243	58.5	33.5

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	-0.000774061	0.003500000	0.135	0.700

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.54	-62.5	0.0	-22.3	-28.0	33.5	1643	15.3	14.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.48	-62.5	0.0	-20.0	-28.0	33.5	1643	15.3	14.0	1.00

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.2	-0.1	0.155	18	56	-186.463	0.00004 (0.00004)	260	0.018 (0.40)	-125.96	0.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------

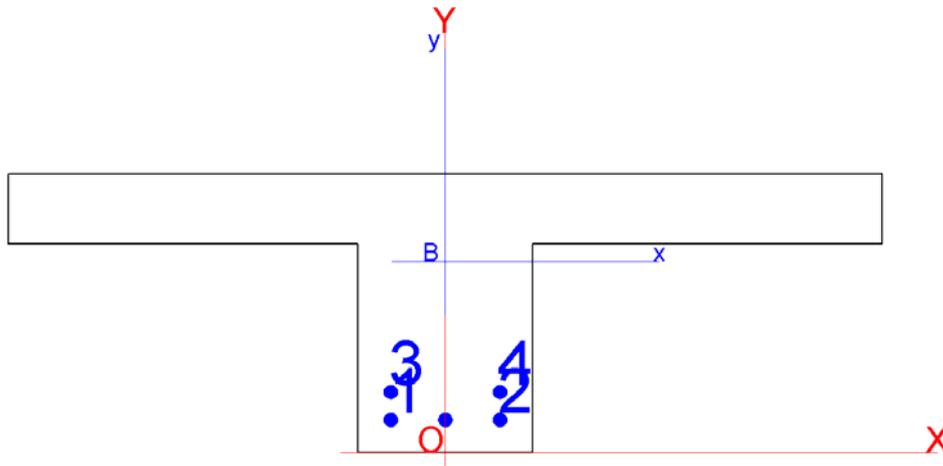
<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

1 S 0.31 -62.5 0.0 -13.0 28.0 33.5 1643 15.3 14.0 0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.2	0.0	0.155	18	56	-220.850	0.00003 (0.00003)	260	0.011 (0.30)	-125.96	0.00

**Verifica paramento**



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

**NOME SEZIONE: P6-Param**

(Percorso File: V:\TOT\La Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\IP6-Param.sez)

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di calcolo fcd:	21.170 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	34625.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.350 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	222.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

**CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO**

Forma del Dominio: Poligonale

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Classe Conglomerato: C35/45

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-12.5	0.0
2	-12.5	30.0
3	-62.5	30.0
4	-62.5	40.0
5	62.5	40.0
6	62.5	30.0
7	12.5	30.0
8	12.5	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-7.8	4.7	20
2	7.8	4.7	20
3	-7.8	8.7	20
4	7.8	8.7	20

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	1	20

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

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	166.44	0.00	0.00	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	11.95	0.00

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	10.89 (46.38)	0.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	8.11 (46.38)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.0 cm

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

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

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	179.55	0.00	0.00	199.76	0.00	1.200	15.7(3.0)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01744	-62.5	40.0	-0.03473	-7.8	8.7	-0.03961	-7.8	4.7

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.001221321	-0.045352823	0.081	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.65	-62.5	40.0	-26.4	0.0	4.7	375	15.7	7.8	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.60	62.5	40.0	-24.1	0.0	4.7	375	15.7	7.8	1.00

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

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.8	-0.3	0.177	20	37	-17.140	0.00005 (0.00005)	123	0.010 (0.40)	46.38	0.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.44	62.5	40.0	-17.9	0.0	4.7	375	15.7	7.8	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.6	-0.2	0.177	20	37	-15.354	0.00004 (0.00004)	123	0.008 (0.30)	46.38	0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
			P6	P6
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	45	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	37.35	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50	1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	21.2	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>				
Altezza	H	m	0.30	0.40
Larghezza	B	m	0.25	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.08	0.40
Larghezza anima	bw	m	0.25	1.00
copriferro	c	m	0.05	0.07
altezza utile della sezione	d	m	0.25	0.34
<b>Compressione agente nella sezione</b>				
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	75.7	130.4
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>				
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata				
	Asl	mmq	942	2032
Coefficiente k	k	mm	1.89	1.77
vmin	vmin		0.6	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.01507	0.00607
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00	0.00

<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>54.5</b>	<b>176.1</b>
<b>Check</b>			<b>ATTENZION</b>	<b>OK</b>

**Elementi con armature trasversali resistenti al taglio**

<i>Verifica del conglomerato</i>				
Resistenza a taglio del conglomerato	V <sub>Rcd</sub>	kN	396.8	1418.1
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>				
diametro staffe	$\phi_{sw}$	mm	12	12
passo staffe	scp	m	0.20	0.40
numero di bracci	nb		2	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	226	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	deg	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta'$	deg	24.1	11.4
Inclinazione di calcolodei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	$\theta$	deg	24.1	21.8
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	kPa	0	0
coefficiente alpha	$\alpha_c$		1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V <sub>Rs</sub>	kN	222	208
Resistenza a "taglio compressione"	V <sub>Rcd</sub>	kN	222	733

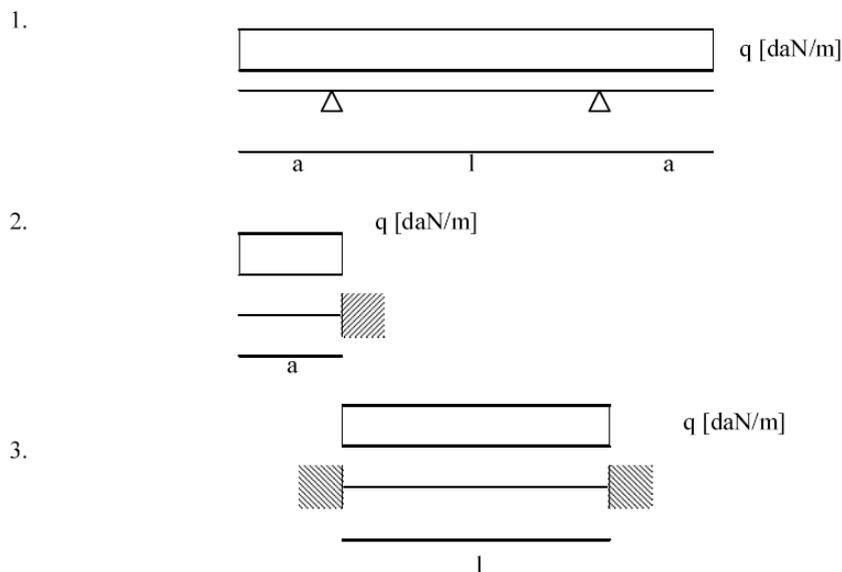
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>222.2</b>	<b>208.5</b>
<b>Check</b>			<b>OK</b>	<b>OK</b>

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 1. VERIFICA ALA PARAMENTO

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche geometriche dei muri, i dati di input, la stratigrafia di calcolo, i sovraccarichi, le combinazioni di calcolo, le verifiche strutturali e quelle di stabilità. Il paramento a contrafforti è modellato come una piastra di spessore costante, le verifiche saranno poi condotte a partire dalle sollecitazioni così ricavate e considerando la reale sezione trasversale reagente.

La verifica dell'ala del paramento prefabbricato è stata condotta considerando i seguenti schemi strutturali:



Considerando che per le caratteristiche geometriche del pannello è sempre  $a > l/2$  lo schema di carico più gravoso si ha per lo schema 2, per cui nel calcolo si adotta lo schema di mensola incastrata nella nervatura.

Viene valutato lo sforzo di flessione a cui sono sottoposti i due sbalzi laterali del pannello, alla sezione d'attacco con le nervature verticali. Il carico  $q$  applicato è quello relativo alla pressione esercitata dal terreno valutata all'estradosso della soletta di fondazione del muro con paramento più alto (muro tipo P0).

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo effettuato.

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Interasse contrafforti	Lm =	1.25 m
Altezza pannello	Hp =	8.6 m
Peso volume terreno	$\gamma_t$ =	19 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	$\phi'$ =	32 °
Coefficiente di spinta attiva	ka =	0.307259
Sovraccarico accidentale	qa =	20 kPa
Pressione per spinta terreno	$\sigma_t$ =	50.20604 kPa
Pressione per carico accidentale	$\sigma_{q1}$ =	6.14517 kPa
Momento per spinta terre	$M_t$ =	9.805868 kNm/m
Momento per carico accidentale	$M_{acc}$ =	1.200229 kNm/m
Taglio per spinta terre	$V_t$ =	31.37878 kN/m
Taglio per carico accidentale	$V_{acc}$ =	3.840732 kN/m
Momento massimo SLU	$M_{SLU}$ =	14.54797 kNm/m
Momento massimo SLE	$M_{SLE}$ =	11.0061 kNm/m
Taglio massimo SLU	$V_{SLU}$ =	46.55351 kN/m

I pannelli saranno armati in direzione orizzontale con  $\phi 10/20$ . Non risulta necessaria specifica armatura a taglio.

Di seguito si riporta il dettaglio del calcolo effettuato.

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

**NOME SEZIONE: Ala**

(Percorso File: V:\TOTOLA Spezia - 3° lotto\Rel7\_OPERE MINORI\7\_2 MURI\7\_2\_4 SVINCOLO SAN VENERIO\7\_2\_4\_1\_MU34\RC-SEC\Contrafforte\Ala.sez)

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

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di calcolo fcd:	14.160 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00 MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00 MPa
Resist. snerv. di calcolo fyd:		391.30 MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:		391.30 MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef:		2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coeff. Aderenza istantaneo  $\beta_1 \beta_2$  : 1.00  
 Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \beta_2$  : 0.50  
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	18.0
3	50.0	18.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-40.0	3.0	10
2	40.0	3.0	10

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	3	10

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	14.55	0.00	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	11.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	11.00 (14.72)	0.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.5 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sn Storzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)  
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Ult Storzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)  
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1,000  
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N° Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	21.06	0.00	0.00	22.17	0.00	1.524	3.9(1.9)

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

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

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01664	-50.0	18.0	-0.03565	-40.0	3.0	-0.03565	-40.0	3.0

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

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.002610162	-0.043482910	0.089	0.700

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

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.37	-50.0	18.0	-203.3	20.0	3.0	470	3.9	14.0	1.00

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

N° Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.37	-50.0	18.0	-203.3	20.0	3.0	470	3.9	14.0	0.50

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
S1 Esito della verifica  
S2 Massima tensione [Mpa] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
k2 Minima di trazione [Mpa] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
= 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
k3 = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
Psi = 1-Beta12\*(Ss/Ss)² = 1-Beta12\*(fctm/S2)² = 1-Beta12\*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]  
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
srm Distanza media tra le fessure [mm]  
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	MX fess. MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm] Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.9	-0.4	0.154	10	25	0.105	0.00041 (0.00041)	152	0.105 (0.30)	14.72	0.00

Di seguito si riporta la verifica a taglio effettuata.

Dati	Var	unità	Ala par.
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9
Coefficiente parziale $\gamma_c$	$\gamma_c$		1.50
Coefficiente parziale $\alpha_{cc}$	$\alpha_{cc}$		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3
<b>Caratteristiche geometriche sezione</b>			
Altezza	H	m	0.18
Larghezza	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m <sup>2</sup>	0.18
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.03
altezza utile della sezione	d	m	0.15
<b>Compressione agente nella sezione</b>			
Taglio di progetto	V <sub>Ed1</sub>	kN	46.6
<b>Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio</b>			
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata			
	Asl	mmq	395
Coefficiente k	k	mm	2.00
vmin	vmin		0.5
rapporto geometrico di armatura longitudinale	$\rho_1$		0.00263
tensione media di compressione nella sezione	$\sigma_{cp}$	Mpa	0.00
<b>Resistenza a taglio</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>kN</b>	<b>67.4</b>
<b>Check</b>			<b>OK</b>

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## 2. TABULATI DI CALCOLO

### 2.1 Muro Tipo P0

#### Approccio 1

#### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

Verifica

Capacità portante della fondazione  
Scorrimento  
Resistenza del terreno a valle  
Stabilità globale

<i>Coefficienti parziali</i>		
R1	R2	R3
1.00	1.00	1.40
1.00	1.00	1.10
1.00	1.00	1.40
	1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	8.80 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	2.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.80 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	9.60	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	5.16	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=30.7700$	$F_y=0.0000$	$M=30.7700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 117 di 117
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)</b>				
	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 22 - Frequente (SLE)</b>				
	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 23 - Rara (SLE)</b>				
	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.54	--	2.95	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.23	--	1.67	--
3	EQU - [1]	--	--	2.84	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.42
5	A1-M1 - [2]	--	1.42	--	2.50	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.12	--	1.37	--
7	EQU - [2]	--	--	2.29	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.35
9	A1-M1 - [3]	--	1.26	--	1.74	--
10	A2-M2 - [3]	--	1.00	--	1.04	--
11	EQU - [3]	--	--	1.70	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.35
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.56	--	3.20	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.57	--	3.06	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	0.99	--	1.33	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	0.98	--	1.38	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.51	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.63	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.29
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.29
21	SLEQ - [1]	--	1.94	--	3.55	--
22	SLEF - [1]	--	1.82	--	3.34	--
23	SLER - [1]	--	1.78	--	3.27	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	160.0000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-7.88

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = -9.60
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	9.60	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	312.7734	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	291.3421	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	113.7848	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	291.3421	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	741.9448	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	741.9448	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	291.3421	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	797.0962	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-99.2048	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2187.5079	[kN]

##### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	110.23	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	145.62	[kPa]

##### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.05$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.78$	$N'_q = 9.06$	$N'_\gamma = 0.65$

##### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.54
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.95

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	298.2537	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	284.6818	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	88.9469	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	284.6818	[kN]
--	----------	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	717.1069	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	717.1069	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	284.6818	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	771.5478	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-50.6484	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1200.3633	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	114.61	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	132.67	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.11$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.58$	$N'_q = 5.29$	$N'_\gamma = 0.02$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.67

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	328.0790	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	313.1499	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	97.8416	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	421.3440	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	313.1499	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	663.1856	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-40.8358	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1000.4914	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2838.9948	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	663.1856	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	313.1499	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	733.4017	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.28	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	84.7348	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.84
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.51 Y[m]= 0.75

Raggio del cerchio R[m]= 11.22

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.11

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.69

Larghezza della striscia dx[m]= 0.75

Coefficiente di sicurezza C= 1.42

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	23.3141	77.53	22.7645	0.0342	26.56	0	0
2	58.6303	64.26	52.8109	0.0170	26.56	0	0
3	77.8546	56.36	64.8148	0.0133	26.56	0	0
4	92.3158	49.90	70.6171	0.0115	26.56	0	0
5	103.9332	44.24	72.5046	0.0103	26.56	0	0
6	113.5315	39.08	71.5658	0.0095	26.56	0	0
7	121.5594	34.27	68.4581	0.0089	26.56	0	0
8	128.2931	29.74	63.6334	0.0085	26.56	0	0
9	133.9152	25.39	57.4302	0.0082	26.56	0	0
10	141.5104	21.21	51.1875	0.0079	23.66	0	0
11	145.6592	17.13	42.9111	0.0077	23.04	0	0
12	148.4303	13.15	33.7652	0.0076	23.04	0	0
13	155.1164	9.23	24.8758	0.0075	23.04	0	0
14	66.8630	5.35	6.2355	0.0074	23.04	0	0
15	45.3131	1.50	1.1849	0.0074	23.04	0	0
16	45.2367	-2.35	-1.8529	0.0074	23.04	0	0
17	43.9838	-6.20	-4.7533	0.0074	23.04	0	0
18	39.2315	-10.09	-6.8726	0.0075	23.04	0	0
19	37.0537	-14.02	-8.9779	0.0076	23.04	0	0
20	34.1251	-18.02	-10.5587	0.0078	23.04	0	0
21	30.3794	-22.12	-11.4390	0.0080	23.04	0	0
22	25.5740	-26.34	-11.3465	0.0082	26.56	0	0
23	19.7190	-30.72	-10.0729	0.0086	26.56	0	0
24	12.7179	-35.31	-7.3508	0.0090	26.56	0	0
25	4.3715	-40.18	-2.8205	0.0097	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1848.6320$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 628.7143$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 856.4110$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.04$

### COMBINAZIONE n° 5

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

372.9444

[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	347.3901	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	135.6746	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.95	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.86	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	531.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	347.3901	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	826.8346	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	826.8346	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	347.3901	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	896.8475	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.79	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	77.6269	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	2069.3722	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	156.40	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	128.71	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.12$	$N'_q = 8.70$	$N'_\gamma = 0.41$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.42
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.50

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	355.5888	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	339.4079	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	106.0457	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.88	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.70	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	522.7600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	339.4079	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	788.8057	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	788.8057	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	339.4079	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	858.7271	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.28	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	171.1662	[kNm]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Carico ultimo della fondazione 1079.8274 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 5.80 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 166.53 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 105.47 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.55$	$i_q = 0.55$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.11$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 11.04$        $N'_q = 5.04$        $N'_\gamma = 0.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.12  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.37

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	394.5529	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	376.5989	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	117.6658	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.86	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.95	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	484.3440	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	376.5989	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	746.0098	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-40.8358	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1408.9333	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3231.1752	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	746.0098	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	376.5989	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	835.6778	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.79	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	341.1865	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.29

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.26 Y[m]= 0.00

Raggio del cerchio R[m]= 10.85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10.12

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.59

Larghezza della striscia dx[m]= 0.75

Coefficiente di sicurezza C= 1.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	28.1615	79.30	27.6717	0.0395	26.56	0	0
2	70.0430	64.07	62.9938	0.0168	26.56	0	0
3	105.5718	56.01	87.5375	0.0131	26.56	0	0
4	119.6835	49.44	90.9238	0.0113	26.56	0	0
5	130.9807	43.67	90.4364	0.0101	26.56	0	0
6	140.2803	38.41	87.1577	0.0094	26.56	0	0
7	148.0252	33.52	81.7425	0.0088	26.56	0	0
8	155.4257	28.89	75.0956	0.0084	25.70	0	0
9	163.2510	24.46	67.6057	0.0081	23.04	0	0
10	167.4162	20.19	57.7745	0.0078	23.04	0	0
11	161.8183	16.03	44.6745	0.0076	23.04	0	0
12	137.3163	11.95	28.4337	0.0075	23.04	0	0
13	49.0642	7.94	6.7738	0.0074	23.04	0	0
14	50.1251	3.96	3.4614	0.0074	23.04	0	0
15	50.4773	0.00	0.0027	0.0073	23.04	0	0
16	48.1643	-3.95	-3.3209	0.0074	23.04	0	0
17	45.2627	-7.93	-6.2442	0.0074	23.04	0	0
18	43.4939	-11.94	-9.0016	0.0075	23.04	0	0
19	40.9798	-16.02	-11.3093	0.0076	23.04	0	0
20	37.6790	-20.18	-12.9989	0.0078	23.04	0	0
21	33.5328	-24.46	-13.8831	0.0081	23.04	0	0
22	28.3706	-28.89	-13.7045	0.0084	26.56	0	0
23	21.9199	-33.51	-12.1023	0.0088	26.56	0	0
24	14.1770	-38.40	-8.8069	0.0094	26.56	0	0
25	4.8801	-43.66	-3.3690	0.0101	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1996.1004$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 717.5448$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 918.2734$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.99$

### COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

372.9444

[kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 126 di 126
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	347.3901	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	135.6746	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.95	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.86	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	531.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	393.5451	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	826.8346	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	826.8346	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	393.5451	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.69	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	915.7146	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.45	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	566.8699	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1441.2515	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	243.66	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	41.45	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.51$	$i_q = 0.51$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.87$	$N'_q = 8.03$	$N'_\gamma = 0.10$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.26
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.74

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	355.5888	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	339.4079	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	106.0457	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.88	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.70	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	522.7600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.00	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	379.4089	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	788.8057	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	788.8057	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	379.4089	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.75	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	875.3088	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	595.1768	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	817.3353	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	242.16	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	29.85	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.51$	$i_q = 0.51$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.11$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.26$	$N'_q = 4.69$	$N'_\gamma = 0.07$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.00
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.04

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	394.5529	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	376.5989	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	117.6658	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.86	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.95	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	484.3440	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	422.7539	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	746.0098	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-40.8358	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1898.1763	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3231.1752	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	746.0098	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	422.7539	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.36	[m]
Risultante in fondazione	857.4681	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	830.4295	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.70
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.26 Y[m]= 0.00

Raggio del cerchio R[m]= 10.85

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10.12

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.59

Larghezza della striscia dx[m]= 0.75

Coefficiente di sicurezza C= 1.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	28.1615	79.30	27.6717	0.0395	26.56	0	0
2	70.0430	64.07	62.9938	0.0168	26.56	0	0
3	105.5718	56.01	87.5375	0.0131	26.56	0	0
4	119.6835	49.44	90.9238	0.0113	26.56	0	0
5	130.9807	43.67	90.4364	0.0101	26.56	0	0
6	140.2803	38.41	87.1577	0.0094	26.56	0	0
7	148.0252	33.52	81.7425	0.0088	26.56	0	0
8	155.4257	28.89	75.0956	0.0084	25.70	0	0
9	163.2510	24.46	67.6057	0.0081	23.04	0	0
10	167.4162	20.19	57.7745	0.0078	23.04	0	0
11	161.8183	16.03	44.6745	0.0076	23.04	0	0
12	137.3163	11.95	28.4337	0.0075	23.04	0	0
13	49.0642	7.94	6.7738	0.0074	23.04	0	0
14	50.1251	3.96	3.4614	0.0074	23.04	0	0
15	50.4773	0.00	0.0027	0.0073	23.04	0	0
16	48.1643	-3.95	-3.3209	0.0074	23.04	0	0
17	45.2627	-7.93	-6.2442	0.0074	23.04	0	0
18	43.4939	-11.94	-9.0016	0.0075	23.04	0	0
19	40.9798	-16.02	-11.3093	0.0076	23.04	0	0
20	37.6790	-20.18	-12.9989	0.0078	23.04	0	0
21	33.5328	-24.46	-13.8831	0.0081	23.04	0	0
22	28.3706	-28.89	-13.7045	0.0084	26.56	0	0
23	21.9199	-33.51	-12.1023	0.0088	26.56	0	0
24	14.1770	-38.40	-8.8069	0.0094	26.56	0	0
25	4.8801	-43.66	-3.3690	0.0101	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1996.1004$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 717.5448$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 918.2734$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.99$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica

240.5949 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

224.1093 [kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente verticale della spinta statica	87.5268	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	21.6056	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-11.8914	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	276.1455	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	707.5913	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	707.5913	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	276.1455	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.06	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	759.5668	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.32	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-41.2222	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	2261.4852	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	114.65	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	129.35	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coef. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.84$	$N'_q = 9.09$	$N'_\gamma = 0.68$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.20

#### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	240.5949	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.1093	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	87.5268	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	33.6933	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.92	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia verticale del muro	4.0641	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	11.8914	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	287.4049	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	743.8997	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	743.8997	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	287.4049	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	797.4888	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-53.5911	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2273.9647	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	118.70	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	137.82	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.59$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.93$	$N'_q = 9.14$	$N'_\gamma = 0.72$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.57
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.06

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	298.2537	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	284.6818	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	88.9469	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Incremento sismico della spinta	55.2318	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	36.76	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	11.8914	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	369.3113	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	749.5339	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	749.5339	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	369.3113	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante in fondazione	835.5788	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	189.8301	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1000.0974	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	163.09	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	95.37	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.50$	$i_q = 0.50$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.11$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.08$	$N'_q = 4.61$	$N'_\gamma = 0.10$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.33

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	298.2537	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	284.6818	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	88.9469	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Incremento sismico della spinta	41.6839	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	35.57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-11.8914	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	356.3798	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	713.5826	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	713.5826	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	356.3798	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	797.6257	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	195.9064	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	988.2018	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	157.97	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	88.09	[kPa]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.50$	$i_q = 0.50$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.11$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 9.99$	$N'_q = 4.56$	$N'_\gamma = 0.12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.98
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.38

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	298.2537	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	284.6818	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	88.9469	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Incremento sismico della spinta	41.6839	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	35.57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-11.8914	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	356.3798	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	713.5826	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1238.4138	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3111.8970	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	713.5826	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	356.3798	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	797.6257	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	195.9064	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.51
--	------

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	298.2537	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	284.6818	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	88.9469	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Incremento sismico della spinta	55.2318	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	36.76	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	11.8914	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	369.3113	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	749.5339	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1215.6208	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3199.4391	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	749.5339	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	369.3113	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	835.5788	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.23	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	189.8301	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.63
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 19

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.26 Y[m]= 6.79

Raggio del cerchio R[m]= 17.15

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -11.77

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 14.21

Larghezza della striscia dx[m]= 1.04

Coefficiente di sicurezza C= 1.29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	22.0632	68.74	20.5620	0.0281	26.56	0	0
2	58.0227	60.59	50.5467	0.0208	26.56	0	0
3	81.7847	54.10	66.2457	0.0174	26.56	0	0
4	98.9484	48.51	74.1250	0.0154	26.56	0	0
5	112.6161	43.50	77.5215	0.0140	26.56	0	0
6	129.3967	38.88	81.2183	0.0131	26.56	0	0
7	144.7265	34.54	82.0603	0.0124	26.56	0	0
8	157.8094	30.42	79.9078	0.0118	26.56	0	0
9	168.9391	26.47	75.3002	0.0114	26.56	0	0
10	178.3260	22.65	68.6736	0.0110	26.56	0	0
11	186.2177	18.93	60.4248	0.0108	26.50	0	0
12	197.2951	15.30	52.0610	0.0106	23.04	0	0
13	201.9911	11.73	41.0578	0.0104	23.04	0	0
14	196.6332	8.20	28.0517	0.0103	23.04	0	0
15	59.7175	4.71	4.9002	0.0102	23.04	0	0
16	60.7378	1.23	1.3030	0.0102	23.04	0	0
17	58.2905	-2.24	-2.2821	0.0102	23.04	0	0
18	54.0039	-5.72	-5.3871	0.0102	23.04	0	0
19	51.4512	-9.23	-8.2506	0.0103	23.04	0	0
20	47.6711	-12.77	-10.5336	0.0104	23.04	0	0
21	42.6043	-16.35	-11.9962	0.0106	23.04	0	0
22	35.9377	-20.01	-12.2974	0.0108	26.56	0	0
23	27.6888	-23.75	-11.1531	0.0111	26.56	0	0
24	17.8109	-27.61	-8.2541	0.0115	26.56	0	0
25	6.1357	-31.61	-3.2155	0.0120	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 2396.8195$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 790.5899$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1125.5978$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.56$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 20

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.26 Y[m]= 6.79

Raggio del cerchio R[m]= 17.15

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -11.77

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 14.21

Larghezza della striscia dx[m]= 1.04

Coefficiente di sicurezza C= 1.29

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	22.0632	68.74	20.5620	0.0281	26.56	0	0
2	58.0227	60.59	50.5467	0.0208	26.56	0	0
3	81.7847	54.10	66.2457	0.0174	26.56	0	0
4	98.9484	48.51	74.1250	0.0154	26.56	0	0
5	112.6161	43.50	77.5215	0.0140	26.56	0	0
6	129.3967	38.88	81.2183	0.0131	26.56	0	0
7	144.7265	34.54	82.0603	0.0124	26.56	0	0
8	157.8094	30.42	79.9078	0.0118	26.56	0	0
9	168.9391	26.47	75.3002	0.0114	26.56	0	0
10	178.3260	22.65	68.6736	0.0110	26.56	0	0
11	186.2177	18.93	60.4248	0.0108	26.50	0	0
12	197.2951	15.30	52.0610	0.0106	23.04	0	0
13	201.9911	11.73	41.0578	0.0104	23.04	0	0
14	196.6332	8.20	28.0517	0.0103	23.04	0	0
15	59.7175	4.71	4.9002	0.0102	23.04	0	0
16	60.7378	1.23	1.3030	0.0102	23.04	0	0
17	58.2905	-2.24	-2.2821	0.0102	23.04	0	0
18	54.0039	-5.72	-5.3871	0.0102	23.04	0	0
19	51.4512	-9.23	-8.2506	0.0103	23.04	0	0
20	47.6711	-12.77	-10.5336	0.0104	23.04	0	0
21	42.6043	-16.35	-11.9962	0.0106	23.04	0	0
22	35.9377	-20.01	-12.2974	0.0108	26.56	0	0
23	27.6888	-23.75	-11.1531	0.0111	26.56	0	0
24	17.8109	-27.61	-8.2541	0.0115	26.56	0	0
25	6.1357	-31.61	-3.2155	0.0120	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 2396.8195$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 790.5899$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 1125.5978$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.56$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Approccio 2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

##### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	8.80 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	2.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.80 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	9.60	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	5.16	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=26.6700$	$F_y=0.0000$	$M=26.6700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
<u>Verifica fessurazione</u>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w <sub>1</sub> = 0.20 w <sub>2</sub> = 0.30 w <sub>3</sub> = 0.40
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_t < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00  
 Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>sco</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>rib</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>qlim</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>stab</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.54	--	2.95	--
2	EQU - [1]	--	--	2.84	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.42
4	A1-M1 - [2]	--	1.42	--	2.50	--
5	EQU - [2]	--	--	2.29	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.35
7	A1-M1 - [3]	--	1.28	--	1.83	--
8	EQU - [3]	--	--	1.76	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.35
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.56	--	3.20	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.57	--	3.06	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.51	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.63	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.29
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.29
16	SLEQ - [1]	--	1.94	--	3.55	--
17	SLEF - [1]	--	1.82	--	3.34	--
18	SLER - [1]	--	1.78	--	3.27	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	160.0000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-7.88

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = -9.60
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	9.60	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	312.7734	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	291.3421	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	113.7848	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	291.3421	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	741.9448	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	741.9448	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	291.3421	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	797.0962	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-99.2048	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2187.5079	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	110.23	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	145.62	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.05$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

	$N'_c = 16.78$	$N'_q = 9.06$	$N'_\gamma = 0.65$
--	----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.54
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.95

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.44	2.2000	0.0898	0.6125
3	0.88	4.4000	0.7187	2.4500
4	1.32	6.6000	2.4255	5.5126
5	1.76	8.8000	5.7494	9.8002
6	2.20	11.0000	11.2294	15.3128
7	2.64	13.2000	19.4043	22.0504
8	3.08	15.4000	30.8134	30.0130
9	3.52	17.6000	45.9955	39.2007
10	3.96	19.8000	65.4896	49.6134
11	4.40	22.0000	89.8349	61.2511
12	4.84	24.2000	119.5702	74.1138
13	5.28	26.4000	155.2347	88.2015
14	5.72	28.6000	197.3673	103.5143
15	6.16	30.8000	246.5070	120.0521
16	6.60	33.0000	303.1928	137.8149
17	7.04	35.2000	367.9637	156.8027
18	7.48	37.4000	441.3588	177.0156
19	7.92	39.6000	523.9171	198.4535
20	8.36	41.8000	616.1776	221.1164
21	8.80	44.0000	718.6562	244.8083

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	3.5592	25.5029
3	0.56	14.3262	51.4841
4	0.84	32.4350	77.9436
5	1.12	58.0193	104.8815
6	1.40	91.2133	132.2978
7	1.68	132.1507	160.1924
8	1.96	180.9657	188.5654
9	2.24	237.7920	217.4167
10	2.52	302.7636	246.7463
11	2.80	376.0146	276.5544

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-3.6187	-25.9276
3	0.56	-14.5641	-52.3336
4	0.84	-32.9701	-79.2179
5	1.12	-58.9708	-106.5805
6	1.40	-92.6999	-134.4215
7	1.68	-134.2915	-162.7409
8	1.96	-183.8794	-191.5386
9	2.24	-241.5977	-220.8147
10	2.52	-307.5803	-250.5691
11	2.80	-381.9610	-280.8018

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	328.0790	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	313.1499	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	97.8416	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	421.3440	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	313.1499	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	663.1856	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-40.8358	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1000.4914	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2838.9948	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	663.1856	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	313.1499	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	733.4017	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.28	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	84.7348	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.84
--	------

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	372.9444	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	347.3901	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	135.6746	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.95	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.86	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	531.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	347.3901	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	826.8346	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	826.8346	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	347.3901	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	896.8475	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.79	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	77.6269	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2069.3722	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	156.40	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	128.71	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.12$	$N'_q = 8.70$	$N'_\gamma = 0.41$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.42
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.44	2.2000	0.0906	0.6387
3	0.88	4.4000	0.8861	3.4218
4	1.32	6.6000	3.5049	8.8438
5	1.76	8.8000	8.9227	16.0339
6	2.20	11.0000	17.8233	24.6499
7	2.64	13.2000	30.8086	34.5908
8	3.08	15.4000	48.4510	45.8133
9	3.52	17.6000	71.3090	58.2955
10	3.96	19.8000	99.9340	72.0253
11	4.40	22.0000	134.8732	86.9953
12	4.84	24.2000	176.6711	103.2011
13	5.28	26.4000	225.8709	120.6397
14	5.72	28.6000	283.0146	139.3092
15	6.16	30.8000	348.6433	159.2081
16	6.60	33.0000	423.2979	180.3355
17	7.04	35.2000	507.5186	202.6907
18	7.48	37.4000	601.8456	226.2729
19	7.92	39.6000	706.8187	251.0819
20	8.36	41.8000	822.9776	277.1173
21	8.80	44.0000	950.8388	304.1829

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	5.3295	38.0057
3	0.56	21.2483	75.6372
4	0.84	47.6514	112.8943
5	1.12	84.4341	149.7771
6	1.40	131.4916	186.2856
7	1.68	188.7191	222.4198
8	1.96	256.0118	258.1797
9	2.24	333.2648	293.5653
10	2.52	420.3734	328.5766
11	2.80	517.2328	363.2136

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-5.4175	-38.6342
3	0.56	-21.6002	-76.8941
4	0.84	-48.4433	-114.7797
5	1.12	-85.8420	-152.2911
6	1.40	-133.6914	-189.4281
7	1.68	-191.8867	-226.1908
8	1.96	-260.3232	-262.5791
9	2.24	-338.6021	-294.3932
10	2.52	-424.8545	-321.6330
11	2.80	-518.6817	-348.4985

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	394.5529	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	376.5989	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	117.6658	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.86	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.95	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	484.3440	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	376.5989	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	746.0098	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-40.8358	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1408.9333	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3231.1752	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	746.0098	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	376.5989	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.46	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	835.6778	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.79	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	341.1865	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.29
--	------

#### COMBINAZIONE n° 7

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	372.9444	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	347.3901	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	135.6746	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.95	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.86	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	531.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	387.3951	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	826.8346	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	826.8346	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	387.3951	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.61	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	913.0884	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	501.6799	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1515.3417	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	232.04	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	53.08	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.52$	$i_q = 0.52$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.03$	$N'_q = 8.11$	$N'_\gamma = 0.13$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.28
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.83

