



S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA SOTTOPASSO ALLA PROGRESSIVA 12+675,32

Relazione di calcolo muri

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 4 2 S V 2 0 7 S T 0 7 6 C L 0 0 2 B

Scala:

F							
E							
D							
C							
B	Ottobre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	L.BOCCUNI	R.CAPOCCHI	M. LITI	P. PAGLINI	
A	Aprile 2011	EMISSIONE	L.BOCCUNI	A.TURSO	M. LITI	P. PAGLINI	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	
Responsabile del procedimento:		Ing. MAURIZIO ARAMINI					

Il Progettista:



Il Consulente Specialista:



Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO
ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001
Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE D'ARTE MINORI
SOTTOVIA
SOTTOVIA 12+675.32
RELAZIONE DI CALCOLO MURI

INDICE

INDICE.....	2
1. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	4
1.1. LE OPERE PROGETTATE.....	4
1.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
1.3. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI DEI MATERIALI	4
1.3.1. CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE.....	5
1.3.2. COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	8
1.3.3. CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO.....	9
1.3.4. CARATTERISTICHE DELLE MISCELE	9
1.4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	10
2. SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO.....	12
2.1. ANALISI DEI CARICHI.....	12
2.1.1. PESO PROPRIO STRUTTURA (G1)	12
2.1.2. DATI SISMICI.....	12
2.2. COMBINAZIONI DI CARICO	13
3. I CODICI DI CALCOLO.....	15
3.1. CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE MAX10.0	15
3.1.1. SCHEMATIZZAZIONE DI CALCOLO.....	15
3.1.2. VERIFICHE.....	16
4. ESAME DEI RISULTATI.....	17
4.1. MURI IMBOCCO E SBOCCO SOTTOPASSO.....	17
4.1.1. MURI TIPO “1” - “4” - “11” - “14”	17
4.1.2. MURI TIPO “2” - “5”	91
4.1.3. MURI TIPO “3”-“6”-“9”- “10”-“12”-“13”	161

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 2 di 291
Relazione di calcolo muri		

4.1.4. MURI TIPO “7”-“8” 231

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 3 di 291

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si tratterà delle strutture in calcestruzzo armato relative alla realizzazione dei muri di sostegno, ubicati nelle sezioni di ingresso ed uscita del sottopasso ubicato alla progressiva km 12+675.32 lungo l'asse principale, presso lo svincolo "Caltanissetta Sud", affrontati sulla base dei metodi di calcolo indicati dalla normativa vigente in materia e più dettagliatamente riportati nei paragrafi successivi.

Nella relazione si descrivono i problemi di carattere strutturale che sono stati affrontati nel corso della progettazione e per essi vengono espone le modalità di soluzione e le procedure di calcolo adottate per la determinazione delle dimensioni delle strutture principali.

La relazione si completa mediante una serie di elaborati che consistono in tabelle schematiche riportanti le caratteristiche della sollecitazione utilizzate alla base della verifica degli elementi strutturali costituenti il manufatto, nonché le verifiche di resistenza dei materiali, eseguite nelle sezioni più significative e maggiormente sollecitate dei manufatti.

1.1. LE OPERE PROGETTATE

L'opera sarà realizzata mediante una piastra di fondazione sulla quale si innesteranno i paramenti verticali in cemento armato, a spessore variabile.

1.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La progettazione degli elementi strutturali è stata condotta in conformità al quadro legislativo attualmente vigente in merito al dimensionamento delle strutture e per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio nazionale. Le norme di riferimento adottate sono riportate nel seguito:

- Legge 5 Novembre 1971 n° 1086 – Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- NTC2008 – Norme Tecniche delle costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008;
- Norma tecnica UNI ENV 1992-1-1:1993, Eurocodice 2 progettazione delle strutture di calcestruzzo;

1.3. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI DEI MATERIALI

La forte importanza che riveste la durabilità dell'opera in funzione dell'ambiente nel quale è inserita, ha comportato una notevole attenzione alle tipologie dei materiali da utilizzarsi per le strutture da realizzare. Si

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 4 di 291

consideri, infatti, che il manufatto deve garantire adeguati livelli di sicurezza anche dopo l'inevitabile degrado dei materiali dovuto al tempo ed all'azione degli agenti atmosferici.

Tutti questi elementi ambientali costituiscono dei fattori importantissimi dai quali non è possibile esulare quando si stabilisce la tipologia dei materiali che saranno impiegati per la realizzazione dell'opera, pensando questo nell'ottica di garantire alla stessa una vita media compatibile con l'investimento che si sta realizzando.

1.3.1. Classi di esposizione ambientale

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale sarà inserito. Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume che potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.

In funzione di tali azioni, sono individuate le classi e sottoclassi di esposizione ambientale del calcestruzzo elencate nella tabella che segue.

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 5 di 291

Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 6 di 291

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206-1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0
6 Attacco chimico**						
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40	
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
<p>*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione.</p> <p>**) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.</p>						

Tabella 1.1: Classi di esposizione e requisiti minimi del calcestruzzo in funzione della classe d'esposizione

Le resistenze caratteristiche R_{ck} della tabella precedente sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati in funzione della classe di esposizione. Le miscele non presenteranno un contenuto di cemento minore di 280 kg/m^3 . La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento, risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 7 di 291
Relazione di calcolo muri		

ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative, il rispetto dei valori di R_{ck} e a/c della tabella precedente può comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Facendo riferimento alla tabella precedente, la classe di esposizione attribuita ai vari elementi strutturali costituenti le opere è così riassunta:

- Soletta di fondazione: XA1;
- Paramento verticale: XA1.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- Fondazione ed elevazione gettata in opera: C 28/35 N/mm² ;

Acciaio per armature di tipo B450C

- Modulo di elasticità di Joung (E) 210.000 N/mm²;
- Tensione caratteristica di snervamento $f_{y\ nom}$ 450 N/mm²;
- Tensione caratteristica di rottura $f_{t\ nom}$ 540 N/mm².

1.3.2. Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo sono indicati nella tabella seguente. La tolleranza di posizionamento delle armature h , nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5 mm. Considerando la classe di esposizione ambientale delle diverse sottostrutture, si dovranno adoperare dei copriferri adeguati come prescritti nella tavola delle prescrizioni dei materiali allegata al progetto. Nel caso specifico sarà considerato un valore pari a 4 cm.

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 8 di 291

Ambiente	Classe di esposizione	C_{min} (mm)
Molto secco	X0	15
Umido senza gelo	XC1 XC2	20
Debolmente aggressivo	XC3 XA1 XD1	
Umido con gelo	XF1	
Marino senza gelo	XS1 XD2	30
Moderatamente aggressivo	XA2 XC4	
Umido con gelo e sali disgelanti	XF3	
Marino con gelo	XF2	
Fortemente aggressivo	XS2 XS3XA3 XD3 XF4	40

Tabella 1.2 – Copriferro minimo e classi di esposizione

1.3.3. Caratteristiche dei costituenti il calcestruzzo

Cemento

Si utilizzeranno unicamente i cementi previsti nella Legge 26 Maggio 1965 n° 595 che soddisfino i requisiti di accettazione elencati nella norma UNI ENV 197/1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

Acqua d'impasto

L'acqua d'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008.

Aggregati

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nella parte 1^a della norma UNI 8520. Le caratteristiche dovranno essere verificate in fase di qualifica delle miscele. In caso di fornitura di aggregati da parte di azienda dotata di Sistema Qualità certificato secondo norme UNI EN ISO 9000, saranno ritenuti validi i risultati delle prove effettuate dall'Azienda.

1.3.4. Caratteristiche delle miscele

Granulometria degli aggregati

Per la realizzazione di calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C 12/15 gli aggregati dovranno appartenere ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione sarà dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Le classi granulometriche saranno mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento, teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 9 di 291
Relazione di calcolo muri		

prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

Dimensione massima nominale dell'aggregato

La massima dimensione nominale dell'aggregato è scelta in funzione dei valori di copriferro ed interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; come previsto nel punto 5.4. della norma UNI 9858, la dimensione massima nominale dell'aggregato non dovrà essere maggiore:

- di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
- della distanza tra le singole barre di armatura o tra gruppi di barre d'armatura (interferro) diminuita di 5 mm;
- di 1,3 volte lo spessore del copriferro che vale 30 mm.

Dalla analisi dei dati citati si evince che la massima dimensione dell'inerte non potrà superare i 40 mm di diametro.

Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla norma UNI 8520 parti 13^a e 16^a per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto. Facendo riferimento inoltre alla classe di esposizione ambientale, il rapporto acqua cemento non potrà superare il valore $a/c = 0,60$.

1.4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

In questo paragrafo, sono indicate le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni in sito e di riporto per la realizzazione del rilevato stradale, utilizzati per la determinazione della spinta agente sulle strutture:

terreno a monte del paramento (rilevato)

- ▶ Peso di volume del terreno..... 19,00 kN/m³
- ▶ Peso di volume saturo del terreno 20,00 kN/m³
- ▶ Angolo di attrito interno..... 35°
- ▶ Angolo di attrito terra- muro 23,33°
- ▶ Coesione 0.00 Mpa

terreno di fondazione

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 10 di 291

PROGETTO ESECUTIVO

- ▶ Peso di volume del terreno..... 18,60 kN/m³
- ▶ Peso di volume saturo del terreno 19,60 kN/m³
- ▶ Angolo di attrito interno..... 25,50°
- ▶ Angolo di attrito terra- muro 25,50°
- ▶ Coesione 0.004 Mpa

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 11 di 291

2. SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

2.1. ANALISI DEI CARICHI

2.1.1. Peso proprio struttura (g1)

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo.

2.1.2. Dati sismici

Di seguito si riportano i dati sismici adoperati per l'analisi strutturale dell'opera in oggetto:

Accelerazione al suolo a_g [m/s ²]	$a_g/g = 0,11$	1,080
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale F0		2,748
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante Tc*		0,535
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico Ss	Tipo C	1,500
Coefficiente di riduzione (β_m)	C	0,24

Figura 2.1: Dati sismici

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 12 di 291

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 2.1: Categorie di sottosuolo

2.2. COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito si riportano i coefficienti parziali di sicurezza per le azioni definite nel capitolo 6 delle Norme Tecniche delle costruzioni ed associati alla progettazione geotecnica.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

Di seguito si riportano invece i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno.

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 13 di 291

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

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

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

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

Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Le verifiche vengono condotte definendo diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definite per le azioni (A1 e A2) e per i parametri geotecnici (M1 e M2).

Nell'approccio 1 sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Restano pertanto definite le seguenti 15 combinazioni di carico per l'approccio 1.

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 14 di 291

3. I CODICI DI CALCOLO

3.1. CARATTERISTICHE DEL SOFTWARE MAX10.0

Il programma **MAX10.0**[®] è dedicato all'analisi e al calcolo di muri di sostegno. La versione del programma utilizzata è la Rel. 10.05a del 2010, distribuita dalla società AZTEC, nella forma originale commercializzata senza alcuna modifica apportata da parte dell'utente.

3.1.1. Schematizzazione di calcolo

Partendo dalle caratteristiche meccaniche del terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti, il programma esegue le verifiche del muro di sostegno considerando tratti di lunghezza unitaria, restituendo le armature necessarie per metro lineare di opera.

Il calcolo della spinta attiva esercitata dal terrapieno a ridosso del muro, è stato condotto utilizzando il metodo di Culmann, noto anche come "metodo del cuneo di tentativo".

Il metodo in questione considera una superficie di rottura del terrapieno di tipo piano. Il valore della spinta viene determinato per iterazioni successive come segue:

- si impone una superficie di rottura inclinata di un angolo arbitrario ρ 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 agenti sulla superficie del terreno, siano essi concentrati che distribuiti, resistenza per attrito R e per coesione c lungo la superficie di rottura e resistenza per coesione lungo la parete di contatto terra muro A ;
- dalle equazioni di equilibrio si ricava quindi il valore della spinta S sulla parete, inclinata dell'angolo d'attrito terreno–muro δ rispetto alla normale alla parete.

Per determinare il punto di applicazione della spinta, i passi elementari su esposti vengono applicati discretizzando l'altezza del muro in tanti tratti di ampiezza dz . In corrispondenza di ogni ordinata z_i , si determina il cuneo di rottura e la spinta elementare S_i , ottenendo quindi la distribuzione della spinta $S(z)$ lungo l'altezza della parete. Sulla base della distribuzione delle spinte lungo l'altezza della parete, è possibile determinare la pressione ad una generica profondità z , rispetto alla sommità della parete ponendo:

$$\sigma(z) = \frac{dS}{dz}$$

Noto quindi il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta. Inoltre dal diagramma delle pressioni è facile ricavare anche l'andamento delle sollecitazioni lungo la parete.

