



Città  
metropolitana  
di Milano

# Westfield

WESTFIELD MILAN S.p.a.  
C.so Giacomo Matteotti, 10  
20121 Milano

ACCORDO DI PROGRAMMA  
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 22.05.2009 N.5095)  
PRIMO ATTO INTEGRATIVO  
(APPROVATO CON D.P.G.R. DEL 29.03.2010 N.3148)

POTENZIAMENTO DELLA S.P. N.103  
"ANTICA DI CASSANO"  
1° LOTTO - 2° STRALCIO  
TRATTA B

## PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO elaborato :				Cod. Elaborato:
<u>OPERE D'ARTE MINORI</u> <u>OPERE DI SOSTEGNO</u> Muri di sostegno: Relazione di calcolo				E.01.03
CODICE WM :				Scala:
WM-ERR-TB-00-RP-C-95207				
	Redatto	Controllato	Approvato	Data:
	MUNARO	VISCHIONI	RINALDI	<b>Maggio 2015</b>

Revisioni	Redatto	Controllato	Approvato	DATA:
A	MUNARO	VISCHIONI	RINALDI	VERIFICA - SETT. 2015
B				
C				
D				

Progettazione :



Il Direttore Tecnico  
Dott. Ing. Alberto RINALDI

Visto

Visto

WESTFIELD MILAN S.p.a.  
C.so Giacomo Matteotti, 10  
20121 Milano

.....

.....

# **PROVINCIA DI MILANO**

**POTENZIAMENTO DELLA S.P. N.103  
“ANTICA DI CASSANO”  
1° LOTTO – 1°STRALCIO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**MURI DI SOSTEGNO**

**Relazione di calcolo**

## INDICE

1	PREMESSE .....	7
1.1	Criteri di calcolo .....	10
2	NORMATIVA.....	11
2.1	Normativa tecnica di riferimento .....	11
2.1.1	Geotecnica.....	11
2.1.2	Materiali .....	11
2.1.3	Costruzioni in c.a. e acciaio.....	11
2.1.4	Ponti stradali .....	11
2.1.5	Sismica .....	12
2.2	Normativa tecnica vigente .....	12
2.3	Bibliografia e altri riferimenti .....	12
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	13
3.1	Calcestruzzo .....	13
3.1.1	Calcestruzzo per fondazioni interrate.....	13
3.1.2	Calcestruzzo per elevazioni e cordoli a vista.....	13
3.2	Acciaio .....	14
3.2.1	Acciaio in barre per getti.....	14
3.3	Durabilità dei materiali .....	14
3.3.1	Conglomerati cementizi .....	14
3.4	Resistenza al fuoco .....	15
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	16
4.1	Stratigrafie di riferimento.....	16
4.2	Stratigrafie di calcolo .....	19
5	CRITERI DI CALCOLO.....	21
5.1	Verifiche agli Stati Limite Ultimi .....	21
5.2	Verifiche agli Stati Limite di Esercizio.....	22
5.3	Verifiche a fessurazione .....	23
5.4	Calcolo delle spinte.....	24
5.5	Verifica a ribaltamento .....	25
5.6	Verifica a scorrimento .....	25
5.7	Verifica al carico limite.....	26
5.8	Verifica alla stabilità globale .....	27
5.9	Verifiche degli elementi in cemento armato.....	28
5.9.1	Verifiche agli Stati Limite Ultimi .....	28
6	ANALISI DEI CARICHI .....	30
6.1	Peso proprio e carichi permanenti .....	30
6.2	Carichi accidentali a tergo dei muri .....	30
6.3	Azione di svio veicolare .....	30
6.4	Azione sismica (E) .....	31
6.4.1	Stati limite di progetto sismici .....	31
6.4.2	Spettri di risposta .....	31
6.4.3	Masse efficaci e variabilità del moto sismico.....	36
6.5	Combinazioni di carico.....	36
7	VERIFICA SEZIONE 1 .....	37
7.1	Geometria muro e fondazione .....	37
7.2	Geometria profilo terreno .....	38
7.3	Descrizione terreni.....	38
7.4	Stratigrafia.....	38
7.5	Condizioni di carico.....	39

7.6	Descrizione combinazioni di carico .....	39
7.7	Impostazioni di analisi.....	43
7.8	Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati.....	44
7.9	Analisi della spinta e verifiche .....	45
7.10	Combinazione n° 10 .....	46
7.11	Stabilità globale muro - terreno .....	47
7.12	Combinazione n° 14 .....	48
7.13	Combinazione n° 15 .....	49
7.14	Inviluppo Sollecitazioni paramento .....	50
7.15	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle .....	50
7.16	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte.....	51
7.17	Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro.....	51
7.18	Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione.....	52
7.19	Verifiche a fessurazione .....	53
8	VERIFICA SEZIONE 2 .....	56
8.1	Geometria muro e fondazione .....	56
8.2	Geometria profilo terreno.....	57
8.3	Descrizione terreni.....	57
8.4	Stratigrafia.....	57
8.5	Condizioni di carico.....	58
8.6	Descrizione combinazioni di carico .....	58
8.7	Impostazioni di analisi.....	62
8.8	Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati.....	63
8.9	Analisi della spinta e verifiche .....	64
8.10	Stabilità globale muro - terreno .....	65
8.11	Combinazione n° 14 .....	66
8.12	Combinazione n° 15 .....	67
8.13	Inviluppo Sollecitazioni paramento .....	68
8.14	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle .....	68
8.15	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte.....	69
8.16	Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro.....	69
8.17	Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione.....	70
8.18	Verifiche a fessurazione .....	71
9	VERIFICA SEZIONE 3 .....	74
9.1	Geometria muro e fondazione .....	74
9.2	Geometria profilo terreno.....	75
9.3	Descrizione terreni.....	75
9.4	Stratigrafia.....	75
9.5	Condizioni di carico.....	76
9.6	Descrizione combinazioni di carico .....	76
9.7	Impostazioni di analisi.....	80
9.8	Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati.....	81
9.9	Analisi della spinta e verifiche .....	82
9.10	Stabilità globale muro - terreno .....	83
9.11	Combinazione n° 14 .....	84
9.12	Combinazione n° 15 .....	85
9.13	Inviluppo Sollecitazioni paramento .....	86
9.14	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle .....	86
9.15	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte.....	87
9.16	Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro.....	87
9.17	Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione.....	88
9.18	Verifiche a fessurazione .....	89
10	VERIFICA SEZIONE 4 .....	92
10.1	Geometria muro e fondazione .....	92
10.2	Geometria profilo terreno.....	93
10.3	Descrizione terreni.....	93
10.4	Stratigrafia.....	93

10.5	Condizioni di carico.....	94
10.6	Descrizione combinazioni di carico .....	94
10.7	Impostazioni di analisi.....	97
10.8	Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati.....	98
10.9	Analisi della spinta e verifiche .....	99
10.10	Combinazione n° 6 .....	100
10.11	Combinazione n° 7 .....	101
10.12	Stabilità globale muro - terreno .....	102
10.13	Inviluppo Sollecitazioni paramento .....	104
10.14	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle .....	104
10.15	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte.....	105
10.16	Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro.....	105
10.17	Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione.....	106
10.18	Verifiche a fessurazione .....	107
10.19	Verifica a punzonamento .....	109
11	VERIFICA SEZIONE 5 .....	111
11.1	Geometria muro e fondazione .....	111
11.2	Geometria profilo terreno.....	112
11.3	Descrizione terreni.....	112
11.4	Stratigrafia.....	112
11.5	Condizioni di carico.....	113
11.6	Descrizione combinazioni di carico .....	113
11.7	Impostazioni di analisi.....	116
11.8	Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati.....	117
11.9	Analisi della spinta e verifiche .....	118
11.10	Combinazione n° 6 .....	119
11.11	Combinazione n° 7 .....	120
11.12	Stabilità globale muro - terreno .....	121
11.13	Inviluppo Sollecitazioni paramento .....	123
11.14	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle .....	123
11.15	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte.....	124
11.16	Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro.....	124
11.17	Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione.....	125
11.18	Verifiche a fessurazione .....	126
11.19	Verifica a punzonamento .....	128
12	VERIFICA SEZIONE 6 .....	129
12.1	Geometria muro e fondazione .....	129
12.2	Geometria profilo terreno.....	130
12.3	Descrizione terreni.....	130
12.4	Stratigrafia.....	130
12.5	Condizioni di carico.....	131
12.6	Descrizione combinazioni di carico .....	131
12.7	Impostazioni di analisi.....	134
12.8	Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati.....	135
12.9	Analisi della spinta e verifiche .....	136
12.10	Combinazione n° 6 .....	137
12.11	Combinazione n° 7 .....	138
12.12	Stabilità globale muro - terreno .....	139
12.13	Inviluppo Sollecitazioni paramento .....	141
12.14	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle .....	141
12.15	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte.....	142
12.16	Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro.....	142
12.17	Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione.....	143
12.18	Verifiche a fessurazione .....	144
12.19	Verifica a punzonamento .....	146
13	VERIFICA SEZIONE 7 .....	147
13.1	Geometria muro e fondazione .....	147

---

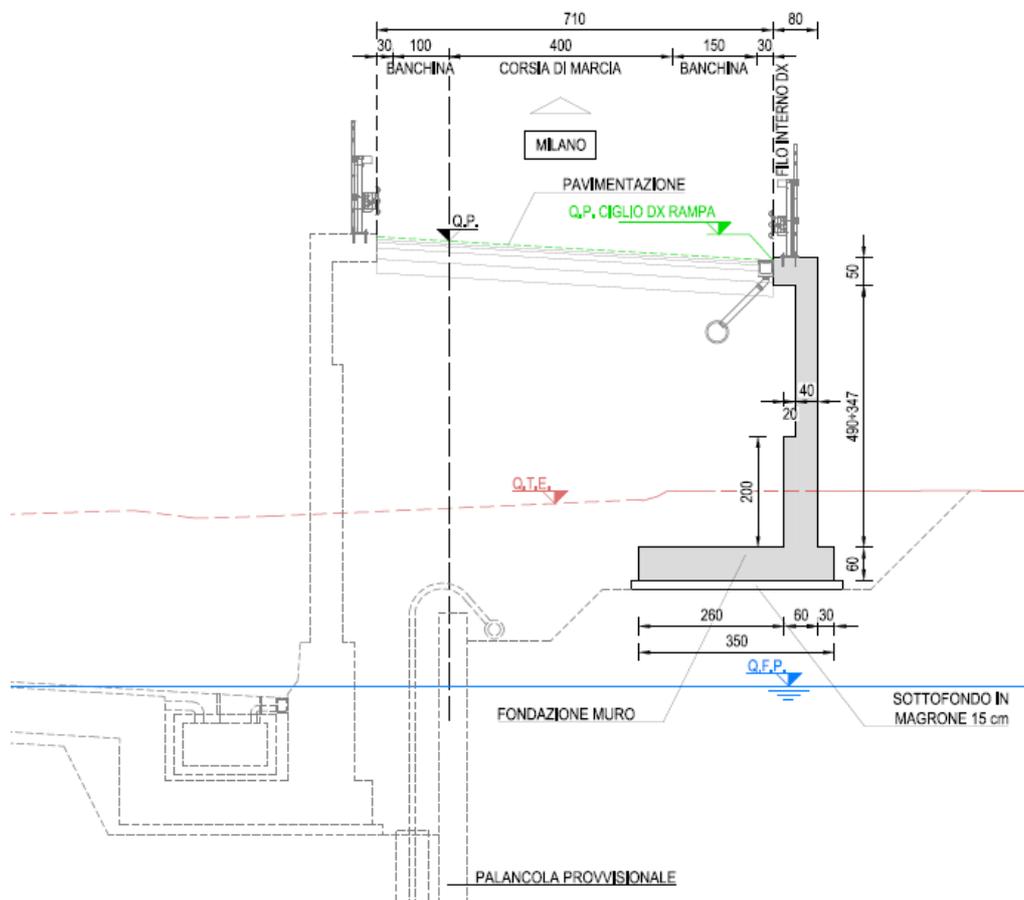
13.2	Geometria profilo terreno.....	148
13.3	Descrizione terreni.....	148
13.4	Stratigrafia.....	148
13.5	Condizioni di carico.....	149
13.6	Descrizione combinazioni di carico .....	149
13.7	Impostazioni di analisi.....	153
13.8	Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati.....	154
13.9	Analisi della spinta e verifiche .....	155
13.10	Stabilità globale muro - terreno .....	156
13.11	Combinazione n° 14 .....	158
13.12	Combinazione n° 15 .....	159
13.13	Inviluppo Sollecitazioni paramento .....	160
13.14	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle .....	160
13.15	Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte.....	161
13.16	Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro.....	161
13.17	Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione.....	162
13.18	Verifiche a fessurazione .....	163
13.19	Verifica a punzonamento .....	165

## 1 PREMESSE

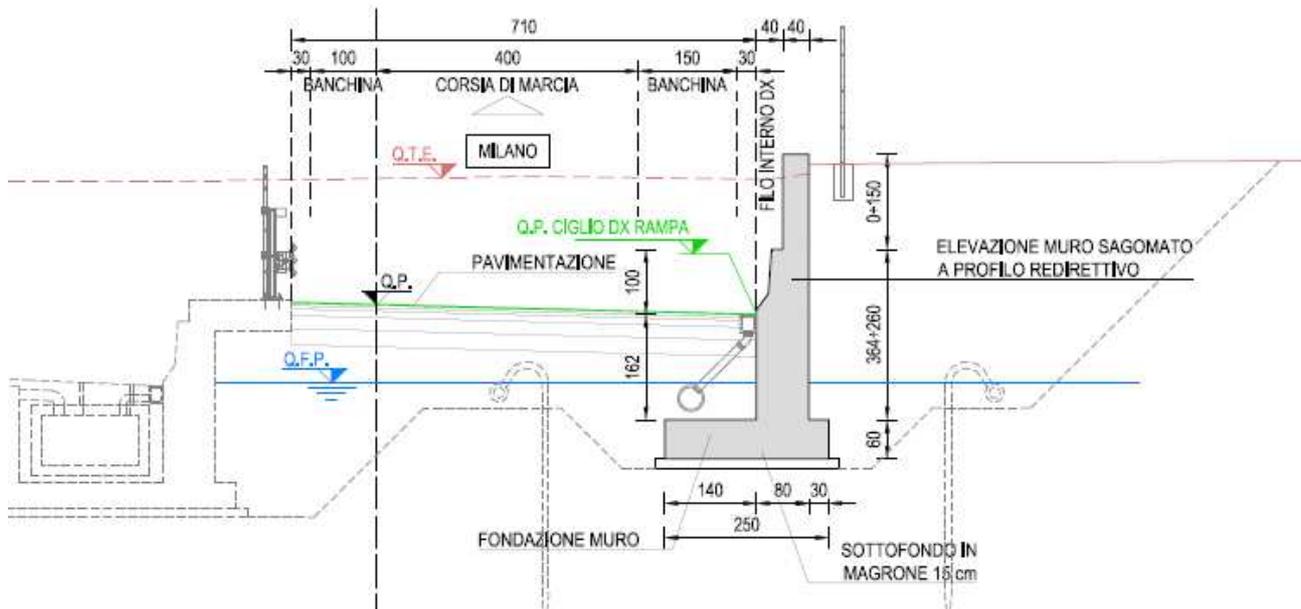
La seguente relazione di calcolo è relativa ai muri di sostegno previsti nell'ambito dei lavori per il potenziamento della S.P. n. 103 "Antica di Cassano".

Il muro MS01 è composto da 7 conci di 20.0 m definiti da quattro sezioni trasversali caratteristiche:

- Sezione 1: muro a gradoni di altezza massima 540 cm, fondazione di lunghezza 350 cm e spessore 60 cm.
- Sezione 2: muro a gradoni di altezza massima 397 cm, fondazione di lunghezza 300 cm e spessore 60 cm.
- Sezione 3: muro di sostegno con paramento di altezza massima 286 cm, fondazione di lunghezza 250 cm e spessore 60 cm.
- Sezione 4: muro di sostegno con sagomato cordolo redirettivo, di altezza massima 410 cm, fondazione di lunghezza 250 cm e spessore 60 cm.



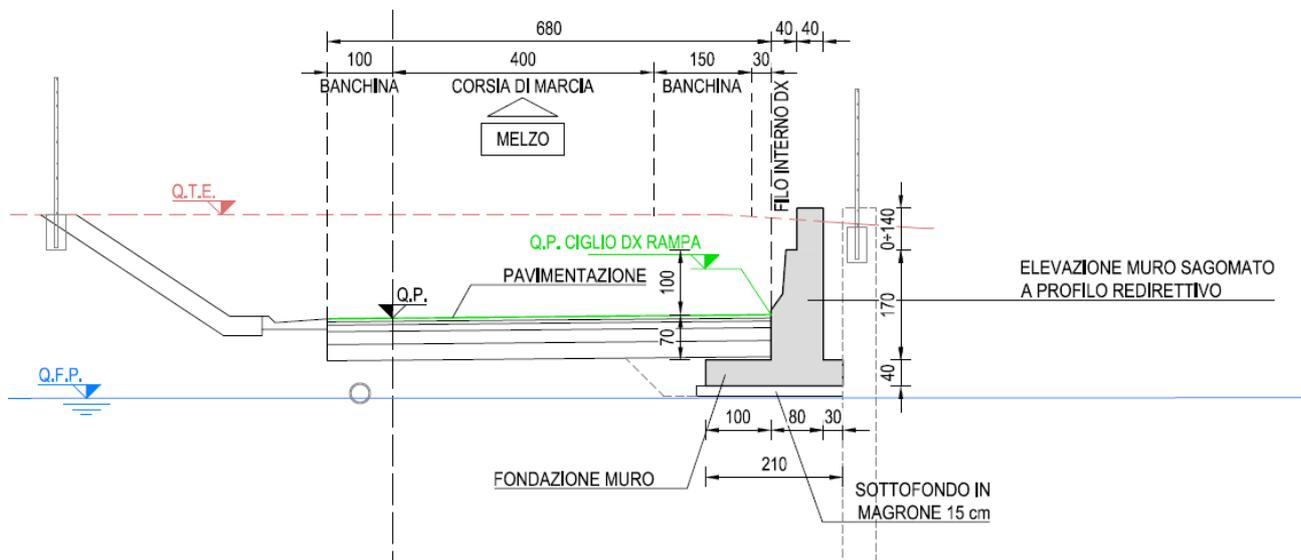
Geometria sezione 1



Geometria sezione 4

Il muro MS02 è composto da 2 conci di 20.0 m definiti da due sezioni trasversali caratteristiche:

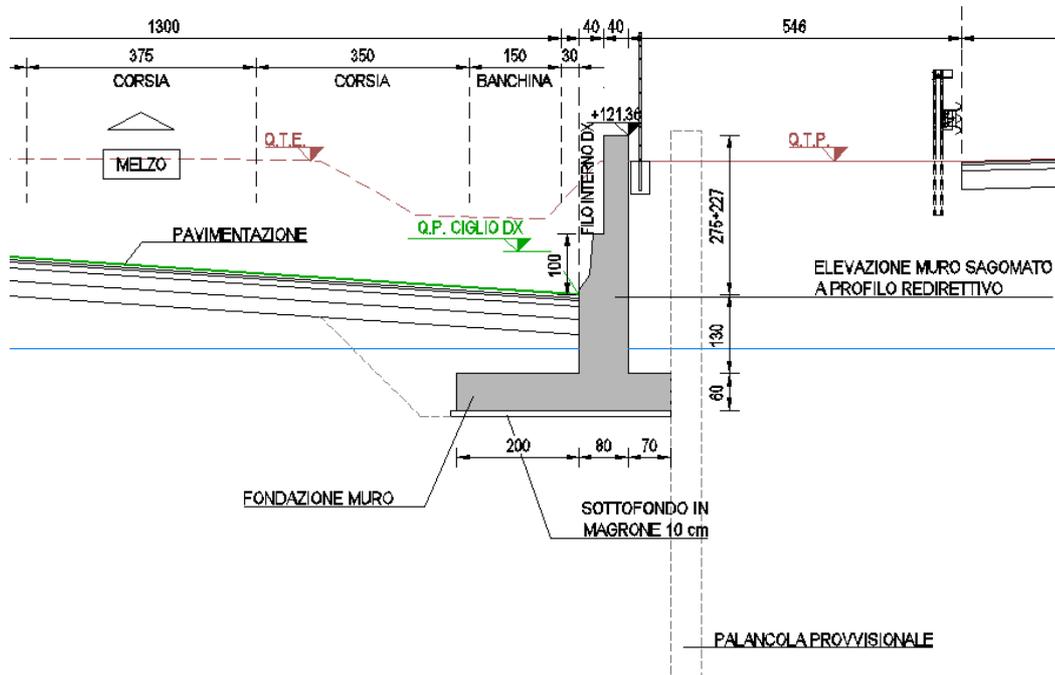
- Sezione 5: muro di sostegno con sagomato cordolo redirettivo, di altezza massima 170 cm, fondazione di lunghezza 180 cm e spessore 40 cm.
- Sezione 6: muro di sostegno con sagomato cordolo redirettivo, di altezza massima 310 cm, fondazione di lunghezza 210 cm e spessore 40 cm.



Geometria sezione 6

Il muro MS03 è composto da 3 conci di 30.0 m definiti da una sezione trasversale caratteristica:

- Sezione 7: muro di sostegno con sagomato cordolo redirettivo, di altezza massima 405 cm, fondazione di lunghezza 350 cm e spessore 60 cm.



*Geometria sezione 7*

Per le geometrie delle opere si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

## 1.1 Criteri di calcolo

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza, le azioni di calcolo e le caratteristiche dei materiali sono stati assunti in conformità con il D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa (Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.).

Con riferimento alle NTC, per le opere in oggetto si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Vita nominale	$V_N = 50$ anni (§ 2.4.1 “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale”)
Classe d'uso	IV (§ 2.4.2, “Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.”)
Coefficiente d'uso	$C_U = 2.0$
Periodo di riferimento	$V_R = V_N * C_U = 100$ anni $\geq 35$ anni

## 2 **NORMATIVA**

Si riportano nel seguito la normativa tecnica adottata per il dimensionamento delle opere strutturali.

### 2.1 **Normativa tecnica di riferimento**

#### 2.1.1 **Geotecnica**

- Circ. Dir. Centr. Tecn. N°97/81 “Istruzioni relative alle Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegni delle terre e delle opere di fondazione”.
- D.M. 11.03.1988 - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
- Raccomandazioni AICAP “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” ed. maggio 1993.
- Associazione Geotecnica Italiana [1984] - "Raccomandazioni sui pali di fondazione"
- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”.

#### 2.1.2 **Materiali**

- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

#### 2.1.3 **Costruzioni in c.a. e acciaio**

- Legge 5 Novembre 1971 N° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.M. 3 Dicembre 1987 - “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”;
- D.M. 09.01.1996 - “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento normale e precompresso e per le strutture metalliche”
- Circolare LL.PP. 4 Luglio 1996 n° 156 AA.GG./S.T.C. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi» di cui al D.M. 16.01.1996”;
- Circolare LL.PP. 10 Aprile, n° 65/AA.GG. – “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica» di cui al D.M. 16.01.1996”;
- D.M. 16.01.1996 - “Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
- Istruzioni CNR-UNI 10011/97 – “Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”
- Istruzioni CNR 10030/87 – “Anime irrigidite di travi a parete piena”
- Istruzioni CNR-UNI 10016/00 – “Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l’impiego nelle costruzioni”
- Istruzioni CNR 10018-85 – “Apparecchi di appoggio in gomma e in PTFE nelle costruzioni”
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale”;
- UNI EN 1992 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo”.

#### 2.1.4 **Ponti stradali**

- D.M. 04/05/1990 - "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali";
- Ministero LL.PP. 25/02/1991 - "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali";

- Istruzioni CNR-DT 207/2008 – “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- UNI EN 1993 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: “Progettazione delle strutture in acciaio”.
- UNI EN 1994 (Eurocodice 4) – “Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo”.

### **2.1.5 Sismica**

- Legge 2 Febbraio 1974 n.64 - “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 - “Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture - Parte 2: “Carico da traffico sui ponti”;
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006 - “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: “Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”;
- Ordinanza della protezione civile n.2788 del 12/06/1998 - “Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale” GU 146 del 25/06/1998
- Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 1 – “Criteri per l’individuazione delle zone sismiche – Individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone”
- Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 4 – “Norme Tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni”
- Ordinanza n.3316 - Modifiche ed integrazioni all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.03
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”;
- UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

### **2.2 Normativa tecnica vigente**

- D.M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare LL.PP. n°617 del 02/02/2009 - “Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale (febbraio 2008) - “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”.

### **2.3 Bibliografia e altri riferimenti**

- Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985
- C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987
- R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987
- Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988
- Bustamante M., Gianeselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per gli elementi strutturali in cemento armato è previsto l'impiego dei seguenti materiali.

#### 3.1 Calcestruzzo

##### 3.1.1 Calcestruzzo per fondazioni interrato

Classe minima	C25/30		
Classe di esposizione ambientale	XC2		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck}$	$\geq 30.00$	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 =$	24.90	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32.90	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} =$	31447	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} =$	2.56	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$	1.798	MPa

##### Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.5	
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} =$	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	14.11	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.19	MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5$		‰

##### Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} =$	14.94	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} =$	11.20	MPa

##### 3.1.2 Calcestruzzo per elevazioni e cordoli a vista

Classe minima	C32/40		
Classe di esposizione ambientale	XC4-XD1-XF2		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	$R_{ck}$	$\geq 40$	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 =$	33.20	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} =$	33643	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} =$	3.10	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$	2.17	MPa

##### Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.5	
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{CC} =$	0.85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{CC} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	18.81	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.45	MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} = 3.5$		‰

##### Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} =$	19.92	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi perm.	$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} =$	14.94	MPa

Per il magrone si utilizza un calcestruzzo di classe C12/15.

### 3.2 Acciaio

#### 3.2.1 Acciaio in barre per getti

Classe	B450C	
Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{tk} =$	$\geq 540$ MPa
Tensione caratteristica di snervamento a trazione	$f_{yk} =$	$\geq 450$ MPa
Modulo elastico	$E_s =$	200000 MPa

#### Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30 MPa
Valore ultimo della deformazione a trazione	$\epsilon_{cu} = 10$ ‰	

#### Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione	$\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk} =$	360.00 MPa
--------------------------	----------------------------------	------------

### 3.3 Durabilità dei materiali

#### 3.3.1 Conglomerati cementizi

Le classi di esposizione e le conseguenti limitazioni sulla composizione del calcestruzzo sono state ricavate ai sensi della normativa UNI EN 206-1 e UNI 11104, delle istruzioni contenute nella C.M. n°617 per l'applicazione delle NTC2008.

A seconda dell'esposizione ambientale, per opere con  $V_N = 50$  anni la circolare al punto C4.1.6.1.3 impone il rispetto dei limiti di copriferro riportati nella tabella successiva e, per strutture con  $V_N = 100$  anni, una maggiorazione di copriferro pari a  $\Delta c_{dev} = 10$  mm. Per classi di resistenza inferiori a  $C_{min}$  i valori sono da aumentare di 5 mm. Nel caso in oggetto si prevede pertanto  $\Delta c_{dev} = 0$  mm.

$C_{min}$	$C_o$	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Copriferri minimi in mm ( $V_N = 50$  anni)

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

Condizioni ambientali e classi di esposizione

Per le fondazioni, la classe di esposizione è determinata dal fatto che la struttura è immersa nel terreno a contatto le acque di falda. Non si hanno facce a vista verso l'ambiente esterno, pertanto non occorrono particolari attenzioni dal punto di vista estetico.

La zona esposta è immersa in acqua o terreno non aggressivo. Si considera quindi classe XC2 con le relative limitazioni:

- Rapporto acqua/cemento < 0.60
- Classe di resistenza > C25/30
- Dosaggio cemento > 300 kg/m<sup>3</sup>

Le strutture in esame sono in ambiente ordinario, pertanto adottando copriferro minimo nominale  $c = 40$  mm per le fondazioni e  $c = 50$  mm per i pali (inteso come spessore netto di ricoprimento) si ha:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + 0 = 20 + 0 + 0 = 20 \text{ mm} < c = 40 \text{ mm}$$

Per le elevazioni e i profili redirettivi la classe di esposizione è determinata dal fatto che la struttura è in contatto con l'ambiente esterno dove avviene il transito veicolare. La zona esposta è quindi a vista, soggetta ad umidità moderata con spruzzi d'acqua eventualmente contenenti cloruri e indirettamente a contatto con acqua piovana contenente agenti disgelanti. Si considera quindi classe XC4-XD1-XF2 con le relative limitazioni:

- Rapporto acqua/cemento < 0.50
- Classe di resistenza > C32/40
- Dosaggio cemento > 340 kg/m<sup>3</sup>
- Contenuto di aria > 3%
- Aggregati di adeguata resistenza al gelo/disgelo (conformi alla UNI EN 12620)

Le strutture in esame sono in ambiente aggressivo, pertanto adottando copriferro minimo nominale  $c = 40$  mm (inteso come spessore netto di ricoprimento) si ha:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + 0 = 25 + 0 + 0 = 25 \text{ mm} < c = 40 \text{ mm}$$

### 3.4 Resistenza al fuoco

Con riferimento al § 3.6.1.2 delle NTC, in accordo con le caratteristiche funzionali dell'opera, si assume il seguente livello prestazionale in caso di incendio:

Livello I "Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze del collasso delle strutture siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile".

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Si riporta nel seguito la caratterizzazione geotecnica di riferimento dedotta dalle indagini geognostiche e quella utilizzata per il calcolo. Per informazioni di maggior dettaglio vedi direttamente la documentazione geotecnica di progetto.

### 4.1 Stratigrafie di riferimento

“I sondaggi eseguiti hanno messo alla luce la presenza lungo la Traccia A2 e parte della Traccia B, di una coltre di materiale di terreno rimaneggiato con prevalente matrice limoso-sabbiosa, con frammenti lateritici, cls, ed materiale da demolizione, con spessore nell’ordine dei 3,5 e i 4,5 m.

Al di sotto di tale livello si rinviene un deposito marcatamente granulare, ghiaie e sabbie, sabbie con ghiaia localmente intervallate da livelli più limosi.

In superficie è presente una sottile coltre di terreno di coltivo, l’orizzonte bruno superficiale si esaurisce entro i primi 1.5 m di profondità, solo nel sondaggio S6 eseguito dalla Terra Company tale spessore ha raggiunto i 3 m.

Al di sotto di tale livello si rinviene un deposito marcatamente granulare, ghiaie e sabbie, sabbie con ghiaia localmente intervallate da livelli più limosi.