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0050	40.0050
2	0.44	2.2000	57.6978	40.6437
3	0.88	4.4000	76.0955	43.4268
4	1.32	6.6000	96.3165	48.8488
5	1.76	8.8000	119.3365	56.0389
6	2.20	11.0000	145.8393	64.6549
7	2.64	13.2000	176.4268	74.5958
8	3.08	15.4000	211.6714	85.8183
9	3.52	17.6000	252.1316	98.3005
10	3.96	19.8000	298.3588	112.0303
11	4.40	22.0000	350.9002	127.0003
12	4.84	24.2000	410.3003	143.2061
13	5.28	26.4000	477.1023	160.6447
14	5.72	28.6000	551.8482	179.3142
15	6.16	30.8000	635.0791	199.2131
16	6.60	33.0000	727.3359	220.3405
17	7.04	35.2000	829.1588	242.6957
18	7.48	37.4000	941.0880	266.2779
19	7.92	39.6000	1063.6633	291.0869
20	8.36	41.8000	1197.4244	317.1223
21	8.80	44.0000	1342.8878	344.1879

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	8.1990	58.1608
3	0.56	32.3443	113.9026
4	0.84	71.7586	167.2254
5	1.12	125.7647	218.1291
6	1.40	193.6852	266.6138
7	1.68	274.8427	312.6795
8	1.96	368.5599	356.3262
9	2.24	474.1596	397.5538
10	2.52	590.9643	436.3625
11	2.80	718.2968	472.7521

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-8.2869	-58.7893
3	0.56	-32.6962	-115.1596
4	0.84	-72.5505	-169.1108
5	1.12	-127.1725	-220.6431
6	1.40	-195.8849	-269.7563
7	1.68	-278.0103	-316.4505
8	1.96	-372.8714	-360.7256
9	2.24	-479.4968	-398.3818
10	2.52	-595.4454	-429.4189
11	2.80	-719.7456	-458.0370

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	394.5529	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	376.5989	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	117.6658	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.86	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.95	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	484.3440	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	416.6039	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	746.0098	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-40.8358	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1832.9863	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3231.1752	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	746.0098	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	416.6039	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.03	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.62	[m]		
Risultante in fondazione	854.4527	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.18	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	765.2395	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.76			
--	------	--	--	--

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	240.5949	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.1093	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	87.5268	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	21.6056	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4.0641	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-11.8914	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	276.1455	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	707.5913	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	707.5913	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	276.1455	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	759.5668	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.32	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-41.2222	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2261.4852	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	114.65	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	129.35	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.84$	$N'_q = 9.09$	$N'_\gamma = 0.68$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.56
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.20

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.44	2.2000	0.0999	0.6250
3	0.88	4.4000	0.7005	2.2764
4	1.32	6.6000	2.2536	4.9543
5	1.76	8.8000	5.2108	8.6586
6	2.20	11.0000	10.0237	13.3893
7	2.64	13.2000	17.1440	19.1465
8	3.08	15.4000	27.0232	25.9301
9	3.52	17.6000	40.1130	33.7402
10	3.96	19.8000	56.8650	42.5767
11	4.40	22.0000	77.7310	52.4396
12	4.84	24.2000	103.1624	63.3290
13	5.28	26.4000	133.6110	75.2448
14	5.72	28.6000	169.5284	88.1870
15	6.16	30.8000	211.3662	102.1557
16	6.60	33.0000	259.5760	117.1509
17	7.04	35.2000	314.6095	133.1724
18	7.48	37.4000	376.9183	150.2205
19	7.92	39.6000	446.9540	168.2949
20	8.36	41.8000	525.1683	187.3958
21	8.80	44.0000	611.9936	207.3589

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	3.7194	26.6003
3	0.56	14.9147	53.3994
4	0.84	33.6416	80.3972
5	1.12	59.9557	107.5938
6	1.40	93.9127	134.9892
7	1.68	135.5682	162.5833
8	1.96	184.9779	190.3762
9	2.24	242.1975	218.3679
10	2.52	307.2825	246.5583
11	2.80	380.2887	274.9476

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-2.2770	-16.2971
3	0.56	-9.1450	-32.7931
4	0.84	-20.6596	-49.4877
5	1.12	-36.8766	-66.3812
6	1.40	-57.8516	-83.4734
7	1.68	-83.6403	-100.7644
8	1.96	-114.2983	-118.2541
9	2.24	-149.8812	-135.9426
10	2.52	-190.4447	-153.8299
11	2.80	-236.0445	-171.9160

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	240.5949	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.1093	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	87.5268	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	33.6933	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.40	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53.92	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	11.8914	[kN]		
<b><u>Risultanti</u></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	287.4049	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	743.8997	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-54.9672	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	743.8997	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	287.4049	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	797.4888	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.12	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-53.5911	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	2273.9647	[kN]		
<b><u>Tensioni sul terreno</u></b>				
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	118.70	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	137.82	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.59$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.12$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.93$	$N'_q = 9.14$	$N'_\gamma = 0.72$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.57  
3.06

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.44	2.2000	0.1033	0.6488
3	0.88	4.4000	0.7284	2.3715
4	1.32	6.6000	2.3478	5.1682
5	1.76	8.8000	5.4340	9.0390
6	2.20	11.0000	10.4596	13.9837
7	2.64	13.2000	17.8971	20.0024
8	3.08	15.4000	28.2192	27.0950
9	3.52	17.6000	41.8983	35.2617
10	3.96	19.8000	59.4070	44.5024
11	4.40	22.0000	81.2179	54.8170
12	4.84	24.2000	107.8035	66.2057
13	5.28	26.4000	139.6364	78.6683
14	5.72	28.6000	177.1891	92.2049
15	6.16	30.8000	220.9342	106.8155
16	6.60	33.0000	271.3443	122.5001
17	7.04	35.2000	328.8918	139.2587
18	7.48	37.4000	394.0494	157.0912
19	7.92	39.6000	467.2896	175.9978
20	8.36	41.8000	549.0850	195.9783
21	8.80	44.0000	639.8879	216.8610

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	3.8811	27.7652
3	0.56	15.5726	55.7889
4	0.84	35.1470	84.0709
5	1.12	62.6765	112.6114
6	1.40	98.2335	141.4103
7	1.68	141.8903	170.4675
8	1.96	193.7194	199.7832
9	2.24	253.7931	229.3573
10	2.52	322.1836	259.1898
11	2.80	398.9635	289.2807

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-1.9479	-13.9564
3	0.56	-7.8397	-28.1713
4	0.84	-17.7479	-42.6445
5	1.12	-31.7448	-57.3762
6	1.40	-49.9027	-72.3663
7	1.68	-72.2940	-87.6147
8	1.96	-98.9911	-103.1216
9	2.24	-130.0662	-118.8869
10	2.52	-165.5919	-134.9106
11	2.80	-205.6403	-151.1927

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	298.2537	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	284.6818	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	88.9469	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Incremento sismico della spinta	41.6839	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	35.57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-11.8914	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	356.3798	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	713.5826	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1238.4138	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3111.8970	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	713.5826	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	356.3798	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.27	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	797.6257	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.54	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	195.9064	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.51
--	------

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	298.2537	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	284.6818	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	88.9469	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.07	[°]		
Incremento sismico della spinta	55.2318	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -6.41	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	36.76	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	468.1600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -4.40	[m]
Inerzia del muro	8.1281	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4.0641	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	23.7829	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	11.8914	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	369.3113	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	749.5339	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-45.3732	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1215.6208	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3199.4391	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	749.5339	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	369.3113	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	835.5788	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.23	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	189.8301	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.63
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.44	2.2000	0.0691	0.4712
3	0.88	4.4000	0.5528	1.8846
4	1.32	6.6000	1.8658	4.2405
5	1.76	8.8000	4.4226	7.5386
6	2.20	11.0000	8.6380	11.7791
7	2.64	13.2000	14.9264	16.9618
8	3.08	15.4000	23.7026	23.0869
9	3.52	17.6000	35.3811	30.1544
10	3.96	19.8000	50.3766	38.1641
11	4.40	22.0000	69.1038	47.1162
12	4.84	24.2000	91.9771	57.0106
13	5.28	26.4000	119.4113	67.8473
14	5.72	28.6000	151.8210	79.6264
15	6.16	30.8000	189.6207	92.3478
16	6.60	33.0000	233.2252	106.0115
17	7.04	35.2000	283.0490	120.6175
18	7.48	37.4000	339.5068	136.1658
19	7.92	39.6000	403.0132	152.6565
20	8.36	41.8000	473.9827	170.0895
21	8.80	44.0000	552.8124	188.3141

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	2.4401	17.6209
3	0.56	9.9750	36.3912
4	0.84	22.9265	56.3108
5	1.12	41.6163	77.3799
6	1.40	66.3664	99.5982
7	1.68	97.4986	122.9660
8	1.96	135.3347	147.4831
9	2.24	180.1964	173.1496
10	2.52	232.4057	199.9655
11	2.80	292.2844	227.9307

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-0.8882	-6.5361
3	0.56	-3.7675	-14.2216
4	0.84	-8.9596	-23.0565
5	1.12	-16.7864	-33.0407
6	1.40	-27.5697	-44.1743
7	1.68	-41.6313	-56.4572
8	1.96	-59.2930	-69.8896
9	2.24	-80.8767	-84.4713
10	2.52	-106.7042	-100.2023
11	2.80	-137.0973	-117.0827

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.44	2.2000	0.0694	0.4824
3	0.88	4.4000	0.6255	2.3130
4	1.32	6.6000	2.3563	5.8023
5	1.76	8.8000	5.9175	10.5670
6	2.20	11.0000	11.8077	16.3740
7	2.64	13.2000	20.4716	23.1703
8	3.08	15.4000	32.3394	30.9348
9	3.52	17.6000	47.8346	39.6570
10	3.96	19.8000	67.3772	49.3314
11	4.40	22.0000	91.3854	59.9545
12	4.84	24.2000	120.2761	71.5246
13	5.28	26.4000	154.4657	84.0401
14	5.72	28.6000	194.3700	97.5004
15	6.16	30.8000	240.4045	111.9047
16	6.60	33.0000	292.9845	127.2527
17	7.04	35.2000	352.5252	143.5442
18	7.48	37.4000	419.4417	160.7788
19	7.92	39.6000	494.1489	178.9564
20	8.36	41.8000	577.0617	198.0769
21	8.80	44.0000	668.5771	217.9893

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	3.3179	23.8204
3	0.56	13.4073	48.3679
4	0.84	30.4718	73.6424
5	1.12	54.7149	99.6440
6	1.40	86.3403	126.3727
7	1.68	125.5515	153.8283
8	1.96	172.5520	182.0111
9	2.24	227.5455	210.9209
10	2.52	290.7356	240.5577
11	2.80	362.3257	270.9216

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-1.7838	-12.8623
3	0.56	-7.2707	-26.4516
4	0.84	-16.6645	-40.7680
5	1.12	-30.1687	-55.8114
6	1.40	-47.9868	-71.5819
7	1.68	-70.3224	-88.0794
8	1.96	-97.3791	-105.3040
9	2.24	-129.2135	-121.1556
10	2.52	-165.1471	-135.6343
11	2.80	-205.2366	-150.8401

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.44	2.2000	0.0696	0.4878
3	0.88	4.4000	0.6598	2.5084
4	1.32	6.6000	2.5647	6.4172
5	1.76	8.8000	6.4992	11.6560
6	2.20	11.0000	12.9794	17.9713
7	2.64	13.2000	22.4615	25.2944
8	3.08	15.4000	35.3820	33.5967
9	3.52	17.6000	52.1681	42.8638
10	3.96	19.8000	73.2424	53.0875
11	4.40	22.0000	99.0247	64.2633
12	4.84	24.2000	129.9333	76.3882
13	5.28	26.4000	166.3853	89.4604
14	5.72	28.6000	208.7972	103.4786
15	6.16	30.8000	257.5851	118.4418
16	6.60	33.0000	313.1646	134.3495
17	7.04	35.2000	375.9511	151.2012
18	7.48	37.4000	446.3600	168.9966
19	7.92	39.6000	524.8064	187.7352
20	8.36	41.8000	611.7054	207.4172
21	8.80	44.0000	707.4542	227.8913

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	3.6169	25.9323
3	0.56	14.5765	52.4472
4	0.84	33.0418	79.5449
5	1.12	59.1760	107.2253
6	1.40	93.1423	135.4884
7	1.68	135.1039	164.3342
8	1.96	185.2239	193.7627
9	2.24	243.6654	223.7740
10	2.52	310.5917	254.3679
11	2.80	386.1658	285.5446

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-2.0858	-14.9960
3	0.56	-8.4521	-30.5747
4	0.84	-19.2621	-46.7361
5	1.12	-34.6788	-63.4803
6	1.40	-54.8654	-80.8071
7	1.68	-79.9851	-98.7167
8	1.96	-110.2011	-117.2089
9	2.24	-145.4805	-133.4839
10	2.52	-184.8105	-147.5416
11	2.80	-228.1582	-162.1820

## 2.2 Muro Tipo P1

### Approccio 1

#### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>		<i>Coefficienti parziali</i>		
		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione		1.00	1.00	1.40
Scorrimento		1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle		1.00	1.00	1.40
Stabilità globale			1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	7.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	2.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.80 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	8.54	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	3.72	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
$M$	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
$D / C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=30.7700$	$F_y=0.0000$	$M=30.7700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 175 di 175
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 23 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.61	--	2.27	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.28	--	1.17	--
3	EQU - [1]	--	--	3.53	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.28
5	A1-M1 - [2]	--	1.44	--	1.90	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.13	--	1.05	--
7	EQU - [2]	--	--	2.76	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.19
9	A1-M1 - [3]	--	1.24	--	1.40	--
10	A2-M2 - [3]	--	0.99	--	0.80	--
11	EQU - [3]	--	--	1.94	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.19
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.60	--	2.42	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.61	--	2.32	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.05	--	1.06	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.05	--	1.11	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.14	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.33	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.17
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.17
21	SLEQ - [1]	--	2.02	--	2.85	--
22	SLEF - [1]	--	1.86	--	2.57	--
23	SLER - [1]	--	1.81	--	2.48	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	154.7000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-7.07

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = -8.54
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	8.54	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	247.5159	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	230.5560	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	90.0446	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	230.5560	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	656.5126	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	656.5126	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	230.5560	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.34	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	695.8196	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.35	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-221.9607	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1487.0419	[kN]

##### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73.60	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	152.78	[kPa]

##### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.09$	$N'_q = 9.41$	$N'_\gamma = 1.11$

##### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.27

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	235.4222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.7094	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.2089	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	224.7094	[kN]
--	----------	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	636.6769	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	636.6769	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	224.7094	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	675.1680	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-181.0934	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	747.8966	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	77.47	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	142.07	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.88$	$N'_q = 5.53$	$N'_\gamma = 0.12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.28
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.17

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	258.9645	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	247.1804	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	77.2298	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	370.5912	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	247.1804	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	587.0510	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	704.1810	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2482.3014	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	587.0510	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	247.1804	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	636.9671	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.83	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-75.6724	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.53
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.04 Y[m]= 0.68

Raggio del cerchio R[m]= 10.41

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.81

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.36

Larghezza della striscia dx[m]= 0.69

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	20.0806	77.43	19.5990	0.0309	26.56	0	0
2	49.5341	64.46	44.6930	0.0156	26.56	0	0
3	65.7085	56.63	54.8778	0.0122	26.56	0	0
4	77.8937	50.24	59.8795	0.0105	26.56	0	0
5	87.6988	44.63	61.6092	0.0095	26.56	0	0
6	95.8155	39.52	60.9750	0.0087	26.56	0	0
7	102.6204	34.77	58.5245	0.0082	26.56	0	0
8	108.3456	30.28	54.6335	0.0078	26.56	0	0
9	116.0403	25.99	50.8515	0.0075	23.41	0	0
10	120.1469	21.85	44.7194	0.0073	23.04	0	0
11	123.2274	17.83	37.7321	0.0071	23.04	0	0
12	125.6528	13.90	30.1814	0.0069	23.04	0	0
13	86.5240	10.03	15.0724	0.0068	23.04	0	0
14	34.4143	6.21	3.7238	0.0068	23.04	0	0
15	35.0616	2.42	1.4800	0.0067	23.04	0	0
16	35.1407	-1.36	-0.8357	0.0067	23.04	0	0
17	33.0277	-5.15	-2.9650	0.0068	23.04	0	0
18	30.0480	-8.96	-4.6805	0.0068	23.04	0	0
19	28.4138	-12.81	-6.3012	0.0069	23.04	0	0
20	26.1737	-16.72	-7.5319	0.0070	23.04	0	0
21	23.2937	-20.72	-8.2406	0.0072	23.04	0	0
22	19.7261	-24.82	-8.2807	0.0074	23.04	0	0
23	15.3148	-29.07	-7.4401	0.0077	26.56	0	0
24	9.8651	-33.49	-5.4441	0.0081	26.56	0	0
25	3.3809	-38.16	-2.0891	0.0086	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1473.1490$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 544.7432$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 674.9261$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.26$

### COMBINAZIONE n° 5

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

308.7799

[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	287.6222	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	112.3320	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61.92	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	474.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	287.6222	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	741.8000	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	741.8000	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	287.6222	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	795.6091	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.19	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-106.1380	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1412.8963	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	108.97	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	146.83	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.21$	$N'_q = 8.92$	$N'_\gamma = 0.69$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.90

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	294.8344	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	281.4181	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	87.9272	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.22	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.14	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	466.3680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	281.4181	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	708.9952	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	708.9952	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	281.4181	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.03	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	762.8043	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.65	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-20.2336	[kNm]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Carico ultimo della fondazione 741.4043 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 5.80 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 118.63 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 125.85 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 11.15$        $N'_q = 5.19$        $N'_\gamma = 0.02$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.13  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.05

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	327.8822	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	312.9621	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	97.7829	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.20	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.45	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	433.5912	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	312.9621	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	670.6041	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1044.0234	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2878.7090	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	670.6041	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	312.9621	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	740.0372	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	110.0662	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.76

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.04 Y[m]= 0.00

Raggio del cerchio R[m]= 9.81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.68

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.78

Larghezza della striscia dx[m]= 0.66

Coefficiente di sicurezza C= 1.19

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	24.1805	79.45	23.7717	0.0352	26.56	0	0
2	69.9038	64.44	63.0629	0.0150	26.56	0	0
3	84.7258	56.50	70.6521	0.0117	26.56	0	0
4	95.8520	50.03	73.4547	0.0100	26.56	0	0
5	104.7832	44.35	73.2433	0.0090	26.56	0	0
6	112.1594	39.18	70.8580	0.0083	26.56	0	0
7	118.3281	34.37	66.8053	0.0078	26.56	0	0
8	124.8616	29.83	62.1089	0.0074	25.10	0	0
9	130.7953	25.49	56.2796	0.0072	23.04	0	0
10	134.1891	21.29	48.7329	0.0069	23.04	0	0
11	132.7204	17.22	39.2923	0.0068	23.04	0	0
12	127.6236	13.24	29.2189	0.0066	23.04	0	0
13	48.0229	9.31	7.7722	0.0065	23.04	0	0
14	34.1813	5.44	3.2385	0.0065	23.04	0	0
15	34.6644	1.58	0.9583	0.0065	23.04	0	0
16	34.6179	-2.26	-1.3657	0.0065	23.04	0	0
17	31.9104	-6.12	-3.4001	0.0065	23.04	0	0
18	29.5226	-10.00	-5.1266	0.0066	23.04	0	0
19	27.8681	-13.93	-6.7093	0.0067	23.04	0	0
20	25.6396	-17.93	-7.8934	0.0068	23.04	0	0
21	22.8012	-22.02	-8.5499	0.0070	23.04	0	0
22	19.3027	-26.24	-8.5337	0.0072	23.04	0	0
23	15.0011	-30.61	-7.6391	0.0075	26.56	0	0
24	9.6711	-35.20	-5.5744	0.0079	26.56	0	0
25	3.3081	-40.06	-2.1291	0.0084	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1596.6341$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 632.5283$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 732.0810$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.48$

### COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

308.7799

[kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 184 di 184
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	287.6222	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	112.3320	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61.92	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	474.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	333.7772	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	741.8000	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	741.8000	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	333.7772	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.45	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	813.4338	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.23	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	334.1807	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1040.7655	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	187.50	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	68.29	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.53$	$i_q = 0.53$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.81$	$N'_q = 8.16$	$N'_\gamma = 0.21$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.24
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.40

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	294.8344	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	281.4181	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	87.9272	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.22	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.14	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	466.3680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.00	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	321.4191	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	708.9952	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	708.9952	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	321.4191	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.51	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	778.4500	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.39	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	361.3759	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	568.7570	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	186.70	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	57.79	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.53$	$i_q = 0.53$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.27$	$N'_q = 4.78$	$N'_\gamma = 0.02$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.80

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	327.8822	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	312.9621	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	97.7829	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.20	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.45	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	433.5912	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	359.1171	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	670.6041	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1484.3421	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2878.7090	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	670.6041	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	359.1171	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.82	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	760.7068	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.17	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	550.3849	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.94
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.04 Y[m]= 0.00

Raggio del cerchio R[m]= 9.81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.68

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.78

Larghezza della striscia dx[m]= 0.66

Coefficiente di sicurezza C= 1.19

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	24.1805	79.45	23.7717	0.0352	26.56	0	0
2	69.9038	64.44	63.0629	0.0150	26.56	0	0
3	84.7258	56.50	70.6521	0.0117	26.56	0	0
4	95.8520	50.03	73.4547	0.0100	26.56	0	0
5	104.7832	44.35	73.2433	0.0090	26.56	0	0
6	112.1594	39.18	70.8580	0.0083	26.56	0	0
7	118.3281	34.37	66.8053	0.0078	26.56	0	0
8	124.8616	29.83	62.1089	0.0074	25.10	0	0
9	130.7953	25.49	56.2796	0.0072	23.04	0	0
10	134.1891	21.29	48.7329	0.0069	23.04	0	0
11	132.7204	17.22	39.2923	0.0068	23.04	0	0
12	127.6236	13.24	29.2189	0.0066	23.04	0	0
13	48.0229	9.31	7.7722	0.0065	23.04	0	0
14	34.1813	5.44	3.2385	0.0065	23.04	0	0
15	34.6644	1.58	0.9583	0.0065	23.04	0	0
16	34.6179	-2.26	-1.3657	0.0065	23.04	0	0
17	31.9104	-6.12	-3.4001	0.0065	23.04	0	0
18	29.5226	-10.00	-5.1266	0.0066	23.04	0	0
19	27.8681	-13.93	-6.7093	0.0067	23.04	0	0
20	25.6396	-17.93	-7.8934	0.0068	23.04	0	0
21	22.8012	-22.02	-8.5499	0.0070	23.04	0	0
22	19.3027	-26.24	-8.5337	0.0072	23.04	0	0
23	15.0011	-30.61	-7.6391	0.0075	26.56	0	0
24	9.6711	-35.20	-5.5744	0.0079	26.56	0	0
25	3.3081	-40.06	-2.1291	0.0084	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1596.6341$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 632.5283$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 732.0810$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.48$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica

190.3968 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

177.3508 [kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente verticale della spinta statica	69.2651	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	16.9955	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10.4591	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	221.9588	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	627.5274	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	627.5274	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	221.9588	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.26	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	665.6248	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.48	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-161.1897	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1520.7130	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	79.44	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	136.94	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.09$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.02$	$N'_q = 9.37$	$N'_\gamma = 1.07$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.42

#### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	190.3968	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	177.3508	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	69.2651	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	26.6028	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia verticale del muro	3.9294	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10.4591	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	230.9077	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	659.7995	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	659.7995	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	230.9077	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	699.0377	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.29	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-177.2082	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1533.9222	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	82.15	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	145.37	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.12$	$N'_q = 9.43$	$N'_\gamma = 1.12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.32

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	235.4222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.7094	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.2089	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	31.1786	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45.26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10.4591	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	283.2462	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	660.3637	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	660.3637	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	283.2462	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.05	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante in fondazione	718.5462	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-29.7397	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	698.5989	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	108.55	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	119.16	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.55$	$i_q = 0.55$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.64$	$N'_q = 4.95$	$N'_\gamma = 0.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.05
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.06

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	235.4222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.7094	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.2089	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	19.7387	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43.39	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10.4591	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	272.3269	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	628.1750	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	628.1750	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	272.3269	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	684.6647	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19.5762	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	697.6902	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	104.81	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	111.80	[kPa]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.55$	$i_q = 0.55$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.03$	$d_\gamma = 1.03$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.57$	$N'_q = 4.92$	$N'_\gamma = 0.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.05
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.11

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	235.4222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.7094	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.2089	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	19.7387	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43.39	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10.4591	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	272.3269	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	628.1750	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	860.4794	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2701.7633	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	628.1750	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	272.3269	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	684.6647	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19.5762	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.14
--	------

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	235.4222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.7094	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.2089	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	31.1786	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10.4591	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	283.2462	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	660.3637	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	834.1718	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2778.9661	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	660.3637	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	283.2462	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.05	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	718.5462	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.22	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-29.7397	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.33
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 19

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.04 Y[m]= 2.04

Raggio del cerchio R[m]= 11.63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.42

Larghezza della striscia dx[m]= 0.74

Coefficiente di sicurezza C= 1.17

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	17.3707	73.34	16.6420	0.0253	26.56	0	0
2	45.0075	63.15	40.1559	0.0161	26.56	0	0
3	62.9390	55.87	52.0963	0.0129	26.56	0	0
4	76.7527	49.79	58.6183	0.0112	26.56	0	0
5	87.9930	44.42	61.5866	0.0102	26.56	0	0
6	97.3700	39.51	61.9424	0.0094	26.56	0	0
7	105.2827	34.92	60.2692	0.0088	26.56	0	0
8	111.9818	30.58	56.9734	0.0084	26.56	0	0
9	117.7942	26.43	52.4317	0.0081	26.42	0	0
10	125.8010	22.42	47.9885	0.0078	23.04	0	0
11	129.5007	18.53	41.1582	0.0076	23.04	0	0
12	132.4584	14.73	33.6692	0.0075	23.04	0	0
13	143.7389	10.99	27.3902	0.0074	23.04	0	0
14	36.3595	7.29	4.6150	0.0073	23.04	0	0
15	35.7140	3.63	2.2607	0.0073	23.04	0	0
16	36.0279	-0.02	-0.0118	0.0073	23.04	0	0
17	34.9355	-3.67	-2.2343	0.0073	23.04	0	0
18	30.9479	-7.33	-3.9484	0.0073	23.04	0	0
19	29.3556	-11.02	-5.6131	0.0074	23.04	0	0
20	27.0991	-14.76	-6.9060	0.0075	23.04	0	0
21	24.1477	-18.57	-7.6905	0.0077	23.04	0	0
22	20.4580	-22.46	-7.8174	0.0078	23.04	0	0
23	15.8429	-26.47	-7.0622	0.0081	26.56	0	0
24	10.1788	-30.63	-5.1854	0.0084	26.56	0	0
25	3.4681	-34.97	-1.9876	0.0089	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1558.5256$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 569.3409$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 718.6208$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.88$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 20

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.04 Y[m]= 2.04

Raggio del cerchio R[m]= 11.63

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9.07

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.42

Larghezza della striscia dx[m]= 0.74

Coefficiente di sicurezza C= 1.17

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	17.3707	73.34	16.6420	0.0253	26.56	0	0
2	45.0075	63.15	40.1559	0.0161	26.56	0	0
3	62.9390	55.87	52.0963	0.0129	26.56	0	0
4	76.7527	49.79	58.6183	0.0112	26.56	0	0
5	87.9930	44.42	61.5866	0.0102	26.56	0	0
6	97.3700	39.51	61.9424	0.0094	26.56	0	0
7	105.2827	34.92	60.2692	0.0088	26.56	0	0
8	111.9818	30.58	56.9734	0.0084	26.56	0	0
9	117.7942	26.43	52.4317	0.0081	26.42	0	0
10	125.8010	22.42	47.9885	0.0078	23.04	0	0
11	129.5007	18.53	41.1582	0.0076	23.04	0	0
12	132.4584	14.73	33.6692	0.0075	23.04	0	0
13	143.7389	10.99	27.3902	0.0074	23.04	0	0
14	36.3595	7.29	4.6150	0.0073	23.04	0	0
15	35.7140	3.63	2.2607	0.0073	23.04	0	0
16	36.0279	-0.02	-0.0118	0.0073	23.04	0	0
17	34.9355	-3.67	-2.2343	0.0073	23.04	0	0
18	30.9479	-7.33	-3.9484	0.0073	23.04	0	0
19	29.3556	-11.02	-5.6131	0.0074	23.04	0	0
20	27.0991	-14.76	-6.9060	0.0075	23.04	0	0
21	24.1477	-18.57	-7.6905	0.0077	23.04	0	0
22	20.4580	-22.46	-7.8174	0.0078	23.04	0	0
23	15.8429	-26.47	-7.0622	0.0081	26.56	0	0
24	10.1788	-30.63	-5.1854	0.0084	26.56	0	0
25	3.4681	-34.97	-1.9876	0.0089	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1558.5256$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 569.3409$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 718.6208$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.88$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Approccio 2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

##### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	7.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	2.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.80 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	8.54	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	3.72	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=26.6700$	$F_y=0.0000$	$M=26.6700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Ordinarie  
 Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile  
 Valori limite delle aperture delle fessure w<sub>1</sub> = 0.20  
w<sub>2</sub> = 0.30  
w<sub>3</sub> = 0.40  
 Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$   
Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>sco</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>rib</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>qlim</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>stab</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.61	--	2.27	--
2	EQU - [1]	--	--	3.53	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.28
4	A1-M1 - [2]	--	1.44	--	1.90	--
5	EQU - [2]	--	--	2.76	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.19
7	A1-M1 - [3]	--	1.27	--	1.48	--
8	EQU - [3]	--	--	2.02	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.19
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.60	--	2.42	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.61	--	2.32	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.14	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.33	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.17
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.17
16	SLEQ - [1]	--	2.02	--	2.85	--
17	SLEF - [1]	--	1.86	--	2.57	--
18	SLER - [1]	--	1.81	--	2.48	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria
Punti di interpolazione del reticolo	18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico      Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	154.7000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-7.07

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = -8.54
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.80 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	8.54	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	247.5159	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	230.5560	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	90.0446	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	230.5560	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	656.5126	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	656.5126	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	230.5560	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.34	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	695.8196	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.35	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-221.9607	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1487.0419	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73.60	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	152.78	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 17.09$	$N'_q = 9.41$	$N'_\gamma = 1.11$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.61
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.27

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	1.9350	0.0611	0.4738
3	0.77	3.8700	0.4890	1.8954
4	1.16	5.8050	1.6504	4.2645
5	1.55	7.7400	3.9120	7.5814
6	1.94	9.6750	7.6406	11.8460
7	2.32	11.6100	13.2030	17.0582
8	2.71	13.5450	20.9659	23.2181
9	3.10	15.4800	31.2961	30.3257
10	3.48	17.4150	44.5602	38.3809
11	3.87	19.3500	61.1251	47.3838
12	4.26	21.2850	81.3576	57.3344
13	4.64	23.2200	105.6243	68.2327
14	5.03	25.1550	134.2920	80.0787
15	5.42	27.0900	167.7274	92.8723
16	5.81	29.0250	206.2974	106.6136
17	6.19	30.9600	250.3686	121.3026
18	6.58	32.8950	300.3079	136.9393
19	6.97	34.8300	356.4819	153.5236
20	7.35	36.7650	419.2574	171.0557
21	7.74	38.7000	488.9856	189.3837

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	2.1512	15.5440
3	0.56	8.8045	32.1583
4	0.84	20.2597	49.8428
5	1.12	36.8164	68.5976
6	1.40	58.7742	88.4226
7	1.68	86.4329	109.3179
8	1.96	120.0922	131.2835
9	2.24	160.0516	154.3193
10	2.52	206.6109	178.4254
11	2.80	260.0697	203.6017

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-2.3391	-16.8864
3	0.56	-9.5563	-34.8431
4	0.84	-21.9512	-53.8700
5	1.12	-39.8234	-73.9672
6	1.40	-63.4727	-95.1347
7	1.68	-93.1987	-117.3724
8	1.96	-129.3011	-140.6804
9	2.24	-172.0796	-165.0586
10	2.52	-221.8339	-190.5071
11	2.80	-278.8635	-217.0259

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	258.9645	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	247.1804	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	77.2298	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	370.5912	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	247.1804	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	587.0510	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	704.1810	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2482.3014	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	587.0510	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	247.1804	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	636.9671	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.83	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-75.6724	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.53
--	------

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	308.7799	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	287.6222	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	112.3320	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61.92	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	474.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	287.6222	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	741.8000	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	741.8000	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	287.6222	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	795.6091	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-106.1380	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1412.8963	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	108.97	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	146.83	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.06$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.21$	$N'_q = 8.92$	$N'_\gamma = 0.69$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.90

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	1.9350	0.0615	0.4892
3	0.77	3.8700	0.5772	2.4979
4	1.16	5.8050	2.2791	6.6226
5	1.55	7.7400	5.9133	12.3717
6	1.94	9.6750	12.0050	19.2928
7	2.32	11.6100	20.9822	27.2729
8	2.71	13.5450	33.2446	36.2647
9	3.10	15.4800	49.1785	46.2440
10	3.48	17.4150	69.1631	57.1969
11	3.87	19.3500	93.5734	69.1152
12	4.26	21.2850	122.7821	81.9939
13	4.64	23.2200	157.1601	95.8294
14	5.03	25.1550	197.0772	110.6195
15	5.42	27.0900	242.9026	126.3626
16	5.81	29.0250	295.0046	143.0574
17	6.19	30.9600	353.7517	160.7032
18	6.58	32.8950	419.5115	179.2992
19	6.97	34.8300	492.6517	198.8450
20	7.35	36.7650	573.5400	219.3402
21	7.74	38.7000	662.5278	240.6327

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	3.5113	25.1663
3	0.56	14.1409	50.8445
4	0.84	32.0320	77.0344
5	1.12	57.3279	103.7360
6	1.40	90.1720	130.9495
7	1.68	130.7074	158.6747
8	1.96	179.0776	186.9118
9	2.24	235.4258	215.6606
10	2.52	299.8953	244.9212
11	2.80	372.6294	274.6935

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-3.7224	-26.6741
3	0.56	-14.9853	-53.8600
4	0.84	-33.9318	-81.5577
5	1.12	-60.7053	-109.7671
6	1.40	-95.4491	-138.4883
7	1.68	-138.3066	-167.7213
8	1.96	-189.4209	-197.4661
9	2.24	-248.6414	-223.5227
10	2.52	-314.3473	-245.8911
11	2.80	-386.3881	-268.7712

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	327.8822	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	312.9621	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	97.7829	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.20	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.45	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	433.5912	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	312.9621	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	670.6041	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1044.0234	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2878.7090	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	670.6041	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	312.9621	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.16	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	740.0372	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	110.0662	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.76
--	------

#### COMBINAZIONE n° 7

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	308.7799	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	287.6222	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	112.3320	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	61.92	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	474.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	327.6272	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	741.8000	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	741.8000	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	327.6272	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.37	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	810.9296	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.83	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	275.5097	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1098.9869	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	177.04	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	78.76	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.99$	$N'_q = 8.25$	$N'_\gamma = 0.26$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.27
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.48