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 15 di 291

3.1.2. Verifiche

Le verifiche vengono condotte tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 16 di 291

4. ESAME DEI RISULTATI

4.1. MURI IMBOCCO E SBOCCO SOTTOPASSO

4.1.1. MURI TIPO "1" - "4" - "11" - "14"

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2,05 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	4,50 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,75 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1,75 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 17 di 291

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
 Ks Coefficiente di spinta
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1,00	0,00	4,88	0,00	Terreno riporto
2	1,00	0,00	4,70	0,00	Terreno riporto
3	0,55	0,00	4,70	0,00	Terreno riporto
4	2,50	0,00	1,67	0,00	Terreno di fondazio
5	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
6	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
7	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

γ	Ψ	C
Peso proprio	1,30	1,00 1,30
Spinta terreno	1,30	1,00 1,30

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

γ	Ψ	C
Peso proprio	1,00	1,00 1,00
Spinta terreno	1,00	1,00 1,00

Combinazione n° 3 EQU

γ	Ψ	C
Peso proprio	1,10	1,00 1,10
Spinta terreno	1,10	1,00 1,10

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 18 di 291

Combinazione n° 4 STAB

γ	Ψ	C	
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

γ	Ψ	C	
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

γ	Ψ	C	
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

γ	Ψ	C	
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

γ	Ψ	C	
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 9 EQU - Sisma Vert. negativo

γ	Ψ	C	
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 EQU - Sisma Vert. positivo

γ	Ψ	C	
Peso proprio	1,00	1,00	1,00

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 19 di 291

Spinta terreno 1,00 1.00 1,00

Combinazione n° 11 STAB - Sisma Vert. positivo

γ	Ψ	C		
Peso proprio	1,00	1.00	1,00	
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00	

Combinazione n° 12 STAB - Sisma Vert. negativo

γ	Ψ	C		
Peso proprio	1,00	1.00	1,00	
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00	

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente)

γ	Ψ	C		
Peso proprio	1,00	1.00	1,00	
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00	

Combinazione n° 14 SLE (Frequente)

γ	Ψ	C		
Peso proprio	1,00	1.00	1,00	
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00	

Combinazione n° 15 SLE (Rara)

γ	Ψ	C		
Peso proprio	1,00	1.00	1,00	
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00	

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 20 di 291
	Relazione di calcolo muri	

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.60
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.60
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature 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 $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 21 di 291

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 1.08 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_m) 0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.96$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 1.98$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 0.55 [m/s²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00
Coefficiente riduzione (β_m) 0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.51$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.76$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 50,0
Lunghezza del muro 4,50 [m]

Peso muro 49,4018 [kN]
Baricentro del muro X=0,20 Y=-1,91

Superficie di spinta

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 22 di 291

Punto inferiore superficie di spinta $X = 1,75Y = -2,55$
 Punto superiore superficie di spinta $X = 1,75Y = 0,00$
 Altezza della superficie di spinta 2,55 [m]
 Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica 19,6109 [kN]
 Componente orizzontale della spinta statica 18,0075 [kN]
 Componente verticale della spinta statica 7,7664 [kN]
 Punto d'applicazione della spinta $X = 1,75[m]$ $Y = -1,70$ [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

 Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 88,6112 [kN]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte $X = 0,88[m]$ $Y = -1,02$ [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 18,0075 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 145,7794 [kN]
 Resistenza passiva a valle del muro -3,7961 [kN]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 145,7794 [kN]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 18,0075 [kN]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,24 [m]
 Risultante in fondazione 146,8874 [kN]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 7,04 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -34,5354 [kNm]
 Carico ultimo della fondazione 636,5150 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,02563 [MPa]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,07849 [MPa]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 23 di 291

Fattori per il calcolo della capacità portante

$$N_c = 21.47 \quad N'_c = 19.27$$

$$N_q = 11.24 \quad N'_q = 9.82$$

$$N_\gamma = 7.36 \quad N'_\gamma = 3.96$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.07

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.37

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,9926	-0,0009	0,0291
3	0,20	2,0104	0,0004	0,1165
4	0,31	3,0532	0,0099	0,2621
5	0,41	4,1212	0,0335	0,4659
6	0,51	5,2143	0,0773	0,7280
7	0,61	6,3325	0,1471	1,0483
8	0,72	7,4759	0,2490	1,4269
9	0,82	8,6443	0,3888	1,8637
10	0,92	9,8379	0,5727	2,3587
11	1,02	11,0566	0,8065	2,9120
12	1,13	12,3004	1,0963	3,5235
13	1,23	13,5693	1,4480	4,1933
14	1,33	14,8634	1,8675	4,9212
15	1,43	16,1825	2,3608	5,7075
16	1,54	17,5268	2,9340	6,5520

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 24 di 291

17	1,64	18,8962	3,5930	7,4547
18	1,74	20,2907	4,3436	8,4156
19	1,84	21,7104	5,1920	9,4348
20	1,95	23,1550	6,1441	10,5120
21	2,05	24,6222	7,2061	11,6414

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0389	1,0563
3	0,15	0,1611	2,2187
4	0,23	0,3744	3,4873
5	0,30	0,6868	4,8622
6	0,38	1,1064	6,3432
7	0,45	1,6410	7,9304
8	0,53	2,2986	9,6238
9	0,60	3,0872	11,4234
10	0,68	4,0148	13,3292
11	0,75	5,0893	15,3412

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 25 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,2220	2,4410
3	0,35	0,8206	4,3039
4	0,53	1,6947	5,5887
5	0,70	2,7429	6,2952
6	0,88	3,8643	6,4236
7	1,05	4,9575	5,9739
8	1,23	5,9214	4,9460
9	1,40	6,6549	3,3399
10	1,57	7,0567	1,1557
11	1,75	7,0256	-1,6067

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	3390,66	3,04	3415,85	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3615,57	-0,76	1798,46	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3591,74	-11,66	1176,37	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3553,98	-28,92	862,36	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 26 di 291
Relazione di calcolo muri		

6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3503,66	-51,92	671,93	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3442,33	-79,95	543,59	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3357,75	-111,81	449,15	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3050,23	-137,20	352,86	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2724,34	-158,60	276,92	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2396,91	-174,85	216,79	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2083,36	-185,68	169,37	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1787,26	-190,72	131,71	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1473,53	-185,14	99,14	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1170,31	-170,74	72,32	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	911,35	-152,56	52,00	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	707,11	-134,45	37,42	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	556,26	-119,08	27,41	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	451,48	-107,97	20,80	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	372,38	-98,81	16,08	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	314,86	-92,15	12,79	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 27 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	2531,00	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	611,90	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	263,28	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	143,51	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	89,09	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	60,07	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	42,88	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	31,93	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	24,55	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	19,37	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	443,97	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	120,12	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	58,17	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	35,94	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	25,51	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	19,88	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	16,65	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	14,81	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	13,97	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	14,03	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 28 di 291
Relazione di calcolo muri		

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	18,9075 [kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17,8735 [kN]		
Componente verticale della spinta statica	6,1669 [kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75[m]	Y = -1,70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie		19,04	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63		[°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	68,1625 [kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,88[m]	Y = -1,03	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	17,8735 [kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	123,7312	[kN]	
Resistenza passiva a valle del muro	-2,4506 [kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	123,7312	[kN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	17,8735 [kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,18	[m]	
Risultante in fondazione	125,0155	[kN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,22	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-21,6744	[kNm]	
Carico ultimo della fondazione	325,3899	[kN]	

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,02760 [MPa]	
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,06078 [MPa]	

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$	$N'_c = 13.63$
$N_q = 6.99$	$N'_q = 5.92$
$N_\gamma = 3.35$	$N'_\gamma = 1.27$

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 29 di 291
Relazione di calcolo muri		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.78

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.63

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7639	-0,0005	0,0289
3	0,20	1,5477	0,0019	0,1156
4	0,31	2,3514	0,0132	0,2601
5	0,41	3,1752	0,0393	0,4624
6	0,51	4,0188	0,0860	0,7226
7	0,61	4,8824	0,1595	1,0405
8	0,72	5,7659	0,2654	1,4163
9	0,82	6,6694	0,4099	1,8498
10	0,92	7,5929	0,5987	2,3412
11	1,02	8,5362	0,8379	2,8903
12	1,13	9,4996	1,1334	3,4973
13	1,23	10,4828	1,4910	4,1621
14	1,33	11,4860	1,9168	4,8846
15	1,43	12,5092	2,4166	5,6650
16	1,54	13,5523	2,9963	6,5032
17	1,64	14,6153	3,6620	7,3992
18	1,74	15,6983	4,4194	8,3530
19	1,84	16,8013	5,2746	9,3646
20	1,95	17,9240	6,2334	10,4338
21	2,05	19,0647	7,3019	11,5548

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 30 di 291

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0440	1,1841
3	0,15	0,1793	2,4348
4	0,23	0,4109	3,7522
5	0,30	0,7438	5,1363
6	0,38	1,1830	6,5869
7	0,45	1,7335	8,1043
8	0,53	2,4003	9,6882
9	0,60	3,1884	11,3389
10	0,68	4,1028	13,0561
11	0,75	5,1485	14,8400

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1359	1,4931
3	0,35	0,5014	2,6234

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 31 di 291

4	0,53	1,0330	3,3908
5	0,70	1,6670	3,7953
6	0,88	2,3401	3,8370
7	1,05	2,9888	3,5159
8	1,23	3,5495	2,8319
9	1,40	3,9588	1,7850
10	1,57	4,1531	0,3753
11	1,75	4,0690	-1,3973

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	3392,03	2,26	4440,59	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3607,47	-4,47	2330,88	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3573,36	-20,06	1519,64	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3521,95	-43,56	1109,22	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3455,39	-73,98	859,81	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3375,85	-110,25	691,43	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3023,16	-139,16	524,31	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2651,10	-162,93	397,50	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2274,67	-179,37	299,58	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 32 di 291
Relazione di calcolo muri		

11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1934,40	-189,88	226,61	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1575,98	-188,03	165,90	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1222,14	-173,83	116,59	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	917,34	-153,08	79,87	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	683,54	-132,05	54,64	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	523,48	-115,74	38,63	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	413,26	-103,55	28,28	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	336,04	-94,60	21,41	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	281,05	-88,23	16,73	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	240,06	-83,49	13,39	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	208,40	-79,82	10,93	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	2240,94	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 33 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	549,82	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	239,91	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	132,53	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	83,32	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	56,86	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	41,07	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	30,92	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	24,03	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	19,15	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	725,12	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	196,58	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	95,43	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	59,13	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	42,12	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	32,98	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	27,77	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	24,90	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	23,73	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	24,23	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica 20,7982 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 19,6608 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,7836 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 34 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	74,9787	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,88[m]	Y = -1,03	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19,6608	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	131,1641	[kN]	
Resistenza passiva a valle del muro	-2,6957	[kN]	
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	16,7261	[kNm]	
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	224,9517	[kNm]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	131,1641	[kN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	19,6608	[kN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]	
Risultante in fondazione	132,6295	[kN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,52	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24,5958	[kNm]	

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 13.45

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 35 di 291
Relazione di calcolo muri		

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,49 Y[m]= 0,98

Raggio del cerchio R[m]= 4,18

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,38

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,58

Larghezza della striscia dx[m]= 0,28

Coefficiente di sicurezza C= 1.92

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	210.24	70.32	197.96	0.83	29.26	0.000	0.000
2	556.95	61.15	487.82	0.58	29.26	0.000	0.000
3	796.71	53.95	644.12	0.47	29.26	0.000	0.000
4	983.08	47.86	728.93	0.42	29.26	0.000	0.000
5	1134.89	42.43	765.64	0.38	29.26	0.000	0.000
6	1261.17	37.44	766.63	0.35	29.26	0.000	0.000
7	1400.29	32.76	757.78	0.33	25.87	0.013	0.000
8	1533.02	28.32	727.36	0.32	20.89	0.033	0.000
9	1605.83	24.07	654.82	0.31	20.89	0.033	0.000
10	1665.61	19.94	568.16	0.30	20.89	0.033	0.000
11	1713.47	15.93	470.26	0.29	20.89	0.033	0.000
12	1750.22	11.99	363.69	0.28	20.89	0.033	0.000
13	1823.29	8.11	257.35	0.28	20.89	0.033	0.000
14	2022.65	4.27	150.68	0.28	20.89	0.033	0.000
15	694.10	0.45	5.45	0.28	20.89	0.033	0.000
16	690.32	-3.37	-40.59	0.28	20.89	0.033	0.000
17	646.06	-7.21	-81.05	0.28	20.89	0.033	0.000
18	571.41	-11.08	-109.77	0.28	20.89	0.033	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 36 di 291
Relazione di calcolo muri		

19	537.28	-15.00	-139.02	0.29	20.89	0.033	0.000
20	492.24	-18.99	-160.18	0.29	20.89	0.033	0.000
21	435.53	-23.08	-170.76	0.30	20.89	0.033	0.000
22	366.16	-27.31	-167.98	0.31	20.89	0.033	0.000
23	282.58	-31.70	-148.48	0.33	23.89	0.021	0.000
24	181.29	-36.31	-107.36	0.35	29.26	0.000	0.000
25	60.18	-41.22	-39.65	0.37	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 229,6223$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 62,5851$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 98,2895$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.10$

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 1,1095 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 57,01 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro -0,9790 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1,3507 [kN]