Al fine di effettuare una suddivisione del sottosuolo, in funzione della profondità, sono state individuate 4 unità:

- **TERRENO RIMANEGGIATO:** ove individuato presenta spessori variabili da 1,2 m fino a 4,5 m con valori di  $N_{SPT}$  altrettanto variabili;
- **STRATO “1”:** con valori di  $NSPT < 30$  colpi/piede presente a profondità variabile che raggiungono anche i 10 m dal p.c.
- **STRATO “2”:** con valori di  $NSPT$  compresi tra 30 e 50 colpi/piede presenta spessori variabili compresi tra 0 e 7 m, si osserva una tendenza alla riduzione degli spessori in direzione Est (Tratta B) indicativamente fino alla profondità di 15-18 m dal p.c.;
- **STRATO “3”:** con valori di  $NSPT > 50$  colpi/piede presente oltre la profondità di 10-15 m dal p.c. fino a fine indagine;

Nella tabella seguente sono indicati per ciascun carotaggio gli spessori delle singole unità, per quanto concerne la prima unità, i valori di  $N_{SPT}$  misurati sono da intendersi significativi per il terreno naturale, per il terreno rimaneggiato, vista l’estrema eterogeneità dello stesso e la scarsità dei dati disponibili, non è stato possibile fornire una parametrizzazione attendibile sulla base delle indagini.

	S13-1 HPC	S13-2 HPC	MW13-1 HPC	S1 TC	S2 TC	S3 TC	S4 TC	S5 TC	S6 TC	S14.1 HPC	S14.2 HPC	S14.3 HPC	MW 14.1 HPC	MW 14.2 HPC	1N RCT	2N RCT	3N RCT
TERRENO RIMANEGGIATO	fino a 4,5 m	fino a 3,5 m	fino a 3,5 m	fino a 1,5 m	fino a 4,2 m	fino a 1,2 m	-	-	-	-	-	-	-	fino a 1,0 m	fino a 3,7 m	fino a 1,9 m	-
1° STRATO N < 30	da 4,5 m a 7,5 m	da 3,5 m a 6,0 m	da 3,5 a 6,0 m	da 1,5 m a 6,0 m	-	da 1,2 m a 7,5 m	fino a 9,0 m	fino a 6,0 m	fino a 6,0 m	fino a 7,5 m	fino a 6,0 m	fino a 3,0 m	fino a 10,5 m	da 1,0 m a 12,0 m	da 3,7 a 4,5 m	da 1,9 a 3,0 m	fino a 3,0 m
2° STRATO 30 < N < 50	da 9,0 m a 15 m	da 7,5 m a 18 m	da 7,5 m a 10,5 m	da 7,5 m a 13,5 m	da 4,2 m a 15 m	da 9,0 m a 16,5 m	da 9,0 m a 12,0 m	-	da 6,0 m a 9,0 m	da 7,5 m a 12,0 m	da 6,0 m a 12,0 m	da 3,0 m a 9,0 m	da 10,5 m a 12,0 m	da 12,0 m a 18,0 m	da 6,0 m a 9,0 m	da 4,5 m a 15,0 m	da 3,0 m a 6,0 m
3° STRATO N > 50	oltre 18,0 m	oltre 21,0 m	-	oltre 15,0 m	oltre 16,5 m	oltre 18,0 m	oltre 12,0 m	oltre 6,0 m	oltre 9,0 m	oltre 12,0 m	oltre 12,0 m	oltre 9,0 m	oltre 12,0 m	oltre 18,0 m	oltre 12,0 m	oltre 16,5 m	oltre 6,0 m

Tabella 1: spessore delle singole unità

All'interno del primo strato è stato inserito anche l'orizzonte di coltivo e lo strato superficiale più marcatamente limoso, il cui spessore mediamente si esaurisce entro 1 – 1.2 m, di questo strato superficiale tuttavia non sono disponibili valori di SPT.

Di seguito vengono riportati i vari parametri geotecnici corrispondenti alle diverse unità litotecniche identificate.

Strato	Terreno Rimaneggiato	1	2	3
N <sub>SPT</sub>	-	< 30 (media 20)	30 + 50 (media 38)	>50 (media 63)
N <sub>30</sub> (60%)	-	17	36	63
N <sub>1</sub> (60%)	-	20	30	64
Dr <sub>(k)</sub> (%)	20	38	57	85
γ (Kn/m <sup>3</sup> )	17	18	19	19
γ' (Kn/m <sup>3</sup> )	7	8	9	9
φ <sub>PC</sub> (k) (°)	30,8	35,87	38,05	41,27
φ <sub>R</sub> (k) (°)	26,7	34,25	37,95	40,65
c (kg/cm <sup>2</sup> )	0	0	0	0
E (kg/cm <sup>2</sup> )	40	185	330	630

Tabella 2

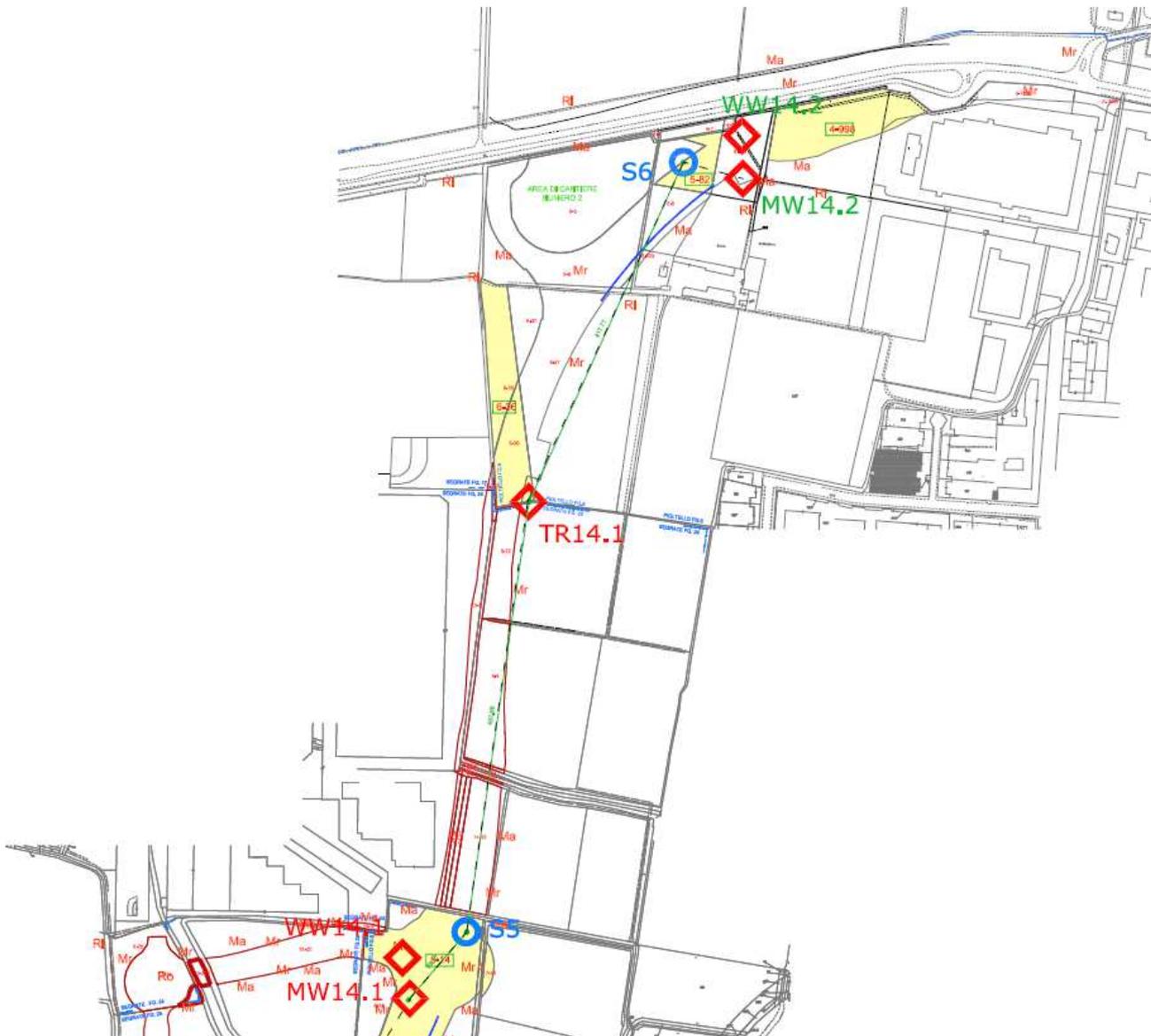
- $N_{SPT}$  = resistenza penetrometrica misurata dalle prove SPT in foro di sondaggio (colpi/piede);
- $N_{(60\%)}$  = resistenza penetrometrica dinamica corretta rispetto:
  - al rendimento del sistema di battitura (73% per penetrometro dinamico, invece quello del sistema di battitura dell'SPT a sganciamento automatico è del 60%.);
  - alla profondità;
  - al rapporto  $N_{SCPT} / N_{SPT} = 0,6$  proposto dallo S.G.I. (Cestari 1996);
- $N_1 (60\%) = N_{(60\%)}$  normalizzato rispetto alla tensione litostatica efficace secondo la formula  $N_1 = N_{SPT} \cdot \sqrt{(\sigma_p / \sigma'_{vo})}$  Liao e Whithman (1986);
- $D_r$  = densità relativa (%), ricavata in base al metodo di Skempton per sabbie fini(65)  $= N_{SPT} / D_r^2$ ;
- $\gamma$  = peso di volume naturale del terreno ( $kN/m^3$ ), stimato nell'ambito degli usuali intervalli di variazione compatibili con la natura granulometrica ed il grado di addensamento;
- $\gamma'$  = peso di volume naturale del terreno ( $kN/m^3$ )  $\gamma$ , in termini di sforzi efficaci;
- $\varphi_{PC}$  = angolo di attrito di picco è ricavato le correlazioni proposte da Schmertmann (1978) in funzione di  $D_r$  e della litologia;
- $\varphi_R$  = angolo di attrito ridotto che tiene in considerazione del basso grado di addensamento che può far temere l'insorgere di grandi deformazioni prima ancora del raggiungimento della secondo Vesic (1970);
- $c$  = coesione ( $kg/cm^2$ ) parametro difficilmente stimabile con le prove penetrometriche, viene assegnato un valore modesto unicamente sulla base della tipologia di materiale presente;
- $E$  = modulo di elasticità ( $kg/cm^2$ ), calcolato in base alla relazione generica il cui valore numerico dipende dal valore di resistenza penetrometrica e dalla frazione granulometrica dominante (da bowles - fondazioni). Per i valori dei moduli di deformazione  $E$  non si applica il 5° percentile, bensì la mediana, poiché non si è in presenza nè di azioni A, nè di resistenze R;
- $x_k$  = i valori contraddistinti dal pedice  $k$  sono da intendersi caratteristici, ovvero determinati secondo la seguente formula  

$$= x_k = x_{mean} - (1 + k_n \cdot V_x);$$

dove:

- $x_{mean}$  : valore medio;
- $V_x$  : deviazione standard / media;
- $k_n$  : -1.645;

l'EC7 fissa, per i parametri della resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano.



Stralcio planimetrico delle indagini effettuate

#### 4.2 Stratigrafie di calcolo

La stratigrafia dei terreni di fondazione adottata nel calcolo è stata ipotizzata secondo le seguenti caratteristiche geotecniche:

Da [m]	A [m]	Formazione	Descrizione
+H rilevato	+0 (*)	R	Rilevato di nuova formazione
+0 (*)	-12.0	1	Strato 1
-12.0	-18.0	2	Strato 2
> -18.0		3	Strato 3

Formazione	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Valori medi			Valori minimi	
		$c'$ [kPa]	$\Phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$\Phi'$ [°]	
1	18	-	35.0	-	34.0	
2	19	-	38.0	-	37.0	
3	19	-	41.0	-	37.0	

Stratigrafia di calcolo spalle  
(\* La quota di zero coincide con la quota del p.c. esistente  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
 $\Phi'$  = angolo di attrito  
 $c'$  = intercetta di coesione

Per il materiale costituente il nuovo rilevato si considerano i seguenti parametri geotecnici:

Formazione	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\Phi'$ [°]
Rilevato	20	0	35

Parametri stratigrafici di calcolo del materiale di reinterro

Per i reinterri a tergo delle opere di sostegno, dato che il terreno in sito utilizzato per i ritombamenti ha buone caratteristiche meccaniche, si considerano gli stessi parametri assunti per il terreno di nuovo rilevato.

La quota di falda di progetto è posta a quota tra -2.50 e -3.00 m dal p.c. esistente, vedi i profili di progetto delle opere di sostegno.

## 5 CRITERI DI CALCOLO

L'analisi del muro di sostegno è stata condotta il programma MAX 10.0 (Aztec Informatica) nella forma originale commercializzata senza alcuna modifica apportata da parte dell'utente. Il software è dedicato all'analisi e al calcolo di opere di sostegno.

La struttura viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi facendo riferimento ad una larghezza unitaria di struttura.

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le verifiche si basano sul concetto dei coefficienti di sicurezza parziali e considerano due famiglie di combinazioni (indicate come A1 - M1 e A2 - M2) generate con le seguenti modalità:

- caso A1 - M1: in questo tipo di combinazioni vengono incrementati le azioni permanenti e variabili con i coefficienti ( $\gamma_G$ ,  $\gamma_Q$ ) e vengono lasciate inalterate le caratteristiche di resistenza del terreno. Le combinazioni ottenute sono rilevanti per stabilire la capacità strutturale delle opere che interagiscono con il terreno;
- caso A2 - M2: in questo tipo di combinazioni vengono incrementati i carichi variabili e vengono ridotte le caratteristiche di resistenza del terreno ( $\tan(\phi)$ ,  $c'$ ,  $c_u$ ) secondo i coefficienti parziali ( $\gamma_{\tan\phi}$ ,  $\gamma_{c'}$ ,  $\gamma_{c_u}$ ,  $\gamma_{qu}$ ) definiti da normativa. Le combinazioni ottenute sono rilevanti per il dimensionamento geotecnico.

La soluzione si ottiene dalla combinazione dei casi A1 - M1 e A2 - M2.

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato al § 5.1.3.12. delle NTC.

### 5.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

Sono effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU):
  - stabilità globale del complesso muro - terreno;
  - scorrimento sul piano di posa;
  - capacità portante del terreno di fondazione;
  - ribaltamento.
- SLU di tipo strutturale (STR)
  - raggiungimento della resistenza nelle strutture in c.a.

Per ogni stato limite considerato si accerta che sia soddisfatta la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  e  $R_d$  rappresentano rispettivamente le sollecitazioni e le resistenze di progetto.

In accordo con le NTC 2008 le verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU) delle opere in oggetto sono effettuate secondo l'Approccio 1, applicando le seguenti combinazioni di carico (dove il segno '+' in ossequio alla normativa ha il significato di 'combinato con'):

- Combinazione 1: A1 + M1 + R1
- Combinazione 2: A2 + M2 + R2

I set di fattori di sicurezza parziali sulle azioni (A1 e A2), sui parametri geotecnici (M1 e M2) e sulle resistenze (R1, R2 e R3) sono riportati rispettivamente nella Tabella 5.1, nella Tabella 5.2 e nella Tabella 5.3.

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

<sup>(1)</sup> 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 5.1: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi_k$	$\gamma_\phi$	1,0	1,25
Coazione 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	$\gamma$	$\gamma_g$	1,0	1,0

Tabella 5.2: Coefficienti parziali dei parametri geotecnici del terreno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE
	(R1)	(R2)	(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	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

 Tabella 5.3: Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

La verifica di stabilità globale dell'insieme terreno - opera è effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

$$A2+M2+R2$$

Il coefficiente parziale sulle resistenza, associato al caso 'R2', è pari a 1.0, mentre i coefficienti A2 e M2 sono quelli già citati sopra. In fase sismica, l'analisi viene condotta ponendo pari ad uno tutti i coefficienti A e cercando un fattore di sicurezza pari a 1.10.

## 5.2 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio (S.L.E.) sono state con riferimento ai valori caratteristici delle azioni e dei parametri di resistenza dei materiali e consistono nel controllare che i valori di tensione nei materiali strutturali siano inferiori ai limiti di normativa (punto 4.1.2.2.5 del D.M. 14/01/2008).

- Calcestruzzo compresso:
  - Comb. rara  $\sigma_c < 0.60 \cdot f_{ck}$
  - Comb. quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 \cdot f_{ck}$
- Acciaio teso:
  - Comb. rara  $\sigma_s < 0.80 \cdot f_{yk}$

### 5.3 Verifiche a fessurazione

Viene eseguita la verifica allo stato limite di apertura delle fessure con riferimento al § 4.1.2.2.4 delle NTC. Prima di procedere alle verifiche a fessurazione è necessario definire delle apposite combinazioni di carico ed effettuare una valutazione relativa al grado di protezione delle armature metalliche contro la corrosione (in termini di condizioni ambientali e sensibilità delle armature stesse alla corrosione). Si distinguono i seguenti casi:

- Combinazioni di azioni                      Frequente (FR)  
    Quasi Permanente (QP)
- Condizioni ambientali                        Ordinarie  
    Aggressive  
    Molto Aggressive
- Sensibilità delle armature alla corrosione      Sensibili (acciai da precompresso)  
    Poco sensibili (acciai ordinari)
- Apertura delle fessure                         $w_1 = 0.20$  mm  
     $w_2 = 0.30$  mm  
     $w_3 = 0.40$  mm

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

Condizioni ambientali e classi di esposizione

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	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
<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	$\leq w_1$

Stati limite di fessurazione

Il calcolo, condotto con riferimento alla procedura analitica prevista al § C4.1.2.2.4 della C.M. 2009 n°617, prevede i seguenti passaggi:

- Valutazione della distanza media tra le fessure ( $\Delta_{sm}$ );
- Valutazione della deformazione media delle barre d'armatura ( $\epsilon_{sm}$ );
- Valutazione dell'ampiezza delle fessure (valore medio  $w_m$  e valore di calcolo  $w_d$ ).

Elemento strutturale	Classi di esposizione	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Stato limite	$w_d$
Fondazioni	XC2	Ordinarie	Frequente	Apertura fessure	$\leq w_2 = 0.40$ mm
			Quasi permanente	Apertura fessure	$\leq w_1 = 0.30$ mm
Elevazioni	XC4-XD1-XF2	Aggressive	Frequente	Apertura fessure	$\leq w_2 = 0.30$ mm
			Quasi permanente	Apertura fessure	$\leq w_1 = 0.20$ mm

Stati limite di fessurazione degli elementi strutturali

In accordo con il quanto indicato nella C.M. 2009 n°617, il calcolo dell'apertura delle fessure può essere effettuato secondo i metodi riportati nella normativa precedente D.M. 09/01/1996 e relative circolari esplicative.

#### 5.4 Calcolo delle spinte

##### 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  $\rho$  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.

##### 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

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

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

Terreno a bassa permeabilità:  $\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$

Terreno a permeabilità elevata:  $\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$

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

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

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:

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

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.

## 5.5 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  $\eta_r$ .

Eseguito il calcolo mediante le NTC 2008 si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

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

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.  $\delta$  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.

## 5.6 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  $\eta_s$ .

Eseguito il calcolo mediante le NTC 2008 si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

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

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.

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  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

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 terreno - fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

### 5.7 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:

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

Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2008 si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di Meyerhof. L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

dove:

- $c$  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:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

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

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

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

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

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

### Fattori di inclinazione

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

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

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

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

### 5.8 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ . Eseguendo il calcolo mediante le NTC 2008 si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$ .

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:

$$\eta = \frac{\sum_i \left( \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \text{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da:

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

In questa espressione  $n$  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  $\phi_i$  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 finché il valore calcolato coincide con il valore assunto.

## 5.9 Verifiche degli elementi in cemento armato

### 5.9.1 Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### 5.9.1.1 Verifica a presso/tenso-flessione

Come previsto al § 4.1.2.1.2.4 delle NTC con riferimento alla generica sezione, la verifica di resistenza allo SLU si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

$M_{Rd}$  valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;  
 $N_{Ed}$  valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale);  
 $M_{Ed}$  valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

#### 5.9.1.2 Verifica per sollecitazione tagliante

Per la verifica a sollecitazione tagliante si esegue dapprima la verifica degli *elementi senza armature resistenti a taglio*, secondo quanto previsto § 4.1.2.1.3.1. delle NTC. Indicato con  $V_{Ed}$  il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente allo SLU, si verifica che risulti:

$$V_{Ed} < V_{Rd} = \max \left\{ \left( 0.18 \cdot k \cdot \frac{\sqrt[3]{100 \cdot \rho_\ell \cdot f_{ck}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot \sqrt{k^3} \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$\rho_\ell = \frac{A_{s\ell}}{b_w \cdot d} \leq 0.02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} \leq 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{tensione media di compressione nella sezione;}$$

$d$  altezza utile della sezione [mm];

$b_w$  larghezza minima della sezione [mm].

Qualora la verifica non andasse a buon fine è necessario ricorrere ad *elementi provvisti di armature resistenti a taglio* secondo quanto previsto al § 4.1.2.1.3.2 delle NTC. Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a taglio è data dalle relazioni seguenti:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) \quad \text{resistenza di calcolo a taglio}$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \vartheta) \cdot \sin \alpha \quad \text{resistenza a taglio - trazione}$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \vartheta}{1 + \text{ctg}^2 \vartheta} \quad \text{resistenza a taglio - compressione}$$

$\vartheta$  inclinazione puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento ( $1.0 \leq \text{ctg} \vartheta \leq 2.5$ )

$\alpha$  inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento

$A_{sw}$  area dell'armatura trasversale

$s$  interasse tra due armature trasversali consecutive

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$  resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

$\alpha_c$                    coefficiente maggiorativi pari a:

1	per membrane non compresse
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \times f_{cd}$
1.25	per $0.25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \times f_{cd}$
$2.5 \times (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0.5 \times f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi agenti sulla struttura oggetto della presente relazione.

### 6.1 Peso proprio e carichi permanenti

Per gli elementi in c.a. si considera un peso specifico  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ . Nei modelli numerici i pesi sono calcolati automaticamente dal software di calcolo.

### 6.2 Carichi accidentali a tergo dei muri

Si considera un sovraccarico accidentale a tergo delle opere pari a  $20.00 \text{ kN/m}^2$ .

### 6.3 Azione di svio veicolare

Con riferimento al §3.6.3.3 delle NTC2008, si considerano le azioni di urto da svio veicolare sulle barriere di sicurezza e sui profili redirettivi.

Per l'urto sulle barriere di sicurezza si considera una forza orizzontale di  $100 \text{ kN}$  posta a  $1.00 \text{ m}$  al di sopra del piano di scorrimento stradale e ripartita su n°3 montanti posti ad interasse  $1.50 \text{ m}$ :

$$F_x = 100/4.50 = 22.22 \text{ kN/m}$$

Per l'urto sui profili redirettivi si considerano le azioni statiche equivalenti adottate per lo svio veicolare al di sotto dei ponti, ovvero le seguenti azioni:

$$F_{d,x} = 1000 \text{ kN} \quad \text{azione parallela}$$

$$F_{d,y} = 0.50 \cdot F_{d,x} = 0.50 \cdot 1000 = 500 \text{ kN} \quad \text{azione trasversale}$$

Tipo di strada	Tipo di veicolo	Forza $F_{d,x}$ [kN]
Autostrade, strade extraurbane	-	1000
Strade locali	-	750
Strade urbane	-	500
Aree di parcheggio e autorimesse	Automobili	50
	Veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 t	150

Forze statiche equivalenti agli urti di veicoli al di sotto dei ponti secondo NTC2008

Ai fini delle verifiche statiche locali sulle elevazioni e globali, si considera la sola  $F_{d,y}$  posta a  $0.50 \text{ m}$  dal piano di scorrimento stradale e con lunghezza di ripartizione minima  $1.50 \text{ m}$ . Restando a favore di sicurezza, considerando spessore minimo della parete pari a  $0.40 \text{ m}$ , per le verifiche locali si ha la seguente azione concentrata:

$$F_x = 500 / (1.50 + 0.40/2 \cdot 2) = 263.16 \text{ kN/m}$$

Per le verifiche globali si considera una lunghezza di ripartizione pari a  $20.00 \text{ m}$  (sviluppo del minimo concio di muro previsto):

$$F_x = 500/20 = 25.00 \text{ kN/m}$$

## 6.4 Azione sismica (E)

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica del sito è definita in termini di:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;  
 $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  
 $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

L’accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  è riferita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  per ogni stato limite considerato.

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell’ALLEGATO B delle NTC.

### 6.4.1 Stati limite di progetto sismici

Nel caso in esame l’opera viene realizzata nel Comune di Segrate (MI), di coordinate geografiche:

Latitudine N: 45.4951°  
 Longitudine E: 9.3011°

Dato il periodo di riferimento della struttura  $V_R = 100$  anni, si possono individuare i seguenti stati limite:

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	60	0,029	2,547	0,206
SLD	101	0,035	2,571	0,225
SLV	949	0,070	2,646	0,295
SLC	1950	0,085	2,692	0,307

Parametri sismici per i vari stati limite di progetto

Con riferimento alle caratteristiche dell’opera, si è analizzato il seguente stato limite di progetto:

- Stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la struttura subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali, mentre conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

Probabilità di superamento  $P_{VR} = 10\%$

Tempo di ritorno  $T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -100 / \ln(1-0.10) = 949$  anni

### 6.4.2 Spettri di risposta

Per il sito in esame, in base alle caratteristiche geotecniche di riferimento e dalla morfologia del terreno descritti nei capitoli precedenti, il sottosuolo può essere classificato come:

Categoria sottosuolo “C”  
 (§ 3.2.2, Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s ovvero  $15 <$

Categoria topografica  $N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).  
"T1"  
(§ 3.2.2, Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ).

Lo spettro di risposta elastico orizzontale  $S_e(T)$  del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

$T$  periodo di vibrazione orizzontale [s];  
 $S_e(T)$  accelerazione spettrale orizzontale [ $m/s^2$ ];  
 $S = S_S \cdot S_T$  coefficiente della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche ;  
 $S_S$  coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente);  
 $S_T$  coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente);  
 $\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$  fattore che altera lo spettro elastico per smorzamento viscosi diversi dal 5%;  
 $\xi$  coefficiente di smorzamento viscoso [%];  
 $F_o$  fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima;  
 $T_C = C_c \cdot T_c^*$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;  
 $C_c$  coefficiente definito nella tabella seguente;  
 $T_B = T_C/3$  periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;  
 $T_D = 4 \cdot a_g/g + 1,6$  periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_c$
A	1.00	1.00
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.0 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_o \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Coefficienti di amplificazione topografica

Lo spettro di risposta elastico verticale  $S_{ve}(T)$  del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

$T$  periodo di vibrazione verticale [s]  
 $S_{ve}(T)$  accelerazione spettrale verticale [m/s<sup>2</sup>]  
 $F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot (a_g/g)^{0,5}$  fattore che quantifica l'accelerazione spettrale massima

I parametri  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$  per la definizione dello spettro verticale sono indipendenti dalla categoria di suolo e assumono i valori riportati nella tabella seguente.

Categoria sottosuolo	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovreresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso, lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. Si assume comunque  $S_d(T) \geq 0,2a_g$ .

Il valore del fattore di struttura  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

$q_0$  valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione

$K_R$  fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione

Restando a favore di sicurezza, si trascura la capacità dissipativa delle strutture assumendo  $q = 1.00$  sia per la componente orizzontale che verticale dello spettro di progetto.

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,070 g
$F_o$	2,646
$T_C$	0,295 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,571
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,155 s
$T_C$	0,464 s
$T_D$	1,879 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C/3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_o(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,105
$T_B \leftarrow$	0,155	0,277
$T_C \leftarrow$	0,464	0,277
	0,531	0,242
	0,598	0,215
	0,666	0,193
	0,733	0,175
	0,801	0,160
	0,868	0,148
	0,935	0,137
	1,003	0,128
	1,070	0,120
	1,138	0,113
	1,205	0,107
	1,273	0,101
	1,340	0,096
	1,407	0,091
	1,475	0,087
	1,542	0,083
	1,610	0,080
	1,677	0,077
	1,744	0,074
	1,812	0,071
$T_D \leftarrow$	1,879	0,068
	1,980	0,062
	2,081	0,056
	2,182	0,051
	2,283	0,046
	2,384	0,042
	2,485	0,039
	2,586	0,036
	2,687	0,033
	2,788	0,031
	2,889	0,029
	2,990	0,027
	3,091	0,025
	3,192	0,024
	3,293	0,022
	3,394	0,021
	3,495	0,020
	3,596	0,019
	3,697	0,018
	3,798	0,017
	3,899	0,016
	4,000	0,015

Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0,025 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,000
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,944
$S$	1,000
$\eta$	1,000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,025
$T_B$	0,050	0,066
$T_C$	0,150	0,066
	0,235	0,042
	0,320	0,031
	0,405	0,024
	0,490	0,020
	0,575	0,017
	0,660	0,015
	0,745	0,013
	0,830	0,012
	0,915	0,011
$T_D$	1,000	0,010
	1,094	0,008
	1,188	0,007
	1,281	0,006
	1,375	0,005
	1,469	0,005
	1,563	0,004
	1,656	0,004
	1,750	0,003
	1,844	0,003
	1,938	0,003
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

Parametri dello spettro di risposta verticale allo SLV

### 6.4.3 Masse efficaci e variabilità del moto sismico

La determinazione dell'azione sismica viene calcolata considerando il totale delle masse  $G$  associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G = G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

- $G_1$  masse dei pesi propri strutturali;  
 $G_2$  masse dei carichi permanenti non strutturali (permanenti, terreno);  
 $Q_{kj}$  masse dei carichi accidentali.

Con riferimento a § 3.2.4 delle NTC, si ritiene trascurabile in fase sismica il contributo delle azioni accidentali, pertanto vengono considerati i contributi dei soli carichi permanenti e le sovraspinte del terreno.