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0050	40.0050
2	0.39	1.9350	55.5485	40.4942
3	0.77	3.8700	71.5460	42.5029
4	1.16	5.8050	88.7299	46.6276
5	1.55	7.7400	107.8460	52.3767
6	1.94	9.6750	129.4197	59.2978
7	2.32	11.6100	153.8788	67.2779
8	2.71	13.5450	181.6232	76.2697
9	3.10	15.4800	213.0390	86.2490
10	3.48	17.4150	248.5055	97.2019
11	3.87	19.3500	288.3978	109.1202
12	4.26	21.2850	333.0884	121.9989
13	4.64	23.2200	382.9484	135.8344
14	5.03	25.1550	438.3474	150.6245
15	5.42	27.0900	499.6547	166.3676
16	5.81	29.0250	567.2387	183.0624
17	6.19	30.9600	641.4676	200.7082
18	6.58	32.8950	722.7094	219.3042
19	6.97	34.8300	811.3316	238.8500
20	7.35	36.7650	907.7017	259.3452
21	7.74	38.7000	1012.1715	280.6377

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	6.0938	43.3059
3	0.56	24.1273	85.2834
4	0.84	53.7285	125.9323
5	1.12	94.5254	165.2528
6	1.40	146.1461	203.2449
7	1.68	208.2186	239.9085
8	1.96	280.3709	275.2436
9	2.24	362.2310	309.2502
10	2.52	453.4270	341.9284
11	2.80	553.5869	373.2781

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-6.3049	-44.8137
3	0.56	-24.9717	-88.2989
4	0.84	-55.6283	-130.4556
5	1.12	-97.9028	-171.2839
6	1.40	-151.4233	-210.7837
7	1.68	-215.8177	-248.9551
8	1.96	-290.7142	-285.7980
9	2.24	-375.4466	-317.1124
10	2.52	-467.8791	-342.8983
11	2.80	-567.3457	-367.3558

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	327.8822	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	312.9621	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	97.7829	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.20	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.45	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	433.5912	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	352.9671	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	670.6041	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1425.6711	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2878.7090	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	670.6041	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	352.9671	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.73	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	757.8229	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.76	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	491.7139	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.02			
--	------	--	--	--

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	190.3968	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	177.3508	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	69.2651	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	16.9955	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.9294	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10.4591	[kN]
<b><i>Risultanti</i></b>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	221.9588	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	627.5274	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	627.5274	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	221.9588	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Risultante in fondazione	665.6248	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.48	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-161.1897	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1520.7130	[kN]
<b><i>Tensioni sul terreno</i></b>		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	79.44	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	136.94	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.09$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.02$	$N'_q = 9.37$	$N'_\gamma = 1.07$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.42

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	1.9350	0.0702	0.4953
3	0.77	3.8700	0.4858	1.7847
4	1.16	5.8050	1.5540	3.8681
5	1.55	7.7400	3.5822	6.7456
6	1.94	9.6750	6.8776	10.4172
7	2.32	11.6100	11.7475	14.8828
8	2.71	13.5450	18.4993	20.1424
9	3.10	15.4800	27.4402	26.1961
10	3.48	17.4150	38.8775	33.0439
11	3.87	19.3500	53.1186	40.6857
12	4.26	21.2850	70.4707	49.1216
13	4.64	23.2200	91.2411	58.3515
14	5.03	25.1550	115.7371	68.3754
15	5.42	27.0900	144.2661	79.1935
16	5.81	29.0250	177.1353	90.8055
17	6.19	30.9600	214.6520	103.2117
18	6.58	32.8950	257.1236	116.4119
19	6.97	34.8300	304.8572	130.4061
20	7.35	36.7650	358.1603	145.1944
21	7.74	38.7000	417.3270	160.6497

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	2.3665	17.0331
3	0.56	9.6111	34.8435
4	0.84	21.9514	53.4311
5	1.12	39.6051	72.7960
6	1.40	62.7897	92.9380
7	1.68	91.7229	113.8573
8	1.96	126.6224	135.5539
9	2.24	167.7056	158.0276
10	2.52	215.1904	181.2786
11	2.80	269.2942	205.3069

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-1.2168	-8.8211
3	0.56	-5.0124	-18.4194
4	0.84	-11.6042	-28.7950
5	1.12	-21.2101	-39.9477
6	1.40	-34.0475	-51.8778
7	1.68	-50.3342	-64.5850
8	1.96	-70.2876	-78.0695
9	2.24	-94.1256	-92.3312
10	2.52	-122.0657	-107.3701
11	2.80	-154.3254	-123.1863

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	190.3968	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	177.3508	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	69.2651	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	26.6028	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10.4591	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	230.9077	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	659.7995	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	659.7995	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	230.9077	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.27	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	699.0377	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.29	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-177.2082	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1533.9222	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	82.15	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	145.37	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.12$	$N'_q = 9.43$	$N'_\gamma = 1.12$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.61  
2.32

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	1.9350	0.0726	0.5137
3	0.77	3.8700	0.5048	1.8583
4	1.16	5.8050	1.6181	4.0337
5	1.55	7.7400	3.7340	7.0399
6	1.94	9.6750	7.1741	10.8770
7	2.32	11.6100	12.2600	15.5449
8	2.71	13.5450	19.3131	21.0436
9	3.10	15.4800	28.6549	27.3732
10	3.48	17.4150	40.6071	34.5336
11	3.87	19.3500	55.4911	42.5249
12	4.26	21.2850	73.6285	51.3470
13	4.64	23.2200	95.3408	60.9999
14	5.03	25.1550	120.9496	71.4837
15	5.42	27.0900	150.7764	82.7983
16	5.81	29.0250	185.1426	94.9437
17	6.19	30.9600	224.3700	107.9200
18	6.58	32.8950	268.7799	121.7271
19	6.97	34.8300	318.6939	136.3651
20	7.35	36.7650	374.4336	151.8339
21	7.74	38.7000	436.3068	168.0006

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	2.4762	17.8297
3	0.56	10.0644	36.5140
4	0.84	23.0038	56.0527
5	1.12	41.5336	76.4458
6	1.40	65.8932	97.6934
7	1.68	96.3217	119.7955
8	1.96	133.0585	142.7521
9	2.24	176.3427	166.5632
10	2.52	226.4136	191.2287
11	2.80	283.5105	216.7487

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-0.8903	-6.5018
3	0.56	-3.7207	-13.8580
4	0.84	-8.7305	-22.0687
5	1.12	-16.1590	-31.1339
6	1.40	-26.2453	-41.0536
7	1.68	-39.2287	-51.8277
8	1.96	-55.3485	-63.4563
9	2.24	-74.8440	-75.9393
10	2.52	-97.9543	-89.2769
11	2.80	-124.9188	-103.4689

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	235.4222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.7094	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.2089	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	19.7387	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43.39	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-10.4591	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	272.3269	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	628.1750	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	860.4794	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2701.7633	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	628.1750	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	272.3269	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.03	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	684.6647	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.44	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19.5762	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.14
--	------

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	235.4222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224.7094	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.2089	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	31.1786	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.80	[m]	Y = -5.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	45.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	411.7680	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.40	[m]	Y = -3.87	[m]
Inerzia del muro	7.8589	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.9294	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	20.9181	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	10.4591	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	283.2462	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	660.3637	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	834.1718	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2778.9661	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	660.3637	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	283.2462	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.05	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.80	[m]		
Risultante in fondazione	718.5462	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.22	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-29.7397	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.33
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	1.9350	0.0470	0.3645
3	0.77	3.8700	0.3762	1.4580
4	1.16	5.8050	1.2695	3.2804
5	1.55	7.7400	3.0092	5.8319
6	1.94	9.6750	5.8774	9.1123
7	2.32	11.6100	10.1562	13.1217
8	2.71	13.5450	16.1276	17.8601
9	3.10	15.4800	24.0739	23.3274
10	3.48	17.4150	34.2771	29.5238
11	3.87	19.3500	47.0193	36.4491
12	4.26	21.2850	62.5827	44.1034
13	4.64	23.2200	81.2494	52.4867
14	5.03	25.1550	103.3015	61.5990
15	5.42	27.0900	129.0211	71.4402
16	5.81	29.0250	158.6903	82.0105
17	6.19	30.9600	192.5912	93.3097
18	6.58	32.8950	231.0060	105.3379
19	6.97	34.8300	274.2168	118.0951
20	7.35	36.7650	322.5057	131.5813
21	7.74	38.7000	376.1427	145.6798

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	1.3929	10.2008
3	0.56	5.8534	21.9121
4	0.84	13.8046	35.1340
5	1.12	25.6694	49.8664
6	1.40	41.8708	66.1094
7	1.68	62.8317	83.8630
8	1.96	88.9750	103.1271
9	2.24	120.7238	123.9018
10	2.52	158.5010	146.1870
11	2.80	202.7295	169.9828

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-0.1323	-1.1964
3	0.56	-0.8110	-3.9034
4	0.84	-2.4592	-8.1210
5	1.12	-5.4997	-13.8491
6	1.40	-10.3556	-21.0878
7	1.68	-17.4499	-29.8370
8	1.96	-27.2054	-40.0968
9	2.24	-40.0451	-51.8672
10	2.52	-56.3920	-65.1481
11	2.80	-76.6690	-79.9396

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	1.9350	0.0472	0.3703
3	0.77	3.8700	0.4101	1.6991
4	1.16	5.8050	1.5384	4.3493
5	1.55	7.7400	3.9241	8.1305
6	1.94	9.6750	7.9394	12.7537
7	2.32	11.6100	13.8962	18.1591
8	2.71	13.5450	22.0923	24.3234
9	3.10	15.4800	32.8189	31.2347
10	3.48	17.4150	46.3635	38.8865
11	3.87	19.3500	63.0120	47.2750
12	4.26	21.2850	83.0491	56.3979
13	4.64	23.2200	106.7586	66.2537
14	5.03	25.1550	134.4238	76.8413
15	5.42	27.0900	166.3280	88.1600
16	5.81	29.0250	202.7540	100.2094
17	6.19	30.9600	243.9843	112.9891
18	6.58	32.8950	290.3017	126.4988
19	6.97	34.8300	341.9886	140.7383
20	7.35	36.7650	399.3273	155.7074
21	7.74	38.7000	462.5882	171.2894

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	2.0718	15.0040
3	0.56	8.5171	31.2385
4	0.84	19.6803	48.7035
5	1.12	35.9059	67.3990
6	1.40	57.5385	87.3250
7	1.68	84.9228	108.4816
8	1.96	118.4031	130.8686
9	2.24	158.3240	154.4861
10	2.52	205.0301	179.3341
11	2.80	258.8660	205.4127

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-0.8273	-6.1143
3	0.56	-3.5388	-13.4591
4	0.84	-8.4792	-22.0344
5	1.12	-15.9929	-31.8402
6	1.40	-26.4246	-42.8765
7	1.68	-40.1186	-55.1433
8	1.96	-57.4196	-68.6406
9	2.24	-78.5252	-81.2684
10	2.52	-102.8978	-93.0267
11	2.80	-130.7350	-106.0155

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.39	1.9350	0.0473	0.3739
3	0.77	3.8700	0.4307	1.8347
4	1.16	5.8050	1.6697	4.8062
5	1.55	7.7400	4.3073	8.9839
6	1.94	9.6750	8.7360	14.0410
7	2.32	11.6100	15.2784	19.9004
8	2.71	13.5450	24.2383	26.5309
9	3.10	15.4800	35.9106	33.9161
10	3.48	17.4150	50.5855	42.0471
11	3.87	19.3500	68.5505	50.9183
12	4.26	21.2850	90.0914	60.5267
13	4.64	23.2200	115.4930	70.8699
14	5.03	25.1550	145.0393	81.9464
15	5.42	27.0900	179.0139	93.7551
16	5.81	29.0250	217.7001	106.2955
17	6.19	30.9600	261.3809	119.5668
18	6.58	32.8950	310.3391	133.5687
19	6.97	34.8300	364.8573	148.3009
20	7.35	36.7650	425.2181	163.7632
21	7.74	38.7000	491.6921	179.8386

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	2.2994	16.6141
3	0.56	9.4101	34.3658
4	0.84	21.6505	53.2551
5	1.12	39.3391	73.2819
6	1.40	62.7945	94.4463
7	1.68	92.3352	116.7482
8	1.96	128.2797	140.1877
9	2.24	170.9465	164.7648
10	2.52	220.6541	190.4794
11	2.80	277.7211	217.3316

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.28	-1.0566	-7.7365
3	0.56	-4.4386	-16.6105
4	0.84	-10.4646	-26.6221
5	1.12	-19.4532	-37.7713
6	1.40	-31.7227	-50.0580
7	1.68	-47.5918	-63.4823
8	1.96	-67.3789	-78.0441
9	2.24	-91.2067	-90.9435
10	2.52	-118.2175	-102.1804
11	2.80	-148.5339	-114.5550

## 2.3 Muro Tipo P2

### Approccio 1

#### Normativa

##### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 226 di 226
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

		<i>Coefficienti parziali</i>		
		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione		1.00	1.00	1.40
Scorrimento		1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle		1.00	1.00	1.40
Stabilità globale			1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	6.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	2.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	7.54	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	3.55	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=30.7700$	$F_y=0.0000$	$M=30.7700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 233 di 233
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 22 - Frequente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 24 - Rara (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 25 - Rara (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### **Impostazioni verifiche SLU**

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
<u>Verifica fessurazione</u>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

***Impostazioni avanzate***

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.67	--	2.55	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.34	--	1.34	--
3	EQU - [1]	--	--	3.56	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.33
5	A1-M1 - [2]	--	1.44	--	2.03	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.11	--	1.11	--
7	EQU - [2]	--	--	2.69	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.21
9	A1-M1 - [3]	--	1.20	--	1.33	--
10	A2-M2 - [3]	--	0.95	--	0.78	--
11	EQU - [3]	--	--	1.77	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.21
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.66	--	2.72	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.67	--	2.60	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.10	--	1.20	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.09	--	1.26	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.17	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.36	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.22
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.21
21	SLEQ - [1]	--	2.11	--	3.16	--
22	SLEF - [1]	--	1.87	--	2.75	--
23	SLEF - [1]	--	1.81	--	3.18	--
24	SLER - [1]	--	1.60	--	2.45	--
25	SLER - [1]	--	1.54	--	2.23	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	135.7000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.06 Y=-6.20

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.50 Y = -7.54
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.50 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	7.54	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	192.9434	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	179.7229	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.1915	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	179.7229	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	526.0415	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	526.0415	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	179.7229	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	555.8957	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-141.4476	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1340.3743	[kN]

##### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	70.52	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	135.77	[kPa]

##### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.49$	$N'_q = 9.59$	$N'_\gamma = 1.24$

##### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.55

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	183.5162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.1654	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	54.7292	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	175.1654	[kN]
--	----------	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	510.5792	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	510.5792	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	175.1654	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	539.7908	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.94	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-113.4822	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	682.0325	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73.94	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	126.29	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.16$	$N'_q = 5.63$	$N'_\gamma = 0.16$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.34
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.34

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	201.8678	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	192.6819	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	60.2022	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	288.1350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	192.6819	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	470.4672	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	484.6461	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1726.2658	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	470.4672	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	192.6819	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	508.3952	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.27	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-41.9284	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.56
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.80 Y[m]= 0.60

Raggio del cerchio R[m]= 9.21

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.40

Larghezza della striscia dx[m]= 0.61

Coefficiente di sicurezza C= 1.33

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	15.9722	77.32	15.5828	0.0275	26.56	0	0
2	39.4250	64.34	35.5381	0.0139	26.56	0	0
3	52.3250	56.46	43.6105	0.0109	26.56	0	0
4	62.0282	50.01	47.5243	0.0094	26.56	0	0
5	69.8252	44.36	48.8153	0.0084	26.56	0	0
6	76.2697	39.21	48.2130	0.0078	26.56	0	0
7	81.6629	34.42	46.1575	0.0073	26.56	0	0
8	86.3075	29.89	43.0099	0.0070	26.43	0	0
9	92.8376	25.56	40.0563	0.0067	23.04	0	0
10	95.8148	21.38	34.9352	0.0065	23.04	0	0
11	98.2217	17.32	29.2471	0.0063	23.04	0	0
12	100.1005	13.35	23.1159	0.0062	23.04	0	0
13	62.5411	9.44	10.2625	0.0061	23.04	0	0
14	29.6277	5.58	2.8815	0.0061	23.04	0	0
15	30.0686	1.74	0.9149	0.0060	23.04	0	0
16	30.0480	-2.09	-1.0938	0.0060	23.04	0	0
17	27.1992	-5.93	-2.8079	0.0061	23.04	0	0
18	25.4574	-9.79	-4.3295	0.0061	23.04	0	0
19	24.0399	-13.70	-5.6951	0.0062	23.04	0	0
20	22.1247	-17.68	-6.7202	0.0063	23.04	0	0
21	19.6813	-21.75	-7.2937	0.0065	23.04	0	0
22	16.6669	-25.94	-7.2908	0.0067	23.23	0	0
23	12.9029	-30.29	-6.5071	0.0070	26.56	0	0
24	8.3040	-34.83	-4.7433	0.0073	26.56	0	0
25	2.8255	-39.65	-1.8030	0.0078	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1182.2774$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 421.5803$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 540.5754$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.06$

### COMBINAZIONE n° 5

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

254.9248

[kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 240 di 240
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	237.4573	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	92.7399	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.11	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	374.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	237.4573	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	602.5899	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	602.5899	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	237.4573	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.08	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	647.6886	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.51	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-50.7820	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1224.4421	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	106.44	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	129.87	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.05$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.21$	$N'_q = 8.89$	$N'_\gamma = 0.63$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.03

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	247.1064	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	235.8620	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	73.6935	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	366.9500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	235.8620	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	576.3435	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	576.3435	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	235.8620	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.03	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	622.7380	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.26	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	15.9971	[kNm]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Carico ultimo della fondazione 639.1877 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 5.10 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 116.70 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 109.32 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.57$	$i_q = 0.57$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 11.05$        $N'_q = 5.12$        $N'_\gamma = 0.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.11  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.11

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	275.3623	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	262.8321	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	82.1201	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.07	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	342.1350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	262.8321	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	546.3851	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	760.0891	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2045.9473	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	546.3851	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	262.8321	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	606.3146	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	107.4238	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.69

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.80 Y[m]= 0.60

Raggio del cerchio R[m]= 9.21

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.40

Larghezza della striscia dx[m]= 0.61

Coefficiente di sicurezza C= 1.21

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	26.8796	77.32	26.2243	0.0275	26.56	0	0
2	55.4149	64.34	49.9515	0.0139	26.56	0	0
3	68.3149	56.46	56.9374	0.0109	26.56	0	0
4	78.0182	50.01	59.7754	0.0094	26.56	0	0
5	85.8152	44.36	59.9940	0.0084	26.56	0	0
6	92.2596	39.21	58.3208	0.0078	26.56	0	0
7	97.6528	34.42	55.1954	0.0073	26.56	0	0
8	102.2974	29.89	50.9783	0.0070	26.43	0	0
9	108.8276	25.56	46.9554	0.0067	23.04	0	0
10	111.8047	21.38	40.7653	0.0065	23.04	0	0
11	112.4048	17.32	33.4704	0.0063	23.04	0	0
12	100.1005	13.35	23.1159	0.0062	23.04	0	0
13	62.5411	9.44	10.2625	0.0061	23.04	0	0
14	29.6277	5.58	2.8815	0.0061	23.04	0	0
15	30.0686	1.74	0.9149	0.0060	23.04	0	0
16	30.0480	-2.09	-1.0938	0.0060	23.04	0	0
17	27.1992	-5.93	-2.8079	0.0061	23.04	0	0
18	25.4574	-9.79	-4.3295	0.0061	23.04	0	0
19	24.0399	-13.70	-5.6951	0.0062	23.04	0	0
20	22.1247	-17.68	-6.7202	0.0063	23.04	0	0
21	19.6813	-21.75	-7.2937	0.0065	23.04	0	0
22	16.6669	-25.94	-7.2908	0.0067	23.23	0	0
23	12.9029	-30.29	-6.5071	0.0070	26.56	0	0
24	8.3040	-34.83	-4.7433	0.0073	26.56	0	0
25	2.8255	-39.65	-1.8030	0.0078	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1351.2774$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 527.4584$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 621.5726$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i = 5.06$

### COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

254.9248

[kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 243 di 243
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	237.4573	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	92.7399	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.11	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	374.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	283.6123	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	602.5899	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	602.5899	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	283.6123	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.57	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	665.9959	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.20	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	343.3817	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	799.1435	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	197.37	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	38.94	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.52$	$i_q = 0.52$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.51$	$N'_q = 7.95$	$N'_\gamma = 0.12$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.33

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	247.1064	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	235.8620	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	73.6935	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	366.9500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.00	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	275.8630	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	576.3435	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	576.3435	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	275.8630	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.62	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	638.9618	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.58	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	357.6057	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	452.0790	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	195.50	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	30.52	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.51$	$i_q = 0.51$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 9.99$	$N'_q = 4.63$	$N'_\gamma = 0.06$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.95
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.78

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	275.3623	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	262.8321	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	82.1201	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	342.1350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	308.9871	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	546.3851	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1154.2528	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2045.9473	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	546.3851	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	308.9871	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.92	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.90	[m]
Risultante in fondazione	627.7019	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	501.5875	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.77
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.80 Y[m]= 0.60

Raggio del cerchio R[m]= 9.21

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.40

Larghezza della striscia dx[m]= 0.61

Coefficiente di sicurezza C= 1.21

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	26.8796	77.32	26.2243	0.0275	26.56	0	0
2	55.4149	64.34	49.9515	0.0139	26.56	0	0
3	68.3149	56.46	56.9374	0.0109	26.56	0	0
4	78.0182	50.01	59.7754	0.0094	26.56	0	0
5	85.8152	44.36	59.9940	0.0084	26.56	0	0
6	92.2596	39.21	58.3208	0.0078	26.56	0	0
7	97.6528	34.42	55.1954	0.0073	26.56	0	0
8	102.2974	29.89	50.9783	0.0070	26.43	0	0
9	108.8276	25.56	46.9554	0.0067	23.04	0	0
10	111.8047	21.38	40.7653	0.0065	23.04	0	0
11	112.4048	17.32	33.4704	0.0063	23.04	0	0
12	100.1005	13.35	23.1159	0.0062	23.04	0	0
13	62.5411	9.44	10.2625	0.0061	23.04	0	0
14	29.6277	5.58	2.8815	0.0061	23.04	0	0
15	30.0686	1.74	0.9149	0.0060	23.04	0	0
16	30.0480	-2.09	-1.0938	0.0060	23.04	0	0
17	27.1992	-5.93	-2.8079	0.0061	23.04	0	0
18	25.4574	-9.79	-4.3295	0.0061	23.04	0	0
19	24.0399	-13.70	-5.6951	0.0062	23.04	0	0
20	22.1247	-17.68	-6.7202	0.0063	23.04	0	0
21	19.6813	-21.75	-7.2937	0.0065	23.04	0	0
22	16.6669	-25.94	-7.2908	0.0067	23.23	0	0
23	12.9029	-30.29	-6.5071	0.0070	26.56	0	0
24	8.3040	-34.83	-4.7433	0.0073	26.56	0	0
25	2.8255	-39.65	-1.8030	0.0078	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1351.2774$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 527.4584$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 621.5726$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i = 5.06$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica

148.4180 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

138.2484 [kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente verticale della spinta statica	53.9935	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	13.2484	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.1319	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	173.7465	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	503.0844	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	503.0844	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	173.7465	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.20	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	532.2422	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.05	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-98.1517	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1366.7169	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	76.00	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	121.29	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coef. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.40$	$N'_q = 9.54$	$N'_\gamma = 1.19$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.66
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.72

#### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	148.4180	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	138.2484	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	53.9935	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	20.7374	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia verticale del muro	3.4468	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.1319	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	180.7223	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	528.9663	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	528.9663	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	180.7223	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.21	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	558.9865	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-108.6103	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1377.7235	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	78.66	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	128.77	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.49$	$N'_q = 9.59$	$N'_\gamma = 1.24$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.60

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	183.5162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.1654	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	54.7292	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	23.6846	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.1319	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	220.9297	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	529.2213	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	529.2213	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	220.9297	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante in fondazione	573.4851	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.66	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-8.1284	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	633.6944	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	101.89	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	105.64	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.92$	$N'_q = 5.06$	$N'_\gamma = 0.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.20

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	183.5162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.1654	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	54.7292	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.4216	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.1319	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	212.0882	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	503.3014	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	503.3014	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	212.0882	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	546.1627	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.85	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2.2653	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	632.5488	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	98.16	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	99.21	[kPa]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 10.85$	$N'_q = 5.03$	$N'_\gamma = 0.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.26

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	183.5162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.1654	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	54.7292	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.4216	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.1319	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	212.0882	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	503.3014	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	592.2973	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1877.9812	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	503.3014	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	212.0882	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	546.1627	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.85	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2.2653	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.17
--	------

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	183.5162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.1654	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	54.7292	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	23.6846	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.1319	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	220.9297	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	529.2213	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	574.4814	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1932.1242	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	529.2213	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	220.9297	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	573.4851	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.66	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-8.1284	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.36
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 19

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.80 Y[m]= 1.80

Raggio del cerchio R[m]= 10.28

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.23

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.33

Larghezza della striscia dx[m]= 0.66

Coefficiente di sicurezza C= 1.22

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	13.8715	73.27	13.2847	0.0226	26.56	0	0
2	35.9259	63.01	32.0119	0.0143	26.56	0	0
3	50.2111	55.66	41.4619	0.0115	26.56	0	0
4	61.2021	49.55	46.5710	0.0100	26.56	0	0
5	70.1343	44.13	48.8343	0.0091	26.56	0	0
6	77.5749	39.18	49.0070	0.0084	26.56	0	0
7	83.8428	34.56	47.5574	0.0079	26.56	0	0
8	89.1378	30.18	44.8124	0.0075	26.56	0	0
9	94.2082	25.99	41.2877	0.0072	25.93	0	0
10	100.3722	21.95	37.5191	0.0070	23.04	0	0
11	103.2639	18.02	31.9444	0.0068	23.04	0	0
12	105.5577	14.18	25.8511	0.0067	23.04	0	0
13	106.2479	10.40	19.1732	0.0066	23.04	0	0
14	30.1035	6.66	3.4925	0.0065	23.04	0	0
15	30.7767	2.96	1.5874	0.0065	23.04	0	0
16	30.9317	-0.74	-0.3977	0.0065	23.04	0	0
17	28.8895	-4.43	-2.2331	0.0065	23.04	0	0
18	26.3017	-8.15	-3.7279	0.0066	23.04	0	0
19	24.9043	-11.90	-5.1347	0.0066	23.04	0	0
20	22.9622	-15.70	-6.2140	0.0067	23.04	0	0
21	20.4477	-19.58	-6.8514	0.0069	23.04	0	0
22	17.3177	-23.55	-6.9189	0.0071	23.82	0	0
23	13.3759	-27.64	-6.2063	0.0073	26.56	0	0
24	8.5979	-31.90	-4.5437	0.0077	26.56	0	0
25	2.9337	-36.37	-1.7396	0.0081	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1249.0928$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 440.4287$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 575.1003$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.70$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 20

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.80 Y[m]= 1.80

Raggio del cerchio R[m]= 10.28

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.23

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.33

Larghezza della striscia dx[m]= 0.66

Coefficiente di sicurezza C= 1.21

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	13.8715	73.27	13.2847	0.0226	26.56	0	0
2	35.9259	63.01	32.0119	0.0143	26.56	0	0
3	50.2111	55.66	41.4619	0.0115	26.56	0	0
4	61.2021	49.55	46.5710	0.0100	26.56	0	0
5	70.1343	44.13	48.8343	0.0091	26.56	0	0
6	77.5749	39.18	49.0070	0.0084	26.56	0	0
7	83.8428	34.56	47.5574	0.0079	26.56	0	0
8	89.1378	30.18	44.8124	0.0075	26.56	0	0
9	94.2082	25.99	41.2877	0.0072	25.93	0	0
10	100.3722	21.95	37.5191	0.0070	23.04	0	0
11	103.2639	18.02	31.9444	0.0068	23.04	0	0
12	105.5577	14.18	25.8511	0.0067	23.04	0	0
13	106.2479	10.40	19.1732	0.0066	23.04	0	0
14	30.1035	6.66	3.4925	0.0065	23.04	0	0
15	30.7767	2.96	1.5874	0.0065	23.04	0	0
16	30.9317	-0.74	-0.3977	0.0065	23.04	0	0
17	28.8895	-4.43	-2.2331	0.0065	23.04	0	0
18	26.3017	-8.15	-3.7279	0.0066	23.04	0	0
19	24.9043	-11.90	-5.1347	0.0066	23.04	0	0
20	22.9622	-15.70	-6.2140	0.0067	23.04	0	0
21	20.4477	-19.58	-6.8514	0.0069	23.04	0	0
22	17.3177	-23.55	-6.9189	0.0071	23.82	0	0
23	13.3759	-27.64	-6.2063	0.0073	26.56	0	0
24	8.5979	-31.90	-4.5437	0.0077	26.56	0	0
25	2.9337	-36.37	-1.7396	0.0081	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1249.0928$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 440.4287$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 575.1003$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.70$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Approccio 2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

##### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	6.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	2.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.50 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	7.54	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	3.55	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
$M$	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
$D / C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=26.6700$	$F_y=0.0000$	$M=26.6700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.67	--	2.55	--
2	EQU - [1]	--	--	3.56	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.33
4	A1-M1 - [2]	--	1.44	--	2.03	--
5	EQU - [2]	--	--	2.69	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.21
7	A1-M1 - [3]	--	1.23	--	1.42	--
8	EQU - [3]	--	--	1.86	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.21
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.66	--	2.72	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.67	--	2.60	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.17	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.36	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.22
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.21
16	SLEQ - [1]	--	2.11	--	3.16	--
17	SLEF - [1]	--	1.87	--	2.75	--
18	SLER - [1]	--	1.81	--	2.63	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria
Punti di interpolazione del reticolo	18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	135.7000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.06 Y=-6.20

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.50 Y = -7.54
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.50 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	7.54	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	192.9434	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	179.7229	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70.1915	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	179.7229	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	526.0415	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	526.0415	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	179.7229	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.27	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	555.8957	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.86	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-141.4476	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1340.3743	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	70.52	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	135.77	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 17.49$	$N'_q = 9.59$	$N'_\gamma = 1.24$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.55

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.34	1.6850	0.0404	0.3593
3	0.67	3.3700	0.3229	1.4372
4	1.01	5.0550	1.0898	3.2338
5	1.35	6.7400	2.5832	5.7489
6	1.69	8.4250	5.0453	8.9827
7	2.02	10.1100	8.7183	12.9351
8	2.36	11.7950	13.8443	17.6061
9	2.70	13.4800	20.6655	22.9958
10	3.03	15.1650	29.4242	29.1040
11	3.37	16.8500	40.3624	35.9309
12	3.71	18.5350	53.7223	43.4764
13	4.04	20.2200	69.7462	51.7405
14	4.38	21.9050	88.6761	60.7232
15	4.72	23.5900	110.7544	70.4246
16	5.06	25.2750	136.2230	80.8445
17	5.39	26.9600	165.3243	91.9831
18	5.73	28.6450	198.3004	103.8403
19	6.07	30.3300	235.3934	116.4161
20	6.40	32.0150	276.8455	129.7106
21	6.74	33.7000	322.8887	143.6086

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	1.4843	12.4924
3	0.48	6.0553	25.7218
4	0.72	13.8898	39.6883
5	0.96	25.1647	54.3918
6	1.20	40.0568	69.8324
7	1.44	58.7432	86.0100
8	1.68	81.4006	102.9246
9	1.92	108.2059	120.5762
10	2.16	139.3361	138.9649
11	2.40	174.9681	158.0907

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-1.6178	-13.0757
3	0.50	-6.6045	-26.9512
4	0.75	-15.1600	-41.6264
5	1.00	-27.4843	-57.1013
6	1.25	-43.7773	-73.3759
7	1.50	-64.2389	-90.4503
8	1.75	-89.0691	-108.3245
9	2.00	-118.4678	-126.9983
10	2.25	-152.6349	-146.4719
11	2.50	-191.7704	-166.7453

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	201.8678	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	192.6819	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	60.2022	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	288.1350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	192.6819	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	470.4672	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	484.6461	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1726.2658	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	470.4672	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	192.6819	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	508.3952	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.27	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-41.9284	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.56
--	------

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	254.9248	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	237.4573	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	92.7399	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.11	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	374.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	237.4573	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	602.5899	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	602.5899	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	237.4573	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.08	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	647.6886	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.51	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-50.7820	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1224.4421	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	106.44	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	129.87	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.05$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.21$	$N'_q = 8.89$	$N'_\gamma = 0.63$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.03

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.34	1.6850	0.0405	0.3656
3	0.67	3.3700	0.3562	1.7261
4	1.01	5.0550	1.3964	4.7357
5	1.35	6.7400	3.7191	9.2299
6	1.69	8.4250	7.7248	14.6901
7	2.02	10.1100	13.7146	20.9930
8	2.36	11.7950	21.9628	28.0870
9	2.70	13.4800	32.7310	35.9451
10	3.03	15.1650	46.2739	44.5519
11	3.37	16.8500	62.8420	53.8979
12	3.71	18.5350	82.6835	63.9775
13	4.04	20.2200	106.0448	74.7866
14	4.38	21.9050	133.1713	86.3226
15	4.72	23.5900	164.3076	98.5834
16	5.06	25.2750	199.6978	111.5679
17	5.39	26.9600	239.5855	125.2749
18	5.73	28.6450	284.2142	139.7036
19	6.07	30.3300	333.8268	154.8536
20	6.40	32.0150	388.6664	170.7242
21	6.74	33.7000	448.9655	187.2000

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	2.5001	20.8780
3	0.48	10.0426	42.0206
4	0.72	22.6911	63.4279
5	0.96	40.5092	85.0997
6	1.20	63.5602	107.0362
7	1.44	91.9077	129.2372
8	1.68	125.6152	151.7029
9	1.92	164.7462	174.4331
10	2.16	209.3643	197.4280
11	2.40	259.5329	220.6875

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-2.7185	-21.7957
3	0.50	-10.9218	-43.8786
4	0.75	-24.6817	-66.2486
5	1.00	-44.0700	-88.9056
6	1.25	-69.1584	-111.8498
7	1.50	-100.0188	-135.0812
8	1.75	-136.7230	-158.5996
9	2.00	-178.7426	-176.4052
10	2.25	-224.9120	-192.9978
11	2.50	-275.2654	-209.8776

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	275.3623	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	262.8321	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	82.1201	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	342.1350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	262.8321	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	546.3851	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	760.0891	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2045.9473	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	546.3851	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	262.8321	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	606.3146	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	25.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	107.4238	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.69
--	------

#### COMBINAZIONE n° 7

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	254.9248	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	237.4573	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	92.7399	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.11	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	374.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	277.4623	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	602.5899	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	602.5899	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	277.4623	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.48	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	663.4003	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	290.8607	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	854.6519	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	185.25	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	51.06	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.53$	$i_q = 0.53$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.73$	$N'_q = 8.07$	$N'_\gamma = 0.16$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.42