Risultanti

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 37 di 291
Relazione di calcolo muri		

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19,5301 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	121,6481 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2,9201 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	121,6481 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	19,5301 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,15 [m]
Risultante in fondazione	123,2059 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,12 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18,2112 [kNm]
Carico ultimo della fondazione	608,2682 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,02951 [MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05738 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 18.32$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 9.33$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 3.12$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr. Y N M T

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 38 di 291

1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	1,0039	0,0009	0,0942
3	0,20	2,0272	0,0108	0,2331
4	0,31	3,0698	0,0343	0,4169
5	0,41	4,1317	0,0761	0,6455
6	0,51	5,2129	0,1407	0,9189
7	0,61	6,3134	0,2328	1,2370
8	0,72	7,4333	0,3568	1,6000
9	0,82	8,5725	0,5175	2,0078
10	0,92	9,7310	0,7193	2,4604
11	1,02	10,9088	0,9670	2,9577
12	1,13	12,1059	1,2650	3,4999
13	1,23	13,3224	1,6179	4,0869
14	1,33	14,5582	2,0305	4,7187
15	1,43	15,8133	2,5072	5,3952
16	1,54	17,0877	3,0526	6,1166
17	1,64	18,3815	3,6714	6,8828
18	1,74	19,6946	4,3681	7,6937
19	1,84	21,0270	5,1474	8,5495
20	1,95	22,3786	6,0137	9,4499
21	2,05	23,7476	6,9719	10,3904

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0492	1,3218
3	0,15	0,1997	2,6995

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 39 di 291

4	0,23	0,4555	4,1333
5	0,30	0,8211	5,6230
6	0,38	1,3004	7,1688
7	0,45	1,8978	8,7705
8	0,53	2,6174	10,4283
9	0,60	3,4634	12,1420
10	0,68	4,4401	13,9117
11	0,75	5,5516	15,7375

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,0857	0,9281
3	0,35	0,3070	1,5513
4	0,53	0,6108	1,8696
5	0,70	0,9436	1,8831
6	0,88	1,2521	1,5916
7	1,05	1,4829	0,9954
8	1,23	1,5827	0,0942
9	1,40	1,4981	-1,1119
10	1,57	1,1758	-2,6228
11	1,75	0,5623	-4,4386

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

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

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 40 di 291

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	3388,18	-2,92	3374,91	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3575,65	-19,01	1763,85	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3530,84	-39,49	1150,20	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3477,08	-64,07	841,57	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3415,50	-92,22	655,20	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3260,50	-120,22	516,44	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2973,66	-142,75	400,05	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2675,40	-161,50	312,09	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2375,85	-175,63	244,15	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2092,05	-185,44	191,78	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1823,51	-190,54	150,63	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1539,88	-187,01	115,59	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1258,63	-175,55	86,46	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1010,75	-160,25	63,92	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	798,91	-142,72	46,75	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	637,77	-127,39	34,70	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	520,43	-115,43	26,42	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	431,72	-105,68	20,53	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	364,16	-97,86	16,27	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	313,24	-91,96	13,19	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 41 di 291
Relazione di calcolo muri		

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio assorbito dal cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	Afs	Afi	Nu	Mu	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	2002,85	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	493,69	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	216,38	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	120,06	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	75,80	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	51,94	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	37,66	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	28,46	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	22,20	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	17,76	311,82	0,00

Fondazione di monte

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 42 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	1150,83	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	321,04	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	161,38	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	104,46	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	78,72	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	66,47	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	62,28	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	65,80	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	83,84	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	175,29	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 1,7049 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 57,07 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro 0,9790 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 43 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 20,0768 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 126,5433 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 126,5433 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 20,0768 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,15 [m]

Risultante in fondazione 128,1261 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 9,02 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -18,9637 [kNm]

Carico ultimo della fondazione 611,8805 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 0,03068 [MPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,05971 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$ $N'_c = 18.37$

$N_q = 11.24$ $N'_q = 9.36$

$N_\gamma = 7.36$ $N'_\gamma = 3.16$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 3.15

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.84

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 44 di 291

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	1,0116	0,0006	0,1118
3	0,20	2,0424	0,0121	0,2685
4	0,31	3,0926	0,0391	0,4699
5	0,41	4,1621	0,0860	0,7162
6	0,51	5,2510	0,1577	1,0072
7	0,61	6,3591	0,2585	1,3431
8	0,72	7,4866	0,3932	1,7237
9	0,82	8,6334	0,5663	2,1492
10	0,92	9,7996	0,7824	2,6194
11	1,02	10,9850	1,0461	3,1344
12	1,13	12,1898	1,3620	3,6943
13	1,23	13,4139	1,7346	4,2989
14	1,33	14,6573	2,1687	4,9484
15	1,43	15,9200	2,6687	5,6426
16	1,54	17,2021	3,2393	6,3817
17	1,64	18,5034	3,8850	7,1655
18	1,74	19,8241	4,6104	7,9941
19	1,84	21,1642	5,4202	8,8676
20	1,95	22,5234	6,3189	9,7856
21	2,05	23,9000	7,3113	10,7438

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr. X M T

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 45 di 291

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0525	1,4108
3	0,15	0,2131	2,8800
4	0,23	0,4860	4,4075
5	0,30	0,8757	5,9932
6	0,38	1,3864	7,6373
7	0,45	2,0227	9,3397
8	0,53	2,7889	11,1004
9	0,60	3,6892	12,9195
10	0,68	4,7282	14,7968
11	0,75	5,9102	16,7324

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1209	1,3285
3	0,35	0,4465	2,3396
4	0,53	0,9212	3,0331
5	0,70	1,4895	3,4092
6	0,88	2,0959	3,4679
7	1,05	2,6848	3,2090
8	1,23	3,2005	2,6327
9	1,40	3,5877	1,7389
10	1,57	3,7906	0,5276
11	1,75	3,7538	-1,0011

Armature e tensioni nei materiali del muro

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 46 di 291

Combinazione n° 6

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	3390,37	-2,10	3351,65	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3570,90	-21,18	1748,36	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3519,99	-44,45	1138,19	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3460,72	-71,55	831,48	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3394,27	-101,92	646,41	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3163,42	-128,61	497,46	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2862,95	-150,37	382,41	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2554,11	-167,53	295,84	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2255,51	-180,08	230,16	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1980,37	-188,59	180,28	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1710,24	-191,09	140,30	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1413,85	-182,84	105,40	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1140,85	-168,80	77,84	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	908,74	-152,33	57,08	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	722,13	-135,98	41,98	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	577,42	-121,24	31,21	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	476,95	-110,92	24,06	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	396,92	-101,65	18,75	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	338,02	-94,83	15,01	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 47 di 291
Relazione di calcolo muri		

21 2,05 1,0000 0,3000 0,000565 0,000565 292,92 -89,61 12,26 176,25 0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	1876,06	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	462,60	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	202,82	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	112,57	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	71,10	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	48,73	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	35,34	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	26,72	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	20,85	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	16,68	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 48 di 291
Relazione di calcolo muri		

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	815,49	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	220,78	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	107,00	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	66,18	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	47,03	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	36,72	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	30,80	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	27,48	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	26,00	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	26,26	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 1,9545 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 49 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inerzia verticale del muro 0,9790 [kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 24,3806 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 126,6984 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro -2,4506 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 126,6984 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 24,3806 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]
Risultante in fondazione 129,0229 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,89 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -15,3998 [kNm]
Carico ultimo della fondazione 291,4171 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,03346 [MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,05703 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$ $N'_c = 12.76$
 $N_q = 6.99$ $N'_q = 5.54$
 $N_\gamma = 3.35$ $N'_\gamma = 0.79$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.30

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 50 di 291

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7845	0,0010	0,1185
3	0,20	1,5889	0,0141	0,2948
4	0,31	2,4133	0,0453	0,5289
5	0,41	3,2576	0,1004	0,8209
6	0,51	4,1218	0,1854	1,1706
7	0,61	5,0060	0,3062	1,5781
8	0,72	5,9102	0,4688	2,0435
9	0,82	6,8343	0,6790	2,5666
10	0,92	7,7783	0,9429	3,1476
11	1,02	8,7423	1,2662	3,7863
12	1,13	9,7262	1,6550	4,4829
13	1,23	10,7301	2,1152	5,2373
14	1,33	11,7539	2,6527	6,0495
15	1,43	12,7977	3,2734	6,9195
16	1,54	13,8614	3,9832	7,8472
17	1,64	14,9450	4,7881	8,8328
18	1,74	16,0486	5,6940	9,8763
19	1,84	17,1722	6,7068	10,9775
20	1,95	18,3156	7,8325	12,1362
21	2,05	19,4768	9,0770	13,3468

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 51 di 291
	Relazione di calcolo muri	

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0602	1,6141
3	0,15	0,2433	3,2755
4	0,23	0,5527	4,9843
5	0,30	0,9921	6,7404
6	0,38	1,5650	8,5439
7	0,45	2,2749	10,3948
8	0,53	3,1254	12,2930
9	0,60	4,1200	14,2385
100,68	5,2624	16,2314	
110,75	6,5559	18,2717	

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,0817	0,8907
3	0,35	0,2967	1,5236
4	0,53	0,5999	1,8988
5	0,70	0,9462	2,0160
6	0,88	1,2905	1,8755
7	1,05	1,5876	1,4772
8	1,23	1,7925	0,8211
9	1,40	1,8600	-0,0928
10	1,57	1,7450	-1,2646
11	1,75	1,4023	-2,6941

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 52 di 291

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 7

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	3384,52	-4,28	4314,37	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3548,34	-31,50	2233,21	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3474,69	-65,16	1439,83	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3388,80	-104,42	1040,28	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3050,32	-137,20	740,04	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2657,53	-162,56	530,86	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2265,58	-179,71	383,33	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1913,35	-190,11	279,96	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1543,63	-187,12	198,45	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1185,81	-171,75	135,64	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	880,90	-149,90	90,57	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	655,22	-129,16	61,06	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	504,06	-113,76	42,88	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	397,85	-101,76	31,09	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	324,60	-93,28	23,42	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	272,20	-87,21	18,21	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	233,00	-82,67	14,52	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 53 di 291
Relazione di calcolo muri		

19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	202,67	-79,16	11,80	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	178,57	-76,36	9,75	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	158,99	-74,10	8,16	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio assorbito dal cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	1636,54	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	405,15	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	178,33	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	99,35	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	62,99	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	43,33	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	31,54	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	23,93	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	18,73	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 54 di 291
Relazione di calcolo muri		

11 0,75 1,0000 0,5000 0,000565 0,000565 0,00 98,57 15,04 311,82 0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	1206,54	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	332,21	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	164,30	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	104,17	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	76,38	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	62,09	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	54,99	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	53,00	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	56,49	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	70,29	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 1,2081 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,50 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 55 di 291
Relazione di calcolo muri		

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte $X = 0,88$ [m] $Y = -1,03$ [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro -0,9790 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 23,6749 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 121,7955 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro -2,4506 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 121,7955 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 23,6749 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]

Risultante in fondazione 124,0752 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,00 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -14,8391 [kNm]

Carico ultimo della fondazione 289,5746 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 0,03214 [MPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,05485 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$ $N'_c = 12.72$

$N_q = 6.99$ $N'_q = 5.53$

$N_\gamma = 3.35$ $N'_\gamma = 0.77$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.07

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.38

Sollecitazioni paramento

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 56 di 291

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7766	0,0010	0,0957
3	0,20	1,5732	0,0118	0,2492
4	0,31	2,3897	0,0383	0,4605
5	0,41	3,2261	0,0864	0,7296
6	0,51	4,0825	0,1621	1,0565
7	0,61	4,9588	0,2712	1,4413
8	0,72	5,8551	0,4198	1,8838
9	0,82	6,7713	0,6137	2,3841
10	0,92	7,7075	0,8588	2,9423
11	1,02	8,6636	1,1611	3,5582
12	1,13	9,6397	1,5266	4,2320
13	1,23	10,6357	1,9610	4,9636
14	1,33	11,6516	2,4705	5,7529
15	1,43	12,6875	3,0608	6,6001
16	1,54	13,7433	3,7379	7,5051
17	1,64	14,8191	4,5077	8,4679
18	1,74	15,9148	5,3762	9,4885
19	1,84	17,0305	6,3493	10,5669
20	1,95	18,1660	7,4329	11,7029
21	2,05	19,3194	8,6330	12,8906

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

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

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 57 di 291
Relazione di calcolo muri		

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0565	1,5141
3	0,15	0,2283	3,0738
4	0,23	0,5187	4,6791
5	0,30	0,9313	6,3301
6	0,38	1,4693	8,0266
7	0,45	2,1364	9,7689
8	0,53	2,9358	11,5567
9	0,60	3,8710	13,3902
10	0,68	4,9455	15,2693
11	0,75	6,1626	17,1940

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,0486	0,5139
3	0,35	0,1654	0,7794
4	0,53	0,3069	0,7964
5	0,70	0,4296	0,5651
6	0,88	0,4902	0,0853
7	1,05	0,4450	-0,6429
8	1,23	0,2506	-1,6196
9	1,40	-0,1364	-2,8446