Si è tenuto conto della variabilità del moto sismico orizzontale considerando le due direzioni principali di oscillazione, in accordo con il §7.3.5 delle NTC, secondo le seguenti relazioni:

$$E_1 = E_x + 0.30 \cdot E_y$$

$$E_2 = 0.30 \cdot E_x + E_y$$

### 6.5 Combinazioni di carico

Come riportato al § 2.5.3 delle NTC, si sono considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Comb. fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Comb. caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Comb. quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU

- $G_1$  masse dei pesi propri strutturali  
 $G_2$  masse dei carichi permanenti non strutturali  
 $P$  precompressione e pretensione  
 $Q_{kj}$  masse dei carichi accidentali  
 $E$  azione sismica  
 $A_d$  azione eccezionale

## 7 VERIFICA SEZIONE 1

### 7.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

#### Descrizione dei gradoni

##### Simbologia adottata

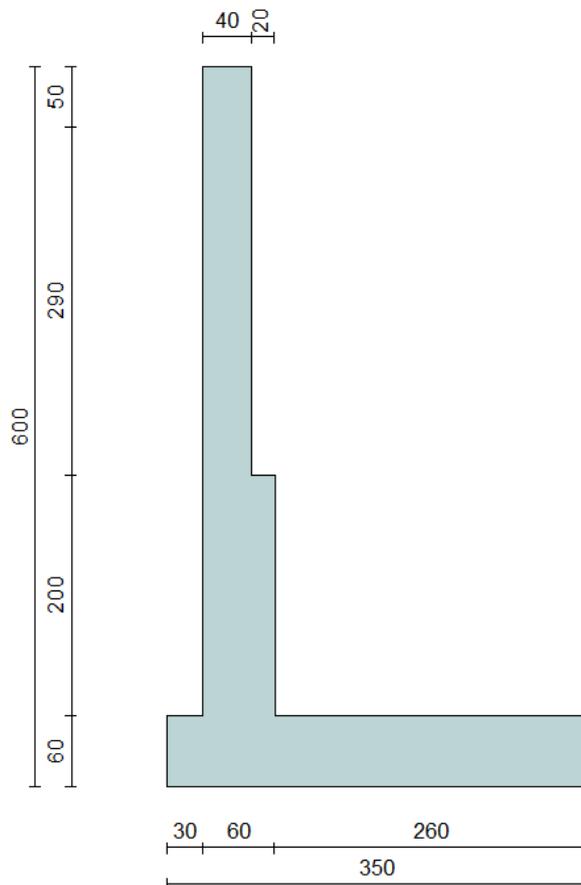
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.40	0.40	0.50	0.00	0.00
2	0.40	0.40	2.90	0.00	0.00
3	0.60	0.60	2.00	0.00	0.00

Altezza del paramento 5.40 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.60 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]



Geometria opera

## 7.2 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	10.00	0.00	0.00

A valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.40 [m]

**Falda**

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.00 [m]

## 7.3 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 [N/mm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Strato 1	18.00	18.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000

## 7.4 Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	6.00	0.00	0.00	0.00	Rilevato
2	3.00	0.00	7.01	0.00	Strato 1

## 7.5 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 (ACC 1)

D	Profilo	$X_i=0.40$	$X_f=5.10$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (ACC 2)

D	Profilo	$X_i=2.80$	$X_f=6.80$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 3 (URTO)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=22.2000$	$F_y=0.0000$	$M=22.2000$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

## 7.6 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 2	SFAV	1.50	1.00	1.50

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
ACC 2	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
ACC 2	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
ACC 2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 14 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 16 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - 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° 18 - 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° 19 - 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° 20 - 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° 21 - 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° 22 - 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° 23 - 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° 24 - 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° 25 - 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° 26 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 27 - 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
ACC 2	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 28 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 - 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
ACC 2	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 7.7 Impostazioni di analisi

### **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	Aggressive
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 $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU):	1.00
Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE):	1.00

### **Impostazioni avanzate**

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni.  
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni.  
Terreno a monte a elevata permeabilità.  
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00.

## 7.8 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]	--	2.51	--	4.98	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.98	--	2.17	--
3	EQU - [1]	--	--	3.56	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.66
5	A1-M1 - [2]	--	2.35	--	3.83	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.81	--	1.63	--
7	EQU - [2]	--	--	2.76	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.54
9	A1-M1 - [3]	--	1.88	--	3.49	--
<b>10</b>	<b>A2-M2 - [3]</b>	--	<b>1.43</b>	--	<b>1.43</b>	--
11	EQU - [3]	--	--	2.28	--	--
<b>12</b>	<b>STAB - [3]</b>	--	--	--	--	<b>1.49</b>
13	A1-M1 - [4]	--	1.94	--	2.60	--
<b>14</b>	<b>A2-M2 - [4]</b>	--	<b>1.57</b>	--	<b>1.22</b>	--
<b>15</b>	<b>EQU - [4]</b>	--	--	<b>1.91</b>	--	--
16	STAB - [4]	--	--	--	--	1.56
17	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	2.81	--	5.32	--
18	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	2.80	--	5.42	--
19	A2-M2 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	1.79	--	1.91	--
20	A2-M2 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	1.78	--	1.95	--
21	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.62	--	--
22	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.57	--	--
23	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.60
24	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.60
25	SLEQ - [1]	--	3.19	--	5.98	--
26	SLEF - [1]	--	2.98	--	5.14	--
27	SLEF - [1]	--	2.60	--	4.98	--
28	SLER - [1]	--	2.92	--	4.89	--
29	SLER - [1]	--	2.45	--	4.69	--

## 7.9 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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.69 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.95$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.34 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.94$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.47$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0.0
Lunghezza del muro	10.00 [m]

Peso muro	114.2493 [kN]
Baricentro del muro	X=0.39 Y=-4.20

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.80	Y = -6.00
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.80	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	6.00 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

### 7.10 Combinazione n° 10

Valore della spinta statica	157.9077	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	149.2697	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	51.5109	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -3.70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.31	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.80	[m]	Y = -6.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	294.4000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.44	[m]	Y = -2.65	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	149.2697	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	462.3202	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	462.3202	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	149.2697	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Risultante in fondazione	485.8204	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.89	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	219.3415	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	661.1572	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.23952	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.02466	[N/mm <sup>2</sup> ]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 20.02$	$N'_q = 11.39$	$N'_\gamma = 2.19$
----------------	----------------	--------------------

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.43
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.43

## 7.11 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 [N/mm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.04 Y[m]= 1.53

Raggio del cerchio R[m]= 8.95

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8.18

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6.79

Larghezza della striscia dx[m]= 0.60

Coefficiente di sicurezza C= 1.49

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

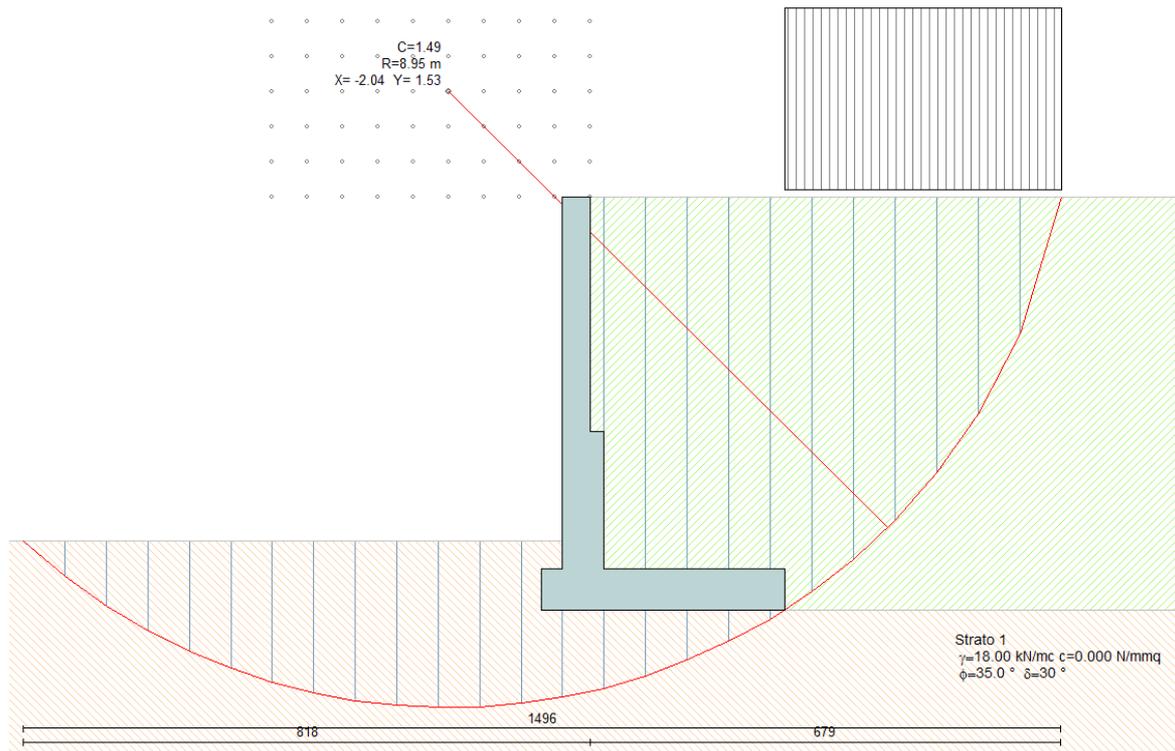
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	27.5045	73.30	26.3451	0.0204	29.26	0.000	0.000
2	46.3686	62.63	41.1797	0.0128	29.26	0.000	0.000
3	58.4268	55.11	47.9265	0.0103	29.26	0.000	0.000
4	67.6632	48.85	50.9497	0.0089	29.26	0.000	0.000
5	75.1384	43.30	51.5359	0.0081	29.26	0.000	0.000
6	81.3367	38.23	50.3355	0.0075	29.26	0.000	0.000
7	81.7732	33.50	45.1285	0.0070	29.26	0.000	0.000
8	76.6300	29.01	37.1597	0.0067	29.26	0.000	0.003
9	79.9325	24.71	33.4109	0.0065	29.26	0.000	0.006
10	82.6484	20.55	29.0152	0.0063	29.26	0.000	0.008
11	84.8306	16.51	24.1050	0.0061	29.26	0.000	0.010
12	98.8237	12.55	21.4691	0.0060	29.26	0.000	0.012
13	27.7155	8.65	4.1668	0.0059	29.26	0.000	0.013
14	26.8920	4.79	2.2439	0.0059	29.26	0.000	0.014
15	27.2153	0.95	0.4502	0.0059	29.26	0.000	0.014
16	27.1061	-2.89	-1.3650	0.0059	29.26	0.000	0.014
17	26.5629	-6.73	-3.1147	0.0059	29.26	0.000	0.013
18	25.5782	-10.61	-4.7105	0.0060	29.26	0.000	0.012
19	24.1379	-14.54	-6.0602	0.0061	29.26	0.000	0.011
20	22.2205	-18.54	-7.0656	0.0062	29.26	0.000	0.009
21	19.7948	-22.64	-7.6189	0.0064	29.26	0.000	0.007
22	16.8176	-26.86	-7.5985	0.0066	29.26	0.000	0.004
23	13.2216	-31.25	-6.8589	0.0069	29.26	0.000	0.001
24	8.6061	-35.85	-5.0408	0.0072	29.26	0.000	0.000
25	2.9311	-40.75	-1.9132	0.0077	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1129.8764$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 414.0751$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 632.9184$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 4.67$



Cerchio critico CS = 1.49

## 7.12 Combinazione n° 14

Valore della spinta statica	132.4521	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	125.2067	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	43.2071	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -3.62	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.00	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.80	[m]	Y = -6.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	342.4480	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.44	[m]	Y = -2.65	[m]

### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	22.20	[kN]
-------------------	-------	------

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	147.4067	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	502.0644	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	502.0644	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	147.4067	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.65	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.31	[m]
Risultante in fondazione	523.2565	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	16.36	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	324.8700	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	613.1454	[kN]

### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.31	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.30347	[N/mmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00000	[N/mmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.67$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.19$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.10$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.05$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

	$N'_c = 20.88$	$N'_q = 11.88$	$N'_\gamma = 2.82$
--	----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.57
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.22

**7.13 Combinazione n° 15**

Valore della spinta statica	146.9951	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	138.9541	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	47.9512	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.80	[m]	Y = -3.60	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	60.19	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.80	[m]	Y = -6.00	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	320.4000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.44	[m]	Y = -2.65	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	24.42	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	163.3741	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	473.1195	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	503.8822	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	964.2607	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	473.1195	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	163.3741	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.78	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.92	[m]
Risultante in fondazione	500.5329	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.05	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	367.5808	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.91
--	------

### 7.14 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.25	2.5142	2.5815	-0.0008	36.0743	0.1810	29.0878
2	0.76	8.0701	8.9233	0.2875	51.3202	1.6843	31.7682
3	1.55	17.6585	21.0420	3.0088	78.9560	6.3509	40.7987
4	2.35	28.4972	34.9046	10.1462	114.9889	13.7469	53.7777
5	3.14	40.5860	50.3815	24.0011	162.4416	23.9506	70.4744
6	3.69	64.7193	82.0483	37.9892	205.7046	32.7165	85.8502
7	4.54	84.3761	106.0191	70.7400	286.4678	49.1379	110.8657
8	5.40	105.5013	131.8403	118.5528	389.9560	68.8569	140.1700

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.25	2.5122	2.5312	-0.0005	-0.0004	0.1403	0.1844
2	0.76	8.0519	8.5117	0.2211	0.3432	1.3053	2.3714
3	1.55	17.5831	19.4154	2.3407	4.2537	5.4200	9.6678
4	2.35	28.3254	31.6425	8.5826	14.9129	12.3424	20.0323
5	3.14	40.2788	45.1066	21.1676	34.6606	22.0724	33.2646
6	3.69	64.2951	70.7800	34.1102	57.6111	30.4828	45.5166
7	4.54	83.7316	91.8740	64.7430	102.2745	46.3114	65.1876
8	5.40	104.5905	114.3912	109.9247	164.7859	65.4375	88.1580

### 7.15 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	0.2714	0.5282	9.0313	17.5477
3	0.12	1.0818	2.0987	17.9665	34.7426
4	0.18	2.4255	4.6902	26.8057	51.5845
5	0.24	4.2966	8.2818	35.5489	68.0736
6	0.30	6.6894	12.8520	44.1961	84.2099

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	0.2474	0.3119	8.2360	10.3781
3	0.12	0.9870	1.2432	16.4053	20.6482
4	0.18	2.2147	2.7875	24.5079	30.8104
5	0.24	3.9266	4.9383	32.5438	40.8646
6	0.30	6.1186	7.6891	40.5131	50.8110

### 7.16 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.52	-23.7381	-5.0026	-88.8462	-18.0047
3	1.04	-88.0337	-17.4393	-154.0275	-28.5923
4	1.56	-179.3326	-33.4530	-192.7045	-31.7630
5	2.08	-283.8524	-49.1871	-204.8773	-27.5166
6	2.60	-387.3488	-60.7847	-185.9257	-15.8531

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.52	-6.4812	-3.3240	-23.3307	-11.9498
3	1.04	-22.6031	-11.5599	-37.7288	-18.8921
4	1.56	-44.1427	-22.1038	-44.4327	-20.8268
5	2.08	-67.2342	-32.3518	-43.0296	-17.7539
6	2.60	-87.0883	-39.6999	-29.5196	-9.6734

### 7.17 Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rs</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.25	100, 40	19.01	10.05	17.70	1.20	6.94	179.58	--	--
2	0.76	100, 40	19.01	10.05	43.30	-181.54	4.95	180.33	--	--
3	1.55	100, 40	19.01	10.05	66.54	-257.58	3.26	181.65	--	--
4	2.35	100, 40	19.01	10.05	76.01	-258.97	2.25	183.12	--	--
5	3.14	100, 40	19.01	10.05	77.73	-259.23	1.60	184.75	--	--
6	3.69	100, 60	26.55	10.05	231.22	-595.96	2.90	255.30	--	--
7	4.54	100, 60	26.55	10.05	213.07	-592.00	2.07	258.05	--	--
8	5.40	100, 60	26.55	10.05	189.29	-586.82	1.51	260.99	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.25	100, 40	19.01	10.05	0.006	0.001	-0.081	-0.090
2	0.76	100, 40	19.01	10.05	0.031	0.008	-0.178	-0.435
3	1.55	100, 40	19.01	10.05	0.225	0.032	2.809	-2.684
4	2.35	100, 40	19.01	10.05	0.765	0.065	16.963	-8.311

5	3.14	100, 40	19.01	10.05	1.742	0.109	45.795	-18.138
6	3.69	100, 60	26.55	10.05	1.297	0.096	31.539	-15.817
7	4.54	100, 60	26.55	10.05	2.268	0.137	61.175	-27.217
8	5.40	100, 60	26.55	10.05	3.614	0.185	103.864	-42.914

### 7.18 Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	26.55	19.01	0.00	0.00	1000.00	246.21	--	--
2	0.06	100, 60	26.55	19.01	0.00	394.60	747.06	220.26	--	--
3	0.12	100, 60	26.55	19.01	0.00	394.60	188.02	220.26	--	--
4	0.18	100, 60	26.55	19.01	0.00	394.60	84.13	220.26	--	--
5	0.24	100, 60	26.55	19.01	0.00	394.60	47.65	220.26	--	--
6	0.30	100, 60	26.55	19.01	0.00	394.60	30.70	220.26	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	26.55	19.01	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.06	100, 60	26.55	19.01	0.006	0.022	0.317	-0.067
9	0.12	100, 60	26.55	19.01	0.026	0.043	1.264	-0.269
10	0.18	100, 60	26.55	19.01	0.058	0.065	2.835	-0.602
11	0.24	100, 60	26.55	19.01	0.102	0.086	5.022	-1.067
12	0.30	100, 60	26.55	19.01	0.159	0.107	7.819	-1.662

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	26.55	19.01	0.00	0.00	1000.00	246.21	--	--
2	0.52	100, 60	26.55	19.01	0.00	-547.21	23.05	220.26	--	--
3	1.04	100, 60	26.55	19.01	0.00	-547.21	6.22	220.26	--	--
4	1.56	100, 60	26.55	19.01	0.00	-547.21	3.05	220.26	--	--
5	2.08	100, 60	26.55	19.01	0.00	-547.21	1.93	220.26	--	--
6	2.60	100, 60	26.55	19.01	0.00	-547.21	1.41	220.26	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	26.55	19.01	0.000	0.000	0.000	0.000

8	0.52	100,60	26.55	19.01	0.126	-0.049	-1.417	4.789
9	1.04	100,60	26.55	19.01	0.440	-0.079	-4.941	16.701
10	1.56	100,60	26.55	19.01	0.860	-0.093	-9.649	32.616
11	2.08	100,60	26.55	19.01	1.310	-0.090	-14.696	49.677
12	2.60	100,60	26.55	19.01	1.697	-0.062	-19.036	64.347

### 7.19 Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$S_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	19.01	10.05	-44.46	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.25	19.01	10.05	42.06	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.50	19.01	10.05	-44.46	-0.05	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	19.01	10.05	-44.46	-0.05	0.0000	0.00	0.000
5	0.76	19.01	10.05	-44.46	-0.22	0.0000	0.00	0.000
6	1.03	19.01	10.05	-44.46	-0.61	0.0000	0.00	0.000
7	1.29	19.01	10.05	-44.46	-1.29	0.0000	0.00	0.000
8	1.55	19.01	10.05	-44.46	-2.34	0.0000	0.00	0.000
9	1.82	19.01	10.05	-44.46	-3.85	0.0000	0.00	0.000
10	2.08	19.01	10.05	-44.46	-5.91	0.0000	0.00	0.000
11	2.35	19.01	10.05	-44.46	-8.58	0.0000	0.00	0.000
12	2.61	19.01	10.05	-44.46	-11.96	0.0000	0.00	0.000
13	2.87	19.01	10.05	-44.46	-16.13	0.0000	0.00	0.000
14	3.14	19.01	10.05	-44.46	-21.17	0.0000	0.00	0.000
15	3.40	19.01	10.05	-44.46	-27.16	0.0000	0.00	0.000
16	3.40	26.55	10.05	-100.56	-26.65	0.0000	0.00	0.000
17	3.69	26.55	10.05	-100.56	-34.12	0.0000	0.00	0.000
18	3.97	26.55	10.05	-100.56	-42.88	0.0000	0.00	0.000
19	4.26	26.55	10.05	-100.56	-53.06	0.0000	0.00	0.000
20	4.54	26.55	10.05	-100.56	-64.74	0.0000	0.00	0.000
21	4.83	26.55	10.05	-100.56	-78.05	0.0000	0.00	0.000
22	5.11	26.55	10.05	-100.56	-93.07	0.0000	0.00	0.000
23	5.40	26.55	10.05	-100.56	-109.92	0.0189	142.47	0.046

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-0.70	26.55	19.01	-101.66	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	26.55	19.01	98.33	0.06	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	26.55	19.01	98.33	0.25	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	26.55	19.01	98.33	0.56	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	26.55	19.01	98.33	0.99	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	26.55	19.01	98.33	1.54	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	26.55	19.01	98.33	2.21	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	26.55	19.01	98.33	3.01	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	26.55	19.01	98.33	3.93	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	26.55	19.01	98.33	4.96	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	26.55	19.01	98.33	6.12	0.0000	0.00	0.000
12	0.20	26.55	19.01	-101.66	-39.70	0.0000	0.00	0.000
13	0.46	26.55	19.01	-101.66	-36.55	0.0000	0.00	0.000

14	0.72	26.55	19.01	-101.66	-32.35	0.0000	0.00	0.000
15	0.98	26.55	19.01	-101.66	-27.43	0.0000	0.00	0.000
16	1.24	26.55	19.01	-101.66	-22.10	0.0000	0.00	0.000
17	1.50	26.55	19.01	-101.66	-16.71	0.0000	0.00	0.000
18	1.76	26.55	19.01	-101.66	-11.56	0.0000	0.00	0.000
19	2.02	26.55	19.01	-101.66	-6.99	0.0000	0.00	0.000
20	2.28	26.55	19.01	-101.66	-3.32	0.0000	0.00	0.000
21	2.54	26.55	19.01	-101.66	-0.89	0.0000	0.00	0.000
22	2.80	26.55	19.01	-101.66	0.00	0.0000	0.00	0.000

## Combinazione n° 26

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	19.01	10.05	-44.46	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.25	19.01	10.05	42.06	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.50	19.01	10.05	-44.46	-0.05	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	19.01	10.05	-44.46	-0.05	0.0000	0.00	0.000
5	0.76	19.01	10.05	-44.46	-0.30	0.0000	0.00	0.000
6	1.03	19.01	10.05	-44.46	-0.92	0.0000	0.00	0.000
7	1.29	19.01	10.05	-44.46	-2.04	0.0000	0.00	0.000
8	1.55	19.01	10.05	-44.46	-3.74	0.0000	0.00	0.000
9	1.82	19.01	10.05	-44.46	-6.13	0.0000	0.00	0.000
10	2.08	19.01	10.05	-44.46	-9.28	0.0000	0.00	0.000
11	2.35	19.01	10.05	-44.46	-13.28	0.0000	0.00	0.000
12	2.61	19.01	10.05	-44.46	-18.22	0.0000	0.00	0.000
13	2.87	19.01	10.05	-44.46	-24.17	0.0000	0.00	0.000
14	3.14	19.01	10.05	-44.46	-31.23	0.0000	0.00	0.000
15	3.40	19.01	10.05	-44.46	-39.47	0.0000	0.00	0.000
16	3.40	26.55	10.05	-100.56	-41.29	0.0000	0.00	0.000
17	3.69	26.55	10.05	-100.56	-51.72	0.0000	0.00	0.000
18	3.97	26.55	10.05	-100.56	-63.72	0.0000	0.00	0.000
19	4.26	26.55	10.05	-100.56	-77.40	0.0000	0.00	0.000
20	4.54	26.55	10.05	-100.56	-92.87	0.0000	0.00	0.000
21	4.83	26.55	10.05	-100.56	-110.23	0.0193	142.47	0.047
22	5.11	26.55	10.05	-100.56	-129.59	0.0231	142.47	0.056
23	5.40	26.55	10.05	-100.56	-151.05	0.0320	142.47	0.077

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0.70	26.55	19.01	-101.66	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	26.55	19.01	98.33	0.07	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	26.55	19.01	98.33	0.30	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	26.55	19.01	98.33	0.66	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	26.55	19.01	98.33	1.18	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	26.55	19.01	98.33	1.84	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	26.55	19.01	98.33	2.64	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	26.55	19.01	98.33	3.59	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	26.55	19.01	98.33	4.68	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	26.55	19.01	98.33	5.91	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	26.55	19.01	98.33	7.29	0.0000	0.00	0.000
12	0.20	26.55	19.01	-101.66	-75.07	0.0000	0.00	0.000
13	0.46	26.55	19.01	-101.66	-67.47	0.0000	0.00	0.000
14	0.72	26.55	19.01	-101.66	-58.37	0.0000	0.00	0.000
15	0.98	26.55	19.01	-101.66	-48.57	0.0000	0.00	0.000
16	1.24	26.55	19.01	-101.66	-38.53	0.0000	0.00	0.000
17	1.50	26.55	19.01	-101.66	-28.74	0.0000	0.00	0.000
18	1.76	26.55	19.01	-101.66	-19.66	0.0000	0.00	0.000

19	2.02	26.55	19.01	-101.66	-11.77	0.0000	0.00	0.000
20	2.28	26.55	19.01	-101.66	-5.55	0.0000	0.00	0.000
21	2.54	26.55	19.01	-101.66	-1.47	0.0000	0.00	0.000
22	2.80	26.55	19.01	-101.66	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 27
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	19.01	10.05	-44.46	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.25	19.01	10.05	42.06	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.50	19.01	10.05	-44.46	-0.05	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	19.01	10.05	-44.46	-0.05	0.0000	0.00	0.000
5	0.76	19.01	10.05	-44.46	-0.22	0.0000	0.00	0.000
6	1.03	19.01	10.05	-44.46	-0.61	0.0000	0.00	0.000
7	1.29	19.01	10.05	-44.46	-1.29	0.0000	0.00	0.000
8	1.55	19.01	10.05	-44.46	-2.34	0.0000	0.00	0.000
9	1.82	19.01	10.05	-44.46	-3.85	0.0000	0.00	0.000
10	2.08	19.01	10.05	-44.46	-5.91	0.0000	0.00	0.000
11	2.35	19.01	10.05	-44.46	-8.58	0.0000	0.00	0.000
12	2.61	19.01	10.05	-44.46	-11.96	0.0000	0.00	0.000
13	2.87	19.01	10.05	-44.46	-16.13	0.0000	0.00	0.000
14	3.14	19.01	10.05	-44.46	-21.17	0.0000	0.00	0.000
15	3.40	19.01	10.05	-44.46	-27.16	0.0000	0.00	0.000
16	3.40	26.55	10.05	-100.56	-26.65	0.0000	0.00	0.000
17	3.69	26.55	10.05	-100.56	-34.11	0.0000	0.00	0.000
18	3.97	26.55	10.05	-100.56	-42.88	0.0000	0.00	0.000
19	4.26	26.55	10.05	-100.56	-53.15	0.0000	0.00	0.000
20	4.54	26.55	10.05	-100.56	-65.15	0.0000	0.00	0.000
21	4.83	26.55	10.05	-100.56	-79.00	0.0000	0.00	0.000
22	5.11	26.55	10.05	-100.56	-94.82	0.0000	0.00	0.000
23	5.40	26.55	10.05	-100.56	-112.72	0.0194	142.47	0.047

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0.70	26.55	19.01	-101.66	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	26.55	19.01	98.33	0.07	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	26.55	19.01	98.33	0.29	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	26.55	19.01	98.33	0.65	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	26.55	19.01	98.33	1.16	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	26.55	19.01	98.33	1.81	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	26.55	19.01	98.33	2.60	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	26.55	19.01	98.33	3.54	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	26.55	19.01	98.33	4.61	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	26.55	19.01	98.33	5.82	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	26.55	19.01	98.33	7.17	0.0000	0.00	0.000
12	0.20	26.55	19.01	-101.66	-69.17	0.0000	0.00	0.000
13	0.46	26.55	19.01	-101.66	-63.43	0.0000	0.00	0.000
14	0.72	26.55	19.01	-101.66	-55.97	0.0000	0.00	0.000
15	0.98	26.55	19.01	-101.66	-47.33	0.0000	0.00	0.000
16	1.24	26.55	19.01	-101.66	-38.06	0.0000	0.00	0.000
17	1.50	26.55	19.01	-101.66	-28.72	0.0000	0.00	0.000
18	1.76	26.55	19.01	-101.66	-19.84	0.0000	0.00	0.000
19	2.02	26.55	19.01	-101.66	-11.98	0.0000	0.00	0.000
20	2.28	26.55	19.01	-101.66	-5.69	0.0000	0.00	0.000
21	2.54	26.55	19.01	-101.66	-1.51	0.0000	0.00	0.000
22	2.80	26.55	19.01	-101.66	0.00	0.0000	0.00	0.000

## 8 VERIFICA SEZIONE 2

### 8.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

#### Descrizione dei gradoni

##### Simbologia adottata

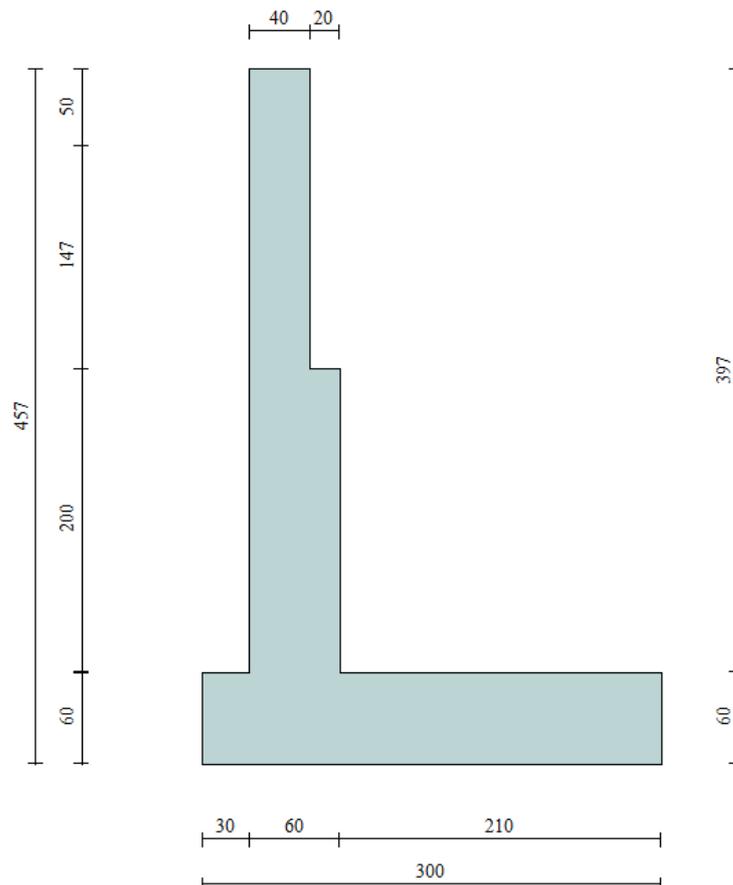
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.40	0.40	0.50	0.00	0.00
2	0.40	0.40	1.47	0.00	0.00
3	0.60	0.60	2.00	0.00	0.00

Altezza del paramento 3.97 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2.10 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]



Geometria opera

## 8.2 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	10.00	0.00	0.00

A valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.40 [m]

**Falda**

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.00 [m]

## 8.3 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 [N/mm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Strato 1	18.00	18.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000

## 8.4 Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.57	0.00	0.00	0.00	Rilevato
2	3.00	0.00	6.50	0.00	Strato 1

## 8.5 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 (ACC 1)

D	Profilo	$X_i=0.40$	$X_f=5.10$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (ACC 2)

D	Profilo	$X_i=2.20$	$X_f=6.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 3 (URTO)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=22.2000$	$F_y=0.0000$	$M=22.2000$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

## 8.6 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 2	SFAV	1.50	1.00	1.50

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
ACC 2	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
ACC 2	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
ACC 2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 14 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 16 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - 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° 18 - 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° 19 - 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° 20 - 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° 21 - 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° 22 - 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° 23 - 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° 24 - 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° 25 - 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° 26 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 27 - 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
ACC 2	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 28 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 - 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
ACC 2	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 8.7 Impostazioni di analisi

### **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	Aggressive
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 $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU):	1.00
Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE):	1.00

### **Impostazioni avanzate**

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni.  
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni.  
Terreno a monte a elevata permeabilità.  
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00.