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0050	40.0050
2	0.34	1.6850	53.5272	40.3706
3	0.67	3.3700	67.3246	41.7311
4	1.01	5.0550	81.8465	44.7407
5	1.35	6.7400	97.6508	49.2349
6	1.69	8.4250	115.1382	54.6951
7	2.02	10.1100	134.6097	60.9980
8	2.36	11.7950	156.3396	68.0920
9	2.70	13.4800	180.5895	75.9501
10	3.03	15.1650	207.6140	84.5569
11	3.37	16.8500	237.6639	93.9029
12	3.71	18.5350	270.9870	103.9825
13	4.04	20.2200	307.8300	114.7916
14	4.38	21.9050	348.4382	126.3276
15	4.72	23.5900	393.0562	138.5884
16	5.06	25.2750	441.9281	151.5729
17	5.39	26.9600	495.2975	165.2799
18	5.73	28.6450	553.4078	179.7086
19	6.07	30.3300	616.5021	194.8586
20	6.40	32.0150	684.8234	210.7292
21	6.74	33.7000	758.6042	227.2050

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	4.6986	38.9024
3	0.48	18.5519	76.2892
4	0.72	41.1962	112.1605
5	0.96	72.2677	146.5161
6	1.20	111.4027	179.3562
7	1.44	158.2374	210.6807
8	1.68	212.4082	240.4896
9	1.92	273.5512	268.7830
10	2.16	341.3028	295.5608
11	2.40	415.2991	320.8230

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-5.1008	-40.5325
3	0.50	-20.1292	-79.4205
4	0.75	-44.6740	-116.6640
5	1.00	-78.3242	-152.2629
6	1.25	-120.6685	-186.2174
7	1.50	-171.2958	-218.5274
8	1.75	-229.7951	-249.1928
9	2.00	-295.1552	-272.2138
10	2.25	-365.7275	-292.0902
11	2.50	-441.0633	-310.3222

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	275.3623	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	262.8321	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	82.1201	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -4.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.07	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	342.1350	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	302.8371	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	546.3851	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-15.6491	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1101.7318	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2045.9473	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	546.3851	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	302.8371	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.82	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	624.6975	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.00	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	449.0665	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.86			
--	------	--	--	--

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	148.4180	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	138.2484	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	53.9935	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	13.2484	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.4468	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.1319	[kN]
<b><i>Risultanti</i></b>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	173.7465	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	503.0844	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	503.0844	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	173.7465	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.20	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Risultante in fondazione	532.2422	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-98.1517	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1366.7169	[kN]
<b><i>Tensioni sul terreno</i></b>		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	76.00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	121.29	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.40$	$N'_q = 9.54$	$N'_\gamma = 1.19$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.66
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.72

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.34	1.6850	0.0482	0.3867
3	0.67	3.3700	0.3282	1.3755
4	1.01	5.0550	1.0429	2.9664
5	1.35	6.7400	2.3952	5.1594
6	1.69	8.4250	4.5880	7.9546
7	2.02	10.1100	7.8242	11.3519
8	2.36	11.7950	12.3068	15.3513
9	2.70	13.4800	18.2387	19.9528
10	3.03	15.1650	25.8227	25.1565
11	3.37	16.8500	35.2618	30.9623
12	3.71	18.5350	46.7589	37.3703
13	4.04	20.2200	60.5170	44.3803
14	4.38	21.9050	76.7389	51.9925
15	4.72	23.5900	95.6276	60.2068
16	5.06	25.2750	117.3859	69.0232
17	5.39	26.9600	142.2168	78.4418
18	5.73	28.6450	170.3233	88.4625
19	6.07	30.3300	201.9082	99.0853
20	6.40	32.0150	237.1744	110.3102
21	6.74	33.7000	276.3163	122.0410

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	1.6333	13.6963
3	0.48	6.6151	27.9040
4	0.72	15.0681	42.6231
5	0.96	27.1151	57.8537
6	1.20	42.8788	73.5957
7	1.44	62.4820	89.8492
8	1.68	86.0474	106.6141
9	1.92	113.6977	123.8904
10	2.16	145.5557	141.6781
11	2.40	181.7441	159.9773

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-0.8598	-6.9711
3	0.50	-3.5318	-14.4970
4	0.75	-8.1546	-22.5780
5	1.00	-14.8670	-31.2139
6	1.25	-23.8078	-40.4047
7	1.50	-35.1156	-50.1505
8	1.75	-48.9292	-60.4512
9	2.00	-65.3874	-71.3068
10	2.25	-84.6289	-82.7174
11	2.50	-106.7924	-94.6830

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	148.4180	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	138.2484	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	53.9935	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	20.7374	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.1319	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	180.7223	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	528.9663	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-21.0645	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	528.9663	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	180.7223	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.21	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	558.9865	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.86	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-108.6103	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1377.7235	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	78.66	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	128.77	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.49$	$N'_q = 9.59$	$N'_\gamma = 1.24$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.67  
2.60

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.34	1.6850	0.0498	0.4006
3	0.67	3.3700	0.3408	1.4312
4	1.01	5.0550	1.0852	3.0919
5	1.35	6.7400	2.4955	5.3826
6	1.69	8.4250	4.7838	8.3032
7	2.02	10.1100	8.1626	11.8539
8	2.36	11.7950	12.8442	16.0347
9	2.70	13.4800	19.0408	20.8454
10	3.03	15.1650	26.9648	26.2862
11	3.37	16.8500	36.8284	32.3570
12	3.71	18.5350	48.8441	39.0578
13	4.04	20.2200	63.2241	46.3886
14	4.38	21.9050	80.1808	54.3494
15	4.72	23.5900	99.9264	62.9403
16	5.06	25.2750	122.6733	72.1612
17	5.39	26.9600	148.6338	82.0121
18	5.73	28.6450	178.0203	92.4930
19	6.07	30.3300	211.0449	103.6039
20	6.40	32.0150	247.9201	115.3449
21	6.74	33.7000	288.8491	127.6151

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	1.7122	14.3625
3	0.48	6.9393	29.2909
4	0.72	15.8171	44.7852
5	0.96	28.4814	60.8455
6	1.20	45.0682	77.4717
7	1.44	65.7131	94.6638
8	1.68	90.5521	112.4219
9	1.92	119.7209	130.7459
10	2.16	153.3554	149.6358
11	2.40	191.5914	169.0917

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-0.6283	-5.1287
3	0.50	-2.6155	-10.8716
4	0.75	-6.1153	-17.2285
5	1.00	-11.2809	-24.1994
6	1.25	-18.2661	-31.7845
7	1.50	-27.2244	-39.9836
8	1.75	-38.3091	-48.7968
9	2.00	-51.6739	-58.2241
10	2.25	-67.4723	-68.2654
11	2.50	-85.8578	-78.9208

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	183.5162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.1654	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	54.7292	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.4216	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.1319	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	212.0882	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	503.3014	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	592.2973	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1877.9812	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	503.3014	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	212.0882	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	546.1627	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.85	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-2.2653	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.17
--	------

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	183.5162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.1654	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	54.7292	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	23.6846	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 2.50	[m]	Y = -5.02	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.1500	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.25	[m]	Y = -3.37	[m]
Inerzia del muro	6.8937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.4468	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.2639	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.1319	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	220.9297	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	529.2213	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-17.3879	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	574.4814	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1932.1242	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	529.2213	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	220.9297	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.10	[m]		
Risultante in fondazione	573.4851	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.66	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-8.1284	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.36
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.34	1.6850	0.0310	0.2764
3	0.67	3.3700	0.2484	1.1056
4	1.01	5.0550	0.8383	2.4875
5	1.35	6.7400	1.9871	4.4223
6	1.69	8.4250	3.8810	6.9098
7	2.02	10.1100	6.7064	9.9501
8	2.36	11.7950	10.6495	13.5432
9	2.70	13.4800	15.8966	17.6891
10	3.03	15.1650	22.6340	22.3877
11	3.37	16.8500	31.0480	27.6392
12	3.71	18.5350	41.3249	33.4434
13	4.04	20.2200	53.6509	39.8004
14	4.38	21.9050	68.2124	46.7102
15	4.72	23.5900	85.1957	54.1727
16	5.06	25.2750	104.7869	62.1881
17	5.39	26.9600	127.1725	70.7562
18	5.73	28.6450	152.5387	79.8772
19	6.07	30.3300	181.0718	89.5509
20	6.40	32.0150	212.9581	99.7773
21	6.74	33.7000	248.3759	110.4682

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	0.9874	8.4056
3	0.48	4.1199	17.8766
4	0.72	9.6534	28.4130
5	0.96	17.8434	40.0148
6	1.20	28.9457	52.6820
7	1.44	43.2160	66.4145
8	1.68	60.9099	81.2125
9	1.92	82.2832	97.0758
10	2.16	107.5915	114.0045
11	2.40	137.0906	131.9985

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-0.0771	-0.8093
3	0.50	-0.5010	-2.7747
4	0.75	-1.5608	-5.8960
5	1.00	-3.5454	-10.1734
6	1.25	-6.7438	-15.6068
7	1.50	-11.4451	-22.1962
8	1.75	-17.9382	-29.9416
9	2.00	-26.5122	-38.8431
10	2.25	-37.4561	-48.9005
11	2.50	-51.0588	-60.1140

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.34	1.6850	0.0311	0.2776
3	0.67	3.3700	0.2559	1.1879
4	1.01	5.0550	0.9505	3.1226
5	1.35	6.7400	2.4763	6.0581
6	1.69	8.4250	5.1091	9.6724
7	2.02	10.1100	9.0643	13.9000
8	2.36	11.7950	14.5436	18.7148
9	2.70	13.4800	21.7425	24.1035
10	3.03	15.1650	30.8530	30.0586
11	3.37	16.8500	42.0651	36.5756
12	3.71	18.5350	55.5678	43.6520
13	4.04	20.2200	71.5492	51.2858
14	4.38	21.9050	90.1969	59.4759
15	4.72	23.5900	111.6984	68.2215
16	5.06	25.2750	136.2405	77.5219
17	5.39	26.9600	164.0104	87.3766
18	5.73	28.6450	195.1946	97.7855
19	6.07	30.3300	229.9800	108.7481
20	6.40	32.0150	268.5530	120.2643
21	6.74	33.7000	311.0924	132.2455

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	1.4954	12.5994
3	0.48	6.1140	26.0278
4	0.72	14.0550	40.2852
5	0.96	25.5173	55.3717
6	1.20	40.6997	71.2871
7	1.44	59.8014	88.0315
8	1.68	83.0212	105.6049
9	1.92	110.5580	124.0072
10	2.16	142.6110	143.2386
11	2.40	179.3789	163.2990

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-0.6278	-5.1720
3	0.50	-2.6609	-11.2434
4	0.75	-6.3244	-18.2144
5	1.00	-11.8431	-26.0850
6	1.25	-19.4419	-34.8550
7	1.50	-29.3456	-44.5245
8	1.75	-41.7791	-55.0936
9	2.00	-56.6673	-63.5622
10	2.25	-73.6164	-72.1803
11	2.50	-92.8324	-81.6979

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.34	1.6850	0.0311	0.2798
3	0.67	3.3700	0.2669	1.2726
4	1.01	5.0550	1.0257	3.4406
5	1.35	6.7400	2.7115	6.6984
6	1.69	8.4250	5.6204	10.6753
7	2.02	10.1100	9.9779	15.2873
8	2.36	11.7950	15.9914	20.4998
9	2.70	13.4800	23.8602	26.2949
10	3.03	15.1650	33.7785	32.6622
11	3.37	16.8500	45.9381	39.5957
12	3.71	18.5350	60.5291	47.0915
13	4.04	20.2200	77.7406	55.1471
14	4.38	21.9050	97.7609	63.7606
15	4.72	23.5900	120.7778	72.9310
16	5.06	25.2750	146.9788	82.6572
17	5.39	26.9600	176.5512	92.9388
18	5.73	28.6450	209.6819	103.7750
19	6.07	30.3300	246.5578	115.1656
20	6.40	32.0150	287.3657	127.1103
21	6.74	33.7000	332.2844	139.5203

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.24	1.6646	13.9964
3	0.48	6.7783	28.7432
4	0.72	15.5213	44.2403
5	0.96	28.0737	60.4878
6	1.20	44.6155	77.4857
7	1.44	65.3269	95.2340
8	1.68	90.3878	113.7326
9	1.92	119.9785	132.9815
10	2.16	154.2790	152.9809
11	2.40	193.4694	173.7306

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.25	-0.8110	-6.6237
3	0.50	-3.3797	-14.0615
4	0.75	-7.9096	-22.3136
5	1.00	-14.6043	-31.3799
6	1.25	-23.6674	-41.2603
7	1.50	-35.3024	-51.9550
8	1.75	-49.7128	-63.4639
9	2.00	-66.7022	-71.7869
10	2.25	-85.6491	-79.9242
11	2.50	-106.7321	-88.8757

## 2.4 Muro Tipo P3

### Approccio 1

#### Normativa

##### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 285 di 285
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

	<i>R1</i>	<i>Coefficienti parziali</i>	
		<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	5.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.90 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	6.34	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	4.27	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
$M$	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
$D / C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=30.7700$	$F_y=0.0000$	$M=30.7700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 292 di 292
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 23 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.80	--	4.08	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.45	--	2.32	--
3	EQU - [1]	--	--	3.12	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.70
5	A1-M1 - [2]	--	1.47	--	3.09	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.13	--	1.68	--
7	EQU - [2]	--	--	2.24	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.47
9	A1-M1 - [3]	--	1.16	--	1.42	--
10	A2-M2 - [3]	--	0.92	--	0.91	--
11	EQU - [3]	--	--	1.32	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.47
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.83	--	4.41	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.83	--	4.22	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.20	--	2.02	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.20	--	2.10	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.85	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.99	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.54
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.53
21	SLEQ - [1]	--	2.28	--	4.79	--
22	SLEF - [1]	--	1.94	--	4.22	--
23	SLER - [1]	--	1.86	--	4.06	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.39 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.91$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.45$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	88.7000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-5.01

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.90 Y = -6.34
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.90 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	6.34	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	136.4162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	127.0689	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	49.6273	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	127.0689	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	345.5413	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	345.5413	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	127.0689	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	368.1647	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-48.0839	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1409.7708	[kN]

##### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	68.35	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	104.42	[kPa]

##### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.98$	$N'_q = 9.56$	$N'_\gamma = 0.94$

##### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.80
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.08

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	129.7509	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	123.8466	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.6950	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	123.8466	[kN]
--	----------	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	334.6090	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	334.6090	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	123.8466	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	356.7929	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-33.0345	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	777.4993	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	71.26	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	96.04	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.41$	$N'_q = 5.59$	$N'_\gamma = 0.07$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.45
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.32

#### COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	142.7259	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	136.2313	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	42.5645	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	186.4926	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	136.2313	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	308.8871	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	288.1233	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	898.7206	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	308.8871	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	136.2313	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	337.5948	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.80	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	7.1770	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.12
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.00 Y[m]= 1.00

Raggio del cerchio R[m]= 7.89

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.84

Larghezza della striscia dx[m]= 0.54

Coefficiente di sicurezza C= 1.70

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	10.3722	74.90	10.0141	0.0204	26.56	0	0
2	26.2821	63.19	23.4568	0.0118	26.56	0	0
3	35.8692	55.35	29.5081	0.0094	26.56	0	0
4	43.1254	48.89	32.4921	0.0081	26.56	0	0
5	48.9593	43.19	33.5083	0.0073	26.56	0	0
6	53.7718	37.99	33.0957	0.0068	26.56	0	0
7	57.7840	33.13	31.5852	0.0064	26.56	0	0
8	61.1328	28.54	29.2069	0.0061	26.56	0	0
9	63.9089	24.14	26.1345	0.0058	26.56	0	0
10	67.9000	19.88	23.0941	0.0057	23.42	0	0
11	69.8060	15.74	18.9393	0.0055	23.04	0	0
12	71.1078	11.68	14.4003	0.0054	23.04	0	0
13	77.4541	7.68	10.3570	0.0054	23.04	0	0
14	26.8096	3.72	1.7406	0.0053	23.04	0	0
15	26.9735	-0.22	-0.1043	0.0053	23.04	0	0
16	26.7679	-4.17	-1.9450	0.0053	23.04	0	0
17	25.1141	-8.13	-3.5525	0.0054	23.04	0	0
18	23.2223	-12.14	-4.8825	0.0054	23.04	0	0
19	21.8817	-16.20	-6.1061	0.0055	23.04	0	0
20	20.1247	-20.36	-7.0005	0.0057	23.85	0	0
21	17.8361	-24.62	-7.4318	0.0059	26.56	0	0
22	14.9992	-29.05	-7.2821	0.0061	26.56	0	0
23	11.5810	-33.67	-6.4199	0.0064	26.56	0	0
24	7.4867	-38.55	-4.6659	0.0068	26.56	0	0
25	2.5725	-43.80	-1.7806	0.0074	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 912.8428$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 266.3621$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 423.1208$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.08$

### COMBINAZIONE n° 5

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

188.7172

[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	175.7862	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	68.6540	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	243.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	175.7862	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	400.5680	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	400.5680	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	175.7862	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Risultante in fondazione	437.4420	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.69	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	30.4734	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1237.1098	[kN]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	111.57	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	88.71	[kPa]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.22$	$N'_q = 8.62$	$N'_\gamma = 0.29$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.47
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.09

**COMBINAZIONE n° 6**

Valore della spinta statica	185.7975	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	177.3429	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.4096	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	238.4140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	177.3429	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	382.5236	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	382.5236	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	177.3429	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.18	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Risultante in fondazione	421.6335	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.87	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	70.3343	[kNm]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Carico ultimo della fondazione 644.5503 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4.00 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 122.01 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 69.26 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.52$	$i_q = 0.52$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 10.84$        $N'_q = 4.88$        $N'_\gamma = 0.03$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.13  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.68

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	207.3952	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	197.9577	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	61.8506	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.90	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	222.4926	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197.9577	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	364.1732	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	483.7671	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1085.6647	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	364.1732	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197.9577	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.35	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	414.4989	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	126.4487	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.24

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.00 Y[m]= 1.00

Raggio del cerchio R[m]= 7.89

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.84

Larghezza della striscia dx[m]= 0.54

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	24.4839	74.90	23.6386	0.0204	26.56	0	0
2	40.3938	63.19	36.0515	0.0118	26.56	0	0
3	49.9809	55.35	41.1173	0.0094	26.56	0	0
4	57.2372	48.89	43.1243	0.0081	26.56	0	0
5	63.0710	43.19	43.1665	0.0073	26.56	0	0
6	67.8835	37.99	41.7813	0.0068	26.56	0	0
7	71.8957	33.13	39.2988	0.0064	26.56	0	0
8	75.2445	28.54	35.9490	0.0061	26.56	0	0
9	78.0206	24.14	31.9053	0.0058	26.56	0	0
10	82.0117	19.88	27.8938	0.0057	23.42	0	0
11	83.9177	15.74	22.7681	0.0055	23.04	0	0
12	75.4583	11.68	15.2814	0.0054	23.04	0	0
13	77.4541	7.68	10.3570	0.0054	23.04	0	0
14	26.8096	3.72	1.7406	0.0053	23.04	0	0
15	26.9735	-0.22	-0.1043	0.0053	23.04	0	0
16	26.7679	-4.17	-1.9450	0.0053	23.04	0	0
17	25.1141	-8.13	-3.5525	0.0054	23.04	0	0
18	23.2223	-12.14	-4.8825	0.0054	23.04	0	0
19	21.8817	-16.20	-6.1061	0.0055	23.04	0	0
20	20.1247	-20.36	-7.0005	0.0057	23.85	0	0
21	17.8361	-24.62	-7.4318	0.0059	26.56	0	0
22	14.9992	-29.05	-7.2821	0.0061	26.56	0	0
23	11.5810	-33.67	-6.4199	0.0064	26.56	0	0
24	7.4867	-38.55	-4.6659	0.0068	26.56	0	0
25	2.5725	-43.80	-1.7806	0.0074	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1072.4220$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 362.9022$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 500.5764$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.08$

### COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

188.7172 [kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 301 di 301
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	175.7862	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	68.6540	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	243.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	221.9412	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	400.5680	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	400.5680	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	221.9412	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.92	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.23	[m]		
Risultante in fondazione	457.9439	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.99	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	369.2511	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	569.3717	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.23	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	247.68	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.46$	$i_q = 0.46$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.73$	$N'_q = 7.30$	$N'_\gamma = 0.02$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.16
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.42

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	185.7975	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	177.3429	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	55.4096	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.91	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	238.4140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.00	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	217.3439	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	382.5236	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	382.5236	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	217.3439	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.95	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.15	[m]
Risultante in fondazione	439.9576	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	363.9417	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	349.7876	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.15	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	243.20	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.45$	$i_q = 0.45$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 9.32$	$N'_q = 4.20$	$N'_\gamma = 0.42$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.92
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.91

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	207.3952	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	197.9577	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	61.8506	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.90	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	222.4926	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	244.1127	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	364.1732	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	822.5448	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1085.6647	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	364.1732	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	244.1127	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.17	[m]
Risultante in fondazione	438.4212	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	33.83	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	465.2264	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.32
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.00 Y[m]= 1.00

Raggio del cerchio R[m]= 7.89

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.84

Larghezza della striscia dx[m]= 0.54

Coefficiente di sicurezza C= 1.47

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	24.4839	74.90	23.6386	0.0204	26.56	0	0
2	40.3938	63.19	36.0515	0.0118	26.56	0	0
3	49.9809	55.35	41.1173	0.0094	26.56	0	0
4	57.2372	48.89	43.1243	0.0081	26.56	0	0
5	63.0710	43.19	43.1665	0.0073	26.56	0	0
6	67.8835	37.99	41.7813	0.0068	26.56	0	0
7	71.8957	33.13	39.2988	0.0064	26.56	0	0
8	75.2445	28.54	35.9490	0.0061	26.56	0	0
9	78.0206	24.14	31.9053	0.0058	26.56	0	0
10	82.0117	19.88	27.8938	0.0057	23.42	0	0
11	83.9177	15.74	22.7681	0.0055	23.04	0	0
12	75.4583	11.68	15.2814	0.0054	23.04	0	0
13	77.4541	7.68	10.3570	0.0054	23.04	0	0
14	26.8096	3.72	1.7406	0.0053	23.04	0	0
15	26.9735	-0.22	-0.1043	0.0053	23.04	0	0
16	26.7679	-4.17	-1.9450	0.0053	23.04	0	0
17	25.1141	-8.13	-3.5525	0.0054	23.04	0	0
18	23.2223	-12.14	-4.8825	0.0054	23.04	0	0
19	21.8817	-16.20	-6.1061	0.0055	23.04	0	0
20	20.1247	-20.36	-7.0005	0.0057	23.85	0	0
21	17.8361	-24.62	-7.4318	0.0059	26.56	0	0
22	14.9992	-29.05	-7.2821	0.0061	26.56	0	0
23	11.5810	-33.67	-6.4199	0.0064	26.56	0	0
24	7.4867	-38.55	-4.6659	0.0068	26.56	0	0
25	2.5725	-43.80	-1.7806	0.0074	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 1072.4220$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 362.9022$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 500.5764$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.08$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica

104.9355 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

97.7453 [kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente verticale della spinta statica	38.1748	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	9.0242	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.61	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.0845	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.6730	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	330.1109	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	330.1109	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.6730	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.09	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Risultante in fondazione	351.4757	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.08	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-29.5895	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1455.1373	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	71.43	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	93.62	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coef. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.04$	$N'_q = 9.59$	$N'_\gamma = 0.97$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.83
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.41

#### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	104.9355	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	97.7453	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.1748	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.1417	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.73	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia verticale del muro	2.1765	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.0845	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	125.4398	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346.4944	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346.4944	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	125.4398	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	368.5017	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-33.9087	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1461.6315	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	73.91	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	99.34	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.13$	$N'_q = 9.64$	$N'_\gamma = 1.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.83
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.22

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	129.7509	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	123.8466	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.6950	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	16.1508	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.32	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.0845	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	153.7843	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346.6865	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346.6865	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	153.7843	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante in fondazione	379.2640	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.92	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	25.6544	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	700.0287	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	96.29	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	77.05	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.16$	$N'_q = 5.03$	$N'_\gamma = 0.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.02

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	129.7509	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	123.8466	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.6950	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	9.8213	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.20	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.0845	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	147.7428	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	330.2771	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	330.2771	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	147.7428	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	361.8161	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	27.3295	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	693.5511	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	92.82	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	72.32	[kPa]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.14$	$d_q = 1.07$	$d_\gamma = 1.07$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.10$	$N'_q = 5.00$	$N'_\gamma = 0.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.10

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	129.7509	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	123.8466	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.6950	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	9.8213	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.20	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.0845	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	147.7428	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	330.2771	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	342.6740	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	975.8987	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	330.2771	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	147.7428	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	361.8161	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	27.3295	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.85
--	------

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	129.7509	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	123.8466	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.6950	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	16.1508	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.32	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.0845	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	153.7843	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346.6865	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	335.5910	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1003.3097	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346.6865	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	153.7843	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Risultante in fondazione	379.2640	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.92	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	25.6544	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.99
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 19

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.00 Y[m]= 1.50

Raggio del cerchio R[m]= 8.36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.23

Larghezza della striscia dx[m]= 0.57

Coefficiente di sicurezza C= 1.54

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9.8552	72.89	9.4187	0.0188	26.56	0	0
2	25.4911	62.30	22.5703	0.0119	26.56	0	0
3	35.5698	54.77	29.0566	0.0096	26.56	0	0
4	43.2969	48.49	32.4239	0.0084	26.56	0	0
5	49.5485	42.92	33.7443	0.0076	26.56	0	0
6	54.7271	37.83	33.5634	0.0070	26.56	0	0
7	59.0589	33.06	32.2214	0.0066	26.56	0	0
8	62.6855	28.55	29.9577	0.0063	26.56	0	0
9	65.7016	24.22	26.9537	0.0061	26.56	0	0
10	69.3141	20.04	23.7468	0.0059	24.66	0	0
11	72.0838	15.96	19.8200	0.0058	23.04	0	0
12	73.5222	11.97	15.2430	0.0057	23.04	0	0
13	78.6109	8.03	10.9816	0.0056	23.04	0	0
14	37.4581	4.13	2.6995	0.0056	23.04	0	0
15	27.7471	0.25	0.1233	0.0055	23.04	0	0
16	27.5760	-3.62	-1.7424	0.0056	23.04	0	0
17	25.9773	-7.52	-3.3981	0.0056	23.04	0	0
18	23.9481	-11.45	-4.7523	0.0057	23.04	0	0
19	22.5725	-15.43	-6.0059	0.0057	23.04	0	0
20	20.7553	-19.49	-6.9263	0.0059	24.18	0	0
21	18.3771	-23.66	-7.3758	0.0061	26.56	0	0
22	15.4358	-27.97	-7.2396	0.0063	26.56	0	0
23	11.8940	-32.46	-6.3834	0.0066	26.56	0	0
24	7.6617	-37.18	-4.6306	0.0070	26.56	0	0
25	2.6048	-42.23	-1.7508	0.0075	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 941.4735$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 272.3192$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 437.7236$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.91$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 20

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.00 Y[m]= 1.50

Raggio del cerchio R[m]= 8.36

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.23

Larghezza della striscia dx[m]= 0.57

Coefficiente di sicurezza C= 1.53

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9.8552	72.89	9.4187	0.0188	26.56	0	0
2	25.4911	62.30	22.5703	0.0119	26.56	0	0
3	35.5698	54.77	29.0566	0.0096	26.56	0	0
4	43.2969	48.49	32.4239	0.0084	26.56	0	0
5	49.5485	42.92	33.7443	0.0076	26.56	0	0
6	54.7271	37.83	33.5634	0.0070	26.56	0	0
7	59.0589	33.06	32.2214	0.0066	26.56	0	0
8	62.6855	28.55	29.9577	0.0063	26.56	0	0
9	65.7016	24.22	26.9537	0.0061	26.56	0	0
10	69.3141	20.04	23.7468	0.0059	24.66	0	0
11	72.0838	15.96	19.8200	0.0058	23.04	0	0
12	73.5222	11.97	15.2430	0.0057	23.04	0	0
13	78.6109	8.03	10.9816	0.0056	23.04	0	0
14	37.4581	4.13	2.6995	0.0056	23.04	0	0
15	27.7471	0.25	0.1233	0.0055	23.04	0	0
16	27.5760	-3.62	-1.7424	0.0056	23.04	0	0
17	25.9773	-7.52	-3.3981	0.0056	23.04	0	0
18	23.9481	-11.45	-4.7523	0.0057	23.04	0	0
19	22.5725	-15.43	-6.0059	0.0057	23.04	0	0
20	20.7553	-19.49	-6.9263	0.0059	24.18	0	0
21	18.3771	-23.66	-7.3758	0.0061	26.56	0	0
22	15.4358	-27.97	-7.2396	0.0063	26.56	0	0
23	11.8940	-32.46	-6.3834	0.0066	26.56	0	0
24	7.6617	-37.18	-4.6306	0.0070	26.56	0	0
25	2.6048	-42.23	-1.7508	0.0075	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 941.4735$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 272.3192$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 437.7236$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.91$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Approccio 2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

##### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	5.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.90 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.90 [m]
Lunghezza totale fondazione	4.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	6.34	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	4.27	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=26.6700$	$F_y=0.0000$	$M=26.6700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Ordinarie  
 Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile  
 Valori limite delle aperture delle fessure  
 $w_1 = 0.20$   
 $w_2 = 0.30$   
 $w_3 = 0.40$   
 Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$   
Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	1.80	--	4.08	--
2	EQU - [1]	--	--	3.12	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.70
4	A1-M1 - [2]	--	1.47	--	3.09	--
5	EQU - [2]	--	--	2.24	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.47
7	A1-M1 - [3]	--	1.20	--	1.60	--
8	EQU - [3]	--	--	1.40	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.47
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.83	--	4.41	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.83	--	4.22	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.85	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.99	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.54
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.53
16	SLEQ - [1]	--	2.28	--	4.79	--
17	SLEF - [1]	--	1.94	--	4.22	--
18	SLER - [1]	--	1.86	--	4.06	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.39 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 4.91$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.45$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (per cento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	88.7000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-5.01

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.90 Y = -6.34
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.90 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	6.34	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	136.4162	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	127.0689	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	49.6273	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	127.0689	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	345.5413	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	345.5413	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	127.0689	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	368.1647	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-48.0839	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1409.7708	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	68.35	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	104.42	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.98$	$N'_q = 9.56$	$N'_\gamma = 0.94$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.80
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.08

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	1.4350	0.0249	0.2606
3	0.57	2.8700	0.1994	1.0424
4	0.86	4.3050	0.6731	2.3454
5	1.15	5.7400	1.5956	4.1696
6	1.44	7.1750	3.1163	6.5150
7	1.72	8.6100	5.3850	9.3815
8	2.01	10.0450	8.5512	12.7693
9	2.30	11.4800	12.7645	16.6783
10	2.58	12.9150	18.1744	21.1085
11	2.87	14.3500	24.9306	26.0599
12	3.16	15.7850	33.1826	31.5324
13	3.44	17.2200	43.0801	37.5262
14	3.73	18.6550	54.7725	44.0412
15	4.02	20.0900	68.4096	51.0773
16	4.31	21.5250	84.1408	58.6347
17	4.59	22.9600	102.1157	66.7132
18	4.88	24.3950	122.4840	75.3130
19	5.17	25.8300	145.3953	84.4339
20	5.45	27.2650	170.9990	94.0761
21	5.74	28.7000	199.4384	104.1561

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	0.9733	10.3000
3	0.38	3.9346	20.9254
4	0.57	8.9456	31.8763
5	0.76	16.0682	43.1527
6	0.95	25.3642	54.7545
7	1.14	36.8955	66.6818
8	1.33	50.7239	78.9346
9	1.52	66.9113	91.5128
10	1.71	85.5194	104.4165
11	1.90	106.6102	117.6457

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.9554	-10.1114
3	0.38	-3.8629	-20.5482
4	0.57	-8.7844	-31.3105
5	0.76	-15.7815	-42.3983
6	0.95	-24.9163	-53.8115
7	1.14	-36.2505	-65.5502
8	1.33	-49.8460	-77.6144
9	1.52	-65.7646	-90.0040
10	1.71	-84.0681	-102.7191
11	1.90	-104.8185	-115.7597

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	142.7259	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	136.2313	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	42.5645	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	186.4926	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	136.2313	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	308.8871	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	288.1233	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	898.7206	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	308.8871	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	136.2313	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	337.5948	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.80	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	7.1770	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.12
--	------

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	188.7172	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.7862	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	68.6540	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	243.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	175.7862	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	400.5680	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	400.5680	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	175.7862	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	437.4420	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	30.4734	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1237.1098	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	111.57	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	88.71	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.22$	$N'_q = 8.62$	$N'_\gamma = 0.29$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.47
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.09

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	1.4350	0.0249	0.2606
3	0.57	2.8700	0.2017	1.1005
4	0.86	4.3050	0.7713	3.1064
5	1.15	5.7400	2.1144	6.4155
6	1.44	7.1750	4.5316	10.5463
7	1.72	8.6100	8.2309	15.3371
8	2.01	10.0450	13.3928	20.7317
9	2.30	11.4800	20.1858	26.7001
10	2.58	12.9150	28.7718	33.2248
11	2.87	14.3500	39.3089	40.2951
12	3.16	15.7850	51.9527	47.9044
13	3.44	17.2200	66.8572	56.0480
14	3.73	18.6550	84.1751	64.7228
15	4.02	20.0900	104.0586	73.9264
16	4.31	21.5250	126.6593	83.6573
17	4.59	22.9600	152.1283	93.9143
18	4.88	24.3950	180.6163	104.6963
19	5.17	25.8300	212.2741	116.0027
20	5.45	27.2650	247.2520	127.8330
21	5.74	28.7000	285.6939	140.1030

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	1.7365	18.2451
3	0.38	6.9201	36.2839
4	0.57	15.5114	54.1164
5	0.76	27.4712	71.7427
6	0.95	42.7605	89.1627
7	1.14	61.3400	106.3765
8	1.33	83.1705	123.3839
9	1.52	108.2129	140.1851
10	1.71	136.4278	156.7801
11	1.90	167.7762	173.1688

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-1.7635	-18.5289
3	0.38	-7.0279	-36.8516
4	0.57	-15.7541	-54.9680
5	0.76	-27.9027	-72.8781
6	0.95	-43.4347	-90.5820
7	1.14	-62.3108	-108.0796
8	1.33	-84.2384	-121.4709
9	1.52	-108.4027	-132.8560
10	1.71	-134.7106	-144.0348
11	1.90	-163.1229	-155.0073

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	207.3952	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	197.9577	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	61.8506	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.90	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	222.4926	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	197.9577	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	364.1732	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	483.7671	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1085.6647	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	364.1732	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	197.9577	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.35	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	414.4989	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	126.4487	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.24
--	------

#### COMBINAZIONE n° 7

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	188.7172	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	175.7862	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	68.6540	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	243.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	215.7912	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	400.5680	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	400.5680	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	215.7912	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.81	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Risultante in fondazione	454.9951	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	324.1101	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	641.7331	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.57	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	224.24	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.47$	$i_q = 0.47$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.04$	$N'_q = 7.46$	$N'_\gamma = 0.00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.20
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.60