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 58 di 291

10	1,57	-0,7595	-4,3181
11	1,75	-1,6622	-6,0400

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 8

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	3384,27	-4,38	4357,77	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3558,90	-26,67	2262,26	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3494,78	-55,98	1462,46	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3417,05	-91,51	1059,19	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	3187,40	-126,54	780,75	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2808,38	-153,61	566,34	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2423,35	-173,74	413,89	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	2057,04	-186,43	303,79	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1714,71	-191,07	222,47	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1337,39	-179,24	154,37	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	1012,76	-160,39	105,06	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	751,57	-138,58	70,66	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	566,57	-120,13	48,63	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	443,95	-107,10	34,99	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	356,57	-96,98	25,95	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 59 di 291
Relazione di calcolo muri		

17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	295,61	-89,92	19,95	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	250,83	-84,73	15,76	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	216,66	-80,78	12,72	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	189,82	-77,67	10,45	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	168,21	-75,16	8,71	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	1744,87	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	431,86	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	190,04	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	105,85	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	67,09	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	46,14	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	33,58	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 60 di 291
Relazione di calcolo muri		

9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	25,46	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	19,93	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	16,00	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	2028,69	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	596,06	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	321,21	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	229,43	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	201,10	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	221,52	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	98,57	393,28	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	-98,57	722,91	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	-98,57	129,79	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,00	-98,57	59,30	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 1,2081 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,50 [°]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 61 di 291
Relazione di calcolo muri		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]
 Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]
 Inerzia del muro 1,9579 [kN]
 Inerzia verticale del muro -0,9790 [kN]
 Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]
 Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 23,6749 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 121,7955 [kN]
 Resistenza passiva a valle del muro -2,4506 [kN]
 Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 25,8541 [kNm]
 Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 211,2069 [kNm]
 Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 121,7955 [kN]
 Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 23,6749 [kN]
 Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]
 Risultante in fondazione 124,0752 [kN]
 Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,00 [°]
 Momento rispetto al baricentro della fondazione -14,8391 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 8.17

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]
 Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]
 Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]
 Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

 Incremento sismico della spinta 1,9545 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 62 di 291

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,75[m]	Y = -1,27	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,56	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	68,1625	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,88[m]	Y = -1,03	[m]
Inerzia del muro	1,9579	[kN]	
Inerzia verticale del muro	0,9790	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2,7015	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1,3507	[kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	24,3806	[kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	126,6984	[kN]	
Resistenza passiva a valle del muro	-2,4506	[kN]	
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	22,9325	[kNm]	
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	215,7100	[kNm]	
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	126,6984	[kN]	
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24,3806	[kN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]	
Risultante in fondazione	129,0229	[kN]	
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,89	[°]	
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-15,3998	[kNm]	

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 9.41

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 11

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 63 di 291
Relazione di calcolo muri		

- ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,49 Y[m]= 1,23

Raggio del cerchio R[m]= 4,39

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,43

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,74

Larghezza della striscia dx[m]= 0,29

Coefficiente di sicurezza C= 1.74

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	197.81	68.10	183.53	0.77	29.26	0.000	0.000
2	533.61	60.04	462.33	0.57	29.26	0.000	0.000
3	777.84	53.18	622.66	0.48	29.26	0.000	0.000
4	970.26	47.30	713.06	0.42	29.26	0.000	0.000
5	1128.12	42.03	755.25	0.39	29.26	0.000	0.000
6	1260.09	37.16	761.20	0.36	29.26	0.000	0.000
7	1376.81	32.60	741.75	0.34	28.72	0.002	0.000
8	1544.59	28.26	731.24	0.33	20.89	0.033	0.000
9	1621.53	24.09	661.76	0.31	20.89	0.033	0.000
10	1684.96	20.05	577.62	0.31	20.89	0.033	0.000
11	1736.02	16.11	481.78	0.30	20.89	0.033	0.000
12	1775.54	12.25	376.83	0.29	20.89	0.033	0.000
13	1804.10	8.45	265.11	0.29	20.89	0.033	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 64 di 291
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

14	2144.28	4.68	175.12	0.29	20.89	0.033	0.000
15	819.56	0.94	13.43	0.29	20.89	0.033	0.000
16	691.29	-2.80	-33.80	0.29	20.89	0.033	0.000
17	653.58	-6.56	-74.62	0.29	20.89	0.033	0.000
18	571.58	-10.34	-102.57	0.29	20.89	0.033	0.000
19	537.73	-14.17	-131.60	0.30	20.89	0.033	0.000
20	492.68	-18.06	-152.74	0.30	20.89	0.033	0.000
21	435.77	-22.04	-163.55	0.31	20.89	0.033	0.000
22	366.03	-26.14	-161.28	0.32	20.89	0.033	0.000
23	281.95	-30.39	-142.65	0.33	24.65	0.018	0.000
24	180.24	-34.84	-102.97	0.35	29.26	0.000	0.000
25	59.23	-39.54	-37.71	0.37	29.26	0.000	0.000

$$\Sigma W_i = 231,8837 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 62,9518 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 99,8871 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.99$$

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 65 di 291

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,49 Y[m]= 1,23

Raggio del cerchio R[m]= 4,39

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,43

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,74

Larghezza della striscia dx[m]= 0,29

Coefficiente di sicurezza C= 1.74

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	197.81	68.10	183.53	0.77	29.26	0.000	0.000
2	533.61	60.04	462.33	0.57	29.26	0.000	0.000
3	777.84	53.18	622.66	0.48	29.26	0.000	0.000
4	970.26	47.30	713.06	0.42	29.26	0.000	0.000
5	1128.12	42.03	755.25	0.39	29.26	0.000	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 66 di 291
Relazione di calcolo muri		

6	1260.09	37.16	761.20	0.36	29.26	0.000	0.000
7	1376.81	32.60	741.75	0.34	28.72	0.002	0.000
8	1544.59	28.26	731.24	0.33	20.89	0.033	0.000
9	1621.53	24.09	661.76	0.31	20.89	0.033	0.000
10	1684.96	20.05	577.62	0.31	20.89	0.033	0.000
11	1736.02	16.11	481.78	0.30	20.89	0.033	0.000
12	1775.54	12.25	376.83	0.29	20.89	0.033	0.000
13	1804.10	8.45	265.11	0.29	20.89	0.033	0.000
14	2144.28	4.68	175.12	0.29	20.89	0.033	0.000
15	819.56	0.94	13.43	0.29	20.89	0.033	0.000
16	691.29	-2.80	-33.80	0.29	20.89	0.033	0.000
17	653.58	-6.56	-74.62	0.29	20.89	0.033	0.000
18	571.58	-10.34	-102.57	0.29	20.89	0.033	0.000
19	537.73	-14.17	-131.60	0.30	20.89	0.033	0.000
20	492.68	-18.06	-152.74	0.30	20.89	0.033	0.000
21	435.77	-22.04	-163.55	0.31	20.89	0.033	0.000
22	366.03	-26.14	-161.28	0.32	20.89	0.033	0.000
23	281.95	-30.39	-142.65	0.33	24.65	0.018	0.000
24	180.24	-34.84	-102.97	0.35	29.26	0.000	0.000
25	59.23	-39.54	-37.71	0.37	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 231,8837$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 62,9518$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 99,8871$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.99$

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 67 di 291

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 13,8519 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 123,5384 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 123,5384 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 13,8519 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,20 [m]
Risultante in fondazione 124,3126 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 6,40 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -24,8259 [kNm]
Carico ultimo della fondazione 680,1384 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,02512 [MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,06312 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$ $N'_c = 19.57$
 $N_q = 11.24$ $N'_q = 9.97$
 $N_\gamma = 7.36$ $N'_\gamma = 4.25$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.46
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 5.51

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 68 di 291

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7636	-0,0007	0,0224
3	0,20	1,5464	0,0003	0,0896
4	0,31	2,3486	0,0076	0,2016
5	0,41	3,1702	0,0258	0,3584
6	0,51	4,0110	0,0594	0,5600
7	0,61	4,8712	0,1131	0,8064
8	0,72	5,7507	0,1915	1,0976
9	0,82	6,6495	0,2991	1,4336
10	0,92	7,5676	0,4405	1,8144
11	1,02	8,5051	0,6204	2,2400
12	1,13	9,4618	0,8433	2,7104
13	1,23	10,4379	1,1138	3,2256
14	1,33	11,4334	1,4365	3,7856
15	1,43	12,4481	1,8160	4,3904
16	1,54	13,4822	2,2569	5,0400
17	1,64	14,5355	2,7638	5,7344
18	1,74	15,6082	3,3413	6,4736
19	1,84	16,7003	3,9939	7,2576
20	1,95	17,8115	4,7263	8,0861
21	2,05	18,9401	5,5431	8,9549

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 69 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0371	1,0029
3	0,15	0,1523	2,0821
4	0,23	0,3514	3,2377
5	0,30	0,6399	4,4696
6	0,38	1,0237	5,7778
7	0,45	1,5085	7,1624
8	0,53	2,1000	8,6233
9	0,60	2,8039	10,1606
10	0,68	3,6260	11,7741
11	0,75	4,5719	13,4641

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1703	1,8768
3	0,35	0,6326	3,3379
4	0,53	1,3143	4,3834
5	0,70	2,1426	5,0134
6	0,88	3,0447	5,2277
7	1,05	3,9480	5,0264
8	1,23	4,7797	4,4094
9	1,40	5,4671	3,3769
10	1,57	5,9374	1,9288
11	1,75	6,1179	0,0650

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 70 di 291

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 13

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	0,003	0,000	-0,036	0,000
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,005	0,000	-0,073	-0,073
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,008	0,001	-0,106	-0,116
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,012	0,002	-0,133	-0,167
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,016	0,003	-0,150	-0,230
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,022	0,004	-0,154	-0,307
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,030	0,005	-0,143	-0,401
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,039	0,006	-0,114	-0,516
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,051	0,008	-0,057	-0,656
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,067	0,010	0,080	-0,839
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,090	0,012	0,393	-1,083
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,122	0,015	1,018	-1,395
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,165	0,017	2,089	-1,771
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,217	0,020	3,672	-2,193
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,279	0,023	5,781	-2,655
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,351	0,026	8,422	-3,153
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,432	0,029	11,608	-3,692
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,523	0,033	15,360	-4,272

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 71 di 291
Relazione di calcolo muri		

20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,625	0,037	19,703	-4,899
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,738	0,041	24,667	-5,575

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,002	0,003	0,152	-0,015
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,008	0,005	0,622	-0,060
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,019	0,008	1,435	-0,137
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,035	0,011	2,613	-0,250
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,056	0,015	4,180	-0,400
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,082	0,018	6,160	-0,590
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,114	0,022	8,575	-0,821
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,153	0,026	11,450	-1,096
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,197	0,030	14,807	-1,417
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,249	0,034	18,669	-1,787

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 72 di 291
Relazione di calcolo muri		

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,009	0,005	0,695	-0,067
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,034	0,009	2,583	-0,247
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,072	0,011	5,367	-0,514
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,117	0,013	8,749	-0,837
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,166	0,013	12,433	-1,190
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,215	0,013	16,122	-1,543
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,260	0,011	19,518	-1,868
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,298	0,009	22,325	-2,137
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,323	0,005	24,245	-2,320
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,333	0,000	24,982	-2,391

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s _m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 73 di 291
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

2	0,10	0,000565	0,000000	20,02	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,20	0,000565	0,000565	-21,17	0,00	0,0000	0,00	0,000
4	0,31	0,000565	0,000565	-21,17	-0,01	0,0000	0,00	0,000
5	0,41	0,000565	0,000565	-21,17	-0,03	0,0000	0,00	0,000
6	0,51	0,000565	0,000565	-21,17	-0,06	0,0000	0,00	0,000
7	0,61	0,000565	0,000565	-21,17	-0,11	0,0000	0,00	0,000
8	0,72	0,000565	0,000565	-21,17	-0,19	0,0000	0,00	0,000
9	0,82	0,000565	0,000565	-21,17	-0,30	0,0000	0,00	0,000
10	0,92	0,000565	0,000565	-21,17	-0,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,02	0,000565	0,000565	-21,17	-0,62	0,0000	0,00	0,000
12	1,13	0,000565	0,000565	-21,17	-0,84	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	0,000565	0,000565	-21,17	-1,11	0,0000	0,00	0,000
14	1,33	0,000565	0,000565	-21,17	-1,44	0,0000	0,00	0,000
15	1,43	0,000565	0,000565	-21,17	-1,82	0,0000	0,00	0,000
16	1,54	0,000565	0,000565	-21,17	-2,26	0,0000	0,00	0,000
17	1,64	0,000565	0,000565	-21,17	-2,76	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	0,000565	0,000565	-21,17	-3,34	0,0000	0,00	0,000
19	1,84	0,000565	0,000565	-21,17	-3,99	0,0000	0,00	0,000
20	1,95	0,000565	0,000565	-21,17	-4,73	0,0000	0,00	0,000
21	2,05	0,000565	0,000565	-21,17	-5,54	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,05	0,000565	0,000565	-57,95	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,000565	0,000565	57,95	0,04	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,000565	0,000565	57,95	0,15	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,000565	0,000565	57,95	0,35	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,000565	0,000565	57,95	0,64	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,000565	0,000565	57,95	1,02	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,000565	0,000565	57,95	1,51	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,000565	0,000565	57,95	2,10	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,000565	0,000565	57,95	2,80	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,000565	0,000565	57,95	3,63	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 74 di 291
Relazione di calcolo muri		