## 8.8 Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>sco</sub>	CS <sub>rib</sub>	CS <sub>qlim</sub>	CS <sub>stab</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	2.81	--	7.08	--
2	A2-M2 - [1]	--	2.22	--	3.14	--
3	EQU - [1]	--	--	4.46	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.89
5	A1-M1 - [2]	--	2.31	--	4.95	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.72	--	2.10	--
7	EQU - [2]	--	--	3.13	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1.62
9	A1-M1 - [3]	--	1.97	--	4.86	--
10	A2-M2 - [3]	--	1.49	--	2.03	--
11	EQU - [3]	--	--	2.60	--	--
<b>12</b>	<b>STAB - [3]</b>	--	--	--	--	<b>1.60</b>
13	A1-M1 - [4]	--	1.78	--	2.88	--
<b>14</b>	<b>A2-M2 - [4]</b>	--	<b>1.44</b>	--	<b>1.40</b>	--
<b>15</b>	<b>EQU - [4]</b>	--	--	<b>1.84</b>	--	--
16	STAB - [4]	--	--	--	--	1.67
17	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	3.11	--	7.44	--
18	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	3.11	--	7.57	--
19	A2-M2 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	1.98	--	2.81	--
20	A2-M2 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	1.98	--	2.87	--
21	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4.50	--	--
22	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4.40	--	--
23	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.82
24	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.81
25	SLEQ - [1]	--	3.57	--	8.25	--
26	SLEF - [1]	--	3.02	--	6.69	--
27	SLEF - [1]	--	2.77	--	6.78	--
28	SLER - [1]	--	2.89	--	6.29	--
29	SLER - [1]	--	2.58	--	6.36	--

## 8.9 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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.69 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.95$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.34 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.94$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.47$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0.0
Lunghezza del muro	10.00 [m]

Peso muro	92.8705 [kN]
Baricentro del muro	X=0.31 Y=-3.17

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.30	Y = -4.57
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.30	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	4.57 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

## 8.10 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 [N/mm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.19 Y[m]= 1.99

Raggio del cerchio R[m]= 7.43

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.14

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.97

Larghezza della striscia dx[m]= 0.48

Coefficiente di sicurezza C= 1.60

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

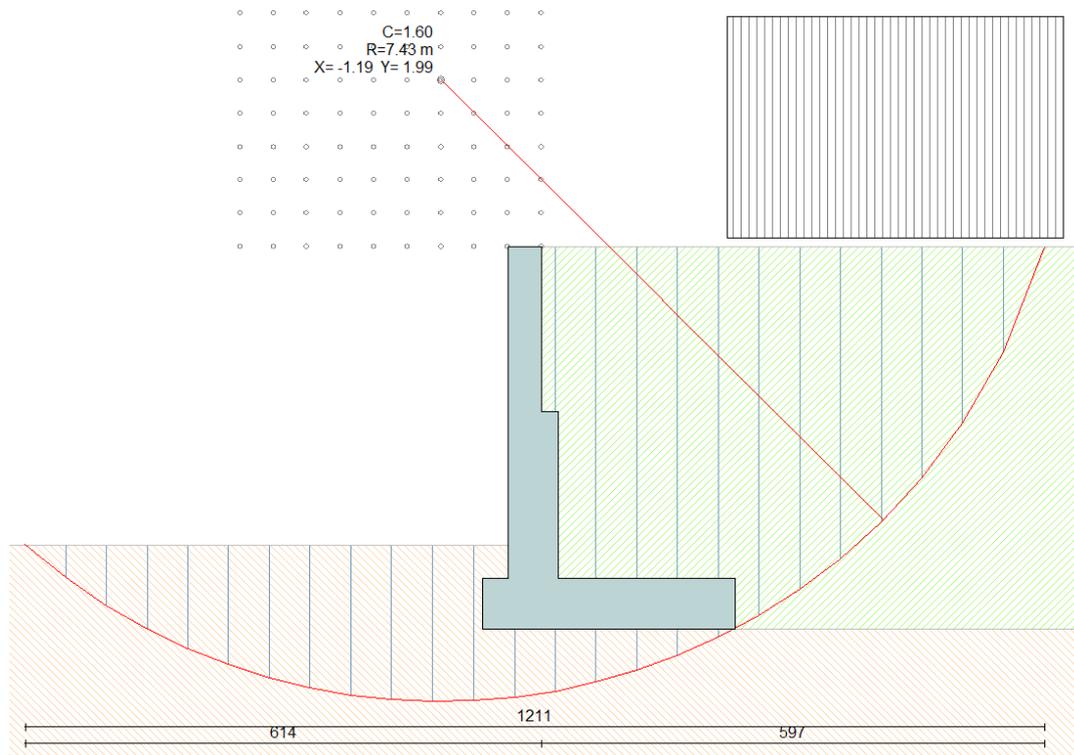
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	18.7099	69.00	17.4674	0.0133	29.26	0.000	0.000
2	28.9355	60.28	25.1295	0.0096	29.26	0.000	0.000
3	36.2046	53.38	29.0582	0.0080	29.26	0.000	0.000
4	41.9221	47.48	30.9006	0.0070	29.26	0.000	0.000
5	46.6099	42.20	31.3085	0.0064	29.26	0.000	0.000
6	50.5276	37.33	30.6399	0.0060	29.26	0.000	0.000
7	53.8275	32.76	29.1272	0.0056	29.26	0.000	0.000
8	54.4888	28.42	25.9294	0.0054	29.26	0.000	0.000
9	47.4713	24.24	19.4931	0.0052	29.26	0.000	0.002
10	49.2220	20.21	17.0013	0.0051	29.26	0.000	0.004
11	50.6325	16.27	14.1862	0.0049	29.26	0.000	0.006
12	52.1045	12.41	11.2006	0.0049	29.26	0.000	0.007
13	60.2502	8.61	9.0225	0.0048	29.26	0.000	0.008
14	25.2068	4.85	2.1310	0.0048	29.26	0.000	0.008
15	17.2510	1.11	0.3335	0.0048	29.26	0.000	0.009
16	17.1949	-2.63	-0.7889	0.0048	29.26	0.000	0.008
17	16.8617	-6.38	-1.8731	0.0048	29.26	0.000	0.008
18	16.2474	-10.15	-2.8644	0.0048	29.26	0.000	0.007
19	15.3434	-13.98	-3.7056	0.0049	29.26	0.000	0.006
20	14.1370	-17.86	-4.3363	0.0050	29.26	0.000	0.005
21	12.6100	-21.84	-4.6903	0.0051	29.26	0.000	0.003
22	10.7369	-25.92	-4.6940	0.0053	29.26	0.000	0.001
23	8.3487	-30.16	-4.1947	0.0055	29.26	0.000	0.000
24	5.3666	-34.59	-3.0466	0.0058	29.26	0.000	0.000
25	1.8294	-39.27	-1.1580	0.0061	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 752.0402$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 261.5772$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 421.2674$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.12$



Cerchio critico CS = 1.60

### 8.11 Combinazione n° 14

Valore della spinta statica	91.2960	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	86.3018	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	29.7816	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.30	[m]	Y = -2.80	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.30	[m]	Y = -4.57	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	212.6580	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.20	[m]	Y = -1.94	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	22.20	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	108.5018	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	337.4700	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	337.4700	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	108.5018	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.58	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.76	[m]
Risultante in fondazione	354.4837	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.82	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	195.5540	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	473.9672	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.76	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.24440	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00000	[N/mm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.64$	$i_q = 0.64$	$i_\gamma = 0.15$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.11$	$d_q = 1.06$	$d_\gamma = 1.06$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

	$N'_c = 20.36$	$N'_q = 11.50$	$N'_\gamma = 2.23$
--	----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.44
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.40

**8.12 Combinazione n° 15**

Valore della spinta statica	101.9235	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	96.3480	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	33.2484	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.30	[m]	Y = -2.79	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.50	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 2.30	[m]	Y = -4.57	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	201.0480	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.20	[m]	Y = -1.94	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	24.42	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	120.7680	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	319.8238	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	307.0463	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	565.8040	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	319.8238	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	120.7680	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.69	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.43	[m]
Risultante in fondazione	341.8657	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	220.9780	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.84
--	------

### 8.13 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.17	1.6622	1.6953	-0.0025	33.6675	0.0804	28.9410
2	0.50	5.1531	5.4211	0.0586	43.3501	0.7235	29.8719
3	1.13	12.3574	14.2886	1.0814	63.2445	3.4181	35.4049
4	1.76	20.3551	24.4784	4.1898	87.3381	7.8124	43.7969
5	2.17	34.8460	43.7938	7.7002	107.3381	11.6461	52.1636
6	2.77	46.6340	58.0846	15.8231	140.5344	18.6473	63.9087
7	3.37	59.1415	73.2847	28.4223	181.1373	27.2643	77.7596
8	3.97	72.3685	89.3926	46.4674	230.4096	37.4972	93.7138

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.17	1.6614	1.6614	-0.0019	-0.0019	0.0623	0.0623
2	0.50	5.1453	5.2570	0.0451	0.0470	0.5607	0.8198
3	1.13	12.3175	13.3771	0.8318	1.4413	2.8650	5.3215
4	1.76	20.2584	22.4666	3.4778	6.2358	6.9510	12.0703
5	2.17	34.6989	38.2735	6.6313	13.4010	10.5654	18.8522
6	2.77	46.3944	51.1256	14.0172	26.2234	17.2173	28.1854
7	3.37	58.7868	64.6767	25.6845	44.9223	25.4849	39.1393
8	3.97	71.8763	78.9259	42.5807	70.4697	35.3684	51.7114

### 8.14 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1728	0.4268	5.7527	14.1682
3	0.12	0.6893	1.6931	11.4532	27.9803
4	0.18	1.5462	3.7773	17.1015	41.4362
5	0.24	2.7404	6.6583	22.6977	54.5359
6	0.30	4.2689	10.3145	28.2416	67.2794

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1585	0.2085	5.2778	6.9381
3	0.12	0.6327	0.8313	10.5232	13.8142
4	0.18	1.4206	1.8649	15.7361	20.6283
5	0.24	2.5204	3.3055	20.9165	27.3805
6	0.30	3.9300	5.1493	26.0645	34.0706

### 8.15 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.42	-12.4304	-1.5557	-58.9163	-6.9468
3	0.84	-47.6946	-5.4477	-106.0995	-11.1248
4	1.26	-99.1106	-10.5129	-135.8297	-12.5339
5	1.68	-159.3481	-15.5885	-148.1070	-11.1741
6	2.10	-220.6151	-19.5116	-138.3114	-7.0455

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.42	-3.0296	-0.8606	-12.2091	-3.8330
3	0.84	-9.5731	-2.9970	-18.2571	-6.0753
4	1.26	-17.7830	-5.7411	-21.2416	-6.7267
5	1.68	-25.9116	-8.4247	-22.2471	-5.7873
6	2.10	-34.1150	-10.3798	-16.2151	-3.2572

### 8.16 Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rs</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.17	100, 40	10.05	5.65	6.72	-1.31	4.02	146.72	--	--
2	0.50	100, 40	10.05	5.65	16.88	-56.50	3.16	147.19	--	--
3	1.13	100, 40	10.05	5.65	30.60	-139.19	2.20	148.18	--	--
4	1.76	100, 40	10.05	5.65	38.09	-140.36	1.61	149.26	--	--
5	2.17	100, 60	15.71	5.65	143.25	-361.29	3.37	211.60	--	--
6	2.77	100, 60	15.71	5.65	145.32	-361.78	2.57	213.25	--	--
7	3.37	100, 60	15.71	5.65	142.00	-361.00	1.99	214.99	--	--
8	3.97	100, 60	15.71	5.65	135.68	-359.51	1.56	216.84	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.17	100, 40	10.05	5.65	0.004	0.000	-0.058	-0.060
2	0.50	100, 40	10.05	5.65	0.014	0.003	-0.162	-0.211
3	1.13	100, 40	10.05	5.65	0.087	0.017	0.257	-1.125
4	1.76	100, 40	10.05	5.65	0.401	0.039	8.952	-4.352

5	2.17	100, 60	15.71	5.65	0.367	0.040	6.715	-4.626
6	2.77	100, 60	15.71	5.65	0.726	0.059	18.513	-8.785
7	3.37	100, 60	15.71	5.65	1.241	0.082	37.506	-14.613
8	3.97	100, 60	15.71	5.65	1.938	0.109	64.816	-22.370

### 8.17 Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	10.05	0.00	0.00	1000.00	206.70	--	--
2	0.06	100, 60	15.71	10.05	0.00	211.35	495.17	199.57	--	--
3	0.12	100, 60	15.71	10.05	0.00	211.35	124.83	199.57	--	--
4	0.18	100, 60	15.71	10.05	0.00	211.35	55.95	199.57	--	--
5	0.24	100, 60	15.71	10.05	0.00	211.35	31.74	199.57	--	--
6	0.30	100, 60	15.71	10.05	0.00	211.35	20.49	199.57	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	15.71	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.06	100, 60	15.71	10.05	0.006	0.015	0.396	-0.055
9	0.12	100, 60	15.71	10.05	0.024	0.029	1.577	-0.220
10	0.18	100, 60	15.71	10.05	0.054	0.043	3.539	-0.494
11	0.24	100, 60	15.71	10.05	0.095	0.058	6.272	-0.876
12	0.30	100, 60	15.71	10.05	0.148	0.072	9.771	-1.365

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	10.05	0.00	0.00	1000.00	206.70	--	--
2	0.42	100, 60	15.71	10.05	0.00	-327.55	26.35	199.57	--	--
3	0.84	100, 60	15.71	10.05	0.00	-327.55	6.87	199.57	--	--
4	1.26	100, 60	15.71	10.05	0.00	-327.55	3.30	199.57	--	--
5	1.68	100, 60	15.71	10.05	0.00	-327.55	2.06	199.57	--	--
6	2.10	100, 60	15.71	10.05	0.00	-327.55	1.48	199.57	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	15.71	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000

8	0.42	100,60	15.71	10.05	0.077	-0.026	-0.802	3.734
9	0.84	100,60	15.71	10.05	0.242	-0.038	-2.533	11.798
10	1.26	100,60	15.71	10.05	0.450	-0.045	-4.705	21.916
11	1.68	100,60	15.71	10.05	0.656	-0.047	-6.856	31.933
12	2.10	100,60	15.71	10.05	0.864	-0.034	-9.027	42.043

### 8.18 Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$S_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	10.05	5.65	-41.27	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.17	10.05	5.65	40.09	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.33	10.05	5.65	-41.27	-0.01	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	10.05	5.65	-41.27	-0.05	0.0000	0.00	0.000
5	0.50	10.05	5.65	-41.27	-0.05	0.0000	0.00	0.000
6	0.71	10.05	5.65	-41.27	-0.17	0.0000	0.00	0.000
7	0.92	10.05	5.65	-41.27	-0.42	0.0000	0.00	0.000
8	1.13	10.05	5.65	-41.27	-0.83	0.0000	0.00	0.000
9	1.34	10.05	5.65	-41.27	-1.45	0.0000	0.00	0.000
10	1.55	10.05	5.65	-41.27	-2.32	0.0000	0.00	0.000
11	1.76	10.05	5.65	-41.27	-3.48	0.0000	0.00	0.000
12	1.97	10.05	5.65	-41.27	-4.97	0.0000	0.00	0.000
13	1.97	15.71	5.65	-94.05	-4.95	0.0000	0.00	0.000
14	2.17	15.71	5.65	-94.05	-6.63	0.0000	0.00	0.000
15	2.37	15.71	5.65	-94.05	-8.68	0.0000	0.00	0.000
16	2.57	15.71	5.65	-94.05	-11.13	0.0000	0.00	0.000
17	2.77	15.71	5.65	-94.05	-14.02	0.0000	0.00	0.000
18	2.97	15.71	5.65	-94.05	-17.39	0.0000	0.00	0.000
19	3.17	15.71	5.65	-94.05	-21.26	0.0000	0.00	0.000
20	3.37	15.71	5.65	-94.05	-25.68	0.0000	0.00	0.000
21	3.57	15.71	5.65	-94.05	-30.69	0.0000	0.00	0.000
22	3.77	15.71	5.65	-94.05	-36.31	0.0000	0.00	0.000
23	3.97	15.71	5.65	-94.05	-42.58	0.0000	0.00	0.000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-0.70	15.71	10.05	-94.58	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	15.71	10.05	92.10	0.04	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	15.71	10.05	92.10	0.16	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	15.71	10.05	92.10	0.36	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	15.71	10.05	92.10	0.63	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	15.71	10.05	92.10	0.99	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	15.71	10.05	92.10	1.42	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	15.71	10.05	92.10	1.93	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	15.71	10.05	92.10	2.52	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	15.71	10.05	92.10	3.19	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	15.71	10.05	92.10	3.93	0.0000	0.00	0.000
12	0.20	15.71	10.05	-94.58	-10.38	0.0000	0.00	0.000
13	0.41	15.71	10.05	-94.58	-9.54	0.0000	0.00	0.000

14	0.62	15.71	10.05	-94.58	-8.42	0.0000	0.00	0.000
15	0.83	15.71	10.05	-94.58	-7.13	0.0000	0.00	0.000
16	1.04	15.71	10.05	-94.58	-5.74	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	15.71	10.05	-94.58	-4.33	0.0000	0.00	0.000
18	1.46	15.71	10.05	-94.58	-3.00	0.0000	0.00	0.000
19	1.67	15.71	10.05	-94.58	-1.81	0.0000	0.00	0.000
20	1.88	15.71	10.05	-94.58	-0.86	0.0000	0.00	0.000
21	2.09	15.71	10.05	-94.58	-0.23	0.0000	0.00	0.000
22	2.30	15.71	10.05	-94.58	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 26
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	5.65	-41.27	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.17	10.05	5.65	40.09	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.33	10.05	5.65	-41.27	-0.01	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	10.05	5.65	-41.27	-0.05	0.0000	0.00	0.000
5	0.50	10.05	5.65	-41.27	-0.05	0.0000	0.00	0.000
6	0.71	10.05	5.65	-41.27	-0.21	0.0000	0.00	0.000
7	0.92	10.05	5.65	-41.27	-0.59	0.0000	0.00	0.000
8	1.13	10.05	5.65	-41.27	-1.27	0.0000	0.00	0.000
9	1.34	10.05	5.65	-41.27	-2.28	0.0000	0.00	0.000
10	1.55	10.05	5.65	-41.27	-3.68	0.0000	0.00	0.000
11	1.76	10.05	5.65	-41.27	-5.51	0.0000	0.00	0.000
12	1.97	10.05	5.65	-41.27	-7.81	0.0000	0.00	0.000
13	1.97	15.71	5.65	-94.05	-8.92	0.0000	0.00	0.000
14	2.17	15.71	5.65	-94.05	-11.70	0.0000	0.00	0.000
15	2.37	15.71	5.65	-94.05	-14.97	0.0000	0.00	0.000
16	2.57	15.71	5.65	-94.05	-18.78	0.0000	0.00	0.000
17	2.77	15.71	5.65	-94.05	-23.16	0.0000	0.00	0.000
18	2.97	15.71	5.65	-94.05	-28.15	0.0000	0.00	0.000
19	3.17	15.71	5.65	-94.05	-33.78	0.0000	0.00	0.000
20	3.37	15.71	5.65	-94.05	-40.10	0.0000	0.00	0.000
21	3.57	15.71	5.65	-94.05	-47.13	0.0000	0.00	0.000
22	3.77	15.71	5.65	-94.05	-54.91	0.0000	0.00	0.000
23	3.97	15.71	5.65	-94.05	-63.48	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0.70	15.71	10.05	-94.58	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	15.71	10.05	92.10	0.05	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	15.71	10.05	92.10	0.20	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	15.71	10.05	92.10	0.44	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	15.71	10.05	92.10	0.78	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	15.71	10.05	92.10	1.22	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	15.71	10.05	92.10	1.75	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	15.71	10.05	92.10	2.38	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	15.71	10.05	92.10	3.11	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	15.71	10.05	92.10	3.93	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	15.71	10.05	92.10	4.84	0.0000	0.00	0.000
12	0.20	15.71	10.05	-94.58	-28.18	0.0000	0.00	0.000
13	0.41	15.71	10.05	-94.58	-24.97	0.0000	0.00	0.000
14	0.62	15.71	10.05	-94.58	-21.22	0.0000	0.00	0.000
15	0.83	15.71	10.05	-94.58	-17.40	0.0000	0.00	0.000
16	1.04	15.71	10.05	-94.58	-13.62	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	15.71	10.05	-94.58	-10.05	0.0000	0.00	0.000
18	1.46	15.71	10.05	-94.58	-6.80	0.0000	0.00	0.000

19	1.67	15.71	10.05	-94.58	-4.04	0.0000	0.00	0.000
20	1.88	15.71	10.05	-94.58	-1.89	0.0000	0.00	0.000
21	2.09	15.71	10.05	-94.58	-0.50	0.0000	0.00	0.000
22	2.30	15.71	10.05	-94.58	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 27
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	5.65	-41.27	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.17	10.05	5.65	40.09	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.33	10.05	5.65	-41.27	-0.01	0.0000	0.00	0.000
4	0.50	10.05	5.65	-41.27	-0.05	0.0000	0.00	0.000
5	0.50	10.05	5.65	-41.27	-0.05	0.0000	0.00	0.000
6	0.71	10.05	5.65	-41.27	-0.17	0.0000	0.00	0.000
7	0.92	10.05	5.65	-41.27	-0.42	0.0000	0.00	0.000
8	1.13	10.05	5.65	-41.27	-0.83	0.0000	0.00	0.000
9	1.34	10.05	5.65	-41.27	-1.45	0.0000	0.00	0.000
10	1.55	10.05	5.65	-41.27	-2.32	0.0000	0.00	0.000
11	1.76	10.05	5.65	-41.27	-3.48	0.0000	0.00	0.000
12	1.97	10.05	5.65	-41.27	-4.97	0.0000	0.00	0.000
13	1.97	15.71	5.65	-94.05	-4.95	0.0000	0.00	0.000
14	2.17	15.71	5.65	-94.05	-6.63	0.0000	0.00	0.000
15	2.37	15.71	5.65	-94.05	-8.68	0.0000	0.00	0.000
16	2.57	15.71	5.65	-94.05	-11.13	0.0000	0.00	0.000
17	2.77	15.71	5.65	-94.05	-14.02	0.0000	0.00	0.000
18	2.97	15.71	5.65	-94.05	-17.38	0.0000	0.00	0.000
19	3.17	15.71	5.65	-94.05	-21.28	0.0000	0.00	0.000
20	3.37	15.71	5.65	-94.05	-25.82	0.0000	0.00	0.000
21	3.57	15.71	5.65	-94.05	-31.06	0.0000	0.00	0.000
22	3.77	15.71	5.65	-94.05	-37.03	0.0000	0.00	0.000
23	3.97	15.71	5.65	-94.05	-43.78	0.0000	0.00	0.000

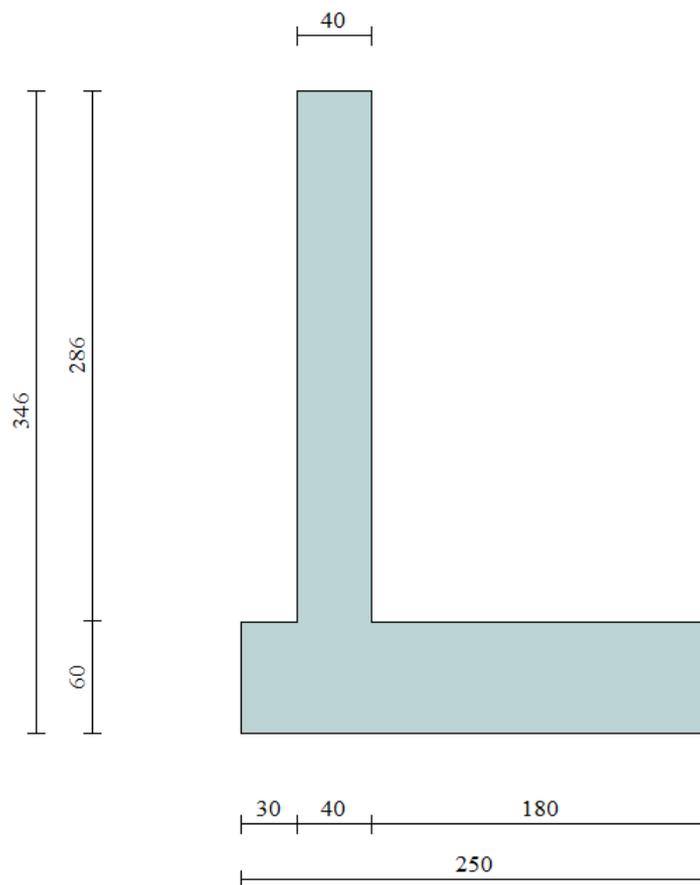
Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0.70	15.71	10.05	-94.58	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	15.71	10.05	92.10	0.05	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	15.71	10.05	92.10	0.19	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	15.71	10.05	92.10	0.43	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	15.71	10.05	92.10	0.77	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	15.71	10.05	92.10	1.20	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	15.71	10.05	92.10	1.72	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	15.71	10.05	92.10	2.34	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	15.71	10.05	92.10	3.05	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	15.71	10.05	92.10	3.85	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	15.71	10.05	92.10	4.74	0.0000	0.00	0.000
12	0.20	15.71	10.05	-94.58	-26.75	0.0000	0.00	0.000
13	0.41	15.71	10.05	-94.58	-24.43	0.0000	0.00	0.000
14	0.62	15.71	10.05	-94.58	-21.54	0.0000	0.00	0.000
15	0.83	15.71	10.05	-94.58	-18.26	0.0000	0.00	0.000
16	1.04	15.71	10.05	-94.58	-14.77	0.0000	0.00	0.000
17	1.25	15.71	10.05	-94.58	-11.27	0.0000	0.00	0.000
18	1.46	15.71	10.05	-94.58	-7.93	0.0000	0.00	0.000
19	1.67	15.71	10.05	-94.58	-4.94	0.0000	0.00	0.000
20	1.88	15.71	10.05	-94.58	-2.49	0.0000	0.00	0.000
21	2.09	15.71	10.05	-94.58	-0.75	0.0000	0.00	0.000
22	2.30	15.71	10.05	-94.58	0.00	0.0000	0.00	0.000

## 9 VERIFICA SEZIONE 3

### 9.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.86 [m]
Spessore in sommità	0.40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.40 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.80 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]



*Geometria opera*

## 9.2 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	10.00	0.00	0.00

*A valle del muro*

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.40 [m]

**Falda**

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.00 [m]

## 9.3 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 [N/mm<sup>2</sup>]

$c_a$  Adesione terra-muro espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Strato 1	18.00	18.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000

## 9.4 Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

Ks Coefficiente di spinta

Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3.46	0.00	0.00	0.00	Rilevato
2	3.00	0.00	5.97	0.00	Strato 1

## 9.5 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 (ACC 1)

D	Profilo	$X_i=0.40$	$X_f=5.10$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (ACC 2)

D	Profilo	$X_i=1.80$	$X_f=6.20$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 3 (URTO)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=22.2000$	$F_y=0.0000$	$M=22.2000$
---	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

## 9.6 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 2	SFAV	1.50	1.00	1.50

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
ACC 2	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
ACC 2	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
ACC 2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 14 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 16 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - 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° 18 - 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° 19 - 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° 20 - 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° 21 - 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° 22 - 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° 23 - 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° 24 - 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° 25 - 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° 26 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 27 - 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
ACC 2	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 28 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 - 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
ACC 2	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 9.7 Impostazioni di analisi

### **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	Aggressive
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 $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU):	1.00
Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE):	1.00

### **Impostazioni avanzate**

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni.  
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni.  
Terreno a monte a elevata permeabilità.  
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00.