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0050	40.0050
2	0.29	1.4350	51.5114	40.2656
3	0.57	2.8700	63.1695	41.1055
4	0.86	4.3050	75.2206	43.1114
5	1.15	5.7400	88.0451	46.4205
6	1.44	7.1750	101.9438	50.5513
7	1.72	8.6100	117.1245	55.3421
8	2.01	10.0450	133.7678	60.7367
9	2.30	11.4800	152.0422	66.7051
10	2.58	12.9150	172.1097	73.2298
11	2.87	14.3500	194.1283	80.3001
12	3.16	15.7850	218.2535	87.9094
13	3.44	17.2200	244.6394	96.0530
14	3.73	18.6550	273.4387	104.7278
15	4.02	20.0900	304.8037	113.9314
16	4.31	21.5250	338.8858	123.6623
17	4.59	22.9600	375.8362	133.9193
18	4.88	24.3950	415.8057	144.7013
19	5.17	25.8300	458.9450	156.0077
20	5.45	27.2650	505.4043	167.8380
21	5.74	28.7000	555.3276	180.1080

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	3.7051	38.6233
3	0.38	14.5333	74.9806
4	0.57	32.0542	109.0721
5	0.76	55.8372	140.8977
6	0.95	85.4518	170.4574
7	1.14	120.4675	197.7512
8	1.33	160.4538	222.7791
9	1.52	204.9801	245.5411
10	1.71	253.6159	266.0372
11	1.90	305.9307	284.2674

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-3.3713	-35.4878
3	0.38	-13.4854	-70.9756
4	0.57	-30.3117	-105.8251
5	0.76	-53.5565	-138.4791
6	0.95	-82.7903	-168.8672
7	1.14	-117.5825	-196.9894
8	1.33	-157.2493	-218.9458
9	1.52	-200.5844	-236.8362
10	1.71	-247.1035	-252.4607
11	1.90	-296.3760	-265.8194

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	207.3952	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	197.9577	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	61.8506	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -3.90	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	222.4926	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	237.9627	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	364.1732	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	777.4038	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1085.6647	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	364.1732	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	237.9627	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.54	[m]
Risultante in fondazione	435.0269	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	33.16	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	420.0854	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.40
--	------

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	104.9355	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	97.7453	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.1748	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	9.0242	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.61	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.1765	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.0845	[kN]
<b><i>Risultanti</i></b>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.6730	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	330.1109	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	330.1109	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.6730	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Risultante in fondazione	351.4757	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.08	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-29.5895	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1455.1373	[kN]
<b><i>Tensioni sul terreno</i></b>		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	71.43	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	93.62	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.60$	$i_q = 0.60$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.04$	$N'_q = 9.59$	$N'_\gamma = 0.97$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.83
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.41

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	1.4350	0.0309	0.2881
3	0.57	2.8700	0.2070	1.0116
4	0.86	4.3050	0.6533	2.1706
5	1.15	5.7400	1.4946	3.7649
6	1.44	7.1750	2.8560	5.7946
7	1.72	8.6100	4.8623	8.2597
8	2.01	10.0450	7.6387	11.1602
9	2.30	11.4800	11.3100	14.4962
10	2.58	12.9150	16.0011	18.2675
11	2.87	14.3500	21.8372	22.4742
12	3.16	15.7850	28.9430	27.1163
13	3.44	17.2200	37.4436	32.1938
14	3.73	18.6550	47.4639	37.7067
15	4.02	20.0900	59.1289	43.6550
16	4.31	21.5250	72.5635	50.0387
17	4.59	22.9600	87.8928	56.8579
18	4.88	24.3950	105.2416	64.1124
19	5.17	25.8300	124.7349	71.8023
20	5.45	27.2650	146.4977	79.9276
21	5.74	28.7000	170.6497	88.4186

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	1.0249	10.8222
3	0.38	4.1251	21.8446
4	0.57	9.3386	33.0673
5	0.76	16.7034	44.4903
6	0.95	26.2576	56.1136
7	1.14	38.0392	67.9372
8	1.33	52.0864	79.9610
9	1.52	68.4371	92.1852
10	1.71	87.1294	104.6096
11	1.90	108.2015	117.2343

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.5557	-5.8830
3	0.38	-2.2482	-11.9663
4	0.57	-5.1156	-18.2499
5	0.76	-9.1959	-24.7338
6	0.95	-14.5271	-31.4180
7	1.14	-21.1474	-38.3024
8	1.33	-29.0947	-45.3871
9	1.52	-38.4072	-52.6721
10	1.71	-49.1228	-60.1574
11	1.90	-61.2797	-67.8430

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	104.9355	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	97.7453	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.1748	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.1417	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.73	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.0845	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	125.4398	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346.4944	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346.4944	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	125.4398	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.10	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Risultante in fondazione	368.5017	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.90	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-33.9087	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1461.6315	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	73.91	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	99.34	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coef. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.13$	$N'_q = 9.64$	$N'_\gamma = 1.01$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.83  
4.22

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	1.4350	0.0319	0.2979
3	0.57	2.8700	0.2145	1.0507
4	0.86	4.3050	0.6785	2.2585
5	1.15	5.7400	1.5544	3.9213
6	1.44	7.1750	2.9729	6.0390
7	1.72	8.6100	5.0644	8.6117
8	2.01	10.0450	7.9595	11.6393
9	2.30	11.4800	11.7888	15.1218
10	2.58	12.9150	16.6829	19.0593
11	2.87	14.3500	22.7724	23.4518
12	3.16	15.7850	30.1878	28.2992
13	3.44	17.2200	39.0596	33.6015
14	3.73	18.6550	49.5186	39.3589
15	4.02	20.0900	61.6951	45.5711
16	4.31	21.5250	75.7199	52.2383
17	4.59	22.9600	91.7235	59.3605
18	4.88	24.3950	109.8364	66.9376
19	5.17	25.8300	130.1892	74.9697
20	5.45	27.2650	152.9125	83.4567
21	5.74	28.7000	178.1313	92.3259

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	1.0706	11.3072
3	0.38	4.3113	22.8440
4	0.57	9.7658	34.6103
5	0.76	17.4777	46.6061
6	0.95	27.4907	58.8314
7	1.14	39.8482	71.2863
8	1.33	54.5940	83.9706
9	1.52	71.7716	96.8845
10	1.71	91.4246	110.0279
11	1.90	113.5967	123.4008

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.4535	-4.8117
3	0.38	-1.8430	-9.8529
4	0.57	-4.2121	-15.1236
5	0.76	-7.6045	-20.6238
6	0.95	-12.0637	-26.3536
7	1.14	-17.6334	-32.3129
8	1.33	-24.3571	-38.5017
9	1.52	-32.2786	-44.9200
10	1.71	-41.4413	-51.5678
11	1.90	-51.8889	-58.4452

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	129.7509	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	123.8466	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.6950	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	9.8213	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.20	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-5.0845	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	147.7428	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	330.2771	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	342.6740	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	975.8987	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	330.2771	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	147.7428	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Risultante in fondazione	361.8161	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.10	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	27.3295	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.85
--	------

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	129.7509	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	123.8466	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	38.6950	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	16.1508	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.90	[m]	Y = -4.23	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.32	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	207.2140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.95	[m]	Y = -2.87	[m]
Inerzia del muro	4.3529	[kN]		
Inerzia verticale del muro	2.1765	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	10.1689	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	5.0845	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	153.7843	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	346.6865	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	335.5910	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1003.3097	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	346.6865	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	153.7843	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	4.00	[m]		
Risultante in fondazione	379.2640	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.92	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	25.6544	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.99
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	1.4350	0.0192	0.2005
3	0.57	2.8700	0.1534	0.8018
4	0.86	4.3050	0.5178	1.8041
5	1.15	5.7400	1.2274	3.2074
6	1.44	7.1750	2.3972	5.0115
7	1.72	8.6100	4.1423	7.2166
8	2.01	10.0450	6.5778	9.8226
9	2.30	11.4800	9.8188	12.8295
10	2.58	12.9150	13.9803	16.2373
11	2.87	14.3500	19.1774	20.0460
12	3.16	15.7850	25.5251	24.2557
13	3.44	17.2200	33.1385	28.8663
14	3.73	18.6550	42.1327	33.8778
15	4.02	20.0900	52.6227	39.2903
16	4.31	21.5250	64.7237	45.1036
17	4.59	22.9600	78.5506	51.3179
18	4.88	24.3950	94.2185	57.9331
19	5.17	25.8300	111.8425	64.9492
20	5.45	27.2650	131.5377	72.3662
21	5.74	28.7000	153.4142	80.1200

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	0.6653	7.1015
3	0.38	2.7360	14.7933
4	0.57	6.3241	23.0752
5	0.76	11.5419	31.9474
6	0.95	18.5015	41.4098
7	1.14	27.3150	51.4624
8	1.33	38.0946	62.1052
9	1.52	50.9524	73.3383
10	1.71	66.0005	85.1615
11	1.90	83.3512	97.5750

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.1602	-1.7845
3	0.38	-0.7155	-4.1592
4	0.57	-1.7781	-7.1241
5	0.76	-3.4600	-10.6793
6	0.95	-5.8736	-14.8246
7	1.14	-9.1308	-19.5602
8	1.33	-13.3438	-24.8860
9	1.52	-18.6248	-30.8020
10	1.71	-25.0859	-37.3082
11	1.90	-32.8393	-44.4046

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	1.4350	0.0192	0.2005
3	0.57	2.8700	0.1542	0.8233
4	0.86	4.3050	0.5554	2.1096
5	1.15	5.7400	1.4461	4.2175
6	1.44	7.1750	3.0335	6.9262
7	1.72	8.6100	5.4666	10.1048
8	2.01	10.0450	8.8758	13.7244
9	2.30	11.4800	13.3851	17.7698
10	2.58	12.9150	19.1156	22.2325
11	2.87	14.3500	26.1860	27.1073
12	3.16	15.7850	34.7143	32.3910
13	3.44	17.2200	44.8173	38.0814
14	3.73	18.6550	56.6117	44.1770
15	4.02	20.0900	70.2136	50.6769
16	4.31	21.5250	85.7389	57.5803
17	4.59	22.9600	103.3033	64.8866
18	4.88	24.3950	123.0223	72.5954
19	5.17	25.8300	145.0115	80.7065
20	5.45	27.2650	169.3863	89.2196
21	5.74	28.7000	196.2571	98.0702

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	1.0469	11.0741
3	0.38	4.2287	22.4725
4	0.57	9.6070	34.1953
5	0.76	17.2434	46.2424
6	0.95	27.1997	58.6139
7	1.14	39.5373	71.3097
8	1.33	54.3179	84.3299
9	1.52	71.6032	97.6744
10	1.71	91.4547	111.3433
11	1.90	113.9342	125.3365

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.5642	-5.9933
3	0.38	-2.2980	-12.3109
4	0.57	-5.2629	-18.9529
5	0.76	-9.5206	-25.9192
6	0.95	-15.1327	-33.2099
7	1.14	-22.1609	-40.8249
8	1.33	-30.5400	-46.8142
9	1.52	-39.9439	-52.2280
10	1.71	-50.4072	-57.9660
11	1.90	-61.9915	-64.0284

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.29	1.4350	0.0192	0.2005
3	0.57	2.8700	0.1548	0.8374
4	0.86	4.3050	0.5785	2.2803
5	1.15	5.7400	1.5563	4.6573
6	1.44	7.1750	3.3108	7.6559
7	1.72	8.6100	5.9979	11.1481
8	2.01	10.0450	9.7533	15.0960
9	2.30	11.4800	14.7046	19.4794
10	2.58	12.9150	20.9750	24.2866
11	2.87	14.3500	28.6850	29.5108
12	3.16	15.7850	37.9536	35.1473
13	3.44	17.2200	48.8987	41.1932
14	3.73	18.6550	61.6375	47.6464
15	4.02	20.0900	76.2866	54.5055
16	4.31	21.5250	92.9623	61.7693
17	4.59	22.9600	111.7808	69.4371
18	4.88	24.3950	132.8578	77.5082
19	5.17	25.8300	156.3091	85.9824
20	5.45	27.2650	182.2502	94.8590
21	5.74	28.7000	210.7917	104.0736

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	1.1741	12.3983
3	0.38	4.7263	25.0323
4	0.57	10.7013	37.9020
5	0.76	19.1440	51.0074
6	0.95	30.0990	64.3486
7	1.14	43.6114	77.9255
8	1.33	59.7257	91.7381
9	1.52	78.4868	105.7865
10	1.71	99.9395	120.0706
11	1.90	124.1285	134.5904

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.19	-0.6989	-7.3962
3	0.38	-2.8255	-15.0281
4	0.57	-6.4245	-22.8958
5	0.76	-11.5408	-30.9992
6	0.95	-18.2191	-39.3383
7	1.14	-26.5043	-47.9131
8	1.33	-36.2721	-54.1237
9	1.52	-47.0502	-59.3700
10	1.71	-58.8476	-64.8520
11	1.90	-71.7089	-70.5697

## 2.5 Muro Tipo P4

### Approccio 1

#### Normativa

##### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 343 di 343
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

	<i>R1</i>	<i>Coefficienti parziali</i>	
		<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.70 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	5.34	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	4.12	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=30.7700$	$F_y=0.0000$	$M=30.7700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 350 di 350
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 22 - Frequente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 24 - Rara (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 25 - Rara (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### **Impostazioni verifiche SLU**

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
<b>Verifica fessurazione</b>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

***Impostazioni avanzate***

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	2.06	--	4.91	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.67	--	2.78	--
3	EQU - [1]	--	--	3.43	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.95
5	A1-M1 - [2]	--	1.60	--	3.66	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.23	--	1.97	--
7	EQU - [2]	--	--	2.34	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.60
9	A1-M1 - [3]	--	1.18	--	1.27	--
10	A2-M2 - [3]	--	0.94	--	0.84	--
11	EQU - [3]	--	--	1.20	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.60
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.06	--	5.25	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.06	--	5.02	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.36	--	2.45	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.36	--	2.55	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.06	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.23	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.73
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.72
21	SLEQ - [1]	--	2.61	--	5.69	--
22	SLEF - [1]	--	2.15	--	4.94	--
23	SLEF - [1]	--	1.96	--	4.25	--
24	SLER - [1]	--	1.65	--	3.12	--
25	SLER - [1]	--	1.55	--	2.58	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	76.2000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.07 Y=-4.21

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.70 Y = -5.34
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.70 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	5.34	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	96.7765	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	90.1453	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	35.2066	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	90.1453	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	264.5086	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	264.5086	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	90.1453	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	279.4477	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.82	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-37.6364	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1298.1967	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	57.14	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	94.01	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 19.06$	$N'_q = 10.04$	$N'_\gamma = 1.31$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.91

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0140	0.1777
3	0.47	2.3700	0.1123	0.7108
4	0.71	3.5550	0.3790	1.5994
5	0.95	4.7400	0.8985	2.8433
6	1.19	5.9250	1.7549	4.4427
7	1.42	7.1100	3.0324	6.3975
8	1.66	8.2950	4.8153	8.7077
9	1.90	9.4800	7.1879	11.3733
10	2.13	10.6650	10.2343	14.3943
11	2.37	11.8500	14.0389	17.7707
12	2.61	13.0350	18.6857	21.5026
13	2.84	14.2200	24.2592	25.5898
14	3.08	15.4050	30.8434	30.0325
15	3.32	16.5900	38.5226	34.8306
16	3.56	17.7750	47.3812	39.9841
17	3.79	18.9600	57.5032	45.4930
18	4.03	20.1450	68.9730	51.3574
19	4.27	21.3300	81.8747	57.5771
20	4.50	22.5150	96.2926	64.1523
21	4.74	23.7000	112.3073	71.0260

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.5466	6.8772
3	0.32	2.2151	14.0240
4	0.48	5.0487	21.4406
5	0.64	9.0904	29.1268
6	0.80	14.3836	37.0826
7	0.96	20.9713	45.3081
8	1.12	28.8966	53.8033
9	1.28	38.2027	62.5682
10	1.44	48.9328	71.6027
11	1.60	61.1299	80.9069

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.5587	-6.6241
3	0.34	-2.2694	-13.5526
4	0.51	-5.1839	-20.7856
5	0.68	-9.3538	-28.3230
6	0.85	-14.8310	-36.1648
7	1.02	-21.6671	-44.3110
8	1.19	-29.9140	-52.7617
9	1.36	-39.6233	-61.5168
10	1.53	-50.8469	-70.5763
11	1.70	-63.6365	-79.9403

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	92.0480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	87.8594	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.4511	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	87.8594	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	256.7531	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	256.7531	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	87.8594	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	271.3695	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.89	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-28.1363	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	713.6842	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	59.58	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	87.14	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.16$	$N'_q = 5.88$	$N'_\gamma = 0.17$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.78

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0137	0.1732
3	0.47	2.3700	0.1095	0.6928
4	0.71	3.5550	0.3694	1.5588
5	0.95	4.7400	0.8757	2.7712
6	1.19	5.9250	1.7104	4.3300
7	1.42	7.1100	2.9555	6.2352
8	1.66	8.2950	4.6932	8.4868
9	1.90	9.4800	7.0056	11.0848
10	2.13	10.6650	9.9748	14.0293
11	2.37	11.8500	13.6829	17.3201
12	2.61	13.0350	18.2119	20.9573
13	2.84	14.2200	23.6440	24.9409
14	3.08	15.4050	30.0612	29.2709
15	3.32	16.5900	37.5458	33.9474
16	3.56	17.7750	46.1797	38.9702
17	3.79	18.9600	56.0450	44.3394
18	4.03	20.1450	67.2239	50.0550
19	4.27	21.3300	79.7984	56.1171
20	4.50	22.5150	93.8507	62.5255
21	4.74	23.7000	109.4594	69.2249

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.5760	7.2331
3	0.32	2.3253	14.6678
4	0.48	5.2804	22.3041
5	0.64	9.4734	30.1420
6	0.80	14.9366	38.1815
7	0.96	21.7023	46.4226
8	1.12	29.8026	54.8653
9	1.28	39.2699	63.5096
10	1.44	50.1365	72.3555
11	1.60	62.4345	81.4030

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2654	-3.1604
3	0.34	-1.0874	-6.5483
4	0.51	-2.5047	-10.1638
5	0.68	-4.5560	-14.0069
6	0.85	-7.2800	-18.0776
7	1.02	-10.7153	-22.3759
8	1.19	-14.9007	-26.9017
9	1.36	-19.8748	-31.6552
10	1.53	-25.6763	-36.6362
11	1.70	-32.3440	-41.8448

#### COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	101.2528	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	96.6453	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	30.1962	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	137.7918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	96.6453	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	236.5680	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	172.1609	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	589.7834	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	236.5680	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	96.6453	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	255.5479	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3.6286	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.43
--	------

#### COMBINAZIONE n° 5

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	140.8268	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	131.1773	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	51.2318	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.28	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	183.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	131.1773	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	310.5338	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	310.5338	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	131.1773	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.05	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	337.1035	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	16.8555	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1135.4667	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	96.98	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	80.47	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.93$	$N'_q = 8.92$	$N'_\gamma = 0.40$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.66

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0140	0.1777
3	0.47	2.3700	0.1127	0.7224
4	0.71	3.5550	0.3995	1.8417
5	0.95	4.7400	1.0674	3.9680
6	1.19	5.9250	2.3439	6.8969
7	1.42	7.1100	4.3767	10.3372
8	1.66	8.2950	7.2792	14.2277
9	1.90	9.4800	11.1535	18.5349
10	2.13	10.6650	16.0961	23.2391
11	2.37	11.8500	22.1993	28.3281
12	2.61	13.0350	29.5533	33.7940
13	2.84	14.2200	38.2469	39.6314
14	3.08	15.4050	48.3677	45.8365
15	3.32	16.5900	60.0023	52.4066
16	3.56	17.7750	73.2371	59.3397
17	3.79	18.9600	88.1579	66.6344
18	4.03	20.1450	104.8502	74.2894
19	4.27	21.3300	123.3994	82.3039
20	4.50	22.5150	143.8906	90.6772
21	4.74	23.7000	166.4051	99.3514

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	1.0461	13.0564
3	0.32	4.1716	25.9920
4	0.48	9.3571	38.8068
5	0.64	16.5833	51.5008
6	0.80	25.8309	64.0741
7	0.96	37.0806	76.5267
8	1.12	50.3130	88.8584
9	1.28	65.5089	101.0694
10	1.44	82.6488	113.1596
11	1.60	101.7135	125.1290

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 5

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-1.1754	-13.8055
3	0.34	-4.6861	-27.4747
4	0.51	-10.5091	-41.0075
5	0.68	-18.6210	-54.4040
6	0.85	-28.9987	-67.6641
7	1.02	-41.6130	-80.1879
8	1.19	-55.9173	-88.0754
9	1.36	-71.5509	-95.8265
10	1.53	-88.4906	-103.4413
11	1.70	-106.7132	-110.9198

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	139.2531	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	132.9164	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	41.5288	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.26	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	179.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	132.9164	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	296.8308	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	296.8308	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	132.9164	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	325.2312	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	44.1086	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	584.3420	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	106.41	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	63.20	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.29$	$N'_q = 5.04$	$N'_\gamma = 0.01$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.97

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0137	0.1739
3	0.47	2.3700	0.1134	0.7680
4	0.71	3.5550	0.4537	2.2890
5	0.95	4.7400	1.2795	4.7962
6	1.19	5.9250	2.7735	7.8985
7	1.42	7.1100	5.0614	11.4841
8	1.66	8.2950	8.2510	15.5018
9	1.90	9.4800	12.4411	19.9225
10	2.13	10.6650	17.7248	24.7289
11	2.37	11.8500	24.1921	29.9098
12	2.61	13.0350	31.9310	35.4579
13	2.84	14.2200	41.0278	41.3684
14	3.08	15.4050	51.5679	47.6374
15	3.32	16.5900	63.6361	54.2624
16	3.56	17.7750	77.3163	61.2416
17	3.79	18.9600	92.6924	68.5733
18	4.03	20.1450	109.8478	76.2564
19	4.27	21.3300	128.8657	84.2902
20	4.50	22.5150	149.8290	92.6739
21	4.74	23.7000	172.8172	101.3511

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 6

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	1.1617	14.4681
3	0.32	4.6129	28.6201
4	0.48	10.3032	42.4561
5	0.64	18.1820	55.9760
6	0.80	28.1987	69.1799
7	0.96	40.3027	82.0678
8	1.12	54.4435	94.6396
9	1.28	70.5706	106.8954
10	1.44	88.6332	118.8352
11	1.60	108.5810	130.4589

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 6

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.9704	-11.3570
3	0.34	-3.8412	-22.3573
4	0.51	-8.5517	-33.0008
5	0.68	-15.0412	-43.2874
6	0.85	-23.2492	-53.2174
7	1.02	-33.1097	-62.2705
8	1.19	-44.1084	-67.0669
9	1.36	-55.8922	-71.5064
10	1.53	-68.4004	-75.5893
11	1.70	-81.5723	-79.3153

#### COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	155.7202	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	148.6342	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.4398	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	167.7918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	148.6342	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	282.8116	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	310.9466	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	726.1359	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	282.8116	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	148.6342	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	319.4910	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	79.7309	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.34
--	------

#### COMBINAZIONE n° 9

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	140.8268	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	131.1773	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	51.2318	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.28	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	183.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	177.3323	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	310.5338	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	310.5338	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	177.3323	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.26	[m]
Risultante in fondazione	357.6004	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.73	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	309.4782	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	393.7385	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.26	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	274.78	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.45$	$i_q = 0.45$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.66$	$N'_q = 7.20$	$N'_\gamma = 0.05$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.27

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	46.1550	46.1550
2	0.24	1.1850	57.1078	46.3327
3	0.47	2.3700	68.1451	46.8774
4	0.71	3.5550	79.3707	47.9967
5	0.95	4.7400	90.9773	50.1230
6	1.19	5.9250	103.1925	53.0519
7	1.42	7.1100	116.1641	56.4922
8	1.66	8.2950	130.0053	60.3827
9	1.90	9.4800	144.8184	64.6899
10	2.13	10.6650	160.6997	69.3941
11	2.37	11.8500	177.7416	74.4831
12	2.61	13.0350	196.0344	79.9490
13	2.84	14.2200	215.6668	85.7864
14	3.08	15.4050	236.7262	91.9915
15	3.32	16.5900	259.2996	98.5616
16	3.56	17.7750	283.4731	105.4947
17	3.79	18.9600	309.3326	112.7894
18	4.03	20.1450	336.9637	120.4444
19	4.27	21.3300	366.4517	128.4589
20	4.50	22.5150	397.8816	136.8322
21	4.74	23.7000	431.3348	145.5064

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	3.2422	40.0094
3	0.32	12.6370	76.9064
4	0.48	27.6863	110.6911
5	0.64	47.8922	141.3635
6	0.80	72.7566	168.9235
7	0.96	101.7817	193.3712
8	1.12	134.4694	214.7066
9	1.28	170.3218	232.9297
10	1.44	208.8409	248.0404
11	1.60	249.5288	260.0388

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-2.3420	-27.5533
3	0.34	-9.3681	-55.1065
4	0.51	-21.0782	-82.6598
5	0.68	-37.4724	-110.2130
6	0.85	-58.5507	-137.7663
7	1.02	-84.3070	-164.7196
8	1.19	-114.2178	-187.1728
9	1.36	-147.9105	-208.7478
10	1.53	-184.9955	-226.9601
11	1.70	-224.8779	-241.6588

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	139.2531	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	132.9164	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	41.5288	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.26	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	179.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.00	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	172.9174	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	296.8308	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	296.8308	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	172.9174	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.24	[m]
Risultante in fondazione	343.5244	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30.22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	297.7149	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	248.0153	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.24	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	264.90	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.44$	$i_q = 0.44$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 9.30$	$N'_q = 4.15$	$N'_\gamma = 0.51$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.94
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.84

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0010	40.0010
2	0.24	1.1850	49.4949	40.1749
3	0.47	2.3700	59.0749	40.7690
4	0.71	3.5550	68.8954	42.2900
5	0.95	4.7400	79.2014	44.7972
6	1.19	5.9250	90.1757	47.8995
7	1.42	7.1100	101.9438	51.4851
8	1.66	8.2950	114.6137	55.5028
9	1.90	9.4800	128.2840	59.9235
10	2.13	10.6650	143.0479	64.7299
11	2.37	11.8500	158.9955	69.9108
12	2.61	13.0350	176.2146	75.4589
13	2.84	14.2200	194.7917	81.3694
14	3.08	15.4050	214.8120	87.6384
15	3.32	16.5900	236.3604	94.2634
16	3.56	17.7750	259.5209	101.2426
17	3.79	18.9600	284.3772	108.5743
18	4.03	20.1450	311.0128	116.2574
19	4.27	21.3300	339.5109	124.2912
20	4.50	22.5150	369.9545	132.6749
21	4.74	23.7000	402.4229	141.3521

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	3.1180	38.4713
3	0.32	12.1494	73.9165
4	0.48	26.6099	106.3357
5	0.64	46.0155	135.7290
6	0.80	69.8818	162.0962
7	0.96	97.7249	185.4374
8	1.12	129.0604	205.7526
9	1.28	163.4043	223.0418
10	1.44	200.2724	237.3050
11	1.60	239.1805	248.5422

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-1.8938	-22.2802
3	0.34	-7.5753	-44.5604
4	0.51	-17.0444	-66.8406
5	0.68	-30.3011	-89.1208
6	0.85	-47.3454	-111.4010
7	1.02	-68.1722	-133.1612
8	1.19	-92.3277	-151.0214
9	1.36	-119.4992	-168.2779
10	1.53	-149.3551	-182.3992
11	1.70	-181.3213	-193.1045

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	155.7202	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	148.6342	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.4398	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	167.7918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	194.7892	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	282.8116	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	603.5693	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	726.1359	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	282.8116	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	194.7892	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.32	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1.30	[m]		
Risultante in fondazione	343.4024	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	34.56	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	372.3536	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.20			
--	------	--	--	--

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	74.4434	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	69.3426	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.0820	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	6.6451	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.9355	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.8888	[kN]
<b><u>Risultanti</u></b>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	87.1811	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	252.9771	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	252.9771	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	87.1811	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	267.5779	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-22.7344	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1328.1295	[kN]
<b><u>Tensioni sul terreno</u></b>		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	61.14	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	83.41	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.95$	$N'_q = 9.98$	$N'_\gamma = 1.26$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.25

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0189	0.2091
3	0.47	2.3700	0.1226	0.7160
4	0.71	3.5550	0.3818	1.5207
5	0.95	4.7400	0.8670	2.6232
6	1.19	5.9250	1.6487	4.0235
7	1.42	7.1100	2.7976	5.7216
8	1.66	8.2950	4.3843	7.7175
9	1.90	9.4800	6.4793	10.0112
10	2.13	10.6650	9.1531	12.6027
11	2.37	11.8500	12.4765	15.4920
12	2.61	13.0350	16.5198	18.6791
13	2.84	14.2200	21.3539	22.1640
14	3.08	15.4050	27.0491	25.9467
15	3.32	16.5900	33.6761	30.0272
16	3.56	17.7750	41.3055	34.4055
17	3.79	18.9600	50.0078	39.0816
18	4.03	20.1450	59.8537	44.0555
19	4.27	21.3300	70.9137	49.3272
20	4.50	22.5150	83.2583	54.8967
21	4.74	23.7000	96.9552	60.7163

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.5950	7.4645
3	0.32	2.3973	15.0918
4	0.48	5.4331	22.8821
5	0.64	9.7283	30.8353
6	0.80	15.3090	38.9513
7	0.96	22.2014	47.2303
8	1.12	30.4314	55.6721
9	1.28	40.0251	64.2768
10	1.44	51.0087	73.0444
11	1.60	63.4081	81.9749

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.3180	-3.7717
3	0.34	-1.2928	-7.7273
4	0.51	-2.9557	-11.8668
5	0.68	-5.3379	-16.1901
6	0.85	-8.4708	-20.6974
7	1.02	-12.3854	-25.3885
8	1.19	-17.1133	-30.2636
9	1.36	-22.6855	-35.3225
10	1.53	-29.1333	-40.5653
11	1.70	-36.4881	-45.9920

#### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	74.4434	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	69.3426	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.0820	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	10.4014	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.8888	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	90.6800	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	265.9923	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	265.9923	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	90.6800	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.10	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	281.0245	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.82	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-25.8326	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1334.3155	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	63.35	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	88.65	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.05$	$N'_q = 10.04$	$N'_\gamma = 1.31$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

2.06  
5.02

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 14

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0194	0.2160
3	0.47	2.3700	0.1270	0.7436
4	0.71	3.5550	0.3965	1.5828
5	0.95	4.7400	0.9018	2.7336
6	1.19	5.9250	1.7168	4.1959
7	1.42	7.1100	2.9153	5.9699
8	1.66	8.2950	4.5712	8.0555
9	1.90	9.4800	6.7582	10.4526
10	2.13	10.6650	9.5504	13.1614
11	2.37	11.8500	13.0214	16.1818
12	2.61	13.0350	17.2451	19.5137
13	2.84	14.2200	22.2955	23.1572
14	3.08	15.4050	28.2463	27.1124
15	3.32	16.5900	35.1714	31.3791
16	3.56	17.7750	43.1446	35.9575
17	3.79	18.9600	52.2398	40.8474
18	4.03	20.1450	62.5309	46.0489
19	4.27	21.3300	74.0916	51.5620
20	4.50	22.5150	86.9959	57.3867
21	4.74	23.7000	101.3144	63.4732

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 14

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.6238	7.8278
3	0.32	2.5148	15.8406
4	0.48	5.7026	24.0386
5	0.64	10.2170	32.4216
6	0.80	16.0874	40.9897
7	0.96	23.3435	49.7429
8	1.12	32.0150	58.6812
9	1.28	42.1314	67.8046
10	1.44	53.7224	77.1131
11	1.60	66.8175	86.6067

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 14

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2430	-2.8941
3	0.34	-0.9958	-5.9971
4	0.51	-2.2939	-9.3091
5	0.68	-4.1728	-12.8300
6	0.85	-6.6680	-16.5599
7	1.02	-9.8150	-20.4988
8	1.19	-13.6494	-24.6466
9	1.36	-18.2066	-29.0033
10	1.53	-23.5223	-33.5690
11	1.70	-29.6319	-38.3436

#### COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	92.0480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	87.8594	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.4511	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	11.8797	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.8888	[kN]		
<b><u>Risultanti</u></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	110.8472	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	266.1203	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	266.1203	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	110.8472	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	288.2830	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9.8687	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	652.8895	[kN]		
<b><u>Tensioni sul terreno</u></b>				
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	80.87	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	71.20	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.81$	$N'_q = 5.28$	$N'_\gamma = 0.00$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.36  
2.45

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 15

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0226	0.2558
3	0.47	2.3700	0.1521	0.9026
4	0.71	3.5550	0.4813	1.9406
5	0.95	4.7400	1.1029	3.3697
6	1.19	5.9250	2.1094	5.1898
7	1.42	7.1100	3.5937	7.4011
8	1.66	8.2950	5.6485	10.0035
9	1.90	9.4800	8.3663	12.9970
10	2.13	10.6650	11.8400	16.3817
11	2.37	11.8500	16.1621	20.1574
12	2.61	13.0350	21.4255	24.3242
13	2.84	14.2200	27.7227	28.8822
14	3.08	15.4050	35.1465	33.8312
15	3.32	16.5900	43.7896	39.1714
16	3.56	17.7750	53.7446	44.9026
17	3.79	18.9600	65.1043	51.0250
18	4.03	20.1450	77.9614	57.5385
19	4.27	21.3300	92.4085	64.4431
20	4.50	22.5150	108.5383	71.7388
21	4.74	23.7000	126.4396	79.3630

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 15

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.8412	10.5035
3	0.32	3.3574	20.9363
4	0.48	7.5371	31.2985
5	0.64	13.3691	41.5898
6	0.80	20.8421	51.8105
7	0.96	29.9447	61.9605
8	1.12	40.6657	72.0398
9	1.28	52.9937	82.0483
10	1.44	66.9174	91.9862
11	1.60	82.4255	101.8533

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 15

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.4870	-5.7162
3	0.34	-1.9390	-11.3525
4	0.51	-4.3423	-16.9090
5	0.68	-7.6835	-22.3857
6	0.85	-11.9490	-27.7826
7	1.02	-17.1251	-33.0996
8	1.19	-23.1983	-38.3369
9	1.36	-30.1551	-43.4943
10	1.53	-37.9818	-48.5718
11	1.70	-46.6650	-53.5696

#### COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	92.0480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	87.8594	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.4511	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Incremento sismico della spinta	7.2336	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.8888	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	106.4125	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	253.0860	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	253.0860	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	106.4125	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	274.5471	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.80	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11.3334	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	646.1299	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	77.86	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	66.76	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 11.75$	$N'_q = 5.25$	$N'_\gamma = 0.00$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

1.36  
2.55

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0219	0.2470
3	0.47	2.3700	0.1466	0.8676
4	0.71	3.5550	0.4627	1.8619
5	0.95	4.7400	1.0587	3.2298
6	1.19	5.9250	2.0231	4.9713
7	1.42	7.1100	3.4446	7.0864
8	1.66	8.2950	5.4116	9.5752
9	1.90	9.4800	8.0127	12.4375
10	2.13	10.6650	11.3365	15.6735
11	2.37	11.8500	15.4715	19.2832
12	2.61	13.0350	20.5062	23.2664
13	2.84	14.2200	26.5293	27.6233
14	3.08	15.4050	33.6292	32.3538
15	3.32	16.5900	41.8945	37.4579
16	3.56	17.7750	51.4137	42.9356
17	3.79	18.9600	62.2755	48.7870
18	4.03	20.1450	74.5683	55.0120
19	4.27	21.3300	88.3807	61.6106
20	4.50	22.5150	103.8012	68.5828
21	4.74	23.7000	120.9147	75.8689