11	-0,30	0,000565	0,000565	57,95	4,57	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,000565	0,000565	57,95	6,12	0,0000	0,00	0,000
13	0,17	0,000565	0,000565	57,95	5,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,35	0,000565	0,000565	57,95	5,47	0,0000	0,00	0,000
15	0,52	0,000565	0,000565	57,95	4,78	0,0000	0,00	0,000
16	0,70	0,000565	0,000565	57,95	3,95	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	0,000565	0,000565	57,95	3,04	0,0000	0,00	0,000
18	1,05	0,000565	0,000565	57,95	2,14	0,0000	0,00	0,000
19	1,22	0,000565	0,000565	57,95	1,31	0,0000	0,00	0,000
20	1,40	0,000565	0,000565	57,95	0,63	0,0000	0,00	0,000
21	1,57	0,000565	0,000565	57,95	0,17	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,000565	0,000565	-57,95	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 13,8519 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 123,5384 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 123,5384 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 13,8519 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,20 [m]

Risultante in fondazione 124,3126 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 6,40 [°]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 75 di 291
Relazione di calcolo muri		

Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24,8259	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	680,1384	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,02512	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,06312	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 19.57$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 9.97$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 4.25$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.46
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.51

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7636	-0,0007	0,0224
3	0,20	1,5464	0,0003	0,0896
4	0,31	2,3486	0,0076	0,2016
5	0,41	3,1702	0,0258	0,3584
6	0,51	4,0110	0,0594	0,5600
7	0,61	4,8712	0,1131	0,8064
8	0,72	5,7507	0,1915	1,0976

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 76 di 291
Relazione di calcolo muri		

9	0,82	6,6495	0,2991	1,4336
10	0,92	7,5676	0,4405	1,8144
11	1,02	8,5051	0,6204	2,2400
12	1,13	9,4618	0,8433	2,7104
13	1,23	10,4379	1,1138	3,2256
14	1,33	11,4334	1,4365	3,7856
15	1,43	12,4481	1,8160	4,3904
16	1,54	13,4822	2,2569	5,0400
17	1,64	14,5355	2,7638	5,7344
18	1,74	15,6082	3,3413	6,4736
19	1,84	16,7003	3,9939	7,2576
20	1,95	17,8115	4,7263	8,0861
21	2,05	18,9401	5,5431	8,9549

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0371	1,0029
3	0,15	0,1523	2,0821
4	0,23	0,3514	3,2377
5	0,30	0,6399	4,4696
6	0,38	1,0237	5,7778
7	0,45	1,5085	7,1624
8	0,53	2,1000	8,6233
9	0,60	2,8039	10,1606
10	0,68	3,6260	11,7741
11	0,75	4,5719	13,4641

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 77 di 291

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1703	1,8768
3	0,35	0,6326	3,3379
4	0,53	1,3143	4,3834
5	0,70	2,1426	5,0134
6	0,88	3,0447	5,2277
7	1,05	3,9480	5,0264
8	1,23	4,7797	4,4094
9	1,40	5,4671	3,3769
10	1,57	5,9374	1,9288
11	1,75	6,1179	0,0650

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 14

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 78 di 291

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	0,003	0,000	-0,036	0,000
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,005	0,000	-0,073	-0,073
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,008	0,001	-0,106	-0,116
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,012	0,002	-0,133	-0,167
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,016	0,003	-0,150	-0,230
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,022	0,004	-0,154	-0,307
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,030	0,005	-0,143	-0,401
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,039	0,006	-0,114	-0,516
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,051	0,008	-0,057	-0,656
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,067	0,010	0,080	-0,839
12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,090	0,012	0,393	-1,083
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,122	0,015	1,018	-1,395
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,165	0,017	2,089	-1,771
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,217	0,020	3,672	-2,193
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,279	0,023	5,781	-2,655
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,351	0,026	8,422	-3,153
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,432	0,029	11,608	-3,692
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,523	0,033	15,360	-4,272
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,625	0,037	19,703	-4,899
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,738	0,041	24,667	-5,575

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 14

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 79 di 291
Relazione di calcolo muri		

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,002	0,003	0,152	-0,015
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,008	0,005	0,622	-0,060
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,019	0,008	1,435	-0,137
5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,035	0,011	2,613	-0,250
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,056	0,015	4,180	-0,400
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,082	0,018	6,160	-0,590
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,114	0,022	8,575	-0,821
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,153	0,026	11,450	-1,096
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,197	0,030	14,807	-1,417
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,249	0,034	18,669	-1,787

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,009	0,005	0,695	-0,067
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,034	0,009	2,583	-0,247
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,072	0,011	5,367	-0,514
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,117	0,013	8,749	-0,837
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,166	0,013	12,433	-1,190
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,215	0,013	16,122	-1,543

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 80 di 291
Relazione di calcolo muri		

8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,260	0,011	19,518	-1,868
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,298	0,009	22,325	-2,137
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,323	0,005	24,245	-2,320
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,333	0,000	24,982	-2,391

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 14

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,10	0,000565	0,000000	20,02	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,20	0,000565	0,000565	-21,17	0,00	0,0000	0,00	0,000
4	0,31	0,000565	0,000565	-21,17	-0,01	0,0000	0,00	0,000
5	0,41	0,000565	0,000565	-21,17	-0,03	0,0000	0,00	0,000
6	0,51	0,000565	0,000565	-21,17	-0,06	0,0000	0,00	0,000
7	0,61	0,000565	0,000565	-21,17	-0,11	0,0000	0,00	0,000
8	0,72	0,000565	0,000565	-21,17	-0,19	0,0000	0,00	0,000
9	0,82	0,000565	0,000565	-21,17	-0,30	0,0000	0,00	0,000
10	0,92	0,000565	0,000565	-21,17	-0,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,02	0,000565	0,000565	-21,17	-0,62	0,0000	0,00	0,000
12	1,13	0,000565	0,000565	-21,17	-0,84	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	0,000565	0,000565	-21,17	-1,11	0,0000	0,00	0,000
14	1,33	0,000565	0,000565	-21,17	-1,44	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 81 di 291
Relazione di calcolo muri		

15	1,43	0,000565	0,000565	-21,17	-1,82	0,0000	0,00	0,000
16	1,54	0,000565	0,000565	-21,17	-2,26	0,0000	0,00	0,000
17	1,64	0,000565	0,000565	-21,17	-2,76	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	0,000565	0,000565	-21,17	-3,34	0,0000	0,00	0,000
19	1,84	0,000565	0,000565	-21,17	-3,99	0,0000	0,00	0,000
20	1,95	0,000565	0,000565	-21,17	-4,73	0,0000	0,00	0,000
21	2,05	0,000565	0,000565	-21,17	-5,54	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,05	0,000565	0,000565	-57,95	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,000565	0,000565	57,95	0,04	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,000565	0,000565	57,95	0,15	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,000565	0,000565	57,95	0,35	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,000565	0,000565	57,95	0,64	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,000565	0,000565	57,95	1,02	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,000565	0,000565	57,95	1,51	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,000565	0,000565	57,95	2,10	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,000565	0,000565	57,95	2,80	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,000565	0,000565	57,95	3,63	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,000565	0,000565	57,95	4,57	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,000565	0,000565	57,95	6,12	0,0000	0,00	0,000
13	0,17	0,000565	0,000565	57,95	5,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,35	0,000565	0,000565	57,95	5,47	0,0000	0,00	0,000
15	0,52	0,000565	0,000565	57,95	4,78	0,0000	0,00	0,000
16	0,70	0,000565	0,000565	57,95	3,95	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	0,000565	0,000565	57,95	3,04	0,0000	0,00	0,000
18	1,05	0,000565	0,000565	57,95	2,14	0,0000	0,00	0,000
19	1,22	0,000565	0,000565	57,95	1,31	0,0000	0,00	0,000
20	1,40	0,000565	0,000565	57,95	0,63	0,0000	0,00	0,000
21	1,57	0,000565	0,000565	57,95	0,17	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,000565	0,000565	-57,95	0,00	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 82 di 291
Relazione di calcolo muri		

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	15,0853 [kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	13,8519 [kN]		
Componente verticale della spinta statica	5,9742 [kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75[m]	Y = -1,70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33		[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94		[°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	68,1625 [kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,88[m]	Y = -1,03	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	13,8519 [kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	123,5384		[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2,9201 [kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	123,5384		[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13,8519 [kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,20		[m]
Risultante in fondazione	124,3126		[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,40		[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24,8259		[kNm]
Carico ultimo della fondazione	680,1384		[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,02512 [MPa]	
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,06312 [MPa]	

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 19.57$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 9.97$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 4.25$

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 83 di 291
Relazione di calcolo muri		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.46

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 5.51

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7636	-0,0007	0,0224
3	0,20	1,5464	0,0003	0,0896
4	0,31	2,3486	0,0076	0,2016
5	0,41	3,1702	0,0258	0,3584
6	0,51	4,0110	0,0594	0,5600
7	0,61	4,8712	0,1131	0,8064
8	0,72	5,7507	0,1915	1,0976
9	0,82	6,6495	0,2991	1,4336
10	0,92	7,5676	0,4405	1,8144
11	1,02	8,5051	0,6204	2,2400
12	1,13	9,4618	0,8433	2,7104
13	1,23	10,4379	1,1138	3,2256
14	1,33	11,4334	1,4365	3,7856
15	1,43	12,4481	1,8160	4,3904
16	1,54	13,4822	2,2569	5,0400
17	1,64	14,5355	2,7638	5,7344
18	1,74	15,6082	3,3413	6,4736
19	1,84	16,7003	3,9939	7,2576
20	1,95	17,8115	4,7263	8,0861
21	2,05	18,9401	5,5431	8,9549

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 84 di 291

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0371	1,0029
3	0,15	0,1523	2,0821
4	0,23	0,3514	3,2377
5	0,30	0,6399	4,4696
6	0,38	1,0237	5,7778
7	0,45	1,5085	7,1624
8	0,53	2,1000	8,6233
9	0,60	2,8039	10,1606
10	0,68	3,6260	11,7741
11	0,75	4,5719	13,4641

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1703	1,8768
3	0,35	0,6326	3,3379

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 85 di 291

4	0,53	1,3143	4,3834
5	0,70	2,1426	5,0134
6	0,88	3,0447	5,2277
7	1,05	3,9480	5,0264
8	1,23	4,7797	4,4094
9	1,40	5,4671	3,3769
10	1,57	5,9374	1,9288
11	1,75	6,1179	0,0650

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	1,0000	0,3000	0,000565	0,000000	0,003	0,000	-0,036	0,000
3	0,20	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,005	0,000	-0,073	-0,073
4	0,31	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,008	0,001	-0,106	-0,116
5	0,41	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,012	0,002	-0,133	-0,167
6	0,51	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,016	0,003	-0,150	-0,230
7	0,61	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,022	0,004	-0,154	-0,307
8	0,72	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,030	0,005	-0,143	-0,401
9	0,82	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,039	0,006	-0,114	-0,516
10	0,92	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,051	0,008	-0,057	-0,656
11	1,02	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,067	0,010	0,080	-0,839

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 86 di 291
Relazione di calcolo muri		

12	1,13	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,090	0,012	0,393	-1,083
13	1,23	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,122	0,015	1,018	-1,395
14	1,33	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,165	0,017	2,089	-1,771
15	1,43	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,217	0,020	3,672	-2,193
16	1,54	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,279	0,023	5,781	-2,655
17	1,64	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,351	0,026	8,422	-3,153
18	1,74	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,432	0,029	11,608	-3,692
19	1,84	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,523	0,033	15,360	-4,272
20	1,95	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,625	0,037	19,703	-4,899
21	2,05	1,0000	0,3000	0,000565	0,000565	0,738	0,041	24,667	-5,575

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,002	0,003	0,152	-0,015
3	0,15	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,008	0,005	0,622	-0,060
4	0,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,019	0,008	1,435	-0,137

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 87 di 291
Relazione di calcolo muri		

5	0,30	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,035	0,011	2,613	-0,250
6	0,38	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,056	0,015	4,180	-0,400
7	0,45	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,082	0,018	6,160	-0,590
8	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,114	0,022	8,575	-0,821
9	0,60	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,153	0,026	11,450	-1,096
10	0,68	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,197	0,030	14,807	-1,417
11	0,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,249	0,034	18,669	-1,787