## 9.8 Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
$CS_{SCO}$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
$CS_{RIB}$	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
$CS_{QLIM}$	Coeff. di sicurezza a carico limite
$CS_{STAB}$	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b><math>CS_{SCO}</math></b>	<b><math>CS_{RIB}</math></b>	<b><math>CS_{QLIM}</math></b>	<b><math>CS_{STAB}</math></b>
1	A1-M1 - [1]	--	3.06	--	9.81	--
2	A2-M2 - [1]	--	2.43	--	4.42	--
3	EQU - [1]	--	--	5.35	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2.22
5	A1-M1 - [2]	--	2.35	--	6.49	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.73	--	2.79	--
7	EQU - [2]	--	--	3.42	--	--
<b>8</b>	<b>STAB - [2]</b>	--	--	--	--	<b>1.74</b>
9	A1-M1 - [3]	--	1.94	--	6.43	--
10	A2-M2 - [3]	--	1.45	--	2.72	--
11	EQU - [3]	--	--	2.72	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.75
13	A1-M1 - [4]	--	1.59	--	2.69	--
<b>14</b>	<b>A2-M2 - [4]</b>	--	<b>1.30</b>	--	<b>1.45</b>	--
<b>15</b>	<b>EQU - [4]</b>	--	--	<b>1.59</b>	--	--
16	STAB - [4]	--	--	--	--	1.81
17	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	3.37	--	10.17	--
18	A1-M1 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	3.36	--	10.36	--
19	A2-M2 - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	2.15	--	4.01	--
20	A2-M2 - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	2.15	--	4.08	--
21	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5.37	--	--
22	EQU - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5.20	--	--
23	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.11
24	STAB - [5]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.11
25	SLEQ - [1]	--	3.90	--	11.18	--
26	SLEF - [1]	--	3.11	--	8.79	--
27	SLEF - [1]	--	2.80	--	8.98	--
28	SLER - [1]	--	2.95	--	8.19	--
29	SLER - [1]	--	2.56	--	8.36	--

## 9.9 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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.69 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.95$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.34 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.94$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.47$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0.0
Lunghezza del muro	10.00 [m]

Peso muro	64.8230 [kN]
Baricentro del muro	X=0.23 Y=-2.41

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.80	Y = -3.46
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.80	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	3.46 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

## 9.10 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 [N/mm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.92 Y[m]= 1.54

Raggio del cerchio R[m]= 5.69

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.56

Larghezza della striscia dx[m]= 0.38

Coefficiente di sicurezza C= 1.74

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

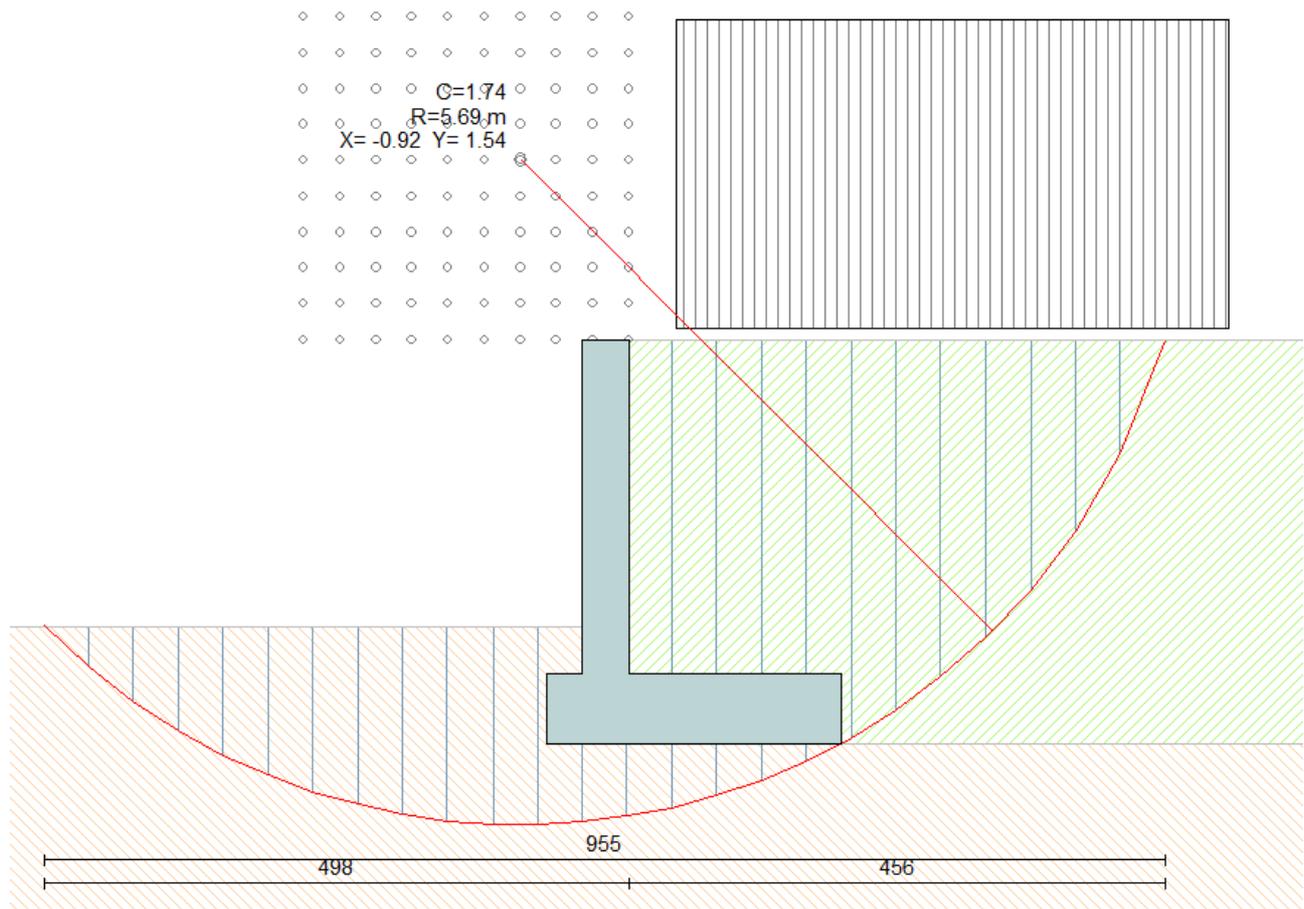
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	13.6694	68.70	12.7357	0.0103	29.26	0.000	0.000
2	19.9270	59.91	17.2421	0.0075	29.26	0.000	0.000
3	24.3715	52.89	19.4352	0.0062	29.26	0.000	0.000
4	27.8566	46.89	20.3353	0.0055	29.26	0.000	0.000
5	30.7048	41.50	20.3475	0.0050	29.26	0.000	0.000
6	33.0761	36.54	19.6946	0.0047	29.26	0.000	0.000
7	35.0641	31.89	18.5217	0.0044	29.26	0.000	0.000
8	37.4825	27.45	17.2809	0.0042	29.26	0.000	0.000
9	38.9996	23.20	15.3607	0.0041	29.26	0.000	0.002
10	40.0322	19.07	13.0789	0.0040	29.26	0.000	0.004
11	39.8833	15.04	10.3520	0.0039	29.26	0.000	0.005
12	31.8035	11.09	6.1194	0.0038	29.26	0.000	0.006
13	37.1852	7.20	4.6581	0.0038	29.26	0.000	0.006
14	13.2720	3.33	0.7715	0.0038	29.26	0.000	0.007
15	12.3809	-0.52	-0.1116	0.0037	29.26	0.000	0.007
16	12.2688	-4.37	-0.9343	0.0038	29.26	0.000	0.007
17	11.9785	-8.24	-1.7165	0.0038	29.26	0.000	0.006
18	11.5060	-12.15	-2.4213	0.0038	29.26	0.000	0.006
19	10.8442	-16.12	-3.0102	0.0039	29.26	0.000	0.005
20	9.9829	-20.17	-3.4415	0.0040	29.26	0.000	0.003
21	8.9076	-24.32	-3.6691	0.0041	29.26	0.000	0.002
22	7.5758	-28.63	-3.6294	0.0043	29.26	0.000	0.000
23	5.8465	-33.11	-3.1938	0.0045	29.26	0.000	0.000
24	3.7625	-37.84	-2.3082	0.0047	29.26	0.000	0.000
25	1.2743	-42.90	-0.8675	0.0051	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 519.6559$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 170.6304$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 291.0936$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 3.59$



Cerchio critico  $CS = 1.74$

### 9.11 Combinazione n° 14

Valore della spinta statica	57.8572	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	54.6923	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	18.8736	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.80	[m]	Y = -2.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.80	[m]	Y = -3.46	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	130.9880	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.90	[m]	Y = -1.43	[m]

#### Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	22.20	[kN]
-------------------	-------	------

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	76.8923	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	216.8445	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	216.8445	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	76.8923	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.59	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.98	[m]
Risultante in fondazione	230.0738	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.52	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	127.6494	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	315.3333	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.98	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.21859	[N/mmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00000	[N/mmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.11$
<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.

$N'_c = 19.81$	$N'_q = 11.08$	$N'_\gamma = 1.63$
----------------	----------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.30
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.45

**9.12 Combinazione n° 15**

Valore della spinta statica	64.7852	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	61.2413	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	21.1335	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.80	[m]	Y = -2.09	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 1.80	[m]	Y = -3.46	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	125.0040	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.90	[m]	Y = -1.43	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	24.42	[kN]
-------------------	-------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	85.6613	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	206.4222	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	192.9105	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	307.1256	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	206.4222	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	85.6613	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.70	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.66	[m]
Risultante in fondazione	223.4904	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	22.54	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	143.8127	[kNm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.59
--	------

### 9.13 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.29	2.8865	2.9261	0.0016	37.1159	0.2369	29.1024
2	0.71	7.5227	8.2242	0.2268	49.7757	1.4364	31.3233
3	1.14	12.5268	14.5006	1.1096	63.7078	3.3997	35.5599
4	1.57	17.8987	21.3386	2.9031	79.6246	6.1890	41.0451
5	2.00	23.6384	28.6764	5.9991	98.0423	9.8043	47.6680
6	2.43	29.7459	36.4947	10.7520	119.4435	14.2457	55.3944
7	2.86	36.2147	44.7773	17.5169	144.3003	19.4985	64.1913

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.29	2.8839	2.8858	0.0014	0.0017	0.1836	0.1880
2	0.71	7.5068	7.8774	0.1745	0.2256	1.1473	2.0065
3	1.14	12.4859	13.5684	0.8666	1.4889	2.9371	5.4466
4	1.57	17.8214	19.6812	2.4325	4.3594	5.5529	9.8644
5	2.00	23.5132	26.1744	5.2265	9.2401	8.9948	15.1643
6	2.43	29.5613	33.0353	9.6013	16.5042	13.2627	21.3163
7	2.86	35.9594	40.2522	15.9171	26.5163	18.3420	28.2937

### 9.14 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	0.1049	0.4060	3.4926	13.4497
3	0.12	0.4186	1.6038	6.9608	26.3896
4	0.18	0.9397	3.5626	10.4046	38.8197
5	0.24	1.6667	6.2519	13.8239	50.7399
6	0.30	2.5981	9.6412	17.2188	62.1504

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	0.0979	0.1376	3.2604	4.5811
3	0.12	0.3910	0.5490	6.5101	9.1275
4	0.18	0.8789	1.2322	9.7490	13.6391
5	0.24	1.5607	2.1850	12.9771	18.1160
6	0.30	2.4359	3.4054	16.1946	22.5582

### 9.15 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.36	-7.2686	-0.5003	-40.3813	-2.6016
3	0.72	-29.0745	-1.7451	-80.7620	-4.1365
4	1.08	-64.2898	-3.3506	-111.8195	-4.6048
5	1.44	-107.3637	-4.9326	-123.6000	-4.0063
6	1.80	-149.8967	-6.1071	-109.6354	-2.3412

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.36	-1.0580	-0.1732	-5.6696	-0.8980
3	0.72	-3.9320	-0.6001	-10.0884	-1.4092
4	1.08	-8.1716	-1.1415	-13.2564	-1.5336
5	1.44	-13.3105	-1.6579	-14.3737	-1.2713
6	1.80	-17.3465	-2.0103	-7.8402	-0.6221

### 9.16 Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.29	100, 40	15.71	5.65	16.37	-2.90	5.63	168.59	--	--
2	0.71	100, 40	15.71	5.65	34.31	-148.61	4.25	169.22	--	--
3	1.14	100, 40	15.71	5.65	47.26	-213.40	3.35	169.90	--	--
4	1.57	100, 40	15.71	5.65	55.75	-214.63	2.70	170.63	--	--
5	2.00	100, 40	15.71	5.65	60.96	-215.39	2.20	171.40	--	--
6	2.43	100, 40	15.71	5.65	63.75	-215.80	1.81	172.22	--	--
7	2.86	100, 40	15.71	5.65	64.78	-215.95	1.50	173.09	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.29	100, 40	15.71	5.65	0.007	0.001	-0.094	-0.107
2	0.71	100, 40	15.71	5.65	0.027	0.007	-0.179	-0.383
3	1.14	100, 40	15.71	5.65	0.088	0.018	0.253	-1.147
4	1.57	100, 40	15.71	5.65	0.250	0.032	3.456	-2.951
5	2.00	100, 40	15.71	5.65	0.528	0.050	10.887	-5.826

6	2.43	100, 40	15.71	5.65	0.933	0.070	23.002	-9.890
7	2.86	100, 40	15.71	5.65	1.487	0.092	40.441	-15.328

### 9.17 Involuppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
$\sigma_{fi}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
$\sigma_{fs}$	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]
$N_u$	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
$M_u$	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
$V_{Rcd}$	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Involuppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	199.57	--	--
2	0.06	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	521.06	199.57	--	--
3	0.12	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	131.92	199.57	--	--
4	0.18	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	59.39	199.57	--	--
5	0.24	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	33.84	199.57	--	--
6	0.30	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	21.94	199.57	--	--

#### Involuppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
7	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.06	100, 60	10.05	10.05	0.004	0.010	0.261	-0.039
9	0.12	100, 60	10.05	10.05	0.017	0.019	1.043	-0.156
10	0.18	100, 60	10.05	10.05	0.037	0.029	2.341	-0.350
11	0.24	100, 60	10.05	10.05	0.066	0.038	4.152	-0.621
12	0.30	100, 60	10.05	10.05	0.103	0.047	6.471	-0.969

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Involuppo SLU

Nr.	Y	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$N_u$	$M_u$	CS	$V_{Rd}$	$V_{Rcd}$	$V_{Rsd}$
1	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	199.57	--	--
2	0.36	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	29.11	199.57	--	--
3	0.72	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	7.28	199.57	--	--
4	1.08	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	3.29	199.57	--	--
5	1.44	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	1.97	199.57	--	--
6	1.80	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	1.41	199.57	--	--

#### Involuppo SLE

Nr.	X	B, H	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
7	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.36	100, 60	10.05	10.05	0.032	-0.012	-0.301	2.010
9	0.72	100, 60	10.05	10.05	0.119	-0.021	-1.118	7.472

10	1.08	100,60	10.05	10.05	0.246	-0.028	-2.324	15.527
11	1.44	100,60	10.05	10.05	0.402	-0.030	-3.786	25.292
12	1.80	100,60	10.05	10.05	0.523	-0.016	-4.934	32.962

### 9.18 Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
$A_{fi}$	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
$M_{pf}$	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
$\epsilon_m$	deformazione media espressa in [%]
$S_m$	Distanza media tra le fessure espressa in [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	15.71	5.65	-43.11	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.14	15.71	5.65	40.41	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.29	15.71	5.65	-43.11	0.00	0.0000	0.00	0.000
4	0.43	15.71	5.65	-43.11	-0.02	0.0000	0.00	0.000
5	0.57	15.71	5.65	-43.11	-0.08	0.0000	0.00	0.000
6	0.71	15.71	5.65	-43.11	-0.17	0.0000	0.00	0.000
7	0.86	15.71	5.65	-43.11	-0.33	0.0000	0.00	0.000
8	1.00	15.71	5.65	-43.11	-0.56	0.0000	0.00	0.000
9	1.14	15.71	5.65	-43.11	-0.87	0.0000	0.00	0.000
10	1.29	15.71	5.65	-43.11	-1.27	0.0000	0.00	0.000
11	1.43	15.71	5.65	-43.11	-1.79	0.0000	0.00	0.000
12	1.57	15.71	5.65	-43.11	-2.43	0.0000	0.00	0.000
13	1.72	15.71	5.65	-43.11	-3.21	0.0000	0.00	0.000
14	1.86	15.71	5.65	-43.11	-4.14	0.0000	0.00	0.000
15	2.00	15.71	5.65	-43.11	-5.23	0.0000	0.00	0.000
16	2.15	15.71	5.65	-43.11	-6.49	0.0000	0.00	0.000
17	2.29	15.71	5.65	-43.11	-7.95	0.0000	0.00	0.000
18	2.43	15.71	5.65	-43.11	-9.60	0.0000	0.00	0.000
19	2.57	15.71	5.65	-43.11	-11.47	0.0000	0.00	0.000
20	2.72	15.71	5.65	-43.11	-13.57	0.0000	0.00	0.000
21	2.86	15.71	5.65	-43.11	-15.92	0.0000	0.00	0.000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-0.70	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	10.05	10.05	91.45	0.02	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	10.05	10.05	91.45	0.10	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	10.05	10.05	91.45	0.22	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	10.05	10.05	91.45	0.39	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	10.05	10.05	91.45	0.61	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	10.05	10.05	91.45	0.88	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	10.05	10.05	91.45	1.20	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	10.05	10.05	91.45	1.56	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	10.05	10.05	91.45	1.97	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	10.05	10.05	91.45	2.44	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-91.45	-2.01	0.0000	0.00	0.000
13	0.18	10.05	10.05	-91.45	-1.86	0.0000	0.00	0.000
14	0.36	10.05	10.05	-91.45	-1.66	0.0000	0.00	0.000
15	0.54	10.05	10.05	-91.45	-1.41	0.0000	0.00	0.000
16	0.72	10.05	10.05	-91.45	-1.14	0.0000	0.00	0.000
17	0.90	10.05	10.05	-91.45	-0.87	0.0000	0.00	0.000

18	1.08	10.05	10.05	-91.45	-0.60	0.0000	0.00	0.000
19	1.26	10.05	10.05	-91.45	-0.36	0.0000	0.00	0.000
20	1.44	10.05	10.05	-91.45	-0.17	0.0000	0.00	0.000
21	1.62	10.05	10.05	-91.45	-0.05	0.0000	0.00	0.000
22	1.80	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 26
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	15.71	5.65	-43.11	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.14	15.71	5.65	40.41	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.29	15.71	5.65	-43.11	0.00	0.0000	0.00	0.000
4	0.43	15.71	5.65	-43.11	-0.02	0.0000	0.00	0.000
5	0.57	15.71	5.65	-43.11	-0.08	0.0000	0.00	0.000
6	0.71	15.71	5.65	-43.11	-0.20	0.0000	0.00	0.000
7	0.86	15.71	5.65	-43.11	-0.44	0.0000	0.00	0.000
8	1.00	15.71	5.65	-43.11	-0.80	0.0000	0.00	0.000
9	1.14	15.71	5.65	-43.11	-1.31	0.0000	0.00	0.000
10	1.29	15.71	5.65	-43.11	-1.98	0.0000	0.00	0.000
11	1.43	15.71	5.65	-43.11	-2.82	0.0000	0.00	0.000
12	1.57	15.71	5.65	-43.11	-3.84	0.0000	0.00	0.000
13	1.72	15.71	5.65	-43.11	-5.07	0.0000	0.00	0.000
14	1.86	15.71	5.65	-43.11	-6.52	0.0000	0.00	0.000
15	2.00	15.71	5.65	-43.11	-8.20	0.0000	0.00	0.000
16	2.15	15.71	5.65	-43.11	-10.11	0.0000	0.00	0.000
17	2.29	15.71	5.65	-43.11	-12.29	0.0000	0.00	0.000
18	2.43	15.71	5.65	-43.11	-14.73	0.0000	0.00	0.000
19	2.57	15.71	5.65	-43.11	-17.46	0.0000	0.00	0.000
20	2.72	15.71	5.65	-43.11	-20.48	0.0000	0.00	0.000
21	2.86	15.71	5.65	-43.11	-23.81	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-0.70	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	10.05	10.05	91.45	0.03	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	10.05	10.05	91.45	0.13	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	10.05	10.05	91.45	0.29	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	10.05	10.05	91.45	0.51	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	10.05	10.05	91.45	0.80	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	10.05	10.05	91.45	1.14	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	10.05	10.05	91.45	1.56	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	10.05	10.05	91.45	2.03	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	10.05	10.05	91.45	2.56	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	10.05	10.05	91.45	3.16	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-91.45	-13.51	0.0000	0.00	0.000
13	0.18	10.05	10.05	-91.45	-12.18	0.0000	0.00	0.000
14	0.36	10.05	10.05	-91.45	-10.40	0.0000	0.00	0.000
15	0.54	10.05	10.05	-91.45	-8.35	0.0000	0.00	0.000
16	0.72	10.05	10.05	-91.45	-6.41	0.0000	0.00	0.000
17	0.90	10.05	10.05	-91.45	-4.65	0.0000	0.00	0.000
18	1.08	10.05	10.05	-91.45	-3.10	0.0000	0.00	0.000
19	1.26	10.05	10.05	-91.45	-1.81	0.0000	0.00	0.000
20	1.44	10.05	10.05	-91.45	-0.84	0.0000	0.00	0.000
21	1.62	10.05	10.05	-91.45	-0.22	0.0000	0.00	0.000
22	1.80	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 27
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	W
1	0.00	15.71	5.65	-43.11	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.14	15.71	5.65	40.41	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.29	15.71	5.65	-43.11	0.00	0.0000	0.00	0.000
4	0.43	15.71	5.65	-43.11	-0.02	0.0000	0.00	0.000
5	0.57	15.71	5.65	-43.11	-0.08	0.0000	0.00	0.000
6	0.71	15.71	5.65	-43.11	-0.17	0.0000	0.00	0.000
7	0.86	15.71	5.65	-43.11	-0.33	0.0000	0.00	0.000
8	1.00	15.71	5.65	-43.11	-0.56	0.0000	0.00	0.000
9	1.14	15.71	5.65	-43.11	-0.87	0.0000	0.00	0.000
10	1.29	15.71	5.65	-43.11	-1.27	0.0000	0.00	0.000
11	1.43	15.71	5.65	-43.11	-1.79	0.0000	0.00	0.000
12	1.57	15.71	5.65	-43.11	-2.43	0.0000	0.00	0.000
13	1.72	15.71	5.65	-43.11	-3.21	0.0000	0.00	0.000
14	1.86	15.71	5.65	-43.11	-4.14	0.0000	0.00	0.000
15	2.00	15.71	5.65	-43.11	-5.23	0.0000	0.00	0.000
16	2.15	15.71	5.65	-43.11	-6.49	0.0000	0.00	0.000
17	2.29	15.71	5.65	-43.11	-7.95	0.0000	0.00	0.000
18	2.43	15.71	5.65	-43.11	-9.60	0.0000	0.00	0.000
19	2.57	15.71	5.65	-43.11	-11.47	0.0000	0.00	0.000
20	2.72	15.71	5.65	-43.11	-13.58	0.0000	0.00	0.000
21	2.86	15.71	5.65	-43.11	-15.96	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	W
1	-0.70	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-0.67	10.05	10.05	91.45	0.03	0.0000	0.00	0.000
3	-0.64	10.05	10.05	91.45	0.13	0.0000	0.00	0.000
4	-0.61	10.05	10.05	91.45	0.28	0.0000	0.00	0.000
5	-0.58	10.05	10.05	91.45	0.50	0.0000	0.00	0.000
6	-0.55	10.05	10.05	91.45	0.78	0.0000	0.00	0.000
7	-0.52	10.05	10.05	91.45	1.12	0.0000	0.00	0.000
8	-0.49	10.05	10.05	91.45	1.52	0.0000	0.00	0.000
9	-0.46	10.05	10.05	91.45	1.98	0.0000	0.00	0.000
10	-0.43	10.05	10.05	91.45	2.50	0.0000	0.00	0.000
11	-0.40	10.05	10.05	91.45	3.08	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-91.45	-9.96	0.0000	0.00	0.000
13	0.18	10.05	10.05	-91.45	-9.14	0.0000	0.00	0.000
14	0.36	10.05	10.05	-91.45	-8.07	0.0000	0.00	0.000
15	0.54	10.05	10.05	-91.45	-6.83	0.0000	0.00	0.000
16	0.72	10.05	10.05	-91.45	-5.49	0.0000	0.00	0.000
17	0.90	10.05	10.05	-91.45	-4.15	0.0000	0.00	0.000
18	1.08	10.05	10.05	-91.45	-2.87	0.0000	0.00	0.000
19	1.26	10.05	10.05	-91.45	-1.73	0.0000	0.00	0.000
20	1.44	10.05	10.05	-91.45	-0.82	0.0000	0.00	0.000
21	1.62	10.05	10.05	-91.45	-0.22	0.0000	0.00	0.000
22	1.80	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000

## 10 VERIFICA SEZIONE 4

### 10.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

#### Descrizione dei gradoni

##### Simbologia adottata

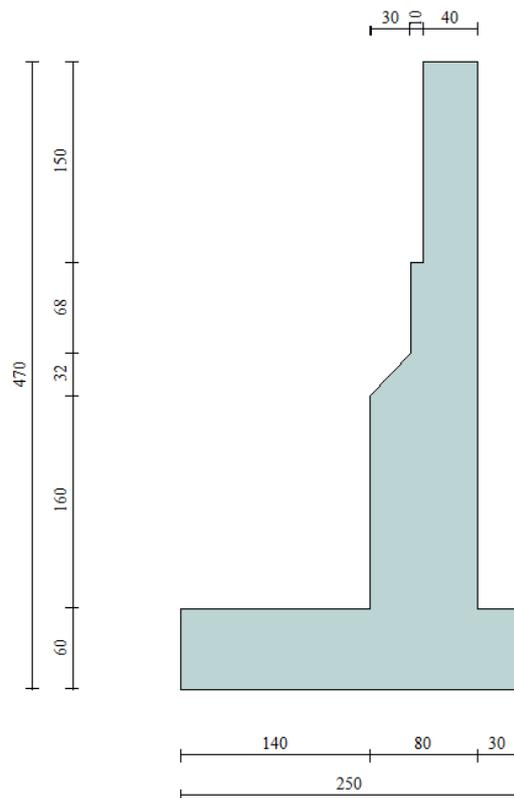
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.40	0.40	1.50	0.00	0.00
2	0.50	0.50	0.68	0.00	0.00
3	0.50	0.80	0.32	43.00	0.00
4	0.80	0.80	1.60	0.00	0.00

Altezza del paramento 4.10 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.30 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]



Geometria opera

## 10.2 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	10.00	0.00	0.00

A valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.60 [m]

**Falda**

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.90 [m]

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.90 [m]

## 10.3 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 [N/mm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Strato 1	18.00	18.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000

## 10.4 Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.70	0.00	0.00	0.00	Rilevato
2	3.00	0.00	10.54	0.00	Strato 1

## 10.5 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 (ACC 1)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=10.00$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (URTO)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=-1.50$	$F_x=-25.0000$	$F_y=0.0000$	$M=0.0000$
---	-----------	-----------	-----------	----------------	--------------	------------

## 10.6 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
ACC 1	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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

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
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.10	1.00	1.10

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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	<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° 21 - 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° 22 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 23 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 10.7 Impostazioni di analisi

### **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	Aggressive
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 $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU):	1.00
Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE):	1.00

### **Impostazioni avanzate**

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni.  
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni.  
Terreno a monte a elevata permeabilità.  
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00.

### 10.8 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]	--	1.78	--	10.97	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.46	--	5.15	--
3	EQU - [1]	--	--	1.97	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2.72
5	A1-M1 - [2]	--	1.35	--	6.03	--
<b>6</b>	<b>A2-M2 - [2]</b>	--	<b>1.04</b>	--	<b>2.56</b>	--
<b>7</b>	<b>EQU - [2]</b>	--	--	<b>1.41</b>	--	--
<b>8</b>	<b>STAB - [2]</b>	--	--	--	--	<b>2.09</b>
9	A1-M1 - [3]	--	2.18	--	10.92	--
10	A2-M2 - [3]	--	1.51	--	5.75	--
11	EQU - [3]	--	--	1.91	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	2.19
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.10	--	12.87	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.09	--	12.65	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.34	--	4.47	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.34	--	4.55	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.12	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.13	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.57
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.56
21	SLEQ - [1]	--	2.31	--	14.44	--
22	SLEF - [1]	--	1.87	--	10.45	--
23	SLER - [1]	--	1.77	--	9.43	--

## 10.9 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

### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.69 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.95$

### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.34 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.94$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.47$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	20.0
Lunghezza del muro	10.00 [m]

Peso muro	96.2966 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.56 Y=-3.15

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.30	Y = -4.70
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.30	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	4.70 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

**10.10 Combinazione n° 6**

Valore della spinta statica	103.8245	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	98.1451	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	33.8685	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.30	[m]	Y = -2.84	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		

Spinta falda	3.9718	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.30	[m]	Y = -4.40	[m]
Sottospinta falda	22.0653	[kN]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	32.4000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.15	[m]	Y = -2.05	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	102.1168	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	180.8198	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-23.0538	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	180.8198	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	102.1168	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.50	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.24	[m]		
Risultante in fondazione	207.6623	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	29.46	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	91.0779	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	462.4102	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.24	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.16152	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00000	[N/mm <sup>2</sup> ]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<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>	$d_c = 1.30$	$d_q = 1.15$	$d_\gamma = 1.15$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 16.73$	$N'_q = 8.81$	$N'_\gamma = 0.00$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.04
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.56

**10.11 Combinazione n° 7**

Valore della spinta statica	116.2222	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	109.8646	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	37.9128	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.30	[m]	Y = -2.83	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		
Spinta falda	4.3689	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.30	[m]	Y = -4.40	[m]
Sottospinta falda	24.2718	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	31.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.15	[m]	Y = -2.05	[m]
<b><u>Risultanti</u></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	114.2335	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	167.7358	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-20.7485	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	237.3933	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	335.2517	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	167.7358	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	114.2335	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.67	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	1.75	[m]		
Risultante in fondazione	202.9399	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	34.26	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	111.8114	[kNm]		
<b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>				
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.41			

## 10.12 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 [N/mm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.07 Y[m]= 1.43

Raggio del cerchio R[m]= 6.28

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.05

Larghezza della striscia dx[m]= 0.44

Coefficiente di sicurezza C= 2.09

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

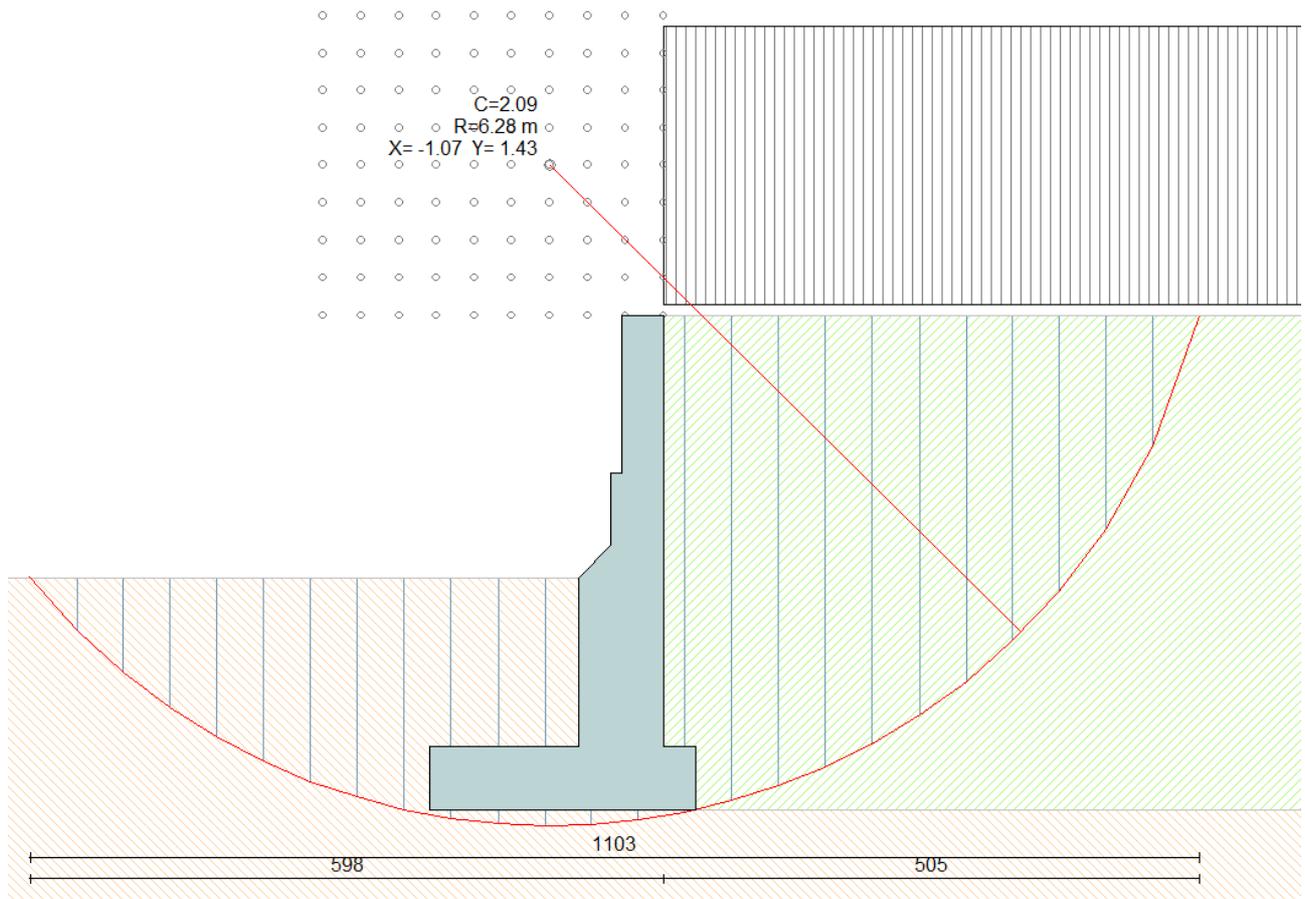
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	16.9586	70.48	15.9839	0.0129	29.26	0.000	0.000
2	25.9166	60.71	22.6028	0.0088	29.26	0.000	0.000
3	31.9890	53.22	25.6227	0.0072	29.26	0.000	0.000
4	36.6729	46.91	26.7817	0.0063	29.26	0.000	0.000
5	40.4617	41.28	26.6950	0.0058	29.26	0.000	0.000
6	43.5897	36.11	25.6881	0.0054	29.26	0.000	0.000
7	46.1905	31.26	23.9689	0.0051	29.26	0.000	0.001
8	48.3485	26.65	21.6863	0.0048	29.26	0.000	0.004
9	50.1201	22.22	18.9547	0.0047	29.26	0.000	0.006
10	51.5447	17.93	15.8676	0.0045	29.26	0.000	0.007
11	52.9192	13.74	12.5686	0.0045	29.26	0.000	0.009
12	56.7206	9.62	9.4822	0.0044	29.26	0.000	0.009
13	41.9091	5.56	4.0588	0.0043	29.26	0.000	0.010
14	26.7393	1.52	0.7092	0.0043	29.26	0.000	0.010
15	25.6526	-2.51	-1.1237	0.0043	29.26	0.000	0.010
16	25.3670	-6.55	-2.8951	0.0044	29.26	0.000	0.010
17	20.2545	-10.63	-3.7361	0.0044	29.26	0.000	0.009
18	18.8805	-14.76	-4.8106	0.0045	29.26	0.000	0.008
19	17.6987	-18.97	-5.7543	0.0046	29.26	0.000	0.007
20	16.1918	-23.30	-6.4034	0.0047	29.26	0.000	0.005
21	14.3294	-27.76	-6.6751	0.0049	29.26	0.000	0.003
22	12.0687	-32.43	-6.4714	0.0051	29.26	0.000	0.001
23	9.3476	-37.35	-5.6705	0.0054	29.26	0.000	0.000
24	6.0722	-42.62	-4.1114	0.0059	29.26	0.000	0.000
25	2.0910	-48.39	-1.5633	0.0065	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 738.0346$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 201.4554$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 413.4219$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 3.16$