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.8025	10.0172
3	0.32	3.2012	19.9532
4	0.48	7.1832	29.8080
5	0.64	12.7354	39.5816
6	0.80	19.8449	49.2740
7	0.96	28.4988	58.8852
8	1.12	38.6839	68.4152
9	1.28	50.3873	77.8640
10	1.44	63.5960	87.2315
11	1.60	78.2971	96.5179

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.5508	-6.4653
3	0.34	-2.1930	-12.8389
4	0.51	-4.9109	-19.1209
5	0.68	-8.6889	-25.3112
6	0.85	-13.5115	-31.4098
7	1.02	-19.3630	-37.4167
8	1.19	-26.2280	-43.3320
9	1.36	-34.0907	-49.1556
10	1.53	-42.9357	-54.8875
11	1.70	-52.7473	-60.5277

#### COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	92.0480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	87.8594	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.4511	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	7.2336	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.8888	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	106.4125	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	253.0860	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	209.9474	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	641.5144	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	253.0860	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	106.4125	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	274.5471	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.80	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11.3334	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.06
--	------

#### COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	92.0480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	87.8594	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.4511	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	11.8797	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.8888	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	110.8472	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	266.1203	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	204.1847	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	660.0264	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	266.1203	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	110.8472	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	288.2830	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9.8687	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.23
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 21

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0108	0.1367
3	0.47	2.3700	0.0864	0.5468
4	0.71	3.5550	0.2916	1.2303
5	0.95	4.7400	0.6911	2.1872
6	1.19	5.9250	1.3499	3.4174
7	1.42	7.1100	2.3326	4.9211
8	1.66	8.2950	3.7041	6.6982
9	1.90	9.4800	5.5292	8.7487
10	2.13	10.6650	7.8726	11.0725
11	2.37	11.8500	10.7991	13.6698
12	2.61	13.0350	14.3736	16.5404
13	2.84	14.2200	18.6609	19.6845
14	3.08	15.4050	23.7257	23.1019
15	3.32	16.5900	29.6328	26.7928
16	3.56	17.7750	36.4471	30.7570
17	3.79	18.9600	44.2332	34.9946
18	4.03	20.1450	53.0561	39.5057
19	4.27	21.3300	62.9805	44.2901
20	4.50	22.5150	74.0712	49.3479
21	4.74	23.7000	86.3903	54.6354

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 21

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.3780	4.7977
3	0.32	1.5584	10.0288
4	0.48	3.6104	15.6932
5	0.64	6.6033	21.7908
6	0.80	10.6065	28.3218
7	0.96	15.6894	35.2861
8	1.12	21.9212	42.6837
9	1.28	29.3713	50.5146
10	1.44	38.1090	58.7789
11	1.60	48.2036	67.4764

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 21

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.0455	-0.6163
3	0.34	-0.2373	-1.7218
4	0.51	-0.6586	-3.3164
5	0.68	-1.3926	-5.4003
6	0.85	-2.5224	-7.9732
7	1.02	-4.1312	-11.0354
8	1.19	-6.3021	-14.5867
9	1.36	-9.1184	-18.6272
10	1.53	-12.6631	-23.1568
11	1.70	-17.0194	-28.1756

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 22

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0108	0.1367
3	0.47	2.3700	0.0864	0.5468
4	0.71	3.5550	0.2944	1.2894
5	0.95	4.7400	0.7462	2.6374
6	1.19	5.9250	1.5880	4.5331
7	1.42	7.1100	2.9231	6.7895
8	1.66	8.2950	4.8315	9.3663
9	1.90	9.4800	7.3867	12.2463
10	2.13	10.6650	10.6594	15.4196
11	2.37	11.8500	14.7183	18.8801
12	2.61	13.0350	19.6309	22.6239
13	2.84	14.2200	25.4642	26.6484
14	3.08	15.4050	32.2843	30.9519
15	3.32	16.5900	40.1573	35.5329
16	3.56	17.7750	49.1488	40.3907
17	3.79	18.9600	59.3243	45.5246
18	4.03	20.1450	70.7492	50.9339
19	4.27	21.3300	83.4887	56.6184
20	4.50	22.5150	97.6080	62.5777
21	4.74	23.7000	113.1695	68.7677

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 22

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.6278	7.8873
3	0.32	2.5366	16.0128
4	0.48	5.7646	24.3763
5	0.64	10.3498	32.9779
6	0.80	16.3302	41.8176
7	0.96	23.7441	50.8954
8	1.12	32.6294	60.2113
9	1.28	43.0244	69.7652
10	1.44	54.9670	79.5573
11	1.60	68.4954	89.5875

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 22

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.3538	-4.2070
3	0.34	-1.4456	-8.6828
4	0.51	-3.3212	-13.4274
5	0.68	-6.0262	-18.4407
6	0.85	-9.6063	-23.7229
7	1.02	-14.1042	-28.9738
8	1.19	-19.3038	-32.2435
9	1.36	-25.0822	-35.7820
10	1.53	-31.4850	-39.5893
11	1.70	-38.5578	-43.6654

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 23

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	23.0775	23.0775
2	0.24	1.1850	28.5577	23.2142
3	0.47	2.3700	34.1026	23.6243
4	0.71	3.5550	39.7772	24.3078
5	0.95	4.7400	45.6461	25.2647
6	1.19	5.9250	51.7742	26.4949
7	1.42	7.1100	58.2263	27.9986
8	1.66	8.2950	65.0672	29.7757
9	1.90	9.4800	72.3616	31.8262
10	2.13	10.6650	80.1744	34.1500
11	2.37	11.8500	88.5703	36.7473
12	2.61	13.0350	97.6142	39.6179
13	2.84	14.2200	107.3708	42.7620
14	3.08	15.4050	117.9050	46.1794
15	3.32	16.5900	129.2815	49.8703
16	3.56	17.7750	141.5651	53.8345
17	3.79	18.9600	154.8206	58.0721
18	4.03	20.1450	169.1129	62.5832
19	4.27	21.3300	184.5066	67.3676
20	4.50	22.5150	201.0667	72.4254
21	4.74	23.7000	218.8551	77.7129

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 23

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	1.2674	15.7396
3	0.32	5.0039	30.8642
4	0.48	11.1111	45.3738
5	0.64	19.4907	59.2684
6	0.80	30.0442	72.5479
7	0.96	42.6732	85.2125
8	1.12	57.2794	97.2620
9	1.28	73.7643	108.6966
10	1.44	92.0295	119.5161
11	1.60	111.9766	129.7206

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 23

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-1.0475	-12.2072
3	0.34	-4.1111	-23.7202
4	0.51	-9.0730	-34.5389
5	0.68	-15.8150	-44.6632
6	0.85	-24.2191	-54.0933
7	1.02	-34.1674	-62.8291
8	1.19	-45.5417	-70.8706
9	1.36	-58.2240	-78.2178
10	1.53	-72.0964	-84.8707
11	1.70	-87.0407	-90.8293

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 24

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	23.0775	23.0775
2	0.24	1.1850	28.5577	23.2142
3	0.47	2.3700	34.1028	23.6288
4	0.71	3.5550	39.7868	24.4372
5	0.95	4.7400	45.7442	25.9645
6	1.19	5.9250	52.1409	28.0841
7	1.42	7.1100	59.0858	30.5818
8	1.66	8.2950	66.6632	33.4160
9	1.90	9.4800	74.9498	36.5643
10	2.13	10.6650	84.0184	40.0134
11	2.37	11.8500	93.9392	43.7551
12	2.61	13.0350	104.7810	47.7843
13	2.84	14.2200	116.6114	52.0974
14	3.08	15.4050	129.4974	56.6918
15	3.32	16.5900	143.5054	61.5658
16	3.56	17.7750	158.7016	66.7180
17	3.79	18.9600	175.1517	72.1476
18	4.03	20.1450	192.9214	77.8537
19	4.27	21.3300	212.0761	83.8358
20	4.50	22.5150	232.6813	90.0934
21	4.74	23.7000	254.7994	96.5823

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 24

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	1.6004	19.8591
3	0.32	6.3082	38.8428
4	0.48	13.9834	56.9513
5	0.64	24.4859	74.1844
6	0.80	37.6758	90.5423
7	0.96	53.4128	106.0248
8	1.12	71.5570	120.6321
9	1.28	91.9684	134.3640
10	1.44	114.5068	147.2207
11	1.60	139.0323	159.2020

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 24

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-1.4586	-16.9948
3	0.34	-5.7223	-33.0015
4	0.51	-12.6231	-48.0201
5	0.68	-21.9931	-62.0505
6	0.85	-33.6643	-75.0928
7	1.02	-47.4647	-86.7470
8	1.19	-62.8773	-94.4130
9	1.36	-79.5091	-101.0909
10	1.53	-97.1922	-106.7807
11	1.70	-115.7585	-111.4823

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	30.7700	30.7700
2	0.24	1.1850	38.0733	30.9067
3	0.47	2.3700	45.4415	31.3213
4	0.71	3.5550	52.9487	32.1297
5	0.95	4.7400	60.7292	33.6570
6	1.19	5.9250	68.9490	35.7766
7	1.42	7.1100	77.7171	38.2743
8	1.66	8.2950	87.1175	41.1085
9	1.90	9.4800	97.2273	44.2568
10	2.13	10.6650	108.1190	47.7059
11	2.37	11.8500	119.8630	51.4476
12	2.61	13.0350	132.5279	55.4768
13	2.84	14.2200	146.1814	59.7899
14	3.08	15.4050	160.8905	64.3843
15	3.32	16.5900	176.7216	69.2583
16	3.56	17.7750	193.7409	74.4105
17	3.79	18.9600	212.0141	79.8401
18	4.03	20.1450	231.6069	85.5462
19	4.27	21.3300	252.5848	91.5283
20	4.50	22.5150	275.0131	97.7859
21	4.74	23.7000	298.9543	104.2748

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 25

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	1.8971	23.5090
3	0.32	7.4575	45.7929
4	0.48	16.4854	66.8516
5	0.64	28.7847	86.6853
6	0.80	44.1594	105.2937
7	0.96	62.4134	122.6770
8	1.12	83.3507	138.8352
9	1.28	106.7753	153.7683
10	1.44	132.4912	167.4762
11	1.60	160.3024	179.9590

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 25

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-1.7881	-20.8328
3	0.34	-7.0051	-40.3141
4	0.51	-15.4165	-58.4123
5	0.68	-26.7870	-75.1275
6	0.85	-40.8814	-90.4596
7	1.02	-57.4608	-104.0086
8	1.19	-75.9410	-113.1746
9	1.36	-95.8618	-120.9575
10	1.53	-116.9882	-127.3573
11	1.70	-139.0849	-132.3741

## Approccio 2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	4.74 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.60 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.70 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	5.34	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	4.12	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=26.6700$	$F_y=0.0000$	$M=26.6700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_t < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$
------------------------	---

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>sco</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>rib</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>qlim</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>stab</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	2.06	--	4.91	--
2	EQU - [1]	--	--	3.43	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.95
4	A1-M1 - [2]	--	1.60	--	3.66	--
5	EQU - [2]	--	--	2.34	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.60
7	A1-M1 - [3]	--	1.23	--	1.52	--
8	EQU - [3]	--	--	1.29	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.60
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.06	--	5.25	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.06	--	5.02	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.06	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.23	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.73
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.72
16	SLEQ - [1]	--	2.61	--	5.69	--
17	SLEF - [1]	--	2.15	--	4.94	--
18	SLER - [1]	--	2.04	--	4.73	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria
Punti di interpolazione del reticolo	18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico      Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	76.2000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.07 Y=-4.21

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.70 Y = -5.34
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.70 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	5.34	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	96.7765	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	90.1453	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	35.2066	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	90.1453	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	264.5086	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	264.5086	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	90.1453	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	279.4477	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.82	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-37.6364	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1298.1967	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	57.14	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	94.01	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 19.06$	$N'_q = 10.04$	$N'_\gamma = 1.31$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.91

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0140	0.1777
3	0.47	2.3700	0.1123	0.7108
4	0.71	3.5550	0.3790	1.5994
5	0.95	4.7400	0.8985	2.8433
6	1.19	5.9250	1.7549	4.4427
7	1.42	7.1100	3.0324	6.3975
8	1.66	8.2950	4.8153	8.7077
9	1.90	9.4800	7.1879	11.3733
10	2.13	10.6650	10.2343	14.3943
11	2.37	11.8500	14.0389	17.7707
12	2.61	13.0350	18.6857	21.5026
13	2.84	14.2200	24.2592	25.5898
14	3.08	15.4050	30.8434	30.0325
15	3.32	16.5900	38.5226	34.8306
16	3.56	17.7750	47.3812	39.9841
17	3.79	18.9600	57.5032	45.4930
18	4.03	20.1450	68.9730	51.3574
19	4.27	21.3300	81.8747	57.5771
20	4.50	22.5150	96.2926	64.1523
21	4.74	23.7000	112.3073	71.0260

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.5466	6.8772
3	0.32	2.2151	14.0240
4	0.48	5.0487	21.4406
5	0.64	9.0904	29.1268
6	0.80	14.3836	37.0826
7	0.96	20.9713	45.3081
8	1.12	28.8966	53.8033
9	1.28	38.2027	62.5682
10	1.44	48.9328	71.6027
11	1.60	61.1299	80.9069

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.5587	-6.6241
3	0.34	-2.2694	-13.5526
4	0.51	-5.1839	-20.7856
5	0.68	-9.3538	-28.3230
6	0.85	-14.8310	-36.1648
7	1.02	-21.6671	-44.3110
8	1.19	-29.9140	-52.7617
9	1.36	-39.6233	-61.5168
10	1.53	-50.8469	-70.5763
11	1.70	-63.6365	-79.9403

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	101.2528	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	96.6453	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	30.1962	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	137.7918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	96.6453	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	236.5680	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	172.1609	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	589.7834	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	236.5680	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	96.6453	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	255.5479	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3.6286	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.43
--	------

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	140.8268	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	131.1773	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	51.2318	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.28	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	183.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	131.1773	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	310.5338	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	310.5338	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	131.1773	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.05	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	337.1035	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.90	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	16.8555	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1135.4667	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	96.98	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	80.47	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.03$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.93$	$N'_q = 8.92$	$N'_\gamma = 0.40$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.60
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.66

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0140	0.1777
3	0.47	2.3700	0.1127	0.7224
4	0.71	3.5550	0.3995	1.8417
5	0.95	4.7400	1.0674	3.9680
6	1.19	5.9250	2.3439	6.8969
7	1.42	7.1100	4.3767	10.3372
8	1.66	8.2950	7.2792	14.2277
9	1.90	9.4800	11.1535	18.5349
10	2.13	10.6650	16.0961	23.2391
11	2.37	11.8500	22.1993	28.3281
12	2.61	13.0350	29.5533	33.7940
13	2.84	14.2200	38.2469	39.6314
14	3.08	15.4050	48.3677	45.8365
15	3.32	16.5900	60.0023	52.4066
16	3.56	17.7750	73.2371	59.3397
17	3.79	18.9600	88.1579	66.6344
18	4.03	20.1450	104.8502	74.2894
19	4.27	21.3300	123.3994	82.3039
20	4.50	22.5150	143.8906	90.6772
21	4.74	23.7000	166.4051	99.3514

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	1.0461	13.0564
3	0.32	4.1716	25.9920
4	0.48	9.3571	38.8068
5	0.64	16.5833	51.5008
6	0.80	25.8309	64.0741
7	0.96	37.0806	76.5267
8	1.12	50.3130	88.8584
9	1.28	65.5089	101.0694
10	1.44	82.6488	113.1596
11	1.60	101.7135	125.1290

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-1.1754	-13.8055
3	0.34	-4.6861	-27.4747
4	0.51	-10.5091	-41.0075
5	0.68	-18.6210	-54.4040
6	0.85	-28.9987	-67.6641
7	1.02	-41.6130	-80.1879
8	1.19	-55.9173	-88.0754
9	1.36	-71.5509	-95.8265
10	1.53	-88.4906	-103.4413
11	1.70	-106.7132	-110.9198

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	155.7202	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	148.6342	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.4398	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	167.7918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	148.6342	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	282.8116	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	310.9466	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	726.1359	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	282.8116	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	148.6342	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	319.4910	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	79.7309	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.34
--	------

#### COMBINAZIONE n° 7

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	140.8268	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	131.1773	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	51.2318	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.28	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	183.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	171.1823	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	310.5338	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	310.5338	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	171.1823	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.87	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.64	[m]
Risultante in fondazione	354.5908	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.87	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	270.4872	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	470.6035	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.64	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	235.53	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.46$	$i_q = 0.46$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.06$	$N'_q = 7.41$	$N'_\gamma = 0.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.52

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0050	40.0050
2	0.24	1.1850	49.5002	40.1827
3	0.47	2.3700	59.0800	40.7274
4	0.71	3.5550	68.8481	41.8467
5	0.95	4.7400	78.9971	43.9730
6	1.19	5.9250	89.7548	46.9019
7	1.42	7.1100	101.2688	50.3422
8	1.66	8.2950	113.6524	54.2327
9	1.90	9.4800	127.0080	58.5399
10	2.13	10.6650	141.4317	63.2441
11	2.37	11.8500	157.0161	68.3331
12	2.61	13.0350	173.8514	73.7990
13	2.84	14.2200	192.0262	79.6364
14	3.08	15.4050	211.6281	85.8415
15	3.32	16.5900	232.7439	92.4116
16	3.56	17.7750	255.4598	99.3447
17	3.79	18.9600	279.8618	106.6394
18	4.03	20.1450	306.0354	114.2944
19	4.27	21.3300	334.0658	122.3089
20	4.50	22.5150	364.0381	130.6822
21	4.74	23.7000	396.0338	139.3564

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	2.7618	34.1417
3	0.32	10.8034	65.9967
4	0.48	23.7588	95.5650
5	0.64	41.2622	122.8468
6	0.80	62.9478	147.8419
7	0.96	88.4497	170.5503
8	1.12	117.4020	190.9722
9	1.28	149.4388	209.1073
10	1.44	184.1944	224.9559
11	1.60	221.3028	238.5178

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-2.3420	-27.5533
3	0.34	-9.3681	-55.1065
4	0.51	-21.0782	-82.6598
5	0.68	-37.4724	-110.2130
6	0.85	-58.5507	-137.7663
7	1.02	-84.2495	-163.6204
8	1.19	-113.6979	-182.4007
9	1.36	-146.1195	-198.5997
10	1.53	-181.0755	-212.2172
11	1.70	-218.1270	-223.2534

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	155.7202	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	148.6342	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.4398	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.25	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	167.7918	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	188.6392	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	282.8116	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	564.5783	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	726.1359	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	282.8116	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	188.6392	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.18	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1.71	[m]		
Risultante in fondazione	339.9517	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	33.70	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	333.3626	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.29			
--	------	--	--	--

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	74.4434	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	69.3426	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.0820	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	6.6451	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.9355	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.8888	[kN]
<b><u>Risultanti</u></b>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	87.1811	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	252.9771	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	252.9771	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	87.1811	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	267.5779	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-22.7344	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1328.1295	[kN]
<b><u>Tensioni sul terreno</u></b>		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	61.14	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	83.41	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.62$	$i_q = 0.62$	$i_\gamma = 0.10$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 18.95$	$N'_q = 9.98$	$N'_\gamma = 1.26$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.06
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.25

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0189	0.2091
3	0.47	2.3700	0.1226	0.7160
4	0.71	3.5550	0.3818	1.5207
5	0.95	4.7400	0.8670	2.6232
6	1.19	5.9250	1.6487	4.0235
7	1.42	7.1100	2.7976	5.7216
8	1.66	8.2950	4.3843	7.7175
9	1.90	9.4800	6.4793	10.0112
10	2.13	10.6650	9.1531	12.6027
11	2.37	11.8500	12.4765	15.4920
12	2.61	13.0350	16.5198	18.6791
13	2.84	14.2200	21.3539	22.1640
14	3.08	15.4050	27.0491	25.9467
15	3.32	16.5900	33.6761	30.0272
16	3.56	17.7750	41.3055	34.4055
17	3.79	18.9600	50.0078	39.0816
18	4.03	20.1450	59.8537	44.0555
19	4.27	21.3300	70.9137	49.3272
20	4.50	22.5150	83.2583	54.8967
21	4.74	23.7000	96.9552	60.7163

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.5950	7.4645
3	0.32	2.3973	15.0918
4	0.48	5.4331	22.8821
5	0.64	9.7283	30.8353
6	0.80	15.3090	38.9513
7	0.96	22.2014	47.2303
8	1.12	30.4314	55.6721
9	1.28	40.0251	64.2768
10	1.44	51.0087	73.0444
11	1.60	63.4081	81.9749

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.3180	-3.7717
3	0.34	-1.2928	-7.7273
4	0.51	-2.9557	-11.8668
5	0.68	-5.3379	-16.1901
6	0.85	-8.4708	-20.6974
7	1.02	-12.3854	-25.3885
8	1.19	-17.1133	-30.2636
9	1.36	-22.6855	-35.3225
10	1.53	-29.1333	-40.5653
11	1.70	-36.4881	-45.9920

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	74.4434	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	69.3426	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.0820	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	10.4014	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.8888	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	90.6800	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	265.9923	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	265.9923	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	90.6800	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.10	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	281.0245	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.82	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-25.8326	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1334.3155	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	63.35	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	88.65	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.63$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.11$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.05$	$N'_q = 10.04$	$N'_\gamma = 1.31$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

2.06  
5.02

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0194	0.2160
3	0.47	2.3700	0.1270	0.7436
4	0.71	3.5550	0.3965	1.5828
5	0.95	4.7400	0.9018	2.7336
6	1.19	5.9250	1.7168	4.1959
7	1.42	7.1100	2.9153	5.9699
8	1.66	8.2950	4.5712	8.0555
9	1.90	9.4800	6.7582	10.4526
10	2.13	10.6650	9.5504	13.1614
11	2.37	11.8500	13.0214	16.1818
12	2.61	13.0350	17.2451	19.5137
13	2.84	14.2200	22.2955	23.1572
14	3.08	15.4050	28.2463	27.1124
15	3.32	16.5900	35.1714	31.3791
16	3.56	17.7750	43.1446	35.9575
17	3.79	18.9600	52.2398	40.8474
18	4.03	20.1450	62.5309	46.0489
19	4.27	21.3300	74.0916	51.5620
20	4.50	22.5150	86.9959	57.3867
21	4.74	23.7000	101.3144	63.4732

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.6238	7.8278
3	0.32	2.5148	15.8406
4	0.48	5.7026	24.0386
5	0.64	10.2170	32.4216
6	0.80	16.0874	40.9897
7	0.96	23.3435	49.7429
8	1.12	32.0150	58.6812
9	1.28	42.1314	67.8046
10	1.44	53.7224	77.1131
11	1.60	66.8175	86.6067

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.2430	-2.8941
3	0.34	-0.9958	-5.9971
4	0.51	-2.2939	-9.3091
5	0.68	-4.1728	-12.8300
6	0.85	-6.6680	-16.5599
7	1.02	-9.8150	-20.4988
8	1.19	-13.6494	-24.6466
9	1.36	-18.2066	-29.0033
10	1.53	-23.5223	-33.5690
11	1.70	-29.6319	-38.3436

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	92.0480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	87.8594	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.4511	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	7.2336	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-3.8888	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	106.4125	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	253.0860	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	209.9474	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	641.5144	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	253.0860	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	106.4125	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	274.5471	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.80	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	11.3334	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.06
--	------

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	92.0480	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	87.8594	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.4511	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	11.8797	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.70	[m]	Y = -3.56	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	153.1020	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.85	[m]	Y = -2.37	[m]
Inerzia del muro	3.8710	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.9355	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	7.7777	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	3.8888	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	110.8472	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	266.1203	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	204.1847	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	660.0264	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	266.1203	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	110.8472	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.04	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	288.2830	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	9.8687	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.23
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0108	0.1367
3	0.47	2.3700	0.0864	0.5468
4	0.71	3.5550	0.2916	1.2303
5	0.95	4.7400	0.6911	2.1872
6	1.19	5.9250	1.3499	3.4174
7	1.42	7.1100	2.3326	4.9211
8	1.66	8.2950	3.7041	6.6982
9	1.90	9.4800	5.5292	8.7487
10	2.13	10.6650	7.8726	11.0725
11	2.37	11.8500	10.7991	13.6698
12	2.61	13.0350	14.3736	16.5404
13	2.84	14.2200	18.6609	19.6845
14	3.08	15.4050	23.7257	23.1019
15	3.32	16.5900	29.6328	26.7928
16	3.56	17.7750	36.4471	30.7570
17	3.79	18.9600	44.2332	34.9946
18	4.03	20.1450	53.0561	39.5057
19	4.27	21.3300	62.9805	44.2901
20	4.50	22.5150	74.0712	49.3479
21	4.74	23.7000	86.3903	54.6354

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.3780	4.7977
3	0.32	1.5584	10.0288
4	0.48	3.6104	15.6932
5	0.64	6.6033	21.7908
6	0.80	10.6065	28.3218
7	0.96	15.6894	35.2861
8	1.12	21.9212	42.6837
9	1.28	29.3713	50.5146
10	1.44	38.1090	58.7789
11	1.60	48.2036	67.4764

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.0455	-0.6163
3	0.34	-0.2373	-1.7218
4	0.51	-0.6586	-3.3164
5	0.68	-1.3926	-5.4003
6	0.85	-2.5224	-7.9732
7	1.02	-4.1312	-11.0354
8	1.19	-6.3021	-14.5867
9	1.36	-9.1184	-18.6272
10	1.53	-12.6631	-23.1568
11	1.70	-17.0194	-28.1756

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0108	0.1367
3	0.47	2.3700	0.0864	0.5468
4	0.71	3.5550	0.2944	1.2894
5	0.95	4.7400	0.7462	2.6374
6	1.19	5.9250	1.5880	4.5331
7	1.42	7.1100	2.9231	6.7895
8	1.66	8.2950	4.8315	9.3663
9	1.90	9.4800	7.3867	12.2463
10	2.13	10.6650	10.6594	15.4196
11	2.37	11.8500	14.7183	18.8801
12	2.61	13.0350	19.6309	22.6239
13	2.84	14.2200	25.4642	26.6484
14	3.08	15.4050	32.2843	30.9519
15	3.32	16.5900	40.1573	35.5329
16	3.56	17.7750	49.1488	40.3907
17	3.79	18.9600	59.3243	45.5246
18	4.03	20.1450	70.7492	50.9339
19	4.27	21.3300	83.4887	56.6184
20	4.50	22.5150	97.6080	62.5777
21	4.74	23.7000	113.1695	68.7677

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.6278	7.8873
3	0.32	2.5366	16.0128
4	0.48	5.7646	24.3763
5	0.64	10.3498	32.9779
6	0.80	16.3302	41.8176
7	0.96	23.7441	50.8954
8	1.12	32.6294	60.2113
9	1.28	43.0244	69.7652
10	1.44	54.9670	79.5573
11	1.60	68.4954	89.5875

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.3538	-4.2070
3	0.34	-1.4456	-8.6828
4	0.51	-3.3212	-13.4274
5	0.68	-6.0262	-18.4407
6	0.85	-9.6063	-23.7229
7	1.02	-14.1042	-28.9738
8	1.19	-19.3038	-32.2435
9	1.36	-25.0822	-35.7820
10	1.53	-31.4850	-39.5893
11	1.70	-38.5578	-43.6654

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.1850	0.0108	0.1367
3	0.47	2.3700	0.0865	0.5513
4	0.71	3.5550	0.3012	1.3597
5	0.95	4.7400	0.7892	2.8870
6	1.19	5.9250	1.7166	5.0066
7	1.42	7.1100	3.1921	7.5043
8	1.66	8.2950	5.3001	10.3385
9	1.90	9.4800	8.1174	13.4868
10	2.13	10.6650	11.7166	16.9359
11	2.37	11.8500	16.1681	20.6776
12	2.61	13.0350	21.5405	24.7068
13	2.84	14.2200	27.9015	29.0199
14	3.08	15.4050	35.3181	33.6143
15	3.32	16.5900	43.8568	38.4883
16	3.56	17.7750	53.5835	43.6405
17	3.79	18.9600	64.5643	49.0701
18	4.03	20.1450	76.8646	54.7762
19	4.27	21.3300	90.5500	60.7583
20	4.50	22.5150	105.6858	67.0159
21	4.74	23.7000	122.3345	73.5048

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	0.7111	8.9172
3	0.32	2.8627	18.0074
4	0.48	6.4827	27.2706
5	0.64	11.5986	36.7069
6	0.80	18.2381	46.3162
7	0.96	26.4290	56.0985
8	1.12	36.1988	66.0538
9	1.28	47.5754	76.1821
10	1.44	60.5863	86.4835
11	1.60	75.2593	96.9578

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.4566	-5.4039
3	0.34	-1.8484	-11.0031
4	0.51	-4.2087	-16.7977
5	0.68	-7.5707	-22.7876
6	0.85	-11.9675	-28.9728
7	1.02	-17.4285	-34.9533
8	1.19	-23.6377	-38.1291
9	1.36	-30.4035	-41.5003
10	1.53	-37.7589	-45.0668
11	1.70	-45.7372	-48.8286

## 2.6 Muro Tipo P5

### Approccio 1

#### Normativa

##### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

###### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

		<i>Coefficienti parziali</i>		
		<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione		1.00	1.00	1.40
Scorrimento		1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle		1.00	1.00	1.40
Stabilità globale			1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4.04 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.64	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	4.03	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=30.7700$	$F_y=0.0000$	$M=30.7700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 431 di 431
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 24 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 25 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
<u>Verifica fessurazione</u>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

***Impostazioni avanzate***

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	2.30	--	5.73	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.87	--	3.24	--
3	EQU - [1]	--	--	3.76	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2.22
5	A1-M1 - [2]	--	1.70	--	4.32	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.31	--	2.32	--
7	EQU - [2]	--	--	2.43	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.72
9	A1-M1 - [3]	--	1.18	--	1.09	--
10	A2-M2 - [3]	--	0.95	--	0.76	--
11	EQU - [3]	--	--	1.11	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.72
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.29	--	6.10	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.28	--	5.82	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.51	--	2.96	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.52	--	3.11	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.32	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.53	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.93
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.92
21	SLEQ - [1]	--	2.93	--	6.60	--
22	SLEF - [1]	--	2.33	--	5.65	--
23	SLEF - [1]	--	2.03	--	4.45	--
24	SLER - [1]	--	1.68	--	3.25	--
25	SLER - [1]	--	1.56	--	2.54	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	68.2000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-3.65

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = -4.64
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	4.64	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	73.0673	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	68.0607	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	26.5814	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	68.0607	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	209.9214	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	209.9214	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	68.0607	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	220.6791	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-35.0511	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1202.4991	[kN]

##### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	45.06	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	86.14	[kPa]

##### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.13$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.80$	$N'_q = 10.36$	$N'_\gamma = 1.58$

##### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.30
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.73

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	69.4973	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	66.3348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.7259	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	66.3348	[kN]
--	---------	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	204.0659	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	204.0659	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	66.3348	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	214.5768	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.01	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-28.3537	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	661.2296	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	47.16	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	80.38	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.05$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.66$	$N'_q = 6.07$	$N'_\gamma = 0.25$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.87
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.24

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	76.4470	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	72.9683	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.7985	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	103.6260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72.9683	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	187.8045	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	112.9444	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	425.0467	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	187.8045	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72.9683	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	201.4817	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-11.6153	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.76
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.74 Y[m]= 1.48

Raggio del cerchio R[m]= 6.52

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.72

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.61

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 2.22

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	5.5519	70.62	5.2374	0.0134	26.56	0	0
2	14.5925	60.76	12.7334	0.0091	26.56	0	0
3	20.7050	53.34	16.6096	0.0074	26.56	0	0
4	25.4285	47.08	18.6203	0.0065	26.56	0	0
5	29.2553	41.49	19.3810	0.0059	26.56	0	0
6	32.4196	36.35	19.2176	0.0055	26.56	0	0
7	35.0556	31.54	18.3383	0.0052	26.56	0	0
8	37.2479	26.97	16.8916	0.0050	26.56	0	0
9	39.0533	22.57	14.9917	0.0048	26.56	0	0
10	41.9993	18.32	13.1994	0.0047	23.33	0	0
11	43.2056	14.16	10.5717	0.0046	23.04	0	0
12	44.0067	10.08	7.7054	0.0045	23.04	0	0
13	45.2619	6.06	4.7757	0.0045	23.04	0	0
14	21.2217	2.06	0.7625	0.0044	23.04	0	0
15	21.2260	-1.93	-0.7143	0.0044	23.04	0	0
16	20.9685	-5.93	-2.1647	0.0045	23.04	0	0
17	18.9952	-9.95	-3.2827	0.0045	23.04	0	0
18	17.9897	-14.03	-4.3608	0.0046	23.04	0	0
19	16.9199	-18.18	-5.2790	0.0047	23.20	0	0
20	15.5032	-22.43	-5.9160	0.0048	26.56	0	0
21	13.7096	-26.82	-6.1859	0.0050	26.56	0	0
22	11.5308	-31.39	-6.0057	0.0052	26.56	0	0
23	8.9105	-36.19	-5.2616	0.0055	26.56	0	0
24	5.7652	-41.31	-3.8062	0.0059	26.56	0	0
25	1.9631	-46.88	-1.4330	0.0065	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 588.4865$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 134.6258$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 272.7387$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.01$

### COMBINAZIONE n° 5

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

111.3422 [kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 438 di 438
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	103.7130	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	40.5055	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	139.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	103.7130	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	247.8455	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	247.8455	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	103.7130	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.02	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	268.6704	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.71	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4.9667	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1071.4691	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	80.36	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	74.54	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.04$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.28$	$N'_q = 9.04$	$N'_\gamma = 0.44$

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.70
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.32

#### COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	110.5133	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	105.4844	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32.9579	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	135.9400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	105.4844	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	237.0979	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	237.0979	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	105.4844	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	259.5041	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.98	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	25.2036	[kNm]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Carico ultimo della fondazione 550.8820 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 3.20 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 88.86 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 59.33 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.54$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 11.49$        $N'_q = 5.10$        $N'_\gamma = 0.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.31  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.32

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	123.7732	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.1409	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36.9123	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.6260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	118.1409	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	225.9183	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	217.7234	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	529.0112	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	225.9183	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	118.1409	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	254.9438	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.61	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	50.1816	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 2.43