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,18	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,009	0,005	0,695	-0,067
3	0,35	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,034	0,009	2,583	-0,247
4	0,53	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,072	0,011	5,367	-0,514
5	0,70	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,117	0,013	8,749	-0,837
6	0,88	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,166	0,013	12,433	-1,190
7	1,05	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,215	0,013	16,122	-1,543
8	1,23	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,260	0,011	19,518	-1,868
9	1,40	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,298	0,009	22,325	-2,137
10	1,57	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,323	0,005	24,245	-2,320
11	1,75	1,0000	0,5000	0,000565	0,000565	0,333	0,000	24,982	-2,391

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 15

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 88 di 291
Relazione di calcolo muri		

ϵ_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	ϵ_m	s _m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,10	0,000565	0,000000	20,02	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,20	0,000565	0,000565	-21,17	0,00	0,0000	0,00	0,000
4	0,31	0,000565	0,000565	-21,17	-0,01	0,0000	0,00	0,000
5	0,41	0,000565	0,000565	-21,17	-0,03	0,0000	0,00	0,000
6	0,51	0,000565	0,000565	-21,17	-0,06	0,0000	0,00	0,000
7	0,61	0,000565	0,000565	-21,17	-0,11	0,0000	0,00	0,000
8	0,72	0,000565	0,000565	-21,17	-0,19	0,0000	0,00	0,000
9	0,82	0,000565	0,000565	-21,17	-0,30	0,0000	0,00	0,000
10	0,92	0,000565	0,000565	-21,17	-0,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,02	0,000565	0,000565	-21,17	-0,62	0,0000	0,00	0,000
12	1,13	0,000565	0,000565	-21,17	-0,84	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	0,000565	0,000565	-21,17	-1,11	0,0000	0,00	0,000
14	1,33	0,000565	0,000565	-21,17	-1,44	0,0000	0,00	0,000
15	1,43	0,000565	0,000565	-21,17	-1,82	0,0000	0,00	0,000
16	1,54	0,000565	0,000565	-21,17	-2,26	0,0000	0,00	0,000
17	1,64	0,000565	0,000565	-21,17	-2,76	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	0,000565	0,000565	-21,17	-3,34	0,0000	0,00	0,000
19	1,84	0,000565	0,000565	-21,17	-3,99	0,0000	0,00	0,000
20	1,95	0,000565	0,000565	-21,17	-4,73	0,0000	0,00	0,000
21	2,05	0,000565	0,000565	-21,17	-5,54	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ϵ_m	s _m	w
1	-1,05	0,000565	0,000565	-57,95	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,000565	0,000565	57,95	0,04	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 89 di 291
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

3	-0,90	0,000565	0,000565	57,95	0,15	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,000565	0,000565	57,95	0,35	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,000565	0,000565	57,95	0,64	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,000565	0,000565	57,95	1,02	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,000565	0,000565	57,95	1,51	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,000565	0,000565	57,95	2,10	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,000565	0,000565	57,95	2,80	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,000565	0,000565	57,95	3,63	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,000565	0,000565	57,95	4,57	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,000565	0,000565	57,95	6,12	0,0000	0,00	0,000
13	0,17	0,000565	0,000565	57,95	5,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,35	0,000565	0,000565	57,95	5,47	0,0000	0,00	0,000
15	0,52	0,000565	0,000565	57,95	4,78	0,0000	0,00	0,000
16	0,70	0,000565	0,000565	57,95	3,95	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	0,000565	0,000565	57,95	3,04	0,0000	0,00	0,000
18	1,05	0,000565	0,000565	57,95	2,14	0,0000	0,00	0,000
19	1,22	0,000565	0,000565	57,95	1,31	0,0000	0,00	0,000
20	1,40	0,000565	0,000565	57,95	0,63	0,0000	0,00	0,000
21	1,57	0,000565	0,000565	57,95	0,17	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,000565	0,000565	-57,95	0,00	0,0000	0,00	0,000

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 90 di 291

4.1.2. MURI TIPO "2" - "5"

TRATTO INCLINATO

Per i tratti di muro in questione vale quanto già riportato al paragrafo precedente per i muri 1, 4, 11, 14.

TRATTO ORIZZONTALE

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2,05 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	4,50 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,75 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1,75 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,80 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 91 di 291

<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>Kw</i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
<i>Ks</i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1,00	0,00	4,88	0,00	Terreno riporto
2	1,00	0,00	4,70	0,00	Terreno riporto
3	0,55	0,00	4,70	0,00	Terreno riporto
4	2,50	0,00	1,67	0,00	Terreno di fondazio
5	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
6	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
7	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio

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

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 92 di 291

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g 1.08 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_m) 0.24

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.96$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 1.98$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 0.55 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_m) 0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.51$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.76$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 50,0

Lunghezza del muro 4,50 [m]

Peso muro 49,4018 [kN]

Baricentro del muro X=0,20 Y=-1,91

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 1,75 Y = -2,55

Punto superiore superficie di spinta X = 1,75 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta 2,55 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 93 di 291

Valore della spinta statica	19,6109 [kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	18,0075 [kN]		
Componente verticale della spinta statica	7,7664 [kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75[m]	Y = -1,70	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie		23,33	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94		[°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	88,6112 [kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,88[m]	Y = -1,02	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	18,0075 [kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	145,7794		[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-3,7961 [kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	145,7794		[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	18,0075 [kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,24		[m]
Risultante in fondazione	146,8874		[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	7,04		[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-34,5354		[kNm]
Carico ultimo della fondazione	636,5150		[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80		[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,02563 [MPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,07849 [MPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 19.27$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 9.82$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 3.96$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.07
---	------

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 94 di 291
Relazione di calcolo muri		

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.37

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,9926	-0,0009	0,0291
3	0,20	2,0104	0,0004	0,1165
4	0,31	3,0532	0,0099	0,2621
5	0,41	4,1212	0,0335	0,4659
6	0,51	5,2143	0,0773	0,7280
7	0,61	6,3325	0,1471	1,0483
8	0,72	7,4759	0,2490	1,4269
9	0,82	8,6443	0,3888	1,8637
10	0,92	9,8379	0,5727	2,3587
11	1,02	11,0566	0,8065	2,9120
12	1,13	12,3004	1,0963	3,5235
13	1,23	13,5693	1,4480	4,1933
14	1,33	14,8634	1,8675	4,9212
15	1,43	16,1825	2,3608	5,7075
16	1,54	17,5268	2,9340	6,5520
17	1,64	18,8962	3,5930	7,4547
18	1,74	20,2907	4,3436	8,4156
19	1,84	21,7104	5,1920	9,4348
20	1,95	23,1550	6,1441	10,5120
21	2,05	24,6222	7,2061	11,6414

Sollecitazioni fondazione di valle

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 95 di 291

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0389	1,0563
3	0,15	0,1611	2,2187
4	0,23	0,3744	3,4873
5	0,30	0,6868	4,8622
6	0,38	1,1064	6,3432
7	0,45	1,6410	7,9304
8	0,53	2,2986	9,6238
9	0,60	3,0872	11,4234
10	0,68	4,0148	13,3292
11	0,75	5,0893	15,3412

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,2220	2,4410
3	0,35	0,8206	4,3039
4	0,53	1,6947	5,5887
5	0,70	2,7429	6,2952

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 96 di 291

6	0,88	3,8643	6,4236
7	1,05	4,9575	5,9739
8	1,23	5,9214	4,9460
9	1,40	6,6549	3,3399
10	1,57	7,0567	1,1557
11	1,75	7,0256	-1,6067

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3562,97	3,19	3589,44	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3565,46	-0,75	1773,53	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3931,88	-12,76	1287,78	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3888,21	-31,64	943,46	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3830,09	-56,76	734,53	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3759,39	-87,32	593,66	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3626,89	-120,78	485,15	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3310,83	-148,93	383,01	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2980,29	-173,50	302,94	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2653,31	-193,55	239,98	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2344,46	-208,95	190,60	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 97 di 291
Relazione di calcolo muri		

13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2068,29	-220,70	152,42	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1821,63	-228,88	122,56	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1543,31	-225,15	95,37	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1282,40	-214,68	73,17	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1062,26	-201,98	56,22	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	871,17	-186,49	42,93	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	724,95	-173,37	33,39	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	610,78	-162,07	26,38	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	524,40	-153,47	21,30	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	173,06	4443,49	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	1070,95	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	460,79	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 98 di 291
Relazione di calcolo muri		

5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	251,18	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	155,93	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	105,13	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	75,06	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	55,88	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	42,97	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	33,90	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	777,05	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	210,23	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	101,80	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	62,90	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	44,65	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	34,80	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	29,14	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	25,92	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	24,45	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	24,56	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 99 di 291
Relazione di calcolo muri		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 17,8735 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 123,7312 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro -2,4506 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 123,7312 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 17,8735 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,18 [m]
Risultante in fondazione 125,0155 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 8,22 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -21,6744 [kNm]
Carico ultimo della fondazione 325,3899 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,02760 [MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,06078 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$ $N'_c = 13.63$
 $N_q = 6.99$ $N'_q = 5.92$
 $N_\gamma = 3.35$ $N'_\gamma = 1.27$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.78
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.63

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 100 di 291

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7639	-0,0005	0,0289
3	0,20	1,5477	0,0019	0,1156
4	0,31	2,3514	0,0132	0,2601
5	0,41	3,1752	0,0393	0,4624
6	0,51	4,0188	0,0860	0,7226
7	0,61	4,8824	0,1595	1,0405
8	0,72	5,7659	0,2654	1,4163
9	0,82	6,6694	0,4099	1,8498
10	0,92	7,5929	0,5987	2,3412
11	1,02	8,5362	0,8379	2,8903
12	1,13	9,4996	1,1334	3,4973
13	1,23	10,4828	1,4910	4,1621
14	1,33	11,4860	1,9168	4,8846
15	1,43	12,5092	2,4166	5,6650
16	1,54	13,5523	2,9963	6,5032
17	1,64	14,6153	3,6620	7,3992
18	1,74	15,6983	4,4194	8,3530
19	1,84	16,8013	5,2746	9,3646
20	1,95	17,9240	6,2334	10,4338
21	2,05	19,0647	7,3019	11,5548

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 101 di 291

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0440	1,1841
3	0,15	0,1793	2,4348
4	0,23	0,4109	3,7522
5	0,30	0,7438	5,1363
6	0,38	1,1830	6,5869
7	0,45	1,7335	8,1043
8	0,53	2,4003	9,6882
9	0,60	3,1884	11,3389
10	0,68	4,1028	13,0561
11	0,75	5,1485	14,8400

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1359	1,4931
3	0,35	0,5014	2,6234
4	0,53	1,0330	3,3908
5	0,70	1,6670	3,7953
6	0,88	2,3401	3,8370
7	1,05	2,9888	3,5159
8	1,23	3,5495	2,8319
9	1,40	3,9588	1,7850
10	1,57	4,1531	0,3753

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 102 di 291

11 1,75 4,0690 -1,3973

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3564,28	2,37	4666,08	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3552,74	-4,40	2295,52	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3910,61	-21,95	1663,07	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3851,21	-47,63	1212,92	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3774,44	-80,81	939,20	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3645,25	-119,05	746,61	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3283,44	-151,15	569,45	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2906,40	-178,62	435,78	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2532,71	-199,72	333,56	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2194,76	-215,44	257,11	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1902,96	-227,04	200,32	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1594,35	-226,77	152,09	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1288,52	-215,03	112,18	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1034,52	-199,85	82,70	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	827,24	-182,90	61,04	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	670,39	-167,97	45,87	176,25	0,00

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 103 di 291
Relazione di calcolo muri		

18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	556,66	-156,71	35,46	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	469,52	-147,40	27,95	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	402,54	-139,99	22,46	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	350,47	-134,23	18,38	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio assorbito dal cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	173,06	3934,24	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	962,30	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	419,89	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	231,95	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	145,84	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	99,52	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	71,88	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	54,11	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 104 di 291
Relazione di calcolo muri		

10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	42,05	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	33,51	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	1269,12	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	344,07	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	167,02	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	103,49	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	73,72	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	57,72	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	48,60	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	43,58	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	41,54	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	42,40	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica 20,7982 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 19,6608 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,7836 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 74,9787 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Risultanti

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 105 di 291
Relazione di calcolo muri		

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19,6608 [kN]	
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	131,1641	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2,6957 [kN]	
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	16,7261 [kNm]	
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	224,9517	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	131,1641	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	19,6608 [kN]	
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,19	[m]
Risultante in fondazione	132,6295	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,52	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24,5958	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 13.45

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,49 Y[m]= 0,98

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 106 di 291
Relazione di calcolo muri		