*Cerchio critico CS = 2.09*

### 10.13 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.43	4.3865	5.6758	0.0303	0.5061	0.5319	3.7511
2	1.07	11.6544	15.0607	0.9072	4.7158	3.1314	11.3835
3	1.50	16.9588	21.8953	1.7738	9.4461	-18.1643	17.8019
4	2.18	27.7953	35.3553	-3.1654	24.5375	-7.3380	30.1684
5	2.50	34.3847	43.2621	-11.0123	28.9824	-1.3111	36.9131
6	2.90	44.3882	54.9870	-11.3715	44.2580	7.0631	46.1784
7	3.50	59.9937	73.3302	-5.4143	74.3935	21.3766	61.8156
8	4.10	76.2721	92.5209	9.4617	114.2940	38.2287	79.8443

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.43	4.3807	5.2085	0.0233	0.2685	0.4122	2.3313
2	1.07	11.6186	13.6911	0.6978	2.8553	2.5763	7.3808
3	1.50	16.8885	19.7907	1.2447	5.5623	5.0498	11.7779
4	2.18	27.6469	31.8656	5.8649	15.4663	10.6660	20.4463
5	2.50	34.1895	39.0278	4.7485	16.8326	14.0260	25.2425
6	2.90	44.1255	49.7383	10.4405	27.0567	18.8726	31.8845
7	3.50	59.6111	66.3855	22.7817	47.5482	27.4903	43.1953
8	4.10	75.7485	83.6846	40.5478	75.0806	38.0608	56.4588

### 10.14 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.28	-0.7152	4.3622	-4.6906	30.2159
3	0.56	-2.3927	16.3930	-6.8738	54.7757
4	0.84	-4.3305	34.5087	-6.5496	73.6795
5	1.12	-5.8265	57.1256	-3.7178	86.9271
6	1.40	-6.1785	82.6600	1.6213	94.5187

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.28	1.1596	2.4961	8.1810	17.4104
3	0.56	4.5242	9.5151	15.7494	32.3065
4	0.84	9.9221	20.3531	22.7050	44.6883
5	1.12	17.1818	34.3059	29.0480	54.5559
6	1.40	26.1318	50.6697	34.7782	61.9092

### 10.15 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.2655	-0.0615	-8.8177	-2.0695
3	0.12	-1.0541	-0.2506	-17.4328	-4.2542
4	0.18	-2.3534	-0.5743	-25.8455	-6.5540
5	0.24	-4.1515	-1.0394	-34.0556	-8.9690
6	0.30	-6.4361	-1.6529	-42.0632	-11.4990

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.1549	-0.0761	-5.1445	-2.5314
3	0.12	-0.6150	-0.3032	-10.1736	-5.0348
4	0.18	-1.3734	-0.6797	-15.0873	-7.5099
5	0.24	-2.4232	-1.2038	-19.8855	-9.9570
6	0.30	-3.7574	-1.8740	-24.5682	-12.3759

### 10.16 Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rs</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.43	100, 40	10.05	10.05	3704.73	-35.86	673.91	147.09	--	--
2	1.07	100, 40	10.05	10.05	791.88	-258.69	54.86	148.09	--	--
3	1.50	100, 50	10.05	10.05	698.20	-316.27	33.48	175.89	--	--
4	2.18	100, 50	10.05	10.05	327.35	-240.08	9.78	177.97	--	--
5	2.50	100, 80	10.05	0.00	753.36	195.16	18.43	255.15	--	--
6	2.90	100, 80	10.05	10.05	566.36	-482.77	10.91	257.18	--	--
7	3.50	100, 80	10.05	10.05	393.47	-423.71	5.70	259.73	--	--
8	4.10	100, 80	10.05	10.05	297.23	-390.83	3.42	262.41	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.43	100, 40	10.05	10.05	0.021	0.008	-0.144	-0.287
2	1.07	100, 40	10.05	10.05	0.171	0.024	2.834	-1.960
3	1.50	100, 50	10.05	10.05	0.224	0.030	4.602	-2.667
4	2.18	100, 50	10.05	10.05	0.651	0.052	21.628	-7.031

5	2.50	100, 80	10.05	0.00	0.319	0.039	7.616	0.000
6	2.90	100, 80	10.05	10.05	0.494	0.049	15.963	-6.184
7	3.50	100, 80	10.05	10.05	0.896	0.067	36.290	-10.820
8	4.10	100, 80	10.05	10.05	1.431	0.087	66.169	-16.858

### 10.17 Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	199.57	--	--
2	0.28	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	48.50	199.57	--	--
3	0.56	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	12.91	199.57	--	--
4	0.84	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	6.13	199.57	--	--
5	1.12	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	3.70	199.57	--	--
6	1.40	100, 60	10.05	10.05	0.00	211.57	2.56	199.57	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.28	100, 60	10.05	10.05	0.075	0.037	4.743	-0.710
9	0.56	100, 60	10.05	10.05	0.287	0.068	18.080	-2.706
10	0.84	100, 60	10.05	10.05	0.614	0.094	38.675	-5.789
11	1.12	100, 60	10.05	10.05	1.035	0.115	65.187	-9.757
12	1.40	100, 60	10.05	10.05	1.528	0.130	96.282	-14.411

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	199.57	--	--
2	0.06	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	796.75	199.57	--	--
3	0.12	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	200.72	199.57	--	--
4	0.18	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	89.90	199.57	--	--
5	0.24	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	50.96	199.57	--	--
6	0.30	100, 60	10.05	10.05	0.00	-211.57	32.87	199.57	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000

8	0.06	100,60	10.05	10.05	0.005	-0.011	-0.044	0.294
9	0.12	100,60	10.05	10.05	0.019	-0.021	-0.175	1.169
10	0.18	100,60	10.05	10.05	0.041	-0.032	-0.391	2.610
11	0.24	100,60	10.05	10.05	0.073	-0.042	-0.689	4.605
12	0.30	100,60	10.05	10.05	0.113	-0.052	-1.069	7.140

### 10.18 Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 21

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$S_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.21	10.05	10.05	41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.43	10.05	10.05	-41.54	-0.02	0.0000	0.00	0.000
4	0.64	10.05	10.05	-41.54	-0.12	0.0000	0.00	0.000
5	0.86	10.05	10.05	-41.54	-0.33	0.0000	0.00	0.000
6	1.07	10.05	10.05	-41.54	-0.70	0.0000	0.00	0.000
7	1.29	10.05	10.05	-41.54	-1.27	0.0000	0.00	0.000
8	1.50	10.05	10.05	-41.54	-2.09	0.0000	0.00	0.000
9	1.50	10.05	10.05	-64.14	-1.24	0.0000	0.00	0.000
10	1.73	10.05	10.05	-64.14	-2.39	0.0000	0.00	0.000
11	1.95	10.05	10.05	-64.14	-3.92	0.0000	0.00	0.000
12	2.18	10.05	10.05	-64.14	-5.86	0.0000	0.00	0.000
13	2.18	10.05	0.00	-63.22	-5.86	0.0000	0.00	0.000
14	2.34	10.05	0.00	-105.27	-5.33	0.0000	0.00	0.000
15	2.50	10.05	0.00	-157.79	-4.75	0.0000	0.00	0.000
16	2.50	10.05	10.05	-160.22	-4.72	0.0000	0.00	0.000
17	2.70	10.05	10.05	-160.22	-7.35	0.0000	0.00	0.000
18	2.90	10.05	10.05	-160.22	-10.44	0.0000	0.00	0.000
19	3.10	10.05	10.05	-160.22	-14.02	0.0000	0.00	0.000
20	3.30	10.05	10.05	-160.22	-18.12	0.0000	0.00	0.000
21	3.50	10.05	10.05	-160.22	-22.78	0.0000	0.00	0.000
22	3.70	10.05	10.05	-160.22	-28.04	0.0000	0.00	0.000
23	3.90	10.05	10.05	-160.22	-33.94	0.0000	0.00	0.000
24	4.10	10.05	10.05	-160.22	-40.55	0.0000	0.00	0.000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-2.20	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-2.06	10.05	10.05	91.45	0.29	0.0000	0.00	0.000
3	-1.92	10.05	10.05	91.45	1.16	0.0000	0.00	0.000
4	-1.78	10.05	10.05	91.45	2.58	0.0000	0.00	0.000
5	-1.64	10.05	10.05	91.45	4.52	0.0000	0.00	0.000
6	-1.50	10.05	10.05	91.45	6.98	0.0000	0.00	0.000
7	-1.36	10.05	10.05	91.45	9.92	0.0000	0.00	0.000
8	-1.22	10.05	10.05	91.45	13.33	0.0000	0.00	0.000
9	-1.08	10.05	10.05	91.45	17.18	0.0000	0.00	0.000
10	-0.94	10.05	10.05	91.45	21.46	0.0000	0.00	0.000
11	-0.80	10.05	10.05	91.45	26.13	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-91.45	-1.87	0.0000	0.00	0.000

13	0.03	10.05	10.05	-91.45	-1.52	0.0000	0.00	0.000
14	0.06	10.05	10.05	-91.45	-1.20	0.0000	0.00	0.000
15	0.09	10.05	10.05	-91.45	-0.92	0.0000	0.00	0.000
16	0.12	10.05	10.05	-91.45	-0.68	0.0000	0.00	0.000
17	0.15	10.05	10.05	-91.45	-0.47	0.0000	0.00	0.000
18	0.18	10.05	10.05	-91.45	-0.30	0.0000	0.00	0.000
19	0.21	10.05	10.05	-91.45	-0.17	0.0000	0.00	0.000
20	0.24	10.05	10.05	-91.45	-0.08	0.0000	0.00	0.000
21	0.27	10.05	10.05	-91.45	-0.02	0.0000	0.00	0.000
22	0.30	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 22
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.21	10.05	10.05	-41.54	-0.01	0.0000	0.00	0.000
3	0.43	10.05	10.05	-41.54	-0.21	0.0000	0.00	0.000
4	0.64	10.05	10.05	-41.54	-0.63	0.0000	0.00	0.000
5	0.86	10.05	10.05	-41.54	-1.31	0.0000	0.00	0.000
6	1.07	10.05	10.05	-41.54	-2.32	0.0000	0.00	0.000
7	1.29	10.05	10.05	-41.54	-3.68	0.0000	0.00	0.000
8	1.50	10.05	10.05	-41.54	-5.44	0.0000	0.00	0.000
9	1.50	10.05	10.05	-64.14	-4.48	0.0000	0.00	0.000
10	1.73	10.05	10.05	-64.14	-6.78	0.0000	0.00	0.000
11	1.95	10.05	10.05	-64.14	-9.62	0.0000	0.00	0.000
12	2.18	10.05	10.05	-64.14	-13.07	0.0000	0.00	0.000
13	2.18	10.05	0.00	-63.22	-13.07	0.0000	0.00	0.000
14	2.34	10.05	0.00	-105.27	-13.44	0.0000	0.00	0.000
15	2.50	10.05	0.00	-157.79	-13.81	0.0000	0.00	0.000
16	2.50	10.05	10.05	-160.22	-13.78	0.0000	0.00	0.000
17	2.70	10.05	10.05	-160.22	-18.05	0.0000	0.00	0.000
18	2.90	10.05	10.05	-160.22	-22.90	0.0000	0.00	0.000
19	3.10	10.05	10.05	-160.22	-28.38	0.0000	0.00	0.000
20	3.30	10.05	10.05	-160.22	-34.52	0.0000	0.00	0.000
21	3.50	10.05	10.05	-160.22	-41.36	0.0000	0.00	0.000
22	3.70	10.05	10.05	-160.22	-48.92	0.0000	0.00	0.000
23	3.90	10.05	10.05	-160.22	-57.26	0.0000	0.00	0.000
24	4.10	10.05	10.05	-160.22	-66.45	0.0000	0.00	0.000

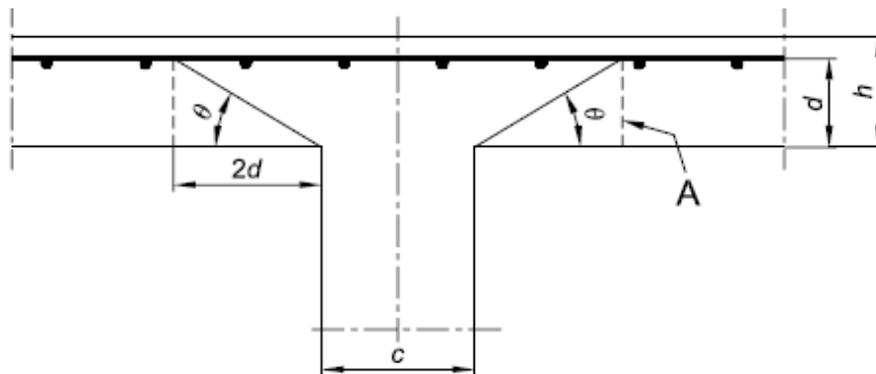
Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-2.20	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-2.06	10.05	10.05	91.45	0.55	0.0000	0.00	0.000
3	-1.92	10.05	10.05	91.45	2.16	0.0000	0.00	0.000
4	-1.78	10.05	10.05	91.45	4.76	0.0000	0.00	0.000
5	-1.64	10.05	10.05	91.45	8.27	0.0000	0.00	0.000
6	-1.50	10.05	10.05	91.45	12.62	0.0000	0.00	0.000
7	-1.36	10.05	10.05	91.45	17.75	0.0000	0.00	0.000
8	-1.22	10.05	10.05	91.45	23.57	0.0000	0.00	0.000
9	-1.08	10.05	10.05	91.45	30.02	0.0000	0.00	0.000
10	-0.94	10.05	10.05	91.45	37.04	0.0000	0.00	0.000
11	-0.80	10.05	10.05	91.45	44.54	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-91.45	-3.29	0.0000	0.00	0.000
13	0.03	10.05	10.05	-91.45	-2.67	0.0000	0.00	0.000
14	0.06	10.05	10.05	-91.45	-2.12	0.0000	0.00	0.000
15	0.09	10.05	10.05	-91.45	-1.63	0.0000	0.00	0.000
16	0.12	10.05	10.05	-91.45	-1.20	0.0000	0.00	0.000

17	0.15	10.05	10.05	-91.45	-0.84	0.0000	0.00	0.000
18	0.18	10.05	10.05	-91.45	-0.54	0.0000	0.00	0.000
19	0.21	10.05	10.05	-91.45	-0.30	0.0000	0.00	0.000
20	0.24	10.05	10.05	-91.45	-0.14	0.0000	0.00	0.000
21	0.27	10.05	10.05	-91.45	-0.03	0.0000	0.00	0.000
22	0.30	10.05	10.05	-91.45	0.00	0.0000	0.00	0.000

### 10.19 Verifica a punzonamento

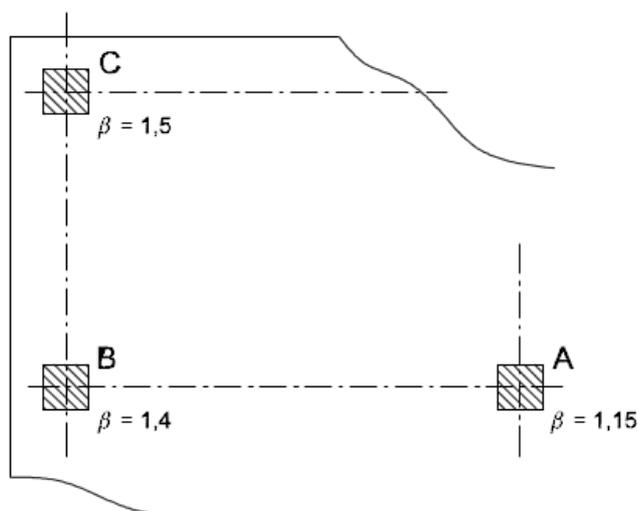
La verifica a punzonamento viene effettuata secondo quanto prescritto dall'Eurocodice UNI EN 1992-1-1 del 2005 (§6.4 e successivi).



*Modello di verifica al punzonamento*

Generalmente il perimetro di verifica di base  $u_1$  è collocato ad una distanza  $2.0 \cdot d$  dall'area caricata. Nel caso in esame, a favore di sicurezza, si assume una diffusione a  $45^\circ$  a partire da un'area di impatto di  $150 \times 25$  cm.

Perimetro di verifica	$u_1 = 638$ cm
Carico di progetto	$P = V_{ED} = 500$ kN
Altezza utile sezione	$d = 36$ cm
Armatura presente	$\Phi 16/20 - \Phi 12/20$



*Valori di  $\beta$  raccomandati:*

Nel caso in oggetto, a favore di sicurezza, si utilizza  $\beta = 1.5$ .

La tensione di progetto viene valutata nel modo seguente:

$$v_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d} = 1.5 \cdot \frac{500000}{6380 \cdot 360} = 0.33 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di progetto a punzonamento:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} = 0.12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 0.0028 \cdot 33.2)^{1/3} = 0.40 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k \cdot f_{ck}^{3/2} = 0.47 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd} = \max\{v_{Rd,c}; v_{min}\} = 0.47 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$f_{ck}$  resistenza caratteristica a compressione, espressa in N/mm<sup>2</sup>;

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0 \text{ } d \text{ in mm}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0.02$$

$$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$$

rapporto di armatura longitudinale;  
valore raccomandato.

$$v_{Ed} = 0.33 < 0.47 = v_{Rd}$$

## 11 VERIFICA SEZIONE 5

### 11.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

#### Descrizione dei gradoni

##### Simbologia adottata

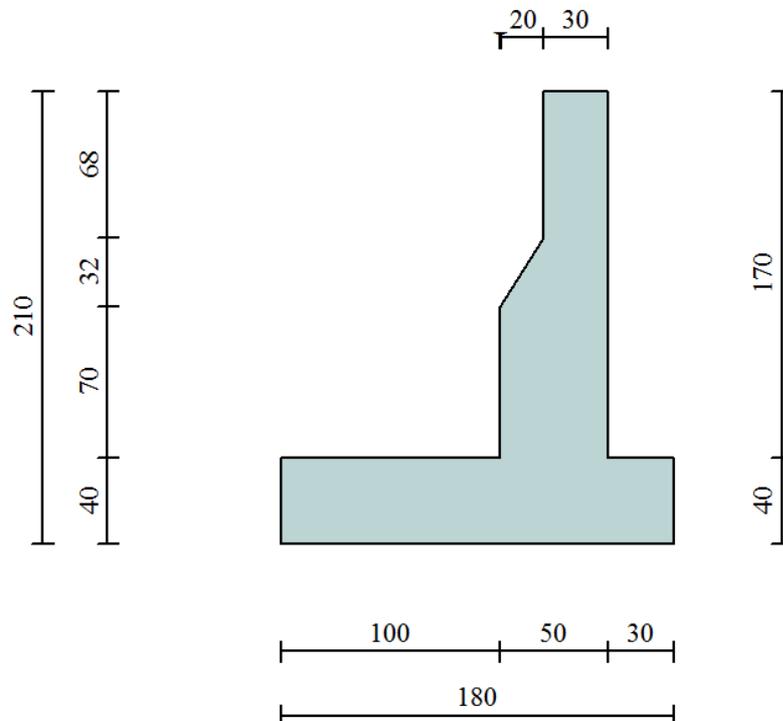
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.30	0.30	0.68	0.00	0.00
2	0.30	0.50	0.32	32.00	0.00
3	0.50	0.50	0.70	0.00	0.00

Altezza del paramento 1.70 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.30 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.40 [m]



Geometria opera

## 11.2 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	10.00	0.00	0.00

*A valle del muro*

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.70 [m]

**Falda**

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.00 [m]

## 11.3 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 [N/mm<sup>2</sup>]

$c_a$  Adesione terra-muro espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Strato 1	18.00	18.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000

## 11.4 Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

Ks Coefficiente di spinta

Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2.10	0.00	0.00	0.00	Rilevato
2	3.00	0.00	5.58	0.00	Strato 1

### 11.5 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 (ACC 1)

D	Profilo	$X_i=0.00$	$X_f=10.00$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

#### Condizione n° 2 (URTO)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=-25.0000$	$F_y=0.0000$	$M=0.0000$
---	-----------	-----------	----------	----------------	--------------	------------

### 11.6 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
ACC 1	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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

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
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.10	1.00	1.10

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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	<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° 21 - 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° 22 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 23 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 11.7 Impostazioni di analisi

### **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	Aggressive
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 $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU):	1.00
Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE):	1.00

### **Impostazioni avanzate**

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni.  
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni.  
Terreno a monte a elevata permeabilità.  
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00.

## 11.8 Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>SCO</sub>	CS <sub>RIB</sub>	CS <sub>QLIM</sub>	CS <sub>STAB</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	3.44	--	19.80	--
2	A2-M2 - [1]	--	2.73	--	9.51	--
3	EQU - [1]	--	--	6.43	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	3.48
5	A1-M1 - [2]	--	1.96	--	12.73	--
<b>6</b>	<b>A2-M2 - [2]</b>	--	<b>1.43</b>	--	<b>5.90</b>	--
<b>7</b>	<b>EQU - [2]</b>	--	--	<b>3.09</b>	--	--
<b>8</b>	<b>STAB - [2]</b>	--	--	--	--	<b>2.03</b>
9	A1-M1 - [3]	--	99.99	--	14.54	--
10	A2-M2 - [3]	--	99.99	--	8.74	--
11	EQU - [3]	--	--	5.74	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	2.20
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3.83	--	21.20	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3.82	--	20.84	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.43	--	9.17	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.44	--	9.32	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	6.42	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6.65	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3.25
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3.25
21	SLEQ - [1]	--	4.40	--	21.61	--
22	SLEF - [1]	--	2.82	--	16.85	--
23	SLER - [1]	--	2.55	--	15.64	--

## 11.9 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

### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.69 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.95$

### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.34 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.94$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.47$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	20.0
Lunghezza del muro	10.00 [m]

Peso muro	34.3727 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.41 Y=-1.44

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.30	Y = -2.10
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.30	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	2.10 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

**11.10 Combinazione n° 6**

Valore della spinta statica	30.2164	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	28.5635	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	9.8569	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.30	[m]	Y = -1.21	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.30	[m]	Y = -2.10	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	18.0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.15	[m]	Y = -0.85	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	28.5635	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	74.8296	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-6.3417	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	74.8296	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	28.5635	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.02	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.80	[m]
Risultante in fondazione	80.0958	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	20.89	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1.6977	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	441.4156	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.04472	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.03843	[N/mm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.59$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.08$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1.21$	$d_q = 1.10$	$d_\gamma = 1.10$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 20.25$	$N'_q = 11.02$	$N'_\gamma = 1.25$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.43
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.90

### 11.11 Combinazione n° 7

Valore della spinta statica	34.1383	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	32.2708	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	11.1362	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.30	[m]	Y = -1.20	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.30	[m]	Y = -2.10	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	18.1800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.15	[m]	Y = -0.85	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	32.2708	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	71.5916	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5.7075	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	28.9706	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	89.4006	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	71.5916	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	32.2708	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.06	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1.80	[m]
Risultante in fondazione	78.5288	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	24.26	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4.0025	[kNm]

#### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.09
--	------

## 11.12 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 [N/mm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.66 Y[m]= 0.98

Raggio del cerchio R[m]= 3.23

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.21

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2.43

Larghezza della striscia dx[m]= 0.23

Coefficiente di sicurezza C= 2.03

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	7.0357	66.50	6.4521	0.0055	29.26	0.000	0.000
2	9.0347	58.44	7.6987	0.0042	29.26	0.000	0.000
3	10.5009	51.40	8.2070	0.0035	29.26	0.000	0.000
4	11.6535	45.34	8.2892	0.0031	29.26	0.000	0.000
5	12.5938	39.88	8.0750	0.0029	29.26	0.000	0.000
6	13.3731	34.83	7.6380	0.0027	29.26	0.000	0.000
7	14.0220	30.08	7.0269	0.0026	29.26	0.000	0.000
8	14.5599	25.54	6.2775	0.0025	29.26	0.000	0.000
9	15.0002	21.17	5.4178	0.0024	29.26	0.000	0.000
10	15.5808	16.93	4.5375	0.0023	29.26	0.000	0.000
11	15.0173	12.78	3.3230	0.0023	29.26	0.000	0.001
12	12.0882	8.70	1.8293	0.0022	29.26	0.000	0.001
13	7.9326	4.67	0.6456	0.0022	29.26	0.000	0.001
14	5.9696	0.66	0.0683	0.0022	29.26	0.000	0.001
15	5.9473	-3.35	-0.3479	0.0022	29.26	0.000	0.001
16	5.8584	-7.38	-0.7525	0.0022	29.26	0.000	0.001
17	5.7011	-11.44	-1.1310	0.0023	29.26	0.000	0.001
18	5.2291	-15.57	-1.4032	0.0023	29.26	0.000	0.000
19	4.7474	-19.77	-1.6060	0.0024	29.26	0.000	0.000
20	4.3369	-24.10	-1.7706	0.0024	29.26	0.000	0.000
21	3.8322	-28.57	-1.8327	0.0025	29.26	0.000	0.000
22	3.2214	-33.25	-1.7661	0.0026	29.26	0.000	0.000
23	2.4875	-38.19	-1.5379	0.0028	29.26	0.000	0.000
24	1.6042	-43.50	-1.1042	0.0030	29.26	0.000	0.000
25	0.5288	-49.34	-0.4011	0.0034	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 207.8567$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 61.8328$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 116.4343$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 2.45$



### 11.13 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.09	0.6324	0.8786	-2.6619	-0.0001	-29.4439	0.6544
2	0.34	2.6163	3.6307	-9.1319	0.3215	-20.5386	2.8871
3	0.60	4.7301	6.5469	-13.4082	1.2474	-12.0460	5.4974
4	0.76	6.2160	8.5699	-15.2491	2.0138	-6.7715	7.3867
5	1.00	9.1386	12.2991	-16.9432	3.1800	-0.7118	10.4169
6	1.18	11.6644	15.4318	-16.6049	5.0031	3.3533	12.8372
7	1.44	15.5676	20.2750	-14.4898	8.5424	5.0803	16.7995
8	1.70	19.6085	25.2917	-10.5481	13.1397	7.0237	21.1608

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.09	0.6322	0.7951	-0.0090	-0.0006	0.0162	0.3939
2	0.34	2.6126	3.2690	0.0126	0.1723	0.2594	1.7810
3	0.60	4.7190	5.8691	0.1062	0.7257	0.7945	3.4606
4	0.76	6.1979	7.6674	0.0978	1.1337	1.2960	4.7027
5	1.00	9.1074	11.0416	-0.1378	1.6186	2.2439	6.7278
6	1.18	11.6213	13.8943	0.2353	2.7604	3.0986	8.3680
7	1.44	15.5030	18.2843	1.0780	5.0138	4.6376	11.0852
8	1.70	19.5182	22.8076	2.3318	7.9878	6.4859	14.1117

### 11.14 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.4625	0.4415	-4.3196	4.3919
3	0.40	-1.6055	1.7475	-6.8035	8.6442
4	0.60	-3.0616	3.8899	-7.4519	12.7566
5	0.80	-4.4638	6.8408	-6.2646	16.7294
6	1.00	-5.4451	10.5723	-3.2418	20.5624

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	0.0281	0.1993	0.3640	2.0519
3	0.40	0.1786	0.8443	1.2233	4.4566
4	0.60	0.5505	2.0055	2.5779	7.2142
5	0.80	1.2428	3.7535	4.4277	10.3246
6	1.00	2.3546	6.1588	6.7728	13.7880

### 11.15 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.0653	0.0271	-2.1786	0.8761
3	0.12	-0.2618	0.1019	-4.3756	1.5926
4	0.18	-0.5907	0.2150	-6.5911	2.1496
5	0.24	-1.0531	0.3567	-8.8251	2.5471
6	0.30	-1.6501	0.5175	-11.0776	2.7851

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.0294	0.0022	-0.9845	0.0659
3	0.12	-0.1188	0.0070	-2.0008	0.0872
4	0.18	-0.2701	0.0118	-3.0488	0.0639
5	0.24	-0.4853	0.0138	-4.1286	-0.0039
6	0.30	-0.7662	0.0104	-5.2401	-0.1164

### 11.16 Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rs</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.09	100, 30	10.05	10.05	30.67	0.67	37.29	125.57	--	--
2	0.34	100, 30	10.05	10.05	37.28	-25.50	10.95	125.83	--	--
3	0.60	100, 30	10.05	10.05	46.33	101.01	7.53	126.11	--	--
4	0.76	100, 35	10.05	10.05	65.49	-118.31	8.12	136.38	--	--
5	1.00	100, 50	10.05	10.05	138.12	-8.88	11.87	175.13	--	--
6	1.18	100, 50	10.05	10.05	186.20	211.08	12.71	175.47	--	--
7	1.44	100, 50	10.05	10.05	317.28	238.01	16.43	175.68	--	--
8	1.70	100, 50	10.05	10.05	506.05	-276.79	21.07	176.24	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.09	100, 30	10.05	10.05	0.003	0.002	-0.042	-0.030
2	0.34	100, 30	10.05	10.05	0.020	0.008	-0.111	-0.257
3	0.60	100, 30	10.05	10.05	0.073	0.016	0.696	-0.814
4	0.76	100, 35	10.05	10.05	0.085	0.018	0.920	-0.987

5	1.00	100, 50	10.05	10.05	0.060	0.017	-0.295	-0.794
6	1.18	100, 50	10.05	10.05	0.105	0.021	1.177	-1.330
7	1.44	100, 50	10.05	10.05	0.201	0.028	4.001	-2.407
8	1.70	100, 50	10.05	10.05	0.330	0.036	8.619	-3.770