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.74 Y[m]= 1.48

Raggio del cerchio R[m]= 6.52

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.72

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.61

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 1.72

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	17.3399	70.62	16.3576	0.0134	26.56	0	0
2	26.3805	60.76	23.0196	0.0091	26.56	0	0
3	32.4930	53.34	26.0661	0.0074	26.56	0	0
4	37.2165	47.08	27.2521	0.0065	26.56	0	0
5	41.0433	41.49	27.1903	0.0059	26.56	0	0
6	44.2077	36.35	26.2053	0.0055	26.56	0	0
7	46.8436	31.54	24.5049	0.0052	26.56	0	0
8	49.0359	26.97	22.2373	0.0050	26.56	0	0
9	50.8414	22.57	19.5169	0.0048	26.56	0	0
10	53.7874	18.32	16.9042	0.0047	23.33	0	0
11	53.0784	14.16	12.9874	0.0046	23.04	0	0
12	44.0067	10.08	7.7054	0.0045	23.04	0	0
13	45.2619	6.06	4.7757	0.0045	23.04	0	0
14	21.2217	2.06	0.7625	0.0044	23.04	0	0
15	21.2260	-1.93	-0.7143	0.0044	23.04	0	0
16	20.9685	-5.93	-2.1647	0.0045	23.04	0	0
17	18.9952	-9.95	-3.2827	0.0045	23.04	0	0
18	17.9897	-14.03	-4.3608	0.0046	23.04	0	0
19	16.9199	-18.18	-5.2790	0.0047	23.20	0	0
20	15.5032	-22.43	-5.9160	0.0048	26.56	0	0
21	13.7096	-26.82	-6.1859	0.0050	26.56	0	0
22	11.5308	-31.39	-6.0057	0.0052	26.56	0	0
23	8.9105	-36.19	-5.2616	0.0055	26.56	0	0
24	5.7652	-41.31	-3.8062	0.0059	26.56	0	0
25	1.9631	-46.88	-1.4330	0.0065	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 716.2394$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 211.0753$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 335.0572$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.01$

### COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

111.3422 [kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 441 di 441
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	103.7130	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	40.5055	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	139.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	149.8680	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	247.8455	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	247.8455	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	149.8680	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.07	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1.59	[m]		
Risultante in fondazione	289.6339	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31.16	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	265.2809	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	269.1473	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.59	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	311.96	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.43$	$i_q = 0.43$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.21$	$N'_q = 6.91$	$N'_\gamma = 0.16$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.09

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	110.5133	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	105.4844	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	32.9579	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.81	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	135.9400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.00	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	145.4854	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	237.0979	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	237.0979	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	145.4854	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.63	[m]
Risultante in fondazione	278.1752	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31.53	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	250.8092	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	179.0750	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.63	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	291.54	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.42$	$i_q = 0.42$	$i_\gamma = 0.14$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 9.01$	$N'_q = 4.00$	$N'_\gamma = 0.72$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.95
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.76

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	123.7732	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.1409	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36.9123	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.6260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	164.2959	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	225.9183	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	478.0376	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	529.0112	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	225.9183	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	164.2959	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.37	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.68	[m]
Risultante in fondazione	279.3425	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36.03	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	310.4958	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.11
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.74 Y[m]= 1.48

Raggio del cerchio R[m]= 6.52

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.72

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.61

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 1.72

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	17.3399	70.62	16.3576	0.0134	26.56	0	0
2	26.3805	60.76	23.0196	0.0091	26.56	0	0
3	32.4930	53.34	26.0661	0.0074	26.56	0	0
4	37.2165	47.08	27.2521	0.0065	26.56	0	0
5	41.0433	41.49	27.1903	0.0059	26.56	0	0
6	44.2077	36.35	26.2053	0.0055	26.56	0	0
7	46.8436	31.54	24.5049	0.0052	26.56	0	0
8	49.0359	26.97	22.2373	0.0050	26.56	0	0
9	50.8414	22.57	19.5169	0.0048	26.56	0	0
10	53.7874	18.32	16.9042	0.0047	23.33	0	0
11	53.0784	14.16	12.9874	0.0046	23.04	0	0
12	44.0067	10.08	7.7054	0.0045	23.04	0	0
13	45.2619	6.06	4.7757	0.0045	23.04	0	0
14	21.2217	2.06	0.7625	0.0044	23.04	0	0
15	21.2260	-1.93	-0.7143	0.0044	23.04	0	0
16	20.9685	-5.93	-2.1647	0.0045	23.04	0	0
17	18.9952	-9.95	-3.2827	0.0045	23.04	0	0
18	17.9897	-14.03	-4.3608	0.0046	23.04	0	0
19	16.9199	-18.18	-5.2790	0.0047	23.20	0	0
20	15.5032	-22.43	-5.9160	0.0048	26.56	0	0
21	13.7096	-26.82	-6.1859	0.0050	26.56	0	0
22	11.5308	-31.39	-6.0057	0.0052	26.56	0	0
23	8.9105	-36.19	-5.2616	0.0055	26.56	0	0
24	5.7652	-41.31	-3.8062	0.0059	26.56	0	0
25	1.9631	-46.88	-1.4330	0.0065	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 716.2394$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 211.0753$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 335.0572$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.01$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica

56.2056

[kN]

Componente orizzontale della spinta statica

52.3544

[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente verticale della spinta statica	20.4472	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	5.0171	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2.9246	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	66.3416	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	200.9555	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	200.9555	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	66.3416	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.12	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	211.6231	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.27	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24.0032	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1224.9058	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	48.73	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	76.86	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coef. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.12$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.63$	$N'_q = 10.27$	$N'_\gamma = 1.48$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.10

#### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	56.2056	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.3544	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.4472	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	7.8532	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia verticale del muro	1.7323	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2.9246	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	68.9833	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	211.3011	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	211.3011	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	68.9833	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	222.2765	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.08	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-26.5368	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1230.5627	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	50.48	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	81.58	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.13$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.73$	$N'_q = 10.33$	$N'_\gamma = 1.54$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.28
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.82

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	69.4973	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	66.3348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.7259	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.9693	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2.9246	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	84.2098	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	211.3976	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	211.3976	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	84.2098	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante in fondazione	227.5527	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.72	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3.1230	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	626.1665	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	64.23	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	67.89	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.58$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.29$	$N'_q = 5.46$	$N'_\gamma = 0.02$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.51
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.96

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	69.4973	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	66.3348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.7259	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.4614	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2.9246	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	80.8615	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	201.0377	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	201.0377	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	80.8615	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	216.6904	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.91	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1.6599	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	624.8023	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	61.85	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	63.80	[kPa]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.57$	$i_q = 0.57$	$i_\gamma = 0.00$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.18$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.22$	$N'_q = 5.43$	$N'_\gamma = 0.01$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.52
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.11

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	69.4973	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	66.3348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.7259	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.4614	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2.9246	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	80.8615	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	201.0377	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	139.4275	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	462.7477	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	201.0377	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	80.8615	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	216.6904	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.91	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1.6599	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.32
--	------

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	69.4973	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	66.3348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.7259	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.9693	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2.9246	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	84.2098	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	211.3976	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	134.6731	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	476.0323	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	211.3976	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	84.2098	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	227.5527	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.72	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3.1230	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.53
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 19

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.74 Y[m]= 1.85

Raggio del cerchio R[m]= 6.87

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.86

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.88

Larghezza della striscia dx[m]= 0.47

Coefficiente di sicurezza C= 1.93

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	5.3451	68.59	4.9761	0.0126	26.56	0	0
2	14.2829	59.74	12.3368	0.0091	26.56	0	0
3	20.6193	52.62	16.3849	0.0076	26.56	0	0
4	25.5751	46.54	18.5647	0.0067	26.56	0	0
5	29.6153	41.09	19.4658	0.0061	26.56	0	0
6	32.9701	36.07	19.4113	0.0057	26.56	0	0
7	35.7738	31.35	18.6118	0.0054	26.56	0	0
8	38.1122	26.86	17.2189	0.0052	26.56	0	0
9	40.0437	22.54	15.3505	0.0050	26.56	0	0
10	42.7273	18.35	13.4549	0.0049	24.30	0	0
11	44.4629	14.27	10.9587	0.0048	23.04	0	0
12	45.3329	10.26	8.0711	0.0047	23.04	0	0
13	49.5898	6.29	5.4358	0.0046	23.04	0	0
14	21.7887	2.36	0.8975	0.0046	23.04	0	0
15	21.8168	-1.56	-0.5941	0.0046	23.04	0	0
16	21.5688	-5.49	-2.0632	0.0046	23.04	0	0
17	19.5611	-9.44	-3.2096	0.0047	23.04	0	0
18	18.5089	-13.44	-4.3035	0.0047	23.04	0	0
19	17.4068	-17.51	-5.2384	0.0048	23.54	0	0
20	15.9379	-21.68	-5.8871	0.0050	26.56	0	0
21	14.0840	-25.97	-6.1664	0.0051	26.56	0	0
22	11.8327	-30.42	-5.9908	0.0053	26.56	0	0
23	9.1298	-35.08	-5.2476	0.0056	26.56	0	0
24	5.8963	-40.04	-3.7931	0.0060	26.56	0	0
25	2.0104	-45.39	-1.4312	0.0066	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 603.9923$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 137.2138$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 280.6641$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.90$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 20

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.74 Y[m]= 1.85

Raggio del cerchio R[m]= 6.87

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.86

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.88

Larghezza della striscia dx[m]= 0.47

Coefficiente di sicurezza C= 1.92

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	5.3451	68.59	4.9761	0.0126	26.56	0	0
2	14.2829	59.74	12.3368	0.0091	26.56	0	0
3	20.6193	52.62	16.3849	0.0076	26.56	0	0
4	25.5751	46.54	18.5647	0.0067	26.56	0	0
5	29.6153	41.09	19.4658	0.0061	26.56	0	0
6	32.9701	36.07	19.4113	0.0057	26.56	0	0
7	35.7738	31.35	18.6118	0.0054	26.56	0	0
8	38.1122	26.86	17.2189	0.0052	26.56	0	0
9	40.0437	22.54	15.3505	0.0050	26.56	0	0
10	42.7273	18.35	13.4549	0.0049	24.30	0	0
11	44.4629	14.27	10.9587	0.0048	23.04	0	0
12	45.3329	10.26	8.0711	0.0047	23.04	0	0
13	49.5898	6.29	5.4358	0.0046	23.04	0	0
14	21.7887	2.36	0.8975	0.0046	23.04	0	0
15	21.8168	-1.56	-0.5941	0.0046	23.04	0	0
16	21.5688	-5.49	-2.0632	0.0046	23.04	0	0
17	19.5611	-9.44	-3.2096	0.0047	23.04	0	0
18	18.5089	-13.44	-4.3035	0.0047	23.04	0	0
19	17.4068	-17.51	-5.2384	0.0048	23.54	0	0
20	15.9379	-21.68	-5.8871	0.0050	26.56	0	0
21	14.0840	-25.97	-6.1664	0.0051	26.56	0	0
22	11.8327	-30.42	-5.9908	0.0053	26.56	0	0
23	9.1298	-35.08	-5.2476	0.0056	26.56	0	0
24	5.8963	-40.04	-3.7931	0.0060	26.56	0	0
25	2.0104	-45.39	-1.4312	0.0066	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 603.9923$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 137.2138$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 280.6641$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 2.90$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Approccio 2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

##### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	4.04 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.30 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.64	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	4.03	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
$M$	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
$D / C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=26.6700$	$F_y=0.0000$	$M=26.6700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	<b>S/F</b>	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>γ * Ψ</b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w <sub>1</sub> = 0.20
	w <sub>2</sub> = 0.30
	w <sub>3</sub> = 0.40
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_t < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	2.30	--	5.73	--
2	EQU - [1]	--	--	3.76	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2.22
4	A1-M1 - [2]	--	1.70	--	4.32	--
5	EQU - [2]	--	--	2.43	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.72
7	A1-M1 - [3]	--	1.23	--	1.41	--
8	EQU - [3]	--	--	1.19	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	1.72
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.29	--	6.10	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.28	--	5.82	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.32	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.53	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.93
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.92
16	SLEQ - [1]	--	2.93	--	6.60	--
17	SLEF - [1]	--	2.33	--	5.65	--
18	SLER - [1]	--	2.19	--	5.39	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (per cento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (per cento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (per cento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	68.2000 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.10 Y=-3.65

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = -4.64
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	4.64	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

**COMBINAZIONE n° 1**

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	73.0673	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	68.0607	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	26.5814	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	68.0607	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	209.9214	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	209.9214	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	68.0607	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	220.6791	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-35.0511	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1202.4991	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	45.06	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	86.14	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.13$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.80$	$N'_q = 10.36$	$N'_\gamma = 1.58$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.30
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.73

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.0100	0.0087	0.1291
3	0.40	2.0200	0.0695	0.5164
4	0.61	3.0300	0.2347	1.1619
5	0.81	4.0400	0.5563	2.0655
6	1.01	5.0500	1.0866	3.2274
7	1.21	6.0600	1.8776	4.6474
8	1.41	7.0700	2.9815	6.3257
9	1.62	8.0800	4.4505	8.2621
10	1.82	9.0900	6.3368	10.4567
11	2.02	10.1000	8.6924	12.9095
12	2.22	11.1100	11.5696	15.6206
13	2.42	12.1200	15.0205	18.5897
14	2.63	13.1300	19.0973	21.8171
15	2.83	14.1400	23.8520	25.3027
16	3.03	15.1500	29.3369	29.0465
17	3.23	16.1600	35.6042	33.0484
18	3.43	17.1700	42.7059	37.3086
19	3.64	18.1800	50.6942	41.8269
20	3.84	19.1900	59.6214	46.6035
21	4.04	20.2000	69.5372	51.5969

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.3454	4.6538
3	0.30	1.4106	9.5964
4	0.45	3.2388	14.8279
5	0.60	5.8734	20.3481
6	0.75	9.3577	26.1572
7	0.90	13.7350	32.2551
8	1.05	19.0486	38.6417
9	1.20	25.3419	45.3172
10	1.35	32.6582	52.2815
11	1.50	41.0408	59.5347

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.3295	-4.4419
3	0.30	-1.3470	-9.1726
4	0.45	-3.0957	-14.1921
5	0.60	-5.6191	-19.5004
6	0.75	-8.9603	-25.0975
7	0.90	-13.1628	-30.9835
8	1.05	-18.2698	-37.1582
9	1.20	-24.3247	-43.6218
10	1.35	-31.3708	-50.3742
11	1.50	-39.4514	-57.4153

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	76.4470	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	72.9683	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22.7985	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	103.6260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72.9683	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	187.8045	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	112.9444	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	425.0467	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	187.8045	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72.9683	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	201.4817	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-11.6153	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.76
--	------

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	111.3422	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	103.7130	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	40.5055	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	139.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	103.7130	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	247.8455	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	247.8455	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	103.7130	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.02	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	268.6704	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.71	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4.9667	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1071.4691	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	80.36	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	74.54	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.04$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 17.28$	$N'_q = 9.04$	$N'_\gamma = 0.44$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.70
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.32

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.0100	0.0087	0.1291
3	0.40	2.0200	0.0695	0.5164
4	0.61	3.0300	0.2370	1.2180
5	0.81	4.0400	0.6047	2.5646
6	1.01	5.0500	1.3247	4.6698
7	1.21	6.0600	2.5229	7.2581
8	1.41	7.0700	4.2814	10.2093
9	1.62	8.0800	6.6694	13.4874
10	1.82	9.0900	9.7508	17.0708
11	2.02	10.1000	13.5857	20.9461
12	2.22	11.1100	18.2321	25.1044
13	2.42	12.1200	23.7465	29.5397
14	2.63	13.1300	30.1845	34.2477
15	2.83	14.1400	37.6007	39.2251
16	3.03	15.1500	46.0494	44.4699
17	3.23	16.1600	55.5844	49.9801
18	3.43	17.1700	66.2592	55.7545
19	3.64	18.1800	78.1269	61.7920
20	3.84	19.1900	91.2408	68.0918
21	4.04	20.2000	105.6514	74.6115

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.7343	9.7838
3	0.30	2.9331	19.5267
4	0.45	6.5903	29.2287
5	0.60	11.6997	38.8897
6	0.75	18.2551	48.5099
7	0.90	26.2506	58.0891
8	1.05	35.6798	67.6273
9	1.20	46.5367	77.1247
10	1.35	58.8152	86.5811
11	1.50	72.5090	95.9966

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.7892	-10.5165
3	0.30	-3.1529	-20.9921
4	0.45	-7.0848	-31.4267
5	0.60	-12.5789	-41.8205
6	0.75	-19.6289	-52.1733
7	0.90	-28.0788	-59.4852
8	1.05	-37.4349	-65.2561
9	1.20	-47.6536	-70.9861
10	1.35	-58.7287	-76.6753
11	1.50	-70.6541	-82.3234

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	123.7732	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.1409	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36.9123	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.6260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	118.1409	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	225.9183	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	217.7234	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	529.0112	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	225.9183	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	118.1409	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	254.9438	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.61	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	50.1816	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.43
--	------

#### COMBINAZIONE n° 7

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	111.3422	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	103.7130	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	40.5055	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	139.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	143.7180	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	247.8455	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	247.8455	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	143.7180	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.93	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.01	[m]
Risultante in fondazione	286.5000	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30.11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	230.5949	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	348.9739	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.01	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	246.76	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.44$	$i_q = 0.44$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.69$	$N'_q = 7.16$	$N'_\gamma = 0.07$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.41

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0050	40.0050
2	0.20	1.0100	48.0947	40.1341
3	0.40	2.0200	56.2366	40.5214
4	0.61	3.0300	64.4850	41.2230
5	0.81	4.0400	72.9337	42.5696
6	1.01	5.0500	81.7348	44.6748
7	1.21	6.0600	91.0140	47.2631
8	1.41	7.0700	100.8534	50.2143
9	1.62	8.0800	111.3225	53.4924
10	1.82	9.0900	122.4849	57.0758
11	2.02	10.1000	134.4008	60.9511
12	2.22	11.1100	147.1282	65.1094
13	2.42	12.1200	160.7236	69.5447
14	2.63	13.1300	175.2426	74.2527
15	2.83	14.1400	190.7398	79.2301
16	3.03	15.1500	207.2696	84.4749
17	3.23	16.1600	224.8856	89.9851
18	3.43	17.1700	243.6413	95.7595
19	3.64	18.1800	263.5901	101.7970
20	3.84	19.1900	284.7850	108.0968
21	4.04	20.2000	307.2766	114.6165

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	2.5382	33.3819
3	0.30	9.8764	63.9999
4	0.45	21.6000	91.8541
5	0.60	37.2944	116.9444
6	0.75	56.5451	139.2708
7	0.90	78.9375	158.8334
8	1.05	104.0569	175.6321
9	1.20	131.4889	189.6669
10	1.35	160.8188	200.9379
11	1.50	191.6321	209.4450

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-1.6289	-21.7182
3	0.30	-6.5155	-43.4364
4	0.45	-14.6598	-65.1546
5	0.60	-26.0618	-86.8728
6	0.75	-40.7216	-108.5910
7	0.90	-58.4891	-127.3092
8	1.05	-78.8769	-144.5274
9	1.20	-101.8473	-161.7408
10	1.35	-127.3186	-177.4148
11	1.50	-154.9336	-190.3249

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	123.7732	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	118.1409	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	36.9123	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -2.80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	127.6260	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	158.1459	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	225.9183	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-33.4280	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	443.3516	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	529.0112	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	225.9183	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	158.1459	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.14	[m]
Risultante in fondazione	275.7702	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	34.99	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	275.8098	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.19
--	------

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	56.2056	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.3544	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.4472	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	5.0171	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.7323	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2.9246	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	66.3416	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	200.9555	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	200.9555	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	66.3416	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.12	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Risultante in fondazione	211.6231	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.27	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24.0032	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1224.9058	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	48.73	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	76.86	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.12$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.63$	$N'_q = 10.27$	$N'_\gamma = 1.48$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.10

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.0100	0.0125	0.1595
3	0.40	2.0200	0.0790	0.5353
4	0.61	3.0300	0.2433	1.1274
5	0.81	4.0400	0.5490	1.9359
6	1.01	5.0500	1.0400	2.9608
7	1.21	6.0600	1.7598	4.2019
8	1.41	7.0700	2.7521	5.6594
9	1.62	8.0800	4.0607	7.3333
10	1.82	9.0900	5.7293	9.2234
11	2.02	10.1000	7.8016	11.3299
12	2.22	11.1100	10.3212	13.6528
13	2.42	12.1200	13.3319	16.1920
14	2.63	13.1300	16.8773	18.9475
15	2.83	14.1400	21.0012	21.9193
16	3.03	15.1500	25.7473	25.1075
17	3.23	16.1600	31.1592	28.5121
18	3.43	17.1700	37.2807	32.1329
19	3.64	18.1800	44.1555	35.9701
20	3.84	19.1900	51.8272	40.0237
21	4.04	20.2000	60.3378	44.2590

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.3845	5.1590
3	0.30	1.5576	10.5158
4	0.45	3.5491	16.0704
5	0.60	6.3886	21.8228
6	0.75	10.1058	27.7729
7	0.90	14.7304	33.9208
8	1.05	20.2920	40.2665
9	1.20	26.8202	46.8100
10	1.35	34.3448	53.5513
11	1.50	42.8955	60.4903

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.1725	-2.3334
3	0.30	-0.7099	-4.8647
4	0.45	-1.6418	-7.5937
5	0.60	-2.9979	-10.5204
6	0.75	-4.8078	-13.6450
7	0.90	-7.1013	-16.9674
8	1.05	-9.9079	-20.4875
9	1.20	-13.2574	-24.2054
10	1.35	-17.1794	-28.1211
11	1.50	-21.7036	-32.2345

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	56.2056	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.3544	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.4472	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	7.8532	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2.9246	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	68.9833	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	211.3011	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-44.9958	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	211.3011	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	68.9833	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.13	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	222.2765	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.08	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-26.5368	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	1230.5627	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	50.48	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	81.58	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.13$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.20$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 19.73$	$N'_q = 10.33$	$N'_\gamma = 1.54$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

2.28  
5.82

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.0100	0.0128	0.1645
3	0.40	2.0200	0.0817	0.5553
4	0.61	3.0300	0.2524	1.1725
5	0.81	4.0400	0.5706	2.0161
6	1.01	5.0500	1.0821	3.0860
7	1.21	6.0600	1.8326	4.3823
8	1.41	7.0700	2.8678	5.9049
9	1.62	8.0800	4.2335	7.6539
10	1.82	9.0900	5.9753	9.6293
11	2.02	10.1000	8.1390	11.8310
12	2.22	11.1100	10.7702	14.2591
13	2.42	12.1200	13.9149	16.9135
14	2.63	13.1300	17.6185	19.7943
15	2.83	14.1400	21.9270	22.9015
16	3.03	15.1500	26.8860	26.2350
17	3.23	16.1600	32.5412	29.7948
18	3.43	17.1700	38.9383	33.5811
19	3.64	18.1800	46.1232	37.5936
20	3.84	19.1900	54.1414	41.8326
21	4.04	20.2000	63.0368	46.2617

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.4046	5.4317
3	0.30	1.6405	11.0821
4	0.45	3.7402	16.9512
5	0.60	6.7367	23.0389
6	0.75	10.6628	29.3452
7	0.90	15.5512	35.8702
8	1.05	21.4348	42.6139
9	1.20	28.3463	49.5762
10	1.35	36.3186	56.7572
11	1.50	45.3844	64.1568

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.1200	-1.6363
3	0.30	-0.5018	-3.4912
4	0.45	-1.1783	-5.5647
5	0.60	-2.1822	-7.8570
6	0.75	-3.5463	-10.3678
7	0.90	-5.3034	-13.0974
8	1.05	-7.4864	-16.0456
9	1.20	-10.1280	-19.2124
10	1.35	-13.2611	-22.5979
11	1.50	-16.9184	-26.2021

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	69.4973	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	66.3348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.7259	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.4614	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2.9246	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	80.8615	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	201.0377	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	139.4275	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	462.7477	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	201.0377	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	80.8615	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	216.6904	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.91	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1.6599	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.32
--	------

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	69.4973	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	66.3348	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20.7259	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.9693	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -3.09	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	115.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -2.02	[m]
Inerzia del muro	3.4646	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1.7323	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	5.8492	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2.9246	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	84.2098	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	211.3976	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-37.1422	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	134.6731	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	476.0323	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	211.3976	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	84.2098	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.20	[m]		
Risultante in fondazione	227.5527	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	21.72	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-3.1230	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.53
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.0100	0.0067	0.0993
3	0.40	2.0200	0.0535	0.3972
4	0.61	3.0300	0.1805	0.8937
5	0.81	4.0400	0.4279	1.5889
6	1.01	5.0500	0.8358	2.4826
7	1.21	6.0600	1.4443	3.5750
8	1.41	7.0700	2.2935	4.8659
9	1.62	8.0800	3.4235	6.3555
10	1.82	9.0900	4.8744	8.0436
11	2.02	10.1000	6.6865	9.9304
12	2.22	11.1100	8.8997	12.0158
13	2.42	12.1200	11.5542	14.2998
14	2.63	13.1300	14.6902	16.7824
15	2.83	14.1400	18.3477	19.4636
16	3.03	15.1500	22.5669	22.3434
17	3.23	16.1600	27.3878	25.4219
18	3.43	17.1700	32.8507	28.6989
19	3.64	18.1800	38.9956	32.1746
20	3.84	19.1900	45.8626	35.8488
21	4.04	20.2000	53.4902	39.6899

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.2313	3.1519
3	0.30	0.9660	6.7120
4	0.45	2.2653	10.6805
5	0.60	4.1905	15.0571
6	0.75	6.8029	19.8421
7	0.90	10.1636	25.0353
8	1.05	14.3339	30.6367
9	1.20	19.3750	36.6464
10	1.35	25.3482	43.0644
11	1.50	32.3147	49.8906

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.0005	-0.0608
3	0.30	-0.0387	-0.5299
4	0.45	-0.1789	-1.4073
5	0.60	-0.4813	-2.6929
6	0.75	-1.0071	-4.3868
7	0.90	-1.8177	-6.4889
8	1.05	-2.9742	-8.9993
9	1.20	-4.5379	-11.9180
10	1.35	-6.5700	-15.2449
11	1.50	-9.1318	-18.9801

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.0100	0.0067	0.0993
3	0.40	2.0200	0.0535	0.3972
4	0.61	3.0300	0.1810	0.9042
5	0.81	4.0400	0.4404	1.7456
6	1.01	5.0500	0.9203	3.0854
7	1.21	6.0600	1.7092	4.7700
8	1.41	7.0700	2.8642	6.7059
9	1.62	8.0800	4.4340	8.8746
10	1.82	9.0900	6.4644	11.2648
11	2.02	10.1000	8.9995	13.8698
12	2.22	11.1100	12.0820	16.6851
13	2.42	12.1200	15.7542	19.7079
14	2.63	13.1300	20.0578	22.9359
15	2.83	14.1400	25.0340	26.3677
16	3.03	15.1500	30.7240	30.0021
17	3.23	16.1600	37.1685	33.8384
18	3.43	17.1700	44.4083	37.8759
19	3.64	18.1800	52.4839	42.1142
20	3.84	19.1900	61.4359	46.5529
21	4.04	20.2000	71.3030	51.1596

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.4257	5.7169
3	0.30	1.7272	11.6772
4	0.45	3.9411	17.8809
5	0.60	7.1037	24.3279
6	0.75	11.2516	31.0184
7	0.90	16.4214	37.9523
8	1.05	22.6495	45.1295
9	1.20	29.9724	52.5501
10	1.35	38.4267	60.2142
11	1.50	48.0488	68.1216

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.2293	-3.0982
3	0.30	-0.9416	-6.4397
4	0.45	-2.1734	-10.0246
5	0.60	-3.9612	-13.8530
6	0.75	-6.3415	-17.9247
7	0.90	-9.2757	-20.7398
8	1.05	-12.5568	-23.0483
9	1.20	-16.2024	-25.6002
10	1.35	-20.2490	-28.3954
11	1.50	-24.7332	-31.4341

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	1.0100	0.0067	0.0993
3	0.40	2.0200	0.0535	0.3972
4	0.61	3.0300	0.1818	0.9239
5	0.81	4.0400	0.4554	1.8833
6	1.01	5.0500	0.9803	3.3949
7	1.21	6.0600	1.8505	5.2688
8	1.41	7.0700	3.1269	7.4115
9	1.62	8.0800	4.8612	9.7986
10	1.82	9.0900	7.1011	12.4156
11	2.02	10.1000	9.8920	15.2534
12	2.22	11.1100	13.2779	18.3062
13	2.42	12.1200	17.3019	21.5700
14	2.63	13.1300	22.0062	25.0417
15	2.83	14.1400	27.4326	28.7195
16	3.03	15.1500	33.6226	32.6017
17	3.23	16.1600	40.6174	36.6872
18	3.43	17.1700	48.4579	40.9752
19	3.64	18.1800	57.1849	45.4649
20	3.84	19.1900	66.8393	50.1558
21	4.04	20.2000	77.4597	55.0156

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.4905	6.5719
3	0.30	1.9810	13.3322
4	0.45	4.4996	20.2810
5	0.60	8.0747	27.4182
6	0.75	12.7345	34.7439
7	0.90	18.5073	42.2579
8	1.05	25.4213	49.9604
9	1.20	33.5048	57.8514
10	1.35	42.7862	65.9308
11	1.50	53.2935	74.1986

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.3059	-4.1106
3	0.30	-1.2426	-8.4096
4	0.45	-2.8382	-12.8971
5	0.60	-5.1211	-17.5730
6	0.75	-8.1196	-22.4373
7	0.90	-11.7618	-25.4901
8	1.05	-15.7510	-27.7313
9	1.20	-20.0906	-30.1609
10	1.35	-24.8087	-32.7790
11	1.50	-29.9337	-35.5855

## 2.7 Muro Tipo P6

### Approccio 1

#### Normativa

##### N.T.C. 2008 - Approccio 1

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

##### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 483 di 483
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

#### **FONDAZIONE SUPERFICIALE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

*Verifica*

	<i>R1</i>	<i>Coefficienti parziali</i>	
		<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	2.00 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.70 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.40 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.00 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2.40	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	3.01	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

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

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

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

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

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

#### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=30.7700$	$F_y=0.0000$	$M=30.7700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Combinazione n° 10 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 490 di 490
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
<b>Combinazione n° 22 - Frequente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 23 - Frequente (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 24 - Rara (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	0.75	0.75
<b>Combinazione n° 25 - Rara (SLE)</b>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Urto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### **Impostazioni verifiche SLU**

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

### **Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
<u>Verifica fessurazione</u>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza      metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

***Impostazioni avanzate***

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>sco</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>rib</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>qlim</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>stab</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	4.29	--	9.74	--
2	A2-M2 - [1]	--	3.52	--	5.23	--
3	EQU - [1]	--	--	10.19	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	3.80
5	A1-M1 - [2]	--	2.59	--	6.00	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.95	--	3.26	--
7	EQU - [2]	--	--	5.17	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	2.10
9	A1-M1 - [3]	--	1.14	--	1.05	--
10	A2-M2 - [3]	--	0.95	--	0.87	--
11	EQU - [3]	--	--	1.13	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	2.10
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3.81	--	9.80	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3.81	--	9.38	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.57	--	4.54	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.58	--	4.74	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7.16	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	8.52	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.01
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.97
21	SLEQ - [1]	--	5.52	--	10.83	--
22	SLEF - [1]	--	3.69	--	8.18	--
23	SLEF - [1]	--	2.08	--	4.66	--
24	SLER - [1]	--	1.79	--	3.95	--
25	SLER - [1]	--	1.55	--	2.67	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	37.0000 [kN]
Baricentro del muro	X=0.08 Y=-1.88

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = -2.40
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	2.40	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	19.5483	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	18.2089	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	7.1116	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	18.2089	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	101.1116	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	101.1116	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	18.2089	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	102.7381	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-26.7223	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	984.8940	[kN]

##### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	15.46	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	59.44	[kPa]

##### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.79$	$i_q = 0.79$	$i_\gamma = 0.40$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.78$	$N'_q = 12.57$	$N'_\gamma = 4.91$

##### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.74

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	18.5932	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17.7471	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	17.7471	[kN]
--	---------	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	99.5450	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	99.5450	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	17.7471	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	101.1146	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.11	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24.9771	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	520.4762	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	16.31	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	57.43	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.79$	$i_q = 0.79$	$i_\gamma = 0.32$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 16.50$	$N'_q = 7.39$	$N'_\gamma = 1.65$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.52
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.23

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	20.4525	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	19.5218	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	6.0995	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	51.3000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19.5218	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	90.6995	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-18.1493	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	15.6295	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	159.2086	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	90.6995	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	19.5218	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	92.7766	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-21.1348	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.19
--	-------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.22 Y[m]= 1.32

Raggio del cerchio R[m]= 4.10

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.61

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.67

Larghezza della striscia dx[m]= 0.29

Coefficiente di sicurezza C= 3.80

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1.7757	65.58	1.6168	0.0069	26.56	0	0
2	4.8210	57.58	4.0695	0.0053	26.56	0	0
3	7.0713	50.57	5.4621	0.0045	26.56	0	0
4	8.8448	44.51	6.2009	0.0040	26.56	0	0
5	10.2915	39.04	6.4819	0.0037	26.56	0	0
6	11.4885	33.96	6.4182	0.0034	26.56	0	0
7	12.4819	29.18	6.0852	0.0033	26.56	0	0
8	13.6796	24.61	5.6963	0.0031	24.72	0	0
9	14.6365	20.20	5.0541	0.0030	23.04	0	0
10	15.1395	15.92	4.1516	0.0030	23.04	0	0
11	15.5187	11.72	3.1524	0.0029	23.04	0	0
12	15.7808	7.59	2.0840	0.0029	23.04	0	0
13	17.3563	3.50	1.0585	0.0029	23.04	0	0
14	13.0661	-0.58	-0.1318	0.0029	23.04	0	0
15	10.3723	-4.66	-0.8418	0.0029	23.04	0	0
16	10.1906	-8.76	-1.5514	0.0029	23.04	0	0
17	9.6935	-12.90	-2.1647	0.0029	23.04	0	0
18	8.7662	-17.12	-2.5807	0.0030	23.04	0	0
19	8.2309	-21.44	-3.0083	0.0031	23.04	0	0
20	7.5485	-25.89	-3.2956	0.0032	25.70	0	0
21	6.6832	-30.51	-3.3931	0.0033	26.56	0	0
22	5.6356	-35.37	-3.2622	0.0035	26.56	0	0
23	4.3733	-40.54	-2.8429	0.0038	26.56	0	0
24	2.8437	-46.16	-2.0512	0.0041	26.56	0	0
25	0.9553	-52.44	-0.7573	0.0047	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 237.2454$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 31.6508$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 107.5772$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 1.69$

### COMBINAZIONE n° 5

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

39.3417

[kN]

Doc.n° / nome file:	V03 OM03 STR RE01 L.doc	Rev.:	0	Data:	Lug 2016	Pag. 497 di 497
---------------------	-------------------------	-------	---	-------	----------	-----------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	36.6460	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14.3122	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	81.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	36.6460	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	132.3122	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	132.3122	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36.6460	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.22	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	137.2933	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.48	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-28.7274	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	794.4785	[kN]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	25.36	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	72.65	[kPa]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 20.74$	$N'_q = 10.96$	$N'_\gamma = 2.43$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.59
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.00