Raggio del cerchio $R[m]= 4,18$

Ascissa a valle del cerchio $Xi[m]= -3,38$

Ascissa a monte del cerchio $Xs[m]= 3,58$

Larghezza della striscia $dx[m]= 0,28$

Coefficiente di sicurezza $C= 1.92$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	210.24	70.32	197.96	0.83	29.26	0.000	0.000
2	556.95	61.15	487.82	0.58	29.26	0.000	0.000
3	796.71	53.95	644.12	0.47	29.26	0.000	0.000
4	983.08	47.86	728.93	0.42	29.26	0.000	0.000
5	1134.89	42.43	765.64	0.38	29.26	0.000	0.000
6	1261.17	37.44	766.63	0.35	29.26	0.000	0.000
7	1400.29	32.76	757.78	0.33	25.87	0.013	0.000
8	1533.02	28.32	727.36	0.32	20.89	0.033	0.000
9	1605.83	24.07	654.82	0.31	20.89	0.033	0.000
10	1665.61	19.94	568.16	0.30	20.89	0.033	0.000
11	1713.47	15.93	470.26	0.29	20.89	0.033	0.000
12	1750.22	11.99	363.69	0.28	20.89	0.033	0.000
13	1823.29	8.11	257.35	0.28	20.89	0.033	0.000
14	2022.65	4.27	150.68	0.28	20.89	0.033	0.000
15	694.10	0.45	5.45	0.28	20.89	0.033	0.000
16	690.32	-3.37	-40.59	0.28	20.89	0.033	0.000
17	646.06	-7.21	-81.05	0.28	20.89	0.033	0.000
18	571.41	-11.08	-109.77	0.28	20.89	0.033	0.000
19	537.28	-15.00	-139.02	0.29	20.89	0.033	0.000
20	492.24	-18.99	-160.18	0.29	20.89	0.033	0.000
21	435.53	-23.08	-170.76	0.30	20.89	0.033	0.000
22	366.16	-27.31	-167.98	0.31	20.89	0.033	0.000
23	282.58	-31.70	-148.48	0.33	23.89	0.021	0.000
24	181.29	-36.31	-107.36	0.35	29.26	0.000	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 107 di 291
Relazione di calcolo muri		

25 60.18 -41.22 -39.65 0.37 29.26 0.000 0.000

$\Sigma W_i = 229,6223$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 62,5851$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 98,2895$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.10$

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 1,1095 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 57,01 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro -0,9790 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 19,5301 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 121,6481 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 121,6481 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 19,5301 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,15 [m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 108 di 291

Risultante in fondazione	123,2059	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,12	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18,2112	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	608,2682	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,02951	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05738	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 18.32$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 9.33$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 3.12$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.12
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	1,0039	0,0009	0,0942
3	0,20	2,0272	0,0108	0,2331
4	0,31	3,0698	0,0343	0,4169
5	0,41	4,1317	0,0761	0,6455
6	0,51	5,2129	0,1407	0,9189

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 109 di 291
Relazione di calcolo muri		

7	0,61	6,3134	0,2328	1,2370
8	0,72	7,4333	0,3568	1,6000
9	0,82	8,5725	0,5175	2,0078
10	0,92	9,7310	0,7193	2,4604
11	1,02	10,9088	0,9670	2,9577
12	1,13	12,1059	1,2650	3,4999
13	1,23	13,3224	1,6179	4,0869
14	1,33	14,5582	2,0305	4,7187
15	1,43	15,8133	2,5072	5,3952
16	1,54	17,0877	3,0526	6,1166
17	1,64	18,3815	3,6714	6,8828
18	1,74	19,6946	4,3681	7,6937
19	1,84	21,0270	5,1474	8,5495
20	1,95	22,3786	6,0137	9,4499
21	2,05	23,7476	6,9719	10,3904

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0492	1,3218
3	0,15	0,1997	2,6995
4	0,23	0,4555	4,1333
5	0,30	0,8211	5,6230
6	0,38	1,3004	7,1688
7	0,45	1,8978	8,7705
8	0,53	2,6174	10,4283
9	0,60	3,4634	12,1420

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 110 di 291
Relazione di calcolo muri		

10	0,68	4,4401	13,9117
11	0,75	5,5516	15,7375

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,0857	0,9281
3	0,35	0,3070	1,5513
4	0,53	0,6108	1,8696
5	0,70	0,9436	1,8831
6	0,88	1,2521	1,5916
7	1,05	1,4829	0,9954
8	1,23	1,5827	0,0942
9	1,40	1,4981	-1,1119
10	1,57	1,1758	-2,6228
11	1,75	0,5623	-4,4386

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

A_{fv} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 111 di 291

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3557,40	-3,06	3543,47	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3503,13	-18,63	1728,08	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3861,48	-43,19	1257,91	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3799,44	-70,01	919,59	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3728,50	-100,67	715,25	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3528,02	-130,08	558,81	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3233,28	-155,21	434,97	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2930,85	-176,92	341,89	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2633,35	-194,66	270,62	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2353,11	-208,58	215,71	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2100,38	-219,47	173,50	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1877,54	-228,02	140,93	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1628,17	-227,09	111,84	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1382,35	-219,17	87,42	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1163,22	-207,80	68,07	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	977,07	-195,15	53,15	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	823,11	-182,56	41,79	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	696,87	-170,59	33,14	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	598,62	-160,87	26,75	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	521,77	-153,18	21,97	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 112 di 291
Relazione di calcolo muri		

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio assorbito dal cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	173,06	3516,24	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	864,06	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	378,72	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	210,12	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	132,67	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	90,91	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	65,91	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	49,81	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	38,86	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	31,08	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	2014,20	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	561,88	311,82	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 113 di 291
Relazione di calcolo muri		

4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	282,44	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	182,83	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	137,79	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	116,34	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	109,01	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	115,16	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	146,73	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	306,79	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 1,7049 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 57,07 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro 0,9790 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 20,0768 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 126,5433 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 126,5433 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 114 di 291
Relazione di calcolo muri		

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	20,0768	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,15	[m]
Risultante in fondazione	128,1261	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,02	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-18,9637	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	611,8805	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,03068	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05971	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 18.37$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 9.36$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 3.16$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.84

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	1,0116	0,0006	0,1118
3	0,20	2,0424	0,0121	0,2685
4	0,31	3,0926	0,0391	0,4699

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 115 di 291

5	0,41	4,1621	0,0860	0,7162
6	0,51	5,2510	0,1577	1,0072
7	0,61	6,3591	0,2585	1,3431
8	0,72	7,4866	0,3932	1,7237
9	0,82	8,6334	0,5663	2,1492
10	0,92	9,7996	0,7824	2,6194
11	1,02	10,9850	1,0461	3,1344
12	1,13	12,1898	1,3620	3,6943
13	1,23	13,4139	1,7346	4,2989
14	1,33	14,6573	2,1687	4,9484
15	1,43	15,9200	2,6687	5,6426
16	1,54	17,2021	3,2393	6,3817
17	1,64	18,5034	3,8850	7,1655
18	1,74	19,8241	4,6104	7,9941
19	1,84	21,1642	5,4202	8,8676
20	1,95	22,5234	6,3189	9,7856
21	2,05	23,9000	7,3113	10,7438

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0525	1,4108
3	0,15	0,2131	2,8800
4	0,23	0,4860	4,4075
5	0,30	0,8757	5,9932
6	0,38	1,3864	7,6373
7	0,45	2,0227	9,3397

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 116 di 291

8	0,53	2,7889	11,1004
9	0,60	3,6892	12,9195
10	0,68	4,7282	14,7968
11	0,75	5,9102	16,7324

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1209	1,3285
3	0,35	0,4465	2,3396
4	0,53	0,9212	3,0331
5	0,70	1,4895	3,4092
6	0,88	2,0959	3,4679
7	1,05	2,6848	3,2090
8	1,23	3,2005	2,6327
9	1,40	3,5877	1,7389
10	1,57	3,7906	0,5276
11	1,75	3,7538	-1,0011

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 6

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_f area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 117 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3560,39	-2,21	3519,72	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3495,78	-20,74	1711,58	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3848,94	-48,61	1244,56	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3780,58	-78,16	908,33	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3704,08	-111,22	705,41	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3428,52	-139,39	539,15	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3119,60	-163,84	416,69	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2809,96	-184,32	325,47	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2513,55	-200,68	256,50	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2241,22	-213,43	204,03	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1999,07	-223,36	164,00	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1765,90	-228,36	131,65	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1514,46	-224,08	103,33	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1279,72	-214,52	80,38	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1077,19	-202,84	62,62	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	899,12	-188,78	48,59	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	760,69	-176,91	38,37	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	646,72	-165,63	30,56	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	559,64	-157,01	24,85	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	488,83	-149,54	20,45	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

Simbologia adottata

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 118 di 291
Relazione di calcolo muri		

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio assorbito dal cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	173,06	3293,65	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	809,64	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	354,98	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	197,02	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	124,44	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	85,29	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	61,86	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	46,76	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	36,49	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	29,19	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
-----	---	---	---	-----------------	-----------------	----------------	----------------	----	-----	-----

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 119 di 291
Relazione di calcolo muri		

1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	1427,28	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	386,42	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	187,28	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	115,82	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	82,31	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	64,26	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	53,90	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	48,09	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	45,51	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	45,96	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 1,9545 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro 0,9790 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 24,3806 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 120 di 291
Relazione di calcolo muri		

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	126,6984	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2,4506	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	126,6984	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	24,3806	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Risultante in fondazione	129,0229	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10,89	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-15,3998	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	291,4171	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,03346	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05703	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$	$N'_c = 12.76$
$N_q = 6.99$	$N'_q = 5.54$
$N_\gamma = 3.35$	$N'_\gamma = 0.79$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.30

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 121 di 291
Relazione di calcolo muri		

2	0,10	0,7845	0,0010	0,1185
3	0,20	1,5889	0,0141	0,2948
4	0,31	2,4133	0,0453	0,5289
5	0,41	3,2576	0,1004	0,8209
6	0,51	4,1218	0,1854	1,1706
7	0,61	5,0060	0,3062	1,5781
8	0,72	5,9102	0,4688	2,0435
9	0,82	6,8343	0,6790	2,5666
10	0,92	7,7783	0,9429	3,1476
11	1,02	8,7423	1,2662	3,7863
12	1,13	9,7262	1,6550	4,4829
13	1,23	10,7301	2,1152	5,2373
14	1,33	11,7539	2,6527	6,0495
15	1,43	12,7977	3,2734	6,9195
16	1,54	13,8614	3,9832	7,8472
17	1,64	14,9450	4,7881	8,8328
18	1,74	16,0486	5,6940	9,8763
19	1,84	17,1722	6,7068	10,9775
20	1,95	18,3156	7,8325	12,1362
21	2,05	19,4768	9,0770	13,3468

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0602	1,6141
3	0,15	0,2433	3,2755
4	0,23	0,5527	4,9843

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 122 di 291

5	0,30	0,9921	6,7404
6	0,38	1,5650	8,5439
7	0,45	2,2749	10,3948
8	0,53	3,1254	12,2930
9	0,60	4,1200	14,2385
10	0,68	5,2624	16,2314
11	0,75	6,5559	18,2717

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,0817	0,8907
3	0,35	0,2967	1,5236
4	0,53	0,5999	1,8988
5	0,70	0,9462	2,0160
6	0,88	1,2905	1,8755
7	1,05	1,5876	1,4772
8	1,23	1,7925	0,8211
9	1,40	1,8600	-0,0928
10	1,57	1,7450	-1,2646
11	1,75	1,4023	-2,6941

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 7

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

B base della sezione espressa in [m]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 123 di 291
Relazione di calcolo muri		

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3552,40	-4,50	4528,37	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3460,97	-30,72	2178,22	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3796,68	-71,20	1573,25	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3697,79	-113,94	1135,14	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3310,92	-148,92	803,26	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2912,76	-178,18	581,85	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2523,62	-200,18	427,00	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2176,37	-216,24	318,45	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1880,20	-227,92	241,72	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1558,33	-225,71	178,25	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1250,92	-212,86	128,61	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	999,14	-196,96	93,12	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	800,85	-180,74	68,13	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	648,07	-165,76	50,64	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	539,41	-155,00	38,91	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	455,11	-145,81	30,45	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	390,96	-138,71	24,36	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	341,01	-133,19	19,86	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	301,13	-128,77	16,44	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	268,59	-125,17	13,79	176,25	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 124 di 291
Relazione di calcolo muri		

Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	173,06	2873,14	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	709,10	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	312,12	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	173,89	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	110,24	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	75,84	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	55,20	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	41,87	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	32,78	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	26,32	311,82	0,00

Fondazione di monte

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 125 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	2111,70	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	581,44	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	287,57	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	182,32	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	133,69	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	108,67	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	96,25	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	92,75	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	98,87	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	123,02	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 1,2081 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,50 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro -0,9790 [kN]

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]

Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1,3507 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 126 di 291
Relazione di calcolo muri		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	23,6749	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	121,7955	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-2,4506	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	121,7955	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	23,6749	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,12	[m]
Risultante in fondazione	124,0752	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,00	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-14,8391	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	289,5746	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,03214	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05485	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$	$N'_c = 12.72$
$N_q = 6.99$	$N'_q = 5.53$
$N_\gamma = 3.35$	$N'_\gamma = 0.77$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.07
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.38