### 11.17 Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	146.50	--	--
2	0.20	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	290.20	146.50	--	--
3	0.40	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	76.82	146.50	--	--
4	0.60	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	34.51	146.50	--	--
5	0.80	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	19.62	146.50	--	--
6	1.00	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	12.70	146.50	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.20	100, 40	10.05	10.05	0.012	0.007	0.600	-0.095
9	0.40	100, 40	10.05	10.05	0.051	0.015	2.544	-0.403
10	0.60	100, 40	10.05	10.05	0.122	0.024	6.042	-0.957
11	0.80	100, 40	10.05	10.05	0.229	0.034	11.308	-1.790
12	1.00	100, 40	10.05	10.05	0.375	0.045	18.555	-2.938

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	146.50	--	--
2	0.06	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	2056.78	146.50	--	--
3	0.12	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	512.74	146.50	--	--
4	0.18	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	227.24	146.50	--	--
5	0.24	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	127.47	146.50	--	--
6	0.30	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	81.35	146.50	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.06	100, 40	10.05	10.05	0.002	-0.003	-0.014	0.089

9	0.12	100, 40	10.05	10.05	0.007	-0.007	-0.057	0.358
10	0.18	100, 40	10.05	10.05	0.016	-0.010	-0.129	0.814
11	0.24	100, 40	10.05	10.05	0.030	-0.013	-0.231	1.462
12	0.30	100, 40	10.05	10.05	0.047	-0.017	-0.365	2.308

### 11.18 Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 21

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$S_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	10.05	10.05	-23.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.09	10.05	10.05	23.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.17	10.05	10.05	23.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
4	0.26	10.05	10.05	-23.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
5	0.34	10.05	10.05	-23.68	-0.01	0.0000	0.00	0.000
6	0.43	10.05	10.05	-23.68	-0.03	0.0000	0.00	0.000
7	0.51	10.05	10.05	-23.68	-0.06	0.0000	0.00	0.000
8	0.60	10.05	10.05	-23.68	-0.11	0.0000	0.00	0.000
9	0.68	10.05	10.05	-23.68	-0.17	0.0000	0.00	0.000
10	0.68	10.05	10.05	-23.68	-0.17	0.0000	0.00	0.000
11	0.76	10.05	10.05	-32.01	-0.10	0.0000	0.00	0.000
12	0.84	10.05	10.05	-41.54	-0.02	0.0000	0.00	0.000
13	0.92	10.05	10.05	52.24	0.05	0.0000	0.00	0.000
14	1.00	10.05	10.05	64.12	0.14	0.0000	0.00	0.000
15	1.00	10.05	10.05	64.14	0.14	0.0000	0.00	0.000
16	1.09	10.05	10.05	-64.14	-0.03	0.0000	0.00	0.000
17	1.18	10.05	10.05	-64.14	-0.24	0.0000	0.00	0.000
18	1.26	10.05	10.05	-64.14	-0.48	0.0000	0.00	0.000
19	1.35	10.05	10.05	-64.14	-0.76	0.0000	0.00	0.000
20	1.44	10.05	10.05	-64.14	-1.08	0.0000	0.00	0.000
21	1.53	10.05	10.05	-64.14	-1.45	0.0000	0.00	0.000
22	1.61	10.05	10.05	-64.14	-1.86	0.0000	0.00	0.000
23	1.70	10.05	10.05	-64.14	-2.33	0.0000	0.00	0.000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-1.50	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.40	10.05	10.05	41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	-1.30	10.05	10.05	41.54	0.03	0.0000	0.00	0.000
4	-1.20	10.05	10.05	41.54	0.08	0.0000	0.00	0.000
5	-1.10	10.05	10.05	41.54	0.18	0.0000	0.00	0.000
6	-1.00	10.05	10.05	41.54	0.33	0.0000	0.00	0.000
7	-0.90	10.05	10.05	41.54	0.55	0.0000	0.00	0.000
8	-0.80	10.05	10.05	41.54	0.85	0.0000	0.00	0.000
9	-0.70	10.05	10.05	41.54	1.24	0.0000	0.00	0.000
10	-0.60	10.05	10.05	41.54	1.74	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	41.54	2.35	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000
13	0.03	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000

14	0.06	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000
15	0.09	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000
16	0.12	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000
17	0.15	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000
18	0.18	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000
19	0.21	10.05	10.05	41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
20	0.24	10.05	10.05	41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
21	0.27	10.05	10.05	41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
22	0.30	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 22
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	10.05	-23.68	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.09	10.05	10.05	23.68	0.01	0.0000	0.00	0.000
3	0.17	10.05	10.05	-23.68	-0.01	0.0000	0.00	0.000
4	0.26	10.05	10.05	-23.68	-0.06	0.0000	0.00	0.000
5	0.34	10.05	10.05	-23.68	-0.13	0.0000	0.00	0.000
6	0.43	10.05	10.05	-23.68	-0.24	0.0000	0.00	0.000
7	0.51	10.05	10.05	-23.68	-0.39	0.0000	0.00	0.000
8	0.60	10.05	10.05	-23.68	-0.57	0.0000	0.00	0.000
9	0.68	10.05	10.05	-23.68	-0.80	0.0000	0.00	0.000
10	0.68	10.05	10.05	-23.68	-0.80	0.0000	0.00	0.000
11	0.76	10.05	10.05	-32.01	-0.87	0.0000	0.00	0.000
12	0.84	10.05	10.05	-41.54	-0.97	0.0000	0.00	0.000
13	0.92	10.05	10.05	-52.24	-1.07	0.0000	0.00	0.000
14	1.00	10.05	10.05	-64.12	-1.18	0.0000	0.00	0.000
15	1.00	10.05	10.05	-64.14	-1.18	0.0000	0.00	0.000
16	1.09	10.05	10.05	-64.14	-1.62	0.0000	0.00	0.000
17	1.18	10.05	10.05	-64.14	-2.13	0.0000	0.00	0.000
18	1.26	10.05	10.05	-64.14	-2.70	0.0000	0.00	0.000
19	1.35	10.05	10.05	-64.14	-3.33	0.0000	0.00	0.000
20	1.44	10.05	10.05	-64.14	-4.03	0.0000	0.00	0.000
21	1.53	10.05	10.05	-64.14	-4.80	0.0000	0.00	0.000
22	1.61	10.05	10.05	-64.14	-5.65	0.0000	0.00	0.000
23	1.70	10.05	10.05	-64.14	-6.57	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.50	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.40	10.05	10.05	41.54	0.04	0.0000	0.00	0.000
3	-1.30	10.05	10.05	41.54	0.16	0.0000	0.00	0.000
4	-1.20	10.05	10.05	41.54	0.37	0.0000	0.00	0.000
5	-1.10	10.05	10.05	41.54	0.68	0.0000	0.00	0.000
6	-1.00	10.05	10.05	41.54	1.10	0.0000	0.00	0.000
7	-0.90	10.05	10.05	41.54	1.64	0.0000	0.00	0.000
8	-0.80	10.05	10.05	41.54	2.31	0.0000	0.00	0.000
9	-0.70	10.05	10.05	41.54	3.13	0.0000	0.00	0.000
10	-0.60	10.05	10.05	41.54	4.09	0.0000	0.00	0.000
11	-0.50	10.05	10.05	41.54	5.21	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-41.54	-0.57	0.0000	0.00	0.000
13	0.03	10.05	10.05	-41.54	-0.46	0.0000	0.00	0.000
14	0.06	10.05	10.05	-41.54	-0.36	0.0000	0.00	0.000
15	0.09	10.05	10.05	-41.54	-0.27	0.0000	0.00	0.000
16	0.12	10.05	10.05	-41.54	-0.20	0.0000	0.00	0.000
17	0.15	10.05	10.05	-41.54	-0.14	0.0000	0.00	0.000

---

18	0.18	10.05	10.05	-41.54	-0.09	0.0000	0.00	0.000
19	0.21	10.05	10.05	-41.54	-0.05	0.0000	0.00	0.000
20	0.24	10.05	10.05	-41.54	-0.02	0.0000	0.00	0.000
21	0.27	10.05	10.05	-41.54	-0.01	0.0000	0.00	0.000
22	0.30	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000

#### 11.19 Verifica a punzonamento

La verifica a punzonamento è analoga a quanto visto nel capitolo precedente.

## 12 VERIFICA SEZIONE 6

### 12.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

#### Descrizione dei gradoni

##### Simbologia adottata

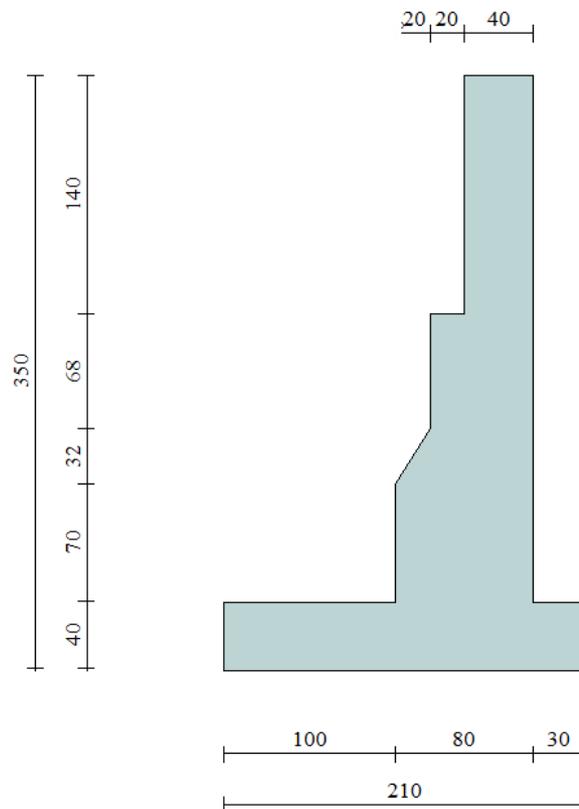
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.40	0.40	1.40	0.00	0.00
2	0.60	0.60	0.68	0.00	0.00
3	0.60	0.80	0.32	32.00	0.00
4	0.80	0.80	0.70	0.00	0.00

Altezza del paramento 3.10 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.30 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.40 [m]



Geometria opera

## 12.2 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	10.00	0.00	0.00

A valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.70 [m]

### Falda

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.30 [m]

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.30 [m]

## 12.3 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 [N/mm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Strato 1	18.00	18.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000

## 12.4 Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	3.50	0.00	0.00	0.00	Rilevato
2	3.00	0.00	5.89	0.00	Strato 1

## 12.5 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 (ACC 1)

D Profilo  $X_i=0.00$   $X_f=10.00$   $Q_i=20.0000$   $Q_f=20.0000$

### Condizione n° 2 (URTO)

C Paramento  $X=-0.15$   $Y=0.00$   $F_x=-25.0000$   $F_y=0.0000$   $M=0.0000$

## 12.6 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
ACC 1	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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

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
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO	SFAV	1.10	1.00	1.10

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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	<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° 21 - 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° 22 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 23 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 12.7 Impostazioni di analisi

### **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	Aggressive
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 $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU):	1.00
Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE):	1.00

### **Impostazioni avanzate**

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni.  
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni.  
Terreno a monte a elevata permeabilità.  
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00.

**12.8 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]	--	1.95	--	9.93	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.56	--	4.77	--
3	EQU - [1]	--	--	2.73	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1.99
5	A1-M1 - [2]	--	1.37	--	5.48	--
<b>6</b>	<b>A2-M2 - [2]</b>	--	<b>1.02</b>	--	<b>2.29</b>	--
<b>7</b>	<b>EQU - [2]</b>	--	--	<b>1.73</b>	--	--
<b>8</b>	<b>STAB - [2]</b>	--	--	--	--	<b>1.57</b>
9	A1-M1 - [3]	--	3.63	--	8.57	--
10	A2-M2 - [3]	--	1.99	--	3.76	--
11	EQU - [3]	--	--	2.48	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.64
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.26	--	11.02	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.26	--	10.84	--
15	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.43	--	4.27	--
16	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.43	--	4.35	--
17	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.90	--	--
18	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.93	--	--
19	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.91
20	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.91
21	SLEQ - [1]	--	2.50	--	11.24	--
22	SLEF - [1]	--	1.90	--	9.21	--
23	SLER - [1]	--	1.77	--	8.23	--

## 12.9 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

### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.69 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.89$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.95$

### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.34 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.94$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.47$

Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare
------------------------------------	--------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	30.0
Lunghezza del muro	10.00 [m]

Peso muro	63.5479 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.45 Y=-2.28

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.30	Y = -3.50
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.30	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	3.50 [m]	
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

**12.10 Combinazione n° 6**

Valore della spinta statica	65.2292	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	61.6610	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	21.2784	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.30	[m]	Y = -2.08	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		

Spinta falda	0.4413	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.30	[m]	Y = -3.40	[m]
Sottospinta falda	6.1783	[kN]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	26.4000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.15	[m]	Y = -1.55	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	62.1023	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	117.6480	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-9.1270	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	117.6480	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	62.1023	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.10	[m]		
Risultante in fondazione	133.0329	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	27.83	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	29.2876	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	269.0773	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.10	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.09587	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.01618	[N/mm <sup>2</sup> ]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.48$	$i_q = 0.48$	$i_\gamma = 0.00$
<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.

$N'_c = 15.99$	$N'_q = 8.80$	$N'_\gamma = 0.04$
----------------	---------------	--------------------

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.29

**12.11 Combinazione n° 7**

Valore della spinta statica	73.2527	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	69.2456	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	23.8957	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.30	[m]	Y = -2.07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		
Spinta falda	0.4854	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.30	[m]	Y = -3.40	[m]
Sottospinta falda	6.7961	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	25.7400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.15	[m]	Y = -1.55	[m]
<b><u>Risultanti</u></b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	69.7311	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	111.3728	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-8.2143	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	105.8693	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	183.2342	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	111.3728	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	69.7311	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.36	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2.08	[m]		
Risultante in fondazione	131.4013	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	32.05	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	39.5764	[kNm]		
<b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>				
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.73			

## 12.12 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 [N/mm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.34 Y[m]= 0.80

Raggio del cerchio R[m]= 4.60

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.66

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.20

Larghezza della striscia dx[m]= 0.31

Coefficiente di sicurezza C= 1.57

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

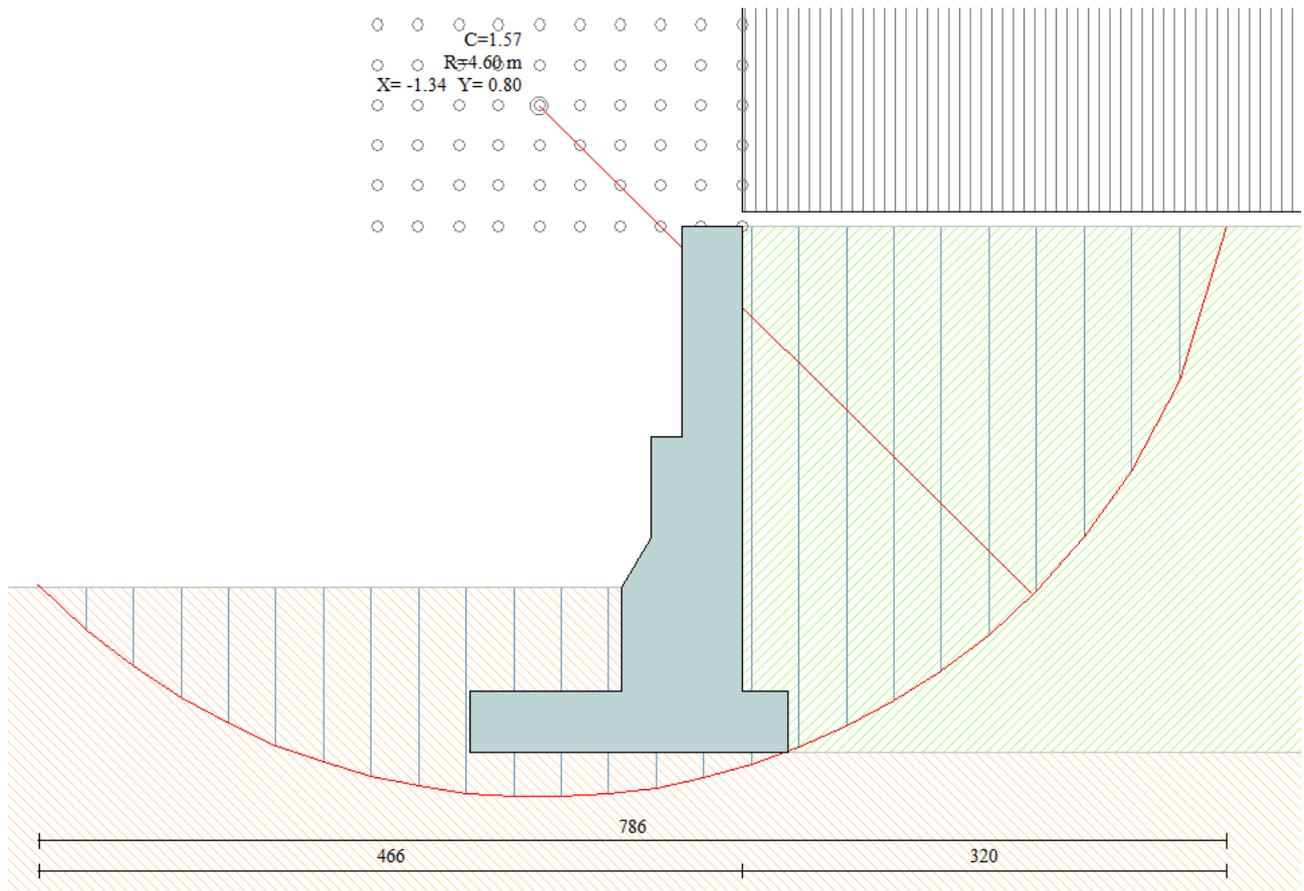
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	11.4021	72.98	10.9028	0.0105	29.26	0.000	0.000
2	16.5179	62.36	14.6328	0.0066	29.26	0.000	0.000
3	19.8032	54.75	16.1719	0.0053	29.26	0.000	0.000
4	22.3149	48.41	16.6897	0.0046	29.26	0.000	0.000
5	24.3433	42.80	16.5387	0.0042	29.26	0.000	0.000
6	26.0209	37.66	15.8976	0.0039	29.26	0.000	0.000
7	27.4218	32.86	14.8780	0.0037	29.26	0.000	0.000
8	28.5924	28.31	13.5584	0.0035	29.26	0.000	0.000
9	29.5635	23.94	11.9984	0.0034	29.26	0.000	0.002
10	30.7767	19.73	10.3877	0.0033	29.26	0.000	0.003
11	29.3818	15.62	7.9094	0.0032	29.26	0.000	0.004
12	23.2984	11.59	4.6800	0.0031	29.26	0.000	0.005
13	12.1951	7.62	1.6166	0.0031	29.26	0.000	0.005
14	10.0975	3.68	0.6487	0.0031	29.26	0.000	0.006
15	10.1524	-0.23	-0.0413	0.0031	29.26	0.000	0.006
16	10.0259	-4.15	-0.7257	0.0031	29.26	0.000	0.006
17	9.2717	-8.09	-1.3045	0.0031	29.26	0.000	0.005
18	8.9552	-12.06	-1.8717	0.0032	29.26	0.000	0.005
19	8.5084	-16.10	-2.3596	0.0032	29.26	0.000	0.004
20	6.9941	-20.22	-2.4176	0.0033	29.26	0.000	0.003
21	6.1950	-24.46	-2.5647	0.0034	29.26	0.000	0.002
22	5.2014	-28.84	-2.5088	0.0035	29.26	0.000	0.000
23	4.0053	-33.42	-2.2057	0.0037	29.26	0.000	0.000
24	2.5742	-38.25	-1.5937	0.0039	29.26	0.000	0.000
25	0.8595	-43.44	-0.5909	0.0042	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 384.4724$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 138.3267$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 215.3684$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 4.26$



*Cerchio critico CS = 1.57*

### 12.13 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.31	3.1477	4.0734	0.0049	0.2540	0.2803	2.7672
2	0.78	8.2320	10.6447	0.3053	2.3555	1.6865	7.8709
3	1.24	13.7516	17.7641	1.4438	6.9937	4.0017	14.1087
4	1.57	18.6940	23.8896	1.2805	9.6686	-13.3665	18.9525
5	2.08	28.0564	35.2156	-1.1755	20.6685	-4.3879	28.1827
6	2.40	34.9788	43.4385	-6.2340	26.2078	1.9321	34.7382
7	2.68	41.8926	51.5342	-5.8336	35.9355	7.9057	40.9669
8	3.10	52.5562	64.0468	-2.1011	53.8393	17.6292	51.1589

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.31	3.1447	3.7451	0.0038	0.0999	0.2172	1.6091
2	0.78	8.2131	9.7171	0.2348	1.2886	1.3576	4.8441
3	1.24	13.7032	16.1106	1.1418	4.1306	3.4755	9.0566
4	1.57	18.6170	21.6547	0.8062	5.4199	5.5330	12.5754
5	2.08	27.9212	31.9464	4.1031	12.5959	9.7106	19.0420
6	2.40	34.7990	39.4437	4.1043	15.1627	12.9239	23.6916
7	2.68	41.6683	46.8551	7.6103	21.6427	16.1173	28.1418
8	3.10	52.2560	58.2561	14.5559	33.7092	21.5654	35.4750

### 12.14 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	-0.4531	1.4187	-4.1778	13.9336
3	0.40	-1.5298	5.4723	-6.2364	26.3493
4	0.60	-2.8064	11.8572	-6.1758	37.2470
5	0.80	-3.8589	20.2698	-3.9961	46.6267
6	1.00	-4.2635	30.4066	0.3028	54.4884

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	0.2748	0.7778	2.8270	7.7274
3	0.40	1.1624	3.0709	6.1279	15.1532
4	0.60	2.7576	6.8190	9.9028	22.2775
5	0.80	5.1551	11.9617	14.1517	29.1001
6	1.00	8.4498	18.4389	18.8745	35.6212

### 12.15 Involuppo Sollecitazioni fondazione di monte

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]

#### Involuppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.1590	0.0043	-5.2843	0.1200
3	0.12	-0.6323	0.0116	-10.4791	0.1001
4	0.18	-1.4147	0.0135	-15.5842	-0.0599
5	0.24	-2.5006	0.0016	-20.5997	-0.3597
6	0.30	-3.8848	-0.0325	-25.5255	-0.7995

#### Involuppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.0822	-0.0212	-2.7370	-0.7154
3	0.12	-0.3279	-0.0867	-5.4468	-1.4734
4	0.18	-0.7353	-0.1989	-8.1294	-2.2741
5	0.24	-1.3029	-0.3604	-10.7850	-3.1174
6	0.30	-2.0290	-0.5738	-13.4134	-4.0034

### 12.16 Involuppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rs</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Involuppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rs</sub>
1	0.31	100, 40	10.05	10.05	4346.90	-8.20	1124.31	146.92	--	--
2	0.78	100, 40	10.05	10.05	1460.66	-182.13	144.25	147.62	--	--
3	1.24	100, 40	10.05	10.05	528.30	-218.19	31.20	148.37	--	--
4	1.57	100, 60	10.05	10.05	1185.48	-481.24	52.06	202.20	--	--
5	2.08	100, 60	10.05	10.05	577.27	-69.42	17.25	204.08	--	--
6	2.40	100, 80	10.05	10.05	982.87	-625.04	23.85	255.57	--	--
7	2.68	100, 80	10.05	10.05	734.33	331.52	15.03	256.70	--	--
8	3.10	100, 80	10.05	10.05	529.16	324.33	8.73	258.45	--	--

#### Involuppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.31	100, 40	10.05	10.05	0.012	0.005	-0.108	-0.170
2	0.78	100, 40	10.05	10.05	0.073	0.016	0.456	-0.921
3	1.24	100, 40	10.05	10.05	0.252	0.030	5.383	-2.765
4	1.57	100, 60	10.05	10.05	0.148	0.026	2.009	-1.918

5	2.08	100, 60	10.05	10.05	0.376	0.040	10.128	-4.509
6	2.40	100, 80	10.05	10.05	0.256	0.037	5.190	-3.360
7	2.68	100, 80	10.05	10.05	0.383	0.044	10.271	-4.905
8	3.10	100, 80	10.05	10.05	0.621	0.055	21.287	-7.710

### 12.17 Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	146.50	--	--
2	0.20	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	94.62	146.50	--	--
3	0.40	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	24.53	146.50	--	--
4	0.60	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	11.32	146.50	--	--
5	0.80	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	6.62	146.50	--	--
6	1.00	100, 40	10.05	10.05	0.00	134.23	4.41	146.50	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.20	100, 40	10.05	10.05	0.047	0.025	2.343	-0.371
9	0.40	100, 40	10.05	10.05	0.187	0.050	9.252	-1.465
10	0.60	100, 40	10.05	10.05	0.415	0.073	20.544	-3.253
11	0.80	100, 40	10.05	10.05	0.728	0.095	36.037	-5.706
12	1.00	100, 40	10.05	10.05	1.123	0.116	55.551	-8.796

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	146.50	--	--
2	0.06	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	844.35	146.50	--	--
3	0.12	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	212.29	146.50	--	--
4	0.18	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	94.89	146.50	--	--
5	0.24	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	53.68	146.50	--	--
6	0.30	100, 40	10.05	10.05	0.00	-134.23	34.55	146.50	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 40	10.05	10.05	0.000	0.000	0.000	0.000

8	0.06	100, 40	10.05	10.05	0.005	-0.009	-0.039	0.248
9	0.12	100, 40	10.05	10.05	0.020	-0.018	-0.156	0.988
10	0.18	100, 40	10.05	10.05	0.045	-0.027	-0.351	2.215
11	0.24	100, 40	10.05	10.05	0.079	-0.035	-0.621	3.925
12	0.30	100, 40	10.05	10.05	0.124	-0.044	-0.968	6.113

### 12.18 Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 21

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

$M$  Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$S_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

$w$  Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.16	10.05	10.05	41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.31	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
4	0.47	10.05	10.05	-41.54	-0.03	0.0000	0.00	0.000
5	0.62	10.05	10.05	-41.54	-0.11	0.0000	0.00	0.000
6	0.78	10.05	10.05	-41.54	-0.23	0.0000	0.00	0.000
7	0.93	10.05	10.05	-41.54	-0.44	0.0000	0.00	0.000
8	1.09	10.05	10.05	-41.54	-0.74	0.0000	0.00	0.000
9	1.24	10.05	10.05	-41.54	-1.14	0.0000	0.00	0.000
10	1.40	10.05	10.05	-41.54	-1.67	0.0000	0.00	0.000
11	1.40	10.05	10.05	-91.45	-0.11	0.0000	0.00	0.000
12	1.57	10.05	10.05	-91.45	-0.81	0.0000	0.00	0.000
13	1.74	10.05	10.05	-91.45	-1.69	0.0000	0.00	0.000
14	1.91	10.05	10.05	-91.45	-2.78	0.0000	0.00	0.000
15	2.08	10.05	10.05	-91.45	-4.10	0.0000	0.00	0.000
16	2.08	10.05	10.05	-91.45	-4.10	0.0000	0.00	0.000
17	2.24	10.05	10.05	-123.47	-4.09	0.0000	0.00	0.000
18	2.40	10.05	10.05	-160.20	-4.10	0.0000	0.00	0.000
19	2.40	10.05	10.05	-160.22	-4.10	0.0000	0.00	0.000
20	2.54	10.05	10.05	-160.22	-5.75	0.0000	0.00	0.000
21	2.68	10.05	10.05	-160.22	-7.61	0.0000	0.00	0.000
22	2.82	10.05	10.05	-160.22	-9.69	0.0000	0.00	0.000
23	2.96	10.05	10.05	-160.22	-12.00	0.0000	0.00	0.000
24	3.10	10.05	10.05	-160.22	-14.56	0.0000	0.00	0.000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-1.80	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.70	10.05	10.05	41.54	0.07	0.0000	0.00	0.000
3	-1.60	10.05	10.05	41.54	0.27	0.0000	0.00	0.000
4	-1.50	10.05	10.05	41.54	0.64	0.0000	0.00	0.000
5	-1.40	10.05	10.05	41.54	1.16	0.0000	0.00	0.000
6	-1.30	10.05	10.05	41.54	1.87	0.0000	0.00	0.000
7	-1.20	10.05	10.05	41.54	2.76	0.0000	0.00	0.000
8	-1.10	10.05	10.05	41.54	3.85	0.0000	0.00	0.000
9	-1.00	10.05	10.05	41.54	5.16	0.0000	0.00	0.000
10	-0.90	10.05	10.05	41.54	6.68	0.0000	0.00	0.000
11	-0.80	10.05	10.05	41.54	8.45	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-41.54	-0.57	0.0000	0.00	0.000

13	0.03	10.05	10.05	-41.54	-0.46	0.0000	0.00	0.000
14	0.06	10.05	10.05	-41.54	-0.36	0.0000	0.00	0.000
15	0.09	10.05	10.05	-41.54	-0.27	0.0000	0.00	0.000
16	0.12	10.05	10.05	-41.54	-0.20	0.0000	0.00	0.000
17	0.15	10.05	10.05	-41.54	-0.14	0.0000	0.00	0.000
18	0.18	10.05	10.05	-41.54	-0.09	0.0000	0.00	0.000
19	0.21	10.05	10.05	-41.54	-0.05	0.0000	0.00	0.000
20	0.24	10.05	10.05	-41.54	-0.02	0.0000	0.00	0.000
21	0.27	10.05	10.05	-41.54	-0.01	0.0000	0.00	0.000
22	0.30	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 22
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.16	10.05	10.05	41.54	0.01	0.0000	0.00	0.000
3	0.31	10.05	10.05	-41.54	-0.08	0.0000	0.00	0.000
4	0.47	10.05	10.05	-41.54	-0.26	0.0000	0.00	0.000
5	0.62	10.05	10.05	-41.54	-0.57	0.0000	0.00	0.000
6	0.78	10.05	10.05	-41.54	-1.03	0.0000	0.00	0.000
7	0.93	10.05	10.05	-41.54	-1.63	0.0000	0.00	0.000
8	1.09	10.05	10.05	-41.54	-2.41	0.0000	0.00	0.000
9	1.24	10.05	10.05	-41.54	-3.38	0.0000	0.00	0.000
10	1.40	10.05	10.05	-41.54	-4.56	0.0000	0.00	0.000
11	1.40	10.05	10.05	-91.45	-2.80	0.0000	0.00	0.000
12	1.57	10.05	10.05	-91.45	-4.27	0.0000	0.00	0.000
13	1.74	10.05	10.05	-91.45	-6.02	0.0000	0.00	0.000
14	1.91	10.05	10.05	-91.45	-8.08	0.0000	0.00	0.000
15	2.08	10.05	10.05	-91.45	-10.47	0.0000	0.00	0.000
16	2.08	10.05	10.05	-91.45	-10.47	0.0000	0.00	0.000
17	2.24	10.05	10.05	-123.47	-11.39	0.0000	0.00	0.000
18	2.40	10.05	10.05	-160.20	-12.40	0.0000	0.00	0.000
19	2.40	10.05	10.05	-160.22	-12.40	0.0000	0.00	0.000
20	2.54	10.05	10.05	-160.22	-15.13	0.0000	0.00	0.000
21	2.68	10.05	10.05	-160.22	-18.13	0.0000	0.00	0.000
22	2.82	10.05	10.05	-160.22	-21.43	0.0000	0.00	0.000
23	2.96	10.05	10.05	-160.22	-25.02	0.0000	0.00	0.000
24	3.10	10.05	10.05	-160.22	-28.92	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-1.80	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-1.70	10.05	10.05	41.54	0.16	0.0000	0.00	0.000
3	-1.60	10.05	10.05	41.54	0.65	0.0000	0.00	0.000
4	-1.50	10.05	10.05	41.54	1.46	0.0000	0.00	0.000
5	-1.40	10.05	10.05	41.54	2.59	0.0000	0.00	0.000
6	-1.30	10.05	10.05	41.54	4.04	0.0000	0.00	0.000
7	-1.20	10.05	10.05	41.54	5.80	0.0000	0.00	0.000
8	-1.10	10.05	10.05	41.54	7.88	0.0000	0.00	0.000
9	-1.00	10.05	10.05	41.54	10.26	0.0000	0.00	0.000
10	-0.90	10.05	10.05	41.54	12.95	0.0000	0.00	0.000
11	-0.80	10.05	10.05	41.54	15.94	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	10.05	10.05	-41.54	-1.67	0.0000	0.00	0.000
13	0.03	10.05	10.05	-41.54	-1.35	0.0000	0.00	0.000
14	0.06	10.05	10.05	-41.54	-1.07	0.0000	0.00	0.000
15	0.09	10.05	10.05	-41.54	-0.82	0.0000	0.00	0.000
16	0.12	10.05	10.05	-41.54	-0.60	0.0000	0.00	0.000

---

17	0.15	10.05	10.05	-41.54	-0.42	0.0000	0.00	0.000
18	0.18	10.05	10.05	-41.54	-0.27	0.0000	0.00	0.000
19	0.21	10.05	10.05	-41.54	-0.15	0.0000	0.00	0.000
20	0.24	10.05	10.05	-41.54	-0.07	0.0000	0.00	0.000
21	0.27	10.05	10.05	-41.54	-0.02	0.0000	0.00	0.000
22	0.30	10.05	10.05	-41.54	0.00	0.0000	0.00	0.000

### 12.19 Verifica a punzonamento

Per la verifica a punzonamento si rimanda a quanto svolto nel capitolo 10.