**COMBINAZIONE n° 6**

Valore della spinta statica	39.8041	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	37.9928	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	11.8706	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.39	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	77.8000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	37.9928	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	126.6706	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	126.6706	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	37.9928	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.17	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	132.2456	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.70	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-21.7114	[kNm]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Carico ultimo della fondazione 413.0290 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2.70 [m]  
Tensione terreno allo spigolo di valle 29.05 [kPa]  
Tensione terreno allo spigolo di monte 64.78 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.66$	$i_q = 0.66$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.  
 $N'_c = 13.89$        $N'_q = 6.22$        $N'_\gamma = 0.40$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.95  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 3.26

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	44.9266	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	42.8823	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	13.3983	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.38	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	75.3000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	42.8823	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	121.9983	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-18.1493	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	43.6509	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	225.7154	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	121.9983	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	42.8823	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	129.3154	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-17.3667	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 5.17

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.32

Raggio del cerchio R[m]= 4.01

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.80

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 2.10

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9.0187	65.22	8.1881	0.0066	26.56	0	0
2	11.8628	57.39	9.9929	0.0052	26.56	0	0
3	13.9789	50.46	10.7800	0.0044	26.56	0	0
4	15.6508	44.45	10.9596	0.0039	26.56	0	0
5	17.0168	39.01	10.7115	0.0036	26.56	0	0
6	18.1485	33.97	10.1402	0.0034	26.56	0	0
7	19.0887	29.21	9.3162	0.0032	26.56	0	0
8	19.8655	24.67	8.2914	0.0031	26.56	0	0
9	21.0900	20.29	7.3125	0.0030	23.49	0	0
10	21.6472	16.03	5.9764	0.0029	23.04	0	0
11	21.5547	11.86	4.4283	0.0028	23.04	0	0
12	14.8944	7.75	2.0080	0.0028	23.04	0	0
13	15.0403	3.68	0.9654	0.0028	23.04	0	0
14	17.1285	-0.37	-0.1103	0.0028	23.04	0	0
15	10.6609	-4.42	-0.8216	0.0028	23.04	0	0
16	9.4793	-8.49	-1.4001	0.0028	23.04	0	0
17	9.2066	-12.61	-2.0101	0.0028	23.04	0	0
18	8.5767	-16.80	-2.4784	0.0029	23.04	0	0
19	7.6350	-21.08	-2.7457	0.0030	24.17	0	0
20	6.9847	-25.48	-3.0053	0.0031	26.56	0	0
21	6.1797	-30.06	-3.0957	0.0032	26.56	0	0
22	5.2069	-34.86	-2.9765	0.0034	26.56	0	0
23	4.0363	-39.97	-2.5928	0.0036	26.56	0	0
24	2.6211	-45.49	-1.8693	0.0040	26.56	0	0
25	0.8815	-51.64	-0.6912	0.0045	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 307.4546$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 75.2736$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 142.3743$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 1.74$

### COMBINAZIONE n° 9

**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica

39.3417

[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente orizzontale della spinta statica	36.6460	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14.3122	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	81.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	82.8010	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	132.3122	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	132.3122	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	82.8010	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.97	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1.14	[m]		
Risultante in fondazione	156.0850	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	32.04	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	128.1996	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	139.1389	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.14	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	231.47	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.41$	$i_q = 0.41$	$i_\gamma = 0.02$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 12.55$	$N'_q = 6.63$	$N'_\gamma = 0.25$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.05

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	39.8041	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	37.9928	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	11.8706	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.39	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	77.8000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.00	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	77.9938	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	126.6706	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	126.6706	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	77.9938	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.90	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.34	[m]
Risultante in fondazione	148.7565	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31.62	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	114.2920	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	109.8273	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.34	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	188.61	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.42$	$i_q = 0.42$	$i_\gamma = 0.14$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 8.81$	$N'_q = 3.95$	$N'_\gamma = 0.73$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	0.95
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	0.87

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	44.9266	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	42.8823	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	13.3983	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	$X = 1.50$	[m]	$Y = -1.38$	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	75.3000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	$X = 0.75$	[m]	$Y = -1.00$	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	46.15	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	89.0373	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	121.9983	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-18.1493	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	200.5779	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	225.7154	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	121.9983	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	89.0373	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	0.62	[m]
Risultante in fondazione	151.0338	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36.12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	139.5603	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.13
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.32

Raggio del cerchio R[m]= 4.01

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.28

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.80

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 2.10

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	9.0187	65.22	8.1881	0.0066	26.56	0	0
2	11.8628	57.39	9.9929	0.0052	26.56	0	0
3	13.9789	50.46	10.7800	0.0044	26.56	0	0
4	15.6508	44.45	10.9596	0.0039	26.56	0	0
5	17.0168	39.01	10.7115	0.0036	26.56	0	0
6	18.1485	33.97	10.1402	0.0034	26.56	0	0
7	19.0887	29.21	9.3162	0.0032	26.56	0	0
8	19.8655	24.67	8.2914	0.0031	26.56	0	0
9	21.0900	20.29	7.3125	0.0030	23.49	0	0
10	21.6472	16.03	5.9764	0.0029	23.04	0	0
11	21.5547	11.86	4.4283	0.0028	23.04	0	0
12	14.8944	7.75	2.0080	0.0028	23.04	0	0
13	15.0403	3.68	0.9654	0.0028	23.04	0	0
14	17.1285	-0.37	-0.1103	0.0028	23.04	0	0
15	10.6609	-4.42	-0.8216	0.0028	23.04	0	0
16	9.4793	-8.49	-1.4001	0.0028	23.04	0	0
17	9.2066	-12.61	-2.0101	0.0028	23.04	0	0
18	8.5767	-16.80	-2.4784	0.0029	23.04	0	0
19	7.6350	-21.08	-2.7457	0.0030	24.17	0	0
20	6.9847	-25.48	-3.0053	0.0031	26.56	0	0
21	6.1797	-30.06	-3.0957	0.0032	26.56	0	0
22	5.2069	-34.86	-2.9765	0.0034	26.56	0	0
23	4.0363	-39.97	-2.5928	0.0036	26.56	0	0
24	2.6211	-45.49	-1.8693	0.0040	26.56	0	0
25	0.8815	-51.64	-0.6912	0.0045	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 307.4546$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 75.2736$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 142.3743$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 1.74$

### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica

15.0372 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica

14.0068 [kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Componente verticale della spinta statica	5.4704	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	1.3423	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.4478	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	20.0324	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	97.5711	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	97.5711	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	20.0324	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.22	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	99.6063	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.60	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-21.6846	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	956.4425	[kN]		

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	18.29	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	53.98	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.76$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.34$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 22.96$	$N'_q = 12.13$	$N'_\gamma = 4.17$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.80

#### COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	15.0372	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	14.0068	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.4704	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.1010	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia verticale del muro	0.9398	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.4478	[kN]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	20.7392	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	102.6224	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	102.6224	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	20.7392	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	104.6970	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.43	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-23.1018	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	962.2407	[kN]

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	18.99	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	57.02	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.76$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.35$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.06$	$N'_q = 12.19$	$N'_\gamma = 4.26$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.38

**COMBINAZIONE n° 15**

Valore della spinta statica	18.5932	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17.7471	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.3996	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.4478	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.8128	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	102.6482	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	102.6482	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.8128	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Risultante in fondazione	105.6046	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.59	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19.8752	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	465.6121	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	21.66	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	54.38	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.72$	$i_q = 0.72$	$i_\gamma = 0.17$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.09$	$N'_q = 6.76$	$N'_\gamma = 0.88$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.57
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.54

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	18.5932	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17.7471	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	1.4611	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.4478	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	23.9171	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	97.5931	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	97.5931	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	23.9171	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	100.4810	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.77	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18.6042	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	462.9634	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	20.83	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	51.46	[kPa]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 18.10$	$N_q = 8.70$	$N_\gamma = 4.86$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.72$	$i_q = 0.72$	$i_\gamma = 0.16$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.16$	$d_q = 1.08$	$d_\gamma = 1.08$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.02$	$N'_q = 6.73$	$N'_\gamma = 0.85$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.58
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.74

COMBINAZIONE n° 17

Valore della spinta statica	18.5932	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17.7471	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	1.4611	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.4478	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	23.9171	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	97.5931	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	24.3931	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	174.7479	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	97.5931	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	23.9171	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	100.4810	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.77	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18.6042	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	7.16
--	------

COMBINAZIONE n° 18

Valore della spinta statica	18.5932	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17.7471	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.3996	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.4478	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.8128	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	102.6482	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	21.0818	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	179.5321	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	102.6482	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.8128	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	105.6046	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.59	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19.8752	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	8.52
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 19

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.22 Y[m]= 1.99

Raggio del cerchio R[m]= 4.71

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.88

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.06

Larghezza della striscia dx[m]= 0.32

Coefficiente di sicurezza C= 3.01

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1.6919	60.50	1.4725	0.0063	26.56	0	0
2	4.7013	53.99	3.8032	0.0053	26.56	0	0
3	7.0759	47.83	5.2445	0.0046	26.56	0	0
4	9.0053	42.34	6.0656	0.0042	26.56	0	0
5	10.6071	37.30	6.4280	0.0039	26.56	0	0
6	11.9484	32.58	6.4342	0.0037	26.56	0	0
7	13.0714	28.10	6.1570	0.0035	26.56	0	0
8	14.0049	23.80	5.6519	0.0034	26.56	0	0
9	15.4685	19.64	5.1992	0.0033	23.29	0	0
10	16.0995	15.59	4.3255	0.0032	23.04	0	0
11	16.5423	11.61	3.3289	0.0032	23.04	0	0
12	16.8535	7.69	2.2551	0.0031	23.04	0	0
13	17.8547	3.81	1.1851	0.0031	23.04	0	0
14	15.2389	-0.06	-0.0160	0.0031	23.04	0	0
15	11.0106	-3.93	-0.7540	0.0031	23.04	0	0
16	10.8219	-7.81	-1.4708	0.0031	23.04	0	0
17	10.1701	-11.73	-2.0680	0.0032	23.04	0	0
18	9.2826	-15.71	-2.5135	0.0032	23.04	0	0
19	8.7013	-19.77	-2.9430	0.0033	23.41	0	0
20	7.9468	-23.93	-3.2238	0.0034	26.56	0	0
21	7.0077	-28.24	-3.3156	0.0035	26.56	0	0
22	5.8783	-32.73	-3.1779	0.0037	26.56	0	0
23	4.5297	-37.45	-2.7546	0.0039	26.56	0	0
24	2.9188	-42.51	-1.9721	0.0042	26.56	0	0
25	0.9776	-48.01	-0.7266	0.0047	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 249.4090$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32.6148$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 113.7920$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 1.55$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 20

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
b larghezza della striscia espressa in [m]  
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.22 Y[m]= 1.99

Raggio del cerchio R[m]= 4.71

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.88

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.06

Larghezza della striscia dx[m]= 0.32

Coefficiente di sicurezza C= 2.97

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1.6919	60.50	1.4725	0.0063	26.56	0	0
2	4.7013	53.99	3.8032	0.0053	26.56	0	0
3	7.0759	47.83	5.2445	0.0046	26.56	0	0
4	9.0053	42.34	6.0656	0.0042	26.56	0	0
5	10.6071	37.30	6.4280	0.0039	26.56	0	0
6	11.9484	32.58	6.4342	0.0037	26.56	0	0
7	13.0714	28.10	6.1570	0.0035	26.56	0	0
8	14.0049	23.80	5.6519	0.0034	26.56	0	0
9	15.4685	19.64	5.1992	0.0033	23.29	0	0
10	16.0995	15.59	4.3255	0.0032	23.04	0	0
11	16.5423	11.61	3.3289	0.0032	23.04	0	0
12	16.8535	7.69	2.2551	0.0031	23.04	0	0
13	17.8547	3.81	1.1851	0.0031	23.04	0	0
14	15.2389	-0.06	-0.0160	0.0031	23.04	0	0
15	11.0106	-3.93	-0.7540	0.0031	23.04	0	0
16	10.8219	-7.81	-1.4708	0.0031	23.04	0	0
17	10.1701	-11.73	-2.0680	0.0032	23.04	0	0
18	9.2826	-15.71	-2.5135	0.0032	23.04	0	0
19	8.7013	-19.77	-2.9430	0.0033	23.41	0	0
20	7.9468	-23.93	-3.2238	0.0034	26.56	0	0
21	7.0077	-28.24	-3.3156	0.0035	26.56	0	0
22	5.8783	-32.73	-3.1779	0.0037	26.56	0	0
23	4.5297	-37.45	-2.7546	0.0039	26.56	0	0
24	2.9188	-42.51	-1.9721	0.0042	26.56	0	0
25	0.9776	-48.01	-0.7266	0.0047	26.56	0	0

$\Sigma W_i = 249.4090$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32.6148$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 113.7920$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 1.55$

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Approccio 2

### Normativa

#### N.T.C. 2008 - Approccio 2

##### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.50	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri			M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$		1.00	1.00	1.00	1.00

#### FONDAZIONE SUPERFICIALE

##### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Coefficienti parziali		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	2.00 [m]
Spessore in sommità	0.20 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	7.50 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.70 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.40 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Materiali utilizzati per la struttura

<b>Calcestruzzo</b>	
Peso specifico	25.000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	45000 [kPa]
Modulo elastico E	34625349 [kPa]
<b>Acciaio</b>	
Tipo	B450C
Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$	449936 [kPa]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	9.50	0.00	0.00
2	40.50	13.00	22.75

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]  
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.00 [m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
c Coesione espressa in [kPa]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Clasti marmoso-peli	19.00	19.00	32.00	21.33	0.0	0.0
Fondazione	18.00	18.00	28.00	28.00	0.0	0.0

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
H Spessore dello strato espresso in [m]  
a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
Terreno Terreno dello strato

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2.40	0.00	2.36	0.00	Clasti marmoso-peli
2	5.00	0.00	3.01	0.00	Fondazione

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
$M$	Momento espresso in [kNm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
$D / C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Mobile)

D	Profilo	$X_i=0.70$	$X_f=7.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Urto)

C	Paramento	$X=-0.05$	$Y=0.00$	$F_x=26.6700$	$F_y=0.0000$	$M=26.6700$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 8 - Caso EQU (SLU)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Mobile	SFAV	1.50	1.00	1.50
Urto	SFAV	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.30	1.00	1.30
Urto	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Frequente (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 18 - Rara (SLE)

	S/F	$\gamma$	$\Psi$	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Mobile	SFAV	1.00	1.00	1.00

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

**Impostazioni verifiche SLU**

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

**Impostazioni verifiche SLE**

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck} - \sigma_t < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

**Impostazioni avanzate**

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<b>C</b>	Identificativo della combinazione
<b>Tipo</b>	Tipo combinazione
<b>Sisma</b>	Combinazione sismica
<b>CS<sub>SCO</sub></b>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<b>CS<sub>RIB</sub></b>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<b>CS<sub>STAB</sub></b>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>sco</sub></b>	<b>CS<sub>rib</sub></b>	<b>CS<sub>qlim</sub></b>	<b>CS<sub>stab</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	4.29	--	9.74	--
2	EQU - [1]	--	--	10.19	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3.80
4	A1-M1 - [2]	--	2.59	--	6.00	--
5	EQU - [2]	--	--	5.17	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	2.10
7	A1-M1 - [3]	--	1.24	--	1.55	--
8	EQU - [3]	--	--	1.26	--	--
9	STAB - [3]	--	--	--	--	2.10
10	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3.81	--	9.80	--
11	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3.81	--	9.38	--
12	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7.16	--	--
13	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	8.52	--	--
14	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.01
15	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.97
16	SLEQ - [1]	--	5.52	--	10.83	--
17	SLEF - [1]	--	3.69	--	8.18	--
18	SLER - [1]	--	3.36	--	7.53	--

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.109743
Longitudine	9.813548
Comune	La Spezia
Provincia	La Spezia
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo 18262 - 18484 - 18485 - 18263

#### **Tipo di opera**

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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.44 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 5.08$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 2.54$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.56 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 1.49$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.74$

Forma diagramma incremento sismico Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	7.50 [m]

Peso muro	37.0000 [kN]
Baricentro del muro	X=0.08 Y=-1.88

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = -2.40
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.50 Y = 0.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Altezza della superficie di spinta	2.40	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

#### COMBINAZIONE n° 1

##### Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	19.5483	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	18.2089	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	7.1116	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

##### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	18.2089	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	101.1116	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	101.1116	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	18.2089	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	102.7381	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-26.7223	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	984.8940	[kN]

##### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	15.46	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	59.44	[kPa]

##### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.79$	$i_q = 0.79$	$i_\gamma = 0.40$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.78$	$N'_q = 12.57$	$N'_\gamma = 4.91$

##### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.29
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.74

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5000	0.0011	0.0316
3	0.20	1.0000	0.0084	0.1266
4	0.30	1.5000	0.0285	0.2847
5	0.40	2.0000	0.0675	0.5062
6	0.50	2.5000	0.1318	0.7909
7	0.60	3.0000	0.2278	1.1390
8	0.70	3.5000	0.3617	1.5503
9	0.80	4.0000	0.5400	2.0248
10	0.90	4.5000	0.7688	2.5627
11	1.00	5.0000	1.0546	3.1638
12	1.10	5.5000	1.4037	3.8282
13	1.20	6.0000	1.8223	4.5559
14	1.30	6.5000	2.3170	5.3468
15	1.40	7.0000	2.8938	6.2010
16	1.50	7.5000	3.5593	7.1185
17	1.60	8.0000	4.3196	8.0993
18	1.70	8.5000	5.1812	9.1434
19	1.80	9.0000	6.1504	10.2507
20	1.90	9.5000	7.2335	11.4213
21	2.00	10.0000	8.4365	12.6451

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.0300	0.6270
3	0.20	0.1308	1.4168
4	0.30	0.3188	2.3696
5	0.40	0.6102	3.4854
6	0.50	1.0213	4.7640
7	0.60	1.5684	6.2055
8	0.70	2.2678	7.8100
9	0.80	3.1358	9.5774
10	0.90	4.1887	11.5077
11	1.00	5.4428	13.6009

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.0087	-0.1769
3	0.30	-0.0714	-0.7204
4	0.45	-0.2431	-1.6305
5	0.60	-0.5789	-2.9071
6	0.75	-1.1336	-4.5502
7	0.90	-1.9623	-6.5600
8	1.05	-3.1199	-8.9362
9	1.20	-4.6615	-11.6791
10	1.35	-6.6420	-14.7885
11	1.50	-9.1163	-18.2645

#### COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	20.4525	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	19.5218	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	6.0995	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	51.3000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19.5218	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	90.6995	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-18.1493	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	15.6295	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	159.2086	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	90.6995	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	19.5218	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.23	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	92.7766	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-21.1348	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	10.19
--	-------

#### COMBINAZIONE n° 4

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	39.3417	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	36.6460	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14.3122	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	81.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	36.6460	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	132.3122	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	132.3122	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	36.6460	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.22	[m]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	137.2933	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.48	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-28.7274	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	794.4785	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	25.36	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	72.65	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.69$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.20$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 20.74$	$N'_q = 10.96$	$N'_\gamma = 2.43$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.59
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.00

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5000	0.0011	0.0316
3	0.20	1.0000	0.0084	0.1266
4	0.30	1.5000	0.0285	0.2847
5	0.40	2.0000	0.0675	0.5062
6	0.50	2.5000	0.1318	0.7909
7	0.60	3.0000	0.2278	1.1411
8	0.70	3.5000	0.3638	1.6177
9	0.80	4.0000	0.5619	2.3995
10	0.90	4.5000	0.8512	3.4079
11	1.00	5.0000	1.2473	4.5318
12	1.10	5.5000	1.7610	5.7591
13	1.20	6.0000	2.4023	7.0813
14	1.30	6.5000	3.1802	8.4917
15	1.40	7.0000	4.1034	9.9858
16	1.50	7.5000	5.1800	11.5597
17	1.60	8.0000	6.4179	13.2107
18	1.70	8.5000	7.8247	14.9365
19	1.80	9.0000	9.4077	16.7354
20	1.90	9.5000	11.1741	18.6058
21	2.00	10.0000	13.1309	20.5355

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.0797	1.6236
3	0.20	0.3306	3.4224
4	0.30	0.7700	5.3963
5	0.40	1.4157	7.5453
6	0.50	2.2849	9.8695
7	0.60	3.3954	12.3689
8	0.70	4.7646	15.0433
9	0.80	6.4099	17.8929
10	0.90	8.3490	20.9177
11	1.00	10.5993	24.1176

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.1983	-2.7098
3	0.30	-0.8326	-5.8136
4	0.45	-1.9621	-9.3115
5	0.60	-3.6458	-13.2034
6	0.75	-5.9428	-17.4894
7	0.90	-8.7623	-19.1695
8	1.05	-11.6759	-19.7437
9	1.20	-14.7051	-20.7119
10	1.35	-17.9092	-22.0742
11	1.50	-21.3471	-23.8306

#### COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	44.9266	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	42.8823	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	13.3983	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.38	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	75.3000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	42.8823	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	121.9983	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-18.1493	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	43.6509	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	225.7154	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	121.9983	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	42.8823	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.14	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	129.3154	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.37	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-17.3667	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.17
--	------

#### COMBINAZIONE n° 7

##### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	39.3417	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	36.6460	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14.3122	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.40	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	81.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	76.6510	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	132.3122	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	132.3122	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	76.6510	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.81	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.62	[m]
Risultante in fondazione	152.9114	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30.08	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	107.2896	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	205.0201	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.62	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	163.62	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.44$	$i_q = 0.44$	$i_\gamma = 0.01$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 13.41$	$N'_q = 7.09$	$N'_\gamma = 0.07$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.24
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.55

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	40.0050	40.0050
2	0.10	0.5000	44.0066	40.0366
3	0.20	1.0000	48.0144	40.1316
4	0.30	1.5000	52.0350	40.2897
5	0.40	2.0000	56.0745	40.5112
6	0.50	2.5000	60.1393	40.7959
7	0.60	3.0000	64.2358	41.1461
8	0.70	3.5000	68.3723	41.6227
9	0.80	4.0000	72.5709	42.4045
10	0.90	4.5000	76.8607	43.4129
11	1.00	5.0000	81.2573	44.5368
12	1.10	5.5000	85.7715	45.7641
13	1.20	6.0000	90.4133	47.0863
14	1.30	6.5000	95.1917	48.4967
15	1.40	7.0000	100.1154	49.9908
16	1.50	7.5000	105.1925	51.5647
17	1.60	8.0000	110.4309	53.2157
18	1.70	8.5000	115.8382	54.9415
19	1.80	9.0000	121.4217	56.7404
20	1.90	9.5000	127.1886	58.6108
21	2.00	10.0000	133.1459	60.5405

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.7512	14.8557
3	0.20	2.9374	28.6999
4	0.30	6.4575	41.5324
5	0.40	11.2102	53.3532
6	0.50	17.0944	64.1625
7	0.60	24.0090	73.9601
8	0.70	31.8527	82.7461
9	0.80	40.5245	90.5205
10	0.90	49.9231	97.2832
11	1.00	59.9474	103.0344

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-1.0057	-13.4100
3	0.30	-4.0230	-26.8200
4	0.45	-9.0517	-40.2300
5	0.60	-16.0920	-53.6400
6	0.75	-25.1438	-67.0500
7	0.90	-36.0570	-77.4600
8	1.05	-48.3442	-86.3700
9	1.20	-61.9407	-94.5834
10	1.35	-76.6060	-100.5745
11	1.50	-91.9993	-104.2895

#### COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	44.9266	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	42.8823	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	13.3983	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.38	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	75.3000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	40.01	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	82.8873	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	121.9983	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-18.1493	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	179.6679	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	225.7154	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	121.9983	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	82.8873	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.97	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.13	[m]
Risultante in fondazione	147.4920	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	34.19	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	118.6503	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.26
--	------

#### COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	15.0372	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	14.0068	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.4704	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		

Incremento sismico della spinta	1.3423	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.54	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0.9398	[kN]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.4478	[kN]
<b><i>Risultanti</i></b>		
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	20.0324	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	97.5711	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	97.5711	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	20.0324	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.22	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Risultante in fondazione	99.6063	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-21.6846	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	956.4425	[kN]
<b><i>Tensioni sul terreno</i></b>		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	18.29	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	53.98	[kPa]

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.76$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.34$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 22.96$	$N'_q = 12.13$	$N'_\gamma = 4.17$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.81
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9.80

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5000	0.0022	0.0519
3	0.20	1.0000	0.0121	0.1568
4	0.30	1.5000	0.0353	0.3148
5	0.40	2.0000	0.0769	0.5257
6	0.50	2.5000	0.1422	0.7897
7	0.60	3.0000	0.2366	1.1067
8	0.70	3.5000	0.3653	1.4768
9	0.80	4.0000	0.5337	1.8998
10	0.90	4.5000	0.7470	2.3759
11	1.00	5.0000	1.0106	2.9049
12	1.10	5.5000	1.3298	3.4870
13	1.20	6.0000	1.7098	4.1221
14	1.30	6.5000	2.1560	4.8103
15	1.40	7.0000	2.6736	5.5514
16	1.50	7.5000	3.2680	6.3456
17	1.60	8.0000	3.9445	7.1928
18	1.70	8.5000	4.7084	8.0930
19	1.80	9.0000	5.5649	9.0462
20	1.90	9.5000	6.5194	10.0525
21	2.00	10.0000	7.5769	11.1032

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.0437	0.8951
3	0.20	0.1834	1.9224
4	0.30	0.4325	3.0819
5	0.40	0.8042	4.3736
6	0.50	1.3117	5.7976
7	0.60	1.9681	7.3537
8	0.70	2.7868	9.0420
9	0.80	3.7809	10.8625
10	0.90	4.9637	12.8153
11	1.00	6.3484	14.9002

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.0599	0.7490
3	0.30	0.2098	1.2005
4	0.45	0.4052	1.3546
5	0.60	0.6013	1.2113
6	0.75	0.7537	0.7704
7	0.90	0.8176	0.0321
8	1.05	0.7485	-1.0036
9	1.20	0.5016	-2.3368
10	1.35	0.0325	-3.9675
11	1.50	-0.7035	-5.8956

#### COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	15.0372	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	14.0068	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.4704	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	21.33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57.17	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.1010	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54.67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.4478	[kN]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	20.7392	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	102.6224	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-24.4299	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	102.6224	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	20.7392	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.23	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	104.6970	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.43	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-23.1018	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	962.2407	[kN]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	18.99	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	57.02	[kPa]		

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 25.80$	$N_q = 14.72$	$N_\gamma = 11.19$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.76$	$i_q = 0.76$	$i_\gamma = 0.35$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.17$	$d_q = 1.09$	$d_\gamma = 1.09$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 23.06$	$N'_q = 12.19$	$N'_\gamma = 4.26$

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Coefficiente di sicurezza a scorrimento  
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

3.81  
9.38

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5000	0.0022	0.0531
3	0.20	1.0000	0.0125	0.1617
4	0.30	1.5000	0.0364	0.3258
5	0.40	2.0000	0.0795	0.5454
6	0.50	2.5000	0.1473	0.8204
7	0.60	3.0000	0.2454	1.1509
8	0.70	3.5000	0.3794	1.5369
9	0.80	4.0000	0.5547	1.9784
10	0.90	4.5000	0.7769	2.4753
11	1.00	5.0000	1.0516	3.0277
12	1.10	5.5000	1.3843	3.6356
13	1.20	6.0000	1.7805	4.2990
14	1.30	6.5000	2.2459	5.0178
15	1.40	7.0000	2.7860	5.7921
16	1.50	7.5000	3.4062	6.6219
17	1.60	8.0000	4.1122	7.5072
18	1.70	8.5000	4.9095	8.4479
19	1.80	9.0000	5.8036	9.4441
20	1.90	9.5000	6.8001	10.4958
21	2.00	10.0000	7.9044	11.5940

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.0473	0.9699
3	0.20	0.1987	2.0806
4	0.30	0.4681	3.3321
5	0.40	0.8698	4.7245
6	0.50	1.4177	6.2578
7	0.60	2.1260	7.9319
8	0.70	3.0088	9.7468
9	0.80	4.0801	11.7026
10	0.90	5.3540	13.7992
11	1.00	6.8446	16.0366

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 11

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.0936	1.1949
3	0.30	0.3426	2.0728
4	0.45	0.6996	2.6339
5	0.60	1.1169	2.8781
6	0.75	1.5472	2.8054
7	0.90	1.9427	2.4157
8	1.05	2.2560	1.7092
9	1.20	2.4396	0.6858
10	1.35	2.4459	-0.6545
11	1.50	2.2274	-2.3117

#### COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	18.5932	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17.7471	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	1.4611	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.4478	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	23.9171	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	97.5931	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	24.3931	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	174.7479	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	97.5931	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	23.9171	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	100.4810	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.77	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18.6042	[kNm]		

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	7.16
--	------

#### COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	18.5932	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17.7471	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5.5450	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	17.35	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.01	[°]		
Incremento sismico della spinta	2.3996	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1.50	[m]	Y = -1.60	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51.26	[°]		

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	57.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.75	[m]	Y = -1.00	[m]
Inerzia del muro	1.8796	[kN]		
Inerzia verticale del muro	0.9398	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.8956	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.4478	[kN]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24.8128	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	102.6482	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-20.1658	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	21.0818	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	179.5321	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	102.6482	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24.8128	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.19	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.70	[m]		
Risultante in fondazione	105.6046	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.59	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19.8752	[kNm]		

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	8.52
--	------

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 16

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5000	0.0008	0.0243
3	0.20	1.0000	0.0065	0.0973
4	0.30	1.5000	0.0219	0.2190
5	0.40	2.0000	0.0519	0.3894
6	0.50	2.5000	0.1014	0.6084
7	0.60	3.0000	0.1752	0.8761
8	0.70	3.5000	0.2783	1.1925
9	0.80	4.0000	0.4153	1.5576
10	0.90	4.5000	0.5914	1.9713
11	1.00	5.0000	0.8112	2.4337
12	1.10	5.5000	1.0797	2.9448
13	1.20	6.0000	1.4018	3.5045
14	1.30	6.5000	1.7823	4.1129
15	1.40	7.0000	2.2260	4.7700
16	1.50	7.5000	2.7379	5.4758
17	1.60	8.0000	3.3228	6.2302
18	1.70	8.5000	3.9856	7.0334
19	1.80	9.0000	4.7311	7.8851
20	1.90	9.5000	5.5642	8.7856
21	2.00	10.0000	6.4896	9.7270

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.0223	0.4751
3	0.20	0.1007	1.1202
4	0.30	0.2520	1.9352
5	0.40	0.4934	2.9201
6	0.50	0.8417	4.0749
7	0.60	1.3140	5.3996
8	0.70	1.9273	6.8943
9	0.80	2.6986	8.5589
10	0.90	3.6447	10.3934
11	1.00	4.7829	12.3978

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 16

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.1230	1.5758
3	0.30	0.4536	2.7694
4	0.45	0.9347	3.5806
5	0.60	1.5087	4.0094
6	0.75	2.1184	4.0560
7	0.90	2.7064	3.7203
8	1.05	3.2153	3.0022
9	1.20	3.5879	1.9018
10	1.35	3.7668	0.4191
11	1.50	3.6945	-1.4459

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5000	0.0008	0.0243
3	0.20	1.0000	0.0065	0.0973
4	0.30	1.5000	0.0219	0.2190
5	0.40	2.0000	0.0519	0.3894
6	0.50	2.5000	0.1014	0.6084
7	0.60	3.0000	0.1752	0.8761
8	0.70	3.5000	0.2784	1.2004
9	0.80	4.0000	0.4192	1.6470
10	0.90	4.5000	0.6138	2.2713
11	1.00	5.0000	0.8767	2.9986
12	1.10	5.5000	1.2159	3.7952
13	1.20	6.0000	1.6379	4.6564
14	1.30	6.5000	2.1492	5.5788
15	1.40	7.0000	2.7557	6.5601
16	1.50	7.5000	3.4631	7.5982
17	1.60	8.0000	4.2771	8.6918
18	1.70	8.5000	5.2033	9.8397
19	1.80	9.0000	6.2469	11.0410
20	1.90	9.5000	7.4132	12.2950
21	2.00	10.0000	8.7074	13.5927

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.0472	0.9735
3	0.20	0.2006	2.1230
4	0.30	0.4777	3.4485
5	0.40	0.8961	4.9501
6	0.50	1.4736	6.6277
7	0.60	2.2275	8.4813
8	0.70	3.1757	10.5110
9	0.80	4.3356	12.7166
10	0.90	5.7249	15.0984
11	1.00	7.3611	17.6561

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 17

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	0.0282	0.3094
3	0.30	0.0730	0.2228
4	0.45	0.0752	-0.2599
5	0.60	-0.0248	-1.1387
6	0.75	-0.2862	-2.4136
7	0.90	-0.6936	-2.5845
8	1.05	-1.0626	-2.4015
9	1.20	-1.4339	-2.6146
10	1.35	-1.8668	-3.2237
11	1.50	-2.4208	-4.2290

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<b>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 18

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.5000	0.0008	0.0243
3	0.20	1.0000	0.0065	0.0973
4	0.30	1.5000	0.0219	0.2190
5	0.40	2.0000	0.0519	0.3894
6	0.50	2.5000	0.1014	0.6084
7	0.60	3.0000	0.1752	0.8761
8	0.70	3.5000	0.2788	1.2194
9	0.80	4.0000	0.4259	1.7633
10	0.90	4.5000	0.6374	2.4841
11	1.00	5.0000	0.9257	3.2961
12	1.10	5.5000	1.2991	4.1838
13	1.20	6.0000	1.7648	5.1414
14	1.30	6.5000	2.3296	6.1643
15	1.40	7.0000	2.9998	7.2495
16	1.50	7.5000	3.7815	8.3944
17	1.60	8.0000	4.6806	9.5972
18	1.70	8.5000	5.7028	10.8564
19	1.80	9.0000	6.8537	12.1706
20	1.90	9.5000	8.1387	13.5390
21	2.00	10.0000	9.5630	14.9524

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.0555	1.1396
3	0.20	0.2339	2.4572
4	0.30	0.5529	3.9530
5	0.40	1.0304	5.6267
6	0.50	1.6842	7.4786
7	0.60	2.5320	9.5085
8	0.70	3.5918	11.7165
9	0.80	4.8813	14.1026
10	0.90	6.4183	16.6667
11	1.00	8.2205	19.4089

## Sollecitazioni fondazione di monte

### Combinazione n° 18

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<b>VARIANTE ALLA S.S. n° 1 AURELIA (AURELIA BIS)</b> <b>Viabilità di accesso all'HUB portuale di La Spezia</b> <b>Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia</b> <b>Lavori di costruzione della Variante alla S.S. n°1 Aurelia 3° Lotto</b> <b>tra Felettino ed il raccordo autostradale</b>		Redatto:
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO</b>		
Oggetto:	<i>Muro di sostegno prefabbricato in SX rampa R (MU34)</i> <b>Relazione di calcolo</b>	<b>DC</b>

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.15	-0.0034	-0.1127
3	0.30	-0.0538	-0.6261
4	0.45	-0.2113	-1.5401
5	0.60	-0.5359	-2.8548
6	0.75	-1.0878	-4.5701
7	0.90	-1.8270	-4.6861
8	1.05	-2.4886	-4.2028
9	1.20	-3.1079	-4.1201
10	1.35	-3.7447	-4.4380
11	1.50	-4.4593	-5.1566