## 13 VERIFICA SEZIONE 7

### 13.1 Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

#### Descrizione dei gradoni

##### Simbologia adottata

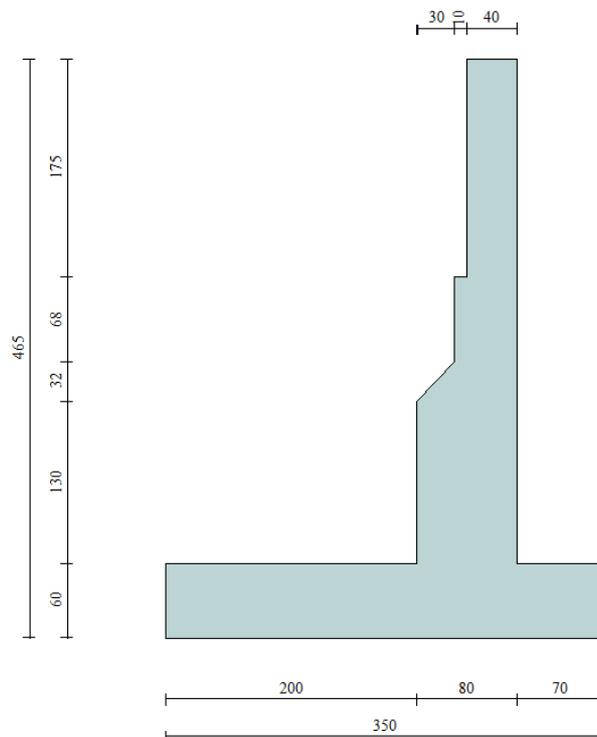
Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
$\alpha_e$	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
$\alpha_i$	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	$\alpha_e$	$\alpha_i$
1	0.40	0.40	1.75	0.00	0.00
2	0.50	0.50	0.68	0.00	0.00
3	0.50	0.80	0.32	43.00	0.00
4	0.80	0.80	1.30	0.00	0.00

Altezza del paramento 4.05 [m]

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	2.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.70 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.60 [m]



Geometria opera

### 13.2 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	10.00	0.00	0.00

*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]

**Falda**

Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.60 [m]

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione 0.60 [m]

### 13.3 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 [N/mm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Rilevato	20.00	20.00	35.00	23.33	0.0000	0.0000
Strato 1	18.00	18.00	35.00	30.00	0.0000	0.0000

### 13.4 Stratigrafia

*Simbologia adottata*

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	4.65	0.00	0.00	0.00	Rilevato
2	3.00	0.00	9.18	0.00	Strato 1

### 13.5 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 (ACC 1)

D Profilo  $X_i=0.00$   $X_f=10.00$   $Q_i=20.0000$   $Q_f=20.0000$

#### Condizione n° 2 (URTO)

C Paramento  $X=-0.15$   $Y=-1.75$   $F_x=-25.0000$   $F_y=0.0000$   $M=0.0000$

#### Condizione n° 3 (URTO 2)

C Paramento  $X=-0.20$   $Y=0.00$   $F_x=22.2200$   $F_y=0.0000$   $M=22.2200$

### 13.6 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 8 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
URTO	SFAV	1.30	1.00	1.30

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
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

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
URTO	SFAV	1.10	1.00	1.10

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
URTO	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO 2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 14 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO 2	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - 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
ACC 1	SFAV	1.50	0.77	1.16
URTO 2	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 16 - 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
ACC 1	SFAV	1.30	0.77	1.00
URTO 2	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR)

	<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	1.30	1.00	1.30
URTO 2	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 18 - 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
URTO 2	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - 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
URTO 2	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 20 - 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
URTO 2	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - 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° 22 - 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° 23 - 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° 24 - 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° 25 - 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° 26 - 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° 27 - 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° 28 - 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° 29 - 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° 30 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 31 - 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
ACC 1	SFAV	1.00	1.00	1.00

## 13.7 Impostazioni di analisi

### **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	Aggressive
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 $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU):	1.00
Coefficiente correttivo su $N_y$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE):	1.00

### **Impostazioni avanzate**

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni.  
Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni.  
Terreno a monte a elevata permeabilità.  
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00.

### 13.8 Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>SCO</sub>	CS <sub>RIB</sub>	CS <sub>QLIM</sub>	CS <sub>STAB</sub>
1	A1-M1 - [1]	--	2.15	--	11.41	--
2	A2-M2 - [1]	--	1.75	--	5.38	--
3	EQU - [1]	--	--	3.29	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2.14
5	A1-M1 - [2]	--	1.66	--	8.62	--
6	A2-M2 - [2]	--	1.27	--	4.11	--
7	EQU - [2]	--	--	2.48	--	--
<b>8</b>	<b>STAB - [2]</b>	--	--	--	--	<b>1.75</b>
9	A1-M1 - [3]	--	4.31	--	12.56	--
10	A2-M2 - [3]	--	2.87	--	5.48	--
11	EQU - [3]	--	--	3.83	--	--
12	STAB - [3]	--	--	--	--	2.14
13	A1-M1 - [4]	--	1.31	--	4.92	--
<b>14</b>	<b>A2-M2 - [4]</b>	--	<b>1.08</b>	--	<b>2.58</b>	--
<b>15</b>	<b>EQU - [4]</b>	--	--	<b>1.60</b>	--	--
16	STAB - [4]	--	--	--	--	1.81
17	A1-M1 - [5]	--	1.49	--	6.19	--
18	A2-M2 - [5]	--	1.30	--	3.50	--
19	EQU - [5]	--	--	1.69	--	--
20	STAB - [5]	--	--	--	--	2.14
21	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	2.49	--	12.43	--
22	A1-M1 - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	2.50	--	12.65	--
23	A2-M2 - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	1.59	--	5.22	--
24	A2-M2 - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	1.59	--	5.14	--
25	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.51	--	--
26	EQU - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.57	--	--
27	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.05
28	STAB - [6]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.04
29	SLEQ - [1]	--	2.79	--	13.03	--
30	SLEF - [1]	--	2.28	--	11.13	--
31	SLER - [1]	--	2.16	--	10.59	--

### 13.9 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

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.69 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.89$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.95$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo  $a_g$

0.34 [m/s<sup>2</sup>]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)

1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St)

1.00

Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )

0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale

0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)

$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.94$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

$k_v=0.50 * k_h = 0.47$

Forma diagramma incremento sismico

Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento)

30.0

Lunghezza del muro

10.00 [m]

Peso muro

107.5744 [kN]

Baricentro del muro

X=-0.66 Y=-3.31

#### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 0.70      Y = -4.65

Punto superiore superficie di spinta

X = 0.70      Y = 0.00

Altezza della superficie di spinta

4.65 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)

0.00 [°]

### 13.10 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 [N/mm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.79 Y[m]= 1.43

Raggio del cerchio R[m]= 6.57

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.61

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.63

Larghezza della striscia dx[m]= 0.45

Coefficiente di sicurezza C= 1.75

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

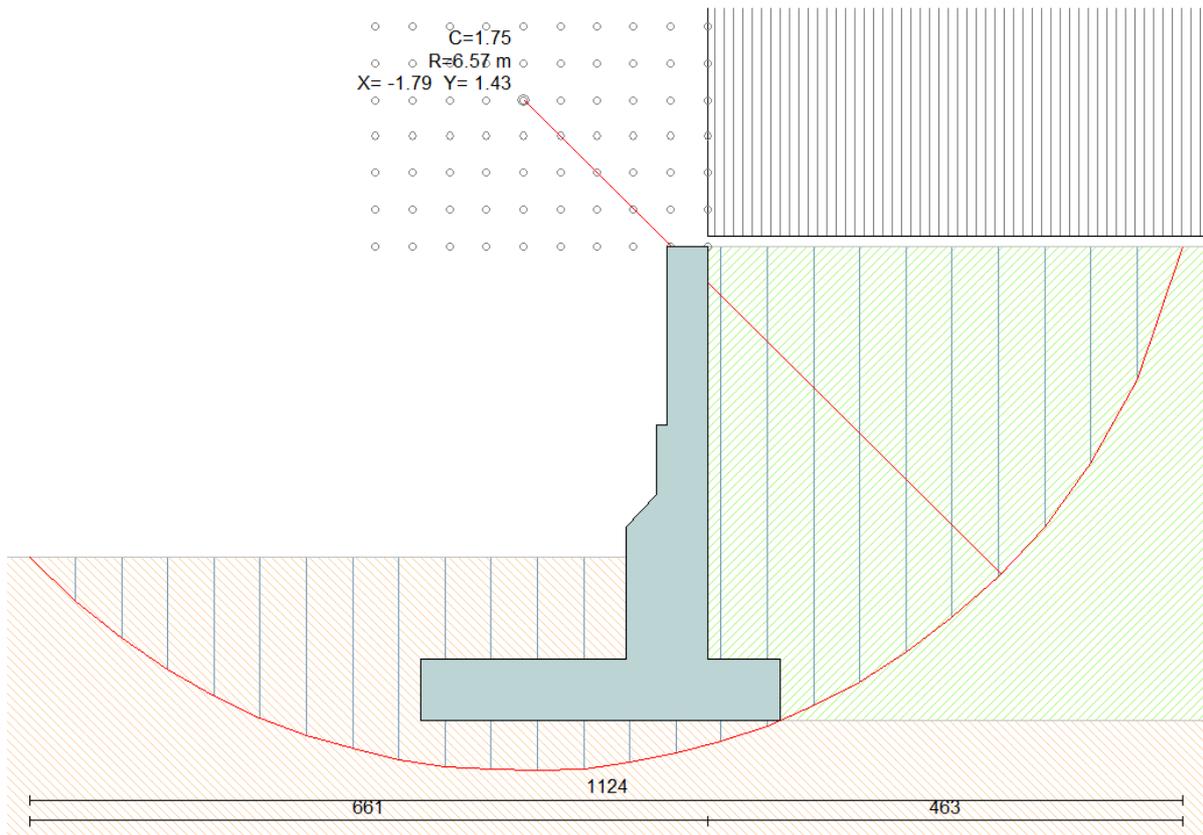
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	17.5833	71.05	16.6303	0.0136	29.26	0.000	0.000
2	27.1615	61.26	23.8149	0.0092	29.26	0.000	0.000
3	33.6182	53.85	27.1473	0.0075	29.26	0.000	0.000
4	38.6037	47.62	28.5167	0.0065	29.26	0.000	0.000
5	42.6460	42.07	28.5751	0.0059	29.26	0.000	0.000
6	45.9944	36.98	27.6649	0.0055	29.26	0.000	0.000
7	48.7911	32.21	26.0037	0.0052	29.26	0.000	0.001
8	51.1258	27.68	23.7460	0.0050	29.26	0.000	0.003
9	53.3666	23.33	21.1322	0.0048	29.26	0.000	0.005
10	55.7534	19.12	18.2599	0.0047	29.26	0.000	0.007
11	57.2439	15.01	14.8291	0.0046	29.26	0.000	0.008
12	36.2024	10.99	6.9000	0.0045	29.26	0.000	0.009
13	22.3684	7.02	2.7321	0.0044	29.26	0.000	0.010
14	22.2435	3.08	1.1943	0.0044	29.26	0.000	0.011
15	22.3163	-0.85	-0.3293	0.0044	29.26	0.000	0.011
16	22.1330	-4.77	-1.8416	0.0044	29.26	0.000	0.010
17	21.0608	-8.72	-3.1940	0.0045	29.26	0.000	0.010
18	19.6716	-12.72	-4.3299	0.0045	29.26	0.000	0.009
19	18.7122	-16.77	-5.3997	0.0046	29.26	0.000	0.008
20	14.8188	-20.92	-5.2908	0.0047	29.26	0.000	0.006
21	13.1454	-25.18	-5.5935	0.0049	29.26	0.000	0.005
22	11.0453	-29.60	-5.4563	0.0051	29.26	0.000	0.002
23	8.5202	-34.23	-4.7926	0.0053	29.26	0.000	0.000
24	5.4989	-39.13	-3.4701	0.0057	29.26	0.000	0.000
25	1.8732	-44.40	-1.3106	0.0062	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 711.4979$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 226.1383$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 398.5570$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 3.78$



*Cerchio critico CS = 1.57*

**13.11 Combinazione n° 14**

Valore della spinta statica	94.1549	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	89.0044	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	30.7142	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.70	[m]	Y = -2.86	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		

Spinta falda	1.7652	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.70	[m]	Y = -4.45	[m]
Sottospinta falda	20.5943	[kN]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	70.7140	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.35	[m]	Y = -2.02	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	22.22	[kN]		
-------------------	-------	------	--	--

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	112.9896	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	224.4083	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-18.5837	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	224.4083	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	112.9896	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.53	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Risultante in fondazione	251.2483	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.73	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	118.2345	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	579.9176	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.50	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.12203	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00621	[N/mm <sup>2</sup> ]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 28.42$	$N_q = 16.92$	$N_\gamma = 13.82$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0.49$	$i_q = 0.49$	$i_\gamma = 0.01$
<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.

$N'_c = 16.24$	$N'_q = 9.02$	$N'_\gamma = 0.11$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.58

**13.12 Combinazione n° 15**

Valore della spinta statica	105.1056	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	99.3561	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	34.2864	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.70	[m]	Y = -2.85	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55.62	[°]		
Spinta falda	1.9417	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 0.70	[m]	Y = -4.45	[m]
Sottospinta falda	22.6537	[kN]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	67.2000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.35	[m]	Y = -2.02	[m]
<u>Risultanti carichi esterni</u>				
Componente dir. X	24.44	[kN]		
<u>Risultanti</u>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	125.7398	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	208.0497	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-16.7254	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	357.0446	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	570.8579	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	208.0497	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	125.7398	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.72	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	3.08	[m]		
Risultante in fondazione	243.0950	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31.15	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	150.2736	[kNm]		
<b><u>COEFFICIENTI DI SICUREZZA</u></b>				
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.60			

### 13.13 Inviluppo Sollecitazioni paramento

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.39	3.9649	5.1306	0.0191	40.3556	0.4379	31.3381
2	0.97	10.4789	13.5445	0.6558	59.6366	2.6031	36.6786
3	1.56	17.6731	22.8149	2.9053	82.4406	6.2013	44.0046
4	1.98	23.8458	30.5964	-0.0456	100.4212	-16.9061	50.5299
5	2.43	31.3989	39.9837	-5.4813	124.2547	-10.3474	58.7070
6	2.75	38.1483	48.0920	-12.9859	136.8343	-5.0473	65.2010
7	3.40	54.8919	67.7594	-14.3482	181.3733	7.4286	80.2336
8	4.05	72.4798	88.4901	-7.2828	236.0592	22.1933	97.7311

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.39	3.9602	4.7112	0.0147	0.2026	0.3394	2.0804
2	0.97	10.4494	12.3298	0.5044	2.2457	2.1213	6.4805
3	1.56	17.5975	20.6073	2.3473	7.1692	5.4304	12.4079
4	1.98	23.7238	27.5489	3.9741	11.7780	8.7706	17.6382
5	2.43	31.2144	35.9172	8.4480	20.5137	13.2529	24.1552
6	2.75	37.9121	43.2344	7.5928	22.4238	16.9722	29.3109
7	3.40	54.5308	61.1117	19.8898	43.1858	25.9437	41.1998
8	4.05	71.9675	79.8068	38.3073	71.9645	36.8112	54.9848

### 13.14 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.40	-2.6997	7.0447	-12.6257	34.2124
3	0.80	-9.4023	26.5609	-20.0147	62.3569
4	1.20	-18.0132	56.1212	-22.1669	84.4336
5	1.60	-26.4376	93.2987	-19.0824	100.5500
6	2.00	-32.5809	135.6661	-10.7611	112.4507

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.40	-0.0158	0.9861	0.3292	5.2404
3	0.80	0.5900	4.4404	3.1081	12.3414
4	1.20	2.7973	11.1072	8.3366	21.3030
5	1.60	7.5859	21.7309	16.0147	32.1252
6	2.00	15.9357	37.0555	26.1425	44.8080

### 13.15 Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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]

#### Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.14	-1.3961	0.1230	-19.8450	1.6592
3	0.28	-5.5223	0.4373	-38.9767	2.7338
4	0.42	-12.2749	0.8612	-57.3650	3.2239
5	0.56	-21.5498	1.3127	-75.0101	3.1293
6	0.70	-33.2430	1.7101	-91.9118	2.4502

#### Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.14	-0.3143	-0.1212	-4.5273	-1.7815
3	0.28	-1.2783	-0.5128	-9.2826	-3.8631
4	0.42	-2.9240	-1.2169	-14.2658	-6.2447
5	0.56	-5.2833	-2.2754	-19.4769	-8.9265
6	0.70	-8.3882	-3.7303	-24.9159	-11.9083

### 13.16 Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [N/mm<sup>2</sup>]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [N/mm<sup>2</sup>]

N<sub>u</sub> sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M<sub>u</sub> momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.39	100, 40	15.71	10.05	20.91	-26.14	5.21	168.74	--	--
2	0.97	100, 40	15.71	10.05	39.53	-212.39	3.58	169.63	--	--
3	1.56	100, 40	15.71	10.05	50.98	-214.13	2.61	170.61	--	--
4	1.98	100, 50	15.71	10.05	76.72	12.69	2.82	191.62	--	--
5	2.43	100, 50	15.71	10.05	84.68	-283.69	2.29	177.87	--	--
6	2.75	100, 80	15.71	10.05	169.25	-505.14	3.70	255.05	--	--
7	3.40	100, 80	15.71	10.05	184.19	-510.11	2.81	257.87	--	--
8	4.05	100, 80	15.71	10.05	185.54	-510.56	2.16	260.55	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>
1	0.39	100, 40	15.71	10.05	0.018	0.007	-0.125	-0.245
2	0.97	100, 40	15.71	10.05	0.123	0.021	1.314	-1.491
3	1.56	100, 40	15.71	10.05	0.392	0.041	8.276	-4.304
4	1.98	100, 50	15.71	10.05	0.432	0.045	10.222	-5.028

5	2.43	100, 50	15.71	10.05	0.749	0.062	20.905	-8.445
6	2.75	100, 80	15.71	10.05	0.359	0.045	8.693	-4.646
7	3.40	100, 80	15.71	10.05	0.703	0.064	21.968	-8.840
8	4.05	100, 80	15.71	10.05	1.176	0.085	42.255	-14.488

### 13.17 Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A <sub>fi</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A <sub>fs</sub>	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
τ <sub>c</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ <sub>fi</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [N/mmq]
σ <sub>fs</sub>	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [N/mmq]
N <sub>u</sub>	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

#### Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	15.71	0.00	0.00	1000.00	206.70	--	--
2	0.40	100, 60	15.71	15.71	0.00	-327.45	46.48	206.70	--	--
3	0.80	100, 60	15.71	15.71	0.00	327.45	12.33	206.70	--	--
4	1.20	100, 60	15.71	15.71	0.00	327.45	5.83	206.70	--	--
5	1.60	100, 60	15.71	15.71	0.00	327.45	3.51	206.70	--	--
6	2.00	100, 60	15.71	15.71	0.00	327.45	2.41	206.70	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	15.71	15.71	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.40	100, 60	15.71	15.71	0.024	0.011	1.212	-0.245
9	0.80	100, 60	15.71	15.71	0.107	0.026	5.457	-1.104
10	1.20	100, 60	15.71	15.71	0.268	0.045	13.651	-2.762
11	1.60	100, 60	15.71	15.71	0.525	0.067	26.707	-5.403
12	2.00	100, 60	15.71	15.71	0.895	0.094	45.541	-9.214

#### Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

#### Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	CS	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>
1	0.00	100, 60	15.71	15.71	0.00	0.00	1000.00	206.70	--	--
2	0.14	100, 60	15.71	15.71	0.00	-327.45	234.54	206.70	--	--
3	0.28	100, 60	15.71	15.71	0.00	-327.45	59.30	206.70	--	--
4	0.42	100, 60	15.71	15.71	0.00	-327.45	26.68	206.70	--	--
5	0.56	100, 60	15.71	15.71	0.00	-327.45	15.19	206.70	--	--
6	0.70	100, 60	15.71	15.71	0.00	-327.45	9.85	206.70	--	--

#### Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
7	0.00	100, 60	15.71	15.71	0.000	0.000	0.000	0.000

8	0.14	100,60	15.71	15.71	0.008	-0.010	-0.078	0.386
9	0.28	100,60	15.71	15.71	0.031	-0.020	-0.318	1.571
10	0.42	100,60	15.71	15.71	0.071	-0.030	-0.727	3.594
11	0.56	100,60	15.71	15.71	0.128	-0.041	-1.314	6.493
12	0.70	100,60	15.71	15.71	0.203	-0.052	-2.086	10.309

### 13.18 Verifiche a fessurazione

#### Combinazione n° 29

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

$A_{fs}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

$A_{fi}$  area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

$M_{pf}$  Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

$\epsilon_m$  deformazione media espressa in [%]

$S_m$  Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

#### Verifica fessurazione paramento

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	0.00	15.71	10.05	-43.39	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.19	15.71	10.05	41.87	0.00	0.0000	0.00	0.000
3	0.39	15.71	10.05	-43.39	-0.01	0.0000	0.00	0.000
4	0.58	15.71	10.05	-43.39	-0.08	0.0000	0.00	0.000
5	0.78	15.71	10.05	-43.39	-0.23	0.0000	0.00	0.000
6	0.97	15.71	10.05	-43.39	-0.50	0.0000	0.00	0.000
7	1.17	15.71	10.05	-43.39	-0.92	0.0000	0.00	0.000
8	1.36	15.71	10.05	-43.39	-1.53	0.0000	0.00	0.000
9	1.56	15.71	10.05	-43.39	-2.35	0.0000	0.00	0.000
10	1.75	15.71	10.05	-43.39	-3.42	0.0000	0.00	0.000
11	1.75	15.71	10.05	-66.62	-2.41	0.0000	0.00	0.000
12	1.98	15.71	10.05	-66.62	-3.97	0.0000	0.00	0.000
13	2.20	15.71	10.05	-66.62	-5.97	0.0000	0.00	0.000
14	2.43	15.71	10.05	-66.62	-8.45	0.0000	0.00	0.000
15	2.43	15.71	10.05	-66.62	-8.45	0.0000	0.00	0.000
16	2.59	15.71	10.05	-110.07	-8.05	0.0000	0.00	0.000
17	2.75	15.71	10.05	-164.01	-7.62	0.0000	0.00	0.000
18	2.75	15.71	10.05	-164.64	-7.59	0.0000	0.00	0.000
19	2.97	15.71	10.05	-164.64	-11.09	0.0000	0.00	0.000
20	3.18	15.71	10.05	-164.64	-15.17	0.0000	0.00	0.000
21	3.40	15.71	10.05	-164.64	-19.89	0.0000	0.00	0.000
22	3.62	15.71	10.05	-164.64	-25.29	0.0000	0.00	0.000
23	3.83	15.71	10.05	-164.64	-31.41	0.0000	0.00	0.000
24	4.05	15.71	10.05	-164.64	-38.31	0.0000	0.00	0.000

#### Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	$A_{fs}$	$A_{fi}$	$M_{pf}$	M	$\epsilon_m$	$S_m$	w
1	-2.80	15.71	15.71	-95.25	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-2.60	15.71	15.71	-95.25	-0.02	0.0000	0.00	0.000
3	-2.40	15.71	15.71	-95.25	-0.02	0.0000	0.00	0.000
4	-2.20	15.71	15.71	95.25	0.15	0.0000	0.00	0.000
5	-2.00	15.71	15.71	95.25	0.59	0.0000	0.00	0.000
6	-1.80	15.71	15.71	95.25	1.43	0.0000	0.00	0.000
7	-1.60	15.71	15.71	95.25	2.80	0.0000	0.00	0.000
8	-1.40	15.71	15.71	95.25	4.81	0.0000	0.00	0.000
9	-1.20	15.71	15.71	95.25	7.59	0.0000	0.00	0.000
10	-1.00	15.71	15.71	95.25	11.25	0.0000	0.00	0.000
11	-0.80	15.71	15.71	95.25	15.94	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	15.71	15.71	-95.25	-3.73	0.0000	0.00	0.000

13	0.07	15.71	15.71	-95.25	-2.95	0.0000	0.00	0.000
14	0.14	15.71	15.71	-95.25	-2.28	0.0000	0.00	0.000
15	0.21	15.71	15.71	-95.25	-1.70	0.0000	0.00	0.000
16	0.28	15.71	15.71	-95.25	-1.22	0.0000	0.00	0.000
17	0.35	15.71	15.71	-95.25	-0.82	0.0000	0.00	0.000
18	0.42	15.71	15.71	-95.25	-0.51	0.0000	0.00	0.000
19	0.49	15.71	15.71	-95.25	-0.28	0.0000	0.00	0.000
20	0.56	15.71	15.71	-95.25	-0.12	0.0000	0.00	0.000
21	0.63	15.71	15.71	-95.25	-0.03	0.0000	0.00	0.000
22	0.70	15.71	15.71	-95.25	0.00	0.0000	0.00	0.000

Combinazione n° 30
Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	0.00	15.71	10.05	-43.39	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	0.19	15.71	10.05	-43.39	-0.01	0.0000	0.00	0.000
3	0.39	15.71	10.05	-43.39	-0.16	0.0000	0.00	0.000
4	0.58	15.71	10.05	-43.39	-0.48	0.0000	0.00	0.000
5	0.78	15.71	10.05	-43.39	-1.03	0.0000	0.00	0.000
6	0.97	15.71	10.05	-43.39	-1.81	0.0000	0.00	0.000
7	1.17	15.71	10.05	-43.39	-2.87	0.0000	0.00	0.000
8	1.36	15.71	10.05	-43.39	-4.25	0.0000	0.00	0.000
9	1.56	15.71	10.05	-43.39	-5.96	0.0000	0.00	0.000
10	1.75	15.71	10.05	-43.39	-8.06	0.0000	0.00	0.000
11	1.75	15.71	10.05	-66.62	-6.92	0.0000	0.00	0.000
12	1.98	15.71	10.05	-66.62	-9.83	0.0000	0.00	0.000
13	2.20	15.71	10.05	-66.62	-13.33	0.0000	0.00	0.000
14	2.43	15.71	10.05	-66.62	-17.50	0.0000	0.00	0.000
15	2.43	15.71	10.05	-66.62	-17.50	0.0000	0.00	0.000
16	2.59	15.71	10.05	-110.07	-18.11	0.0000	0.00	0.000
17	2.75	15.71	10.05	-164.01	-18.75	0.0000	0.00	0.000
18	2.75	15.71	10.05	-164.64	-18.72	0.0000	0.00	0.000
19	2.97	15.71	10.05	-164.64	-24.17	0.0000	0.00	0.000
20	3.18	15.71	10.05	-164.64	-30.37	0.0000	0.00	0.000
21	3.40	15.71	10.05	-164.64	-37.36	0.0000	0.00	0.000
22	3.62	15.71	10.05	-164.64	-45.19	0.0000	0.00	0.000
23	3.83	15.71	10.05	-164.64	-53.91	0.0000	0.00	0.000
24	4.05	15.71	10.05	-164.64	-63.55	0.0000	0.00	0.000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A <sub>fs</sub>	A <sub>fi</sub>	M <sub>pf</sub>	M	ε <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	w
1	-2.80	15.71	15.71	-95.25	0.00	0.0000	0.00	0.000
2	-2.60	15.71	15.71	95.25	0.17	0.0000	0.00	0.000
3	-2.40	15.71	15.71	95.25	0.74	0.0000	0.00	0.000
4	-2.20	15.71	15.71	95.25	1.81	0.0000	0.00	0.000
5	-2.00	15.71	15.71	95.25	3.48	0.0000	0.00	0.000
6	-1.80	15.71	15.71	95.25	5.85	0.0000	0.00	0.000
7	-1.60	15.71	15.71	95.25	9.03	0.0000	0.00	0.000
8	-1.40	15.71	15.71	95.25	13.11	0.0000	0.00	0.000
9	-1.20	15.71	15.71	95.25	18.19	0.0000	0.00	0.000
10	-1.00	15.71	15.71	95.25	24.38	0.0000	0.00	0.000
11	-0.80	15.71	15.71	95.25	31.78	0.0000	0.00	0.000
12	0.00	15.71	15.71	-95.25	-7.22	0.0000	0.00	0.000
13	0.07	15.71	15.71	-95.25	-5.79	0.0000	0.00	0.000
14	0.14	15.71	15.71	-95.25	-4.53	0.0000	0.00	0.000
15	0.21	15.71	15.71	-95.25	-3.43	0.0000	0.00	0.000
16	0.28	15.71	15.71	-95.25	-2.50	0.0000	0.00	0.000

---

17	0.35	15.71	15.71	-95.25	-1.72	0.0000	0.00	0.000
18	0.42	15.71	15.71	-95.25	-1.09	0.0000	0.00	0.000
19	0.49	15.71	15.71	-95.25	-0.60	0.0000	0.00	0.000
20	0.56	15.71	15.71	-95.25	-0.27	0.0000	0.00	0.000
21	0.63	15.71	15.71	-95.25	-0.07	0.0000	0.00	0.000
22	0.70	15.71	15.71	-95.25	0.00	0.0000	0.00	0.000

### 13.19 Verifica a punzonamento

Per la verifica a punzonamento si rimanda a quanto svolto nel capitolo 10.