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

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

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 127 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7766	0,0010	0,0957
3	0,20	1,5732	0,0118	0,2492
4	0,31	2,3897	0,0383	0,4605
5	0,41	3,2261	0,0864	0,7296
6	0,51	4,0825	0,1621	1,0565
7	0,61	4,9588	0,2712	1,4413
8	0,72	5,8551	0,4198	1,8838
9	0,82	6,7713	0,6137	2,3841
10	0,92	7,7075	0,8588	2,9423
11	1,02	8,6636	1,1611	3,5582
12	1,13	9,6397	1,5266	4,2320
13	1,23	10,6357	1,9610	4,9636
14	1,33	11,6516	2,4705	5,7529
15	1,43	12,6875	3,0608	6,6001
16	1,54	13,7433	3,7379	7,5051
17	1,64	14,8191	4,5077	8,4679
18	1,74	15,9148	5,3762	9,4885
19	1,84	17,0305	6,3493	10,5669
20	1,95	18,1660	7,4329	11,7029
21	2,05	19,3194	8,6330	12,8906

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0565	1,5141

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 128 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	0,15	0,2283	3,0738
4	0,23	0,5187	4,6791
5	0,30	0,9313	6,3301
6	0,38	1,4693	8,0266
7	0,45	2,1364	9,7689
8	0,53	2,9358	11,5567
9	0,60	3,8710	13,3902
10	0,68	4,9455	15,2693
11	0,75	6,1626	17,1940

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,0486	0,5139
3	0,35	0,1654	0,7794
4	0,53	0,3069	0,7964
5	0,70	0,4296	0,5651
6	0,88	0,4902	0,0853
7	1,05	0,4450	-0,6429
8	1,23	0,2506	-1,6196
9	1,40	-0,1364	-2,8446
10	1,57	-0,7595	-4,3181
11	1,75	-1,6622	-6,0400

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 8

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 129 di 291

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3552,06	-4,59	4573,82	176,25	0,00
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3477,23	-26,06	2210,35	176,25	0,00
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3819,85	-61,19	1598,49	176,25	0,00
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3730,28	-99,90	1156,28	176,25	0,00
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3453,47	-137,10	845,92	176,25	0,00
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3064,89	-167,64	618,07	176,25	0,00
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2678,72	-192,05	457,50	176,25	0,00
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2318,19	-210,09	342,35	176,25	0,00
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2003,13	-223,20	259,89	176,25	0,00
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1699,26	-227,74	196,14	176,25	0,00
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1384,45	-219,25	143,62	176,25	0,00
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1110,53	-204,76	104,42	176,25	0,00
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	884,83	-187,61	75,94	176,25	0,00
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	714,29	-172,32	56,30	176,25	0,00
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	587,37	-159,75	42,74	176,25	0,00
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	493,19	-150,02	33,28	176,25	0,00
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	420,19	-141,94	26,40	176,25	0,00
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	364,09	-135,74	21,38	176,25	0,00
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	319,76	-130,83	17,60	176,25	0,00
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	283,92	-126,87	14,70	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 130 di 291
Relazione di calcolo muri		

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	173,06	3063,33	311,82	0,00
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	755,84	311,82	0,00
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	332,61	311,82	0,00
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	185,26	311,82	0,00
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	117,41	311,82	0,00
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	80,75	311,82	0,00
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	58,76	311,82	0,00
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	44,57	311,82	0,00
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	34,88	311,82	0,00
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	28,00	311,82	0,00

Fondazione di monte

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 131 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	311,82	0,00
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	3550,64	311,82	0,00
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	1043,23	311,82	0,00
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	562,18	311,82	0,00
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	401,56	311,82	0,00
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	351,97	311,82	0,00
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	387,70	311,82	0,00
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	172,52	688,32	311,82	0,00
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	-172,52	1265,25	311,82	0,00
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	-172,52	227,16	311,82	0,00
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,00	-172,52	103,79	311,82	0,00

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]

Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 1,2081 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,50 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Inerzia del muro 1,9579 [kN]

Inerzia verticale del muro -0,9790 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 132 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte -1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 23,6749 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 121,7955 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro -2,4506 [kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 25,8541 [kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 211,2069 [kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 121,7955 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 23,6749 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]
Risultante in fondazione 124,0752 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 11,00 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -14,8391 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 8.17

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica 18,9075 [kN]
Componente orizzontale della spinta statica 17,8735 [kN]
Componente verticale della spinta statica 6,1669 [kN]
Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 1,9545 [kN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 1,75[m] Y = -1,27 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,56 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 133 di 291

Inerzia del muro 1,9579 [kN]
Inerzia verticale del muro 0,9790 [kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte 2,7015 [kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte 1,3507 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 24,3806 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 126,6984 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro -2,4506 [kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle 22,9325 [kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle 215,7100 [kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 126,6984 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 24,3806 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,12 [m]
Risultante in fondazione 129,0229 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10,89 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -15,3998 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 9.41

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 11

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 134 di 291

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,49 Y[m]= 1,23

Raggio del cerchio R[m]= 4,39

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,43

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,74

Larghezza della striscia dx[m]= 0,29

Coefficiente di sicurezza C= 1.74

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	197.81	68.10	183.53	0.77	29.26	0.000	0.000
2	533.61	60.04	462.33	0.57	29.26	0.000	0.000
3	777.84	53.18	622.66	0.48	29.26	0.000	0.000
4	970.26	47.30	713.06	0.42	29.26	0.000	0.000
5	1128.12	42.03	755.25	0.39	29.26	0.000	0.000
6	1260.09	37.16	761.20	0.36	29.26	0.000	0.000
7	1376.81	32.60	741.75	0.34	28.72	0.002	0.000
8	1544.59	28.26	731.24	0.33	20.89	0.033	0.000
9	1621.53	24.09	661.76	0.31	20.89	0.033	0.000
10	1684.96	20.05	577.62	0.31	20.89	0.033	0.000
11	1736.02	16.11	481.78	0.30	20.89	0.033	0.000
12	1775.54	12.25	376.83	0.29	20.89	0.033	0.000
13	1804.10	8.45	265.11	0.29	20.89	0.033	0.000
14	2144.28	4.68	175.12	0.29	20.89	0.033	0.000
15	819.56	0.94	13.43	0.29	20.89	0.033	0.000
16	691.29	-2.80	-33.80	0.29	20.89	0.033	0.000
17	653.58	-6.56	-74.62	0.29	20.89	0.033	0.000
18	571.58	-10.34	-102.57	0.29	20.89	0.033	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 135 di 291
Relazione di calcolo muri		

19	537.73	-14.17	-131.60	0.30	20.89	0.033	0.000
20	492.68	-18.06	-152.74	0.30	20.89	0.033	0.000
21	435.77	-22.04	-163.55	0.31	20.89	0.033	0.000
22	366.03	-26.14	-161.28	0.32	20.89	0.033	0.000
23	281.95	-30.39	-142.65	0.33	24.65	0.018	0.000
24	180.24	-34.84	-102.97	0.35	29.26	0.000	0.000
25	59.23	-39.54	-37.71	0.37	29.26	0.000	0.000

$$\Sigma W_i = 231,8837 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 62,9518 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 99,8871 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.99$$

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,49 Y[m]= 1,23

Raggio del cerchio R[m]= 4,39

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,43

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 136 di 291
Relazione di calcolo muri		

Ascissa a monte del cerchio $X_s[m] = 3,74$

Larghezza della striscia $dx[m] = 0,29$

Coefficiente di sicurezza $C = 1.74$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u
1	197.81	68.10	183.53	0.77	29.26	0.000	0.000
2	533.61	60.04	462.33	0.57	29.26	0.000	0.000
3	777.84	53.18	622.66	0.48	29.26	0.000	0.000
4	970.26	47.30	713.06	0.42	29.26	0.000	0.000
5	1128.12	42.03	755.25	0.39	29.26	0.000	0.000
6	1260.09	37.16	761.20	0.36	29.26	0.000	0.000
7	1376.81	32.60	741.75	0.34	28.72	0.002	0.000
8	1544.59	28.26	731.24	0.33	20.89	0.033	0.000
9	1621.53	24.09	661.76	0.31	20.89	0.033	0.000
10	1684.96	20.05	577.62	0.31	20.89	0.033	0.000
11	1736.02	16.11	481.78	0.30	20.89	0.033	0.000
12	1775.54	12.25	376.83	0.29	20.89	0.033	0.000
13	1804.10	8.45	265.11	0.29	20.89	0.033	0.000
14	2144.28	4.68	175.12	0.29	20.89	0.033	0.000
15	819.56	0.94	13.43	0.29	20.89	0.033	0.000
16	691.29	-2.80	-33.80	0.29	20.89	0.033	0.000
17	653.58	-6.56	-74.62	0.29	20.89	0.033	0.000
18	571.58	-10.34	-102.57	0.29	20.89	0.033	0.000
19	537.73	-14.17	-131.60	0.30	20.89	0.033	0.000
20	492.68	-18.06	-152.74	0.30	20.89	0.033	0.000
21	435.77	-22.04	-163.55	0.31	20.89	0.033	0.000
22	366.03	-26.14	-161.28	0.32	20.89	0.033	0.000
23	281.95	-30.39	-142.65	0.33	24.65	0.018	0.000
24	180.24	-34.84	-102.97	0.35	29.26	0.000	0.000
25	59.23	-39.54	-37.71	0.37	29.26	0.000	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 137 di 291

$$\Sigma W_i = 231,8837 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 62,9518 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 99,8871 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.99$$

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 13,8519 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 123,5384 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 123,5384 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 13,8519 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,20 [m]

Risultante in fondazione 124,3126 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 6,40 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -24,8259 [kNm]

Carico ultimo della fondazione 680,1384 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]

Tensione terreno allo spigolo di valle 0,02512 [MPa]

Tensione terreno allo spigolo di monte 0,06312 [MPa]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 138 di 291

Fattori per il calcolo della capacità portante

$$N_c = 21.47 \quad N'_c = 19.57$$

$$N_q = 11.24 \quad N'_q = 9.97$$

$$N_\gamma = 7.36 \quad N'_\gamma = 4.25$$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.46

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 5.51

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7636	-0,0007	0,0224
3	0,20	1,5464	0,0003	0,0896
4	0,31	2,3486	0,0076	0,2016
5	0,41	3,1702	0,0258	0,3584
6	0,51	4,0110	0,0594	0,5600
7	0,61	4,8712	0,1131	0,8064
8	0,72	5,7507	0,1915	1,0976
9	0,82	6,6495	0,2991	1,4336
10	0,92	7,5676	0,4405	1,8144
11	1,02	8,5051	0,6204	2,2400
12	1,13	9,4618	0,8433	2,7104
13	1,23	10,4379	1,1138	3,2256
14	1,33	11,4334	1,4365	3,7856
15	1,43	12,4481	1,8160	4,3904
16	1,54	13,4822	2,2569	5,0400

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 139 di 291

17	1,64	14,5355	2,7638	5,7344
18	1,74	15,6082	3,3413	6,4736
19	1,84	16,7003	3,9939	7,2576
20	1,95	17,8115	4,7263	8,0861
21	2,05	18,9401	5,5431	8,9549

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0371	1,0029
3	0,15	0,1523	2,0821
4	0,23	0,3514	3,2377
5	0,30	0,6399	4,4696
6	0,38	1,0237	5,7778
7	0,45	1,5085	7,1624
8	0,53	2,1000	8,6233
9	0,60	2,8039	10,1606
10	0,68	3,6260	11,7741
11	0,75	4,5719	13,4641

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 140 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1703	1,8768
3	0,35	0,6326	3,3379
4	0,53	1,3143	4,3834
5	0,70	2,1426	5,0134
6	0,88	3,0447	5,2277
7	1,05	3,9480	5,0264
8	1,23	4,7797	4,4094
9	1,40	5,4671	3,3769
10	1,57	5,9374	1,9288
11	1,75	6,1179	0,0650

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 13

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,003	0,000	-0,034	0,000
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,005	0,000	-0,068	0,000
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,008	0,001	-0,102	-0,112
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,011	0,002	-0,128	-0,160
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,016	0,003	-0,145	-0,220

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 141 di 291
Relazione di calcolo muri		

7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,021	0,004	-0,150	-0,293
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,028	0,005	-0,140	-0,382
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,037	0,006	-0,113	-0,491
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,048	0,008	-0,063	-0,623
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,063	0,010	0,053	-0,792
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,083	0,012	0,296	-1,010
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,110	0,015	0,736	-1,283
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,144	0,017	1,427	-1,606
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,185	0,020	2,396	-1,975
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,232	0,023	3,654	-2,388
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,287	0,026	5,209	-2,845
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,350	0,029	7,073	-3,349
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,420	0,033	9,260	-3,903
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,498	0,037	11,787	-4,510
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,585	0,041	14,670	-5,172

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 142 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,002	0,003	0,087	0,000
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,006	0,005	0,355	-0,055
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,014	0,008	0,819	-0,127
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,026	0,011	1,492	-0,231
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,042	0,015	2,387	-0,369
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,062	0,018	3,517	-0,544
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,086	0,022	4,896	-0,758
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,115	0,026	6,537	-1,012
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,149	0,030	8,453	-1,308
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,188	0,034	10,658	-1,650

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,007	0,005	0,397	-0,061
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,026	0,009	1,475	-0,228
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,054	0,011	3,064	-0,474
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,088	0,013	4,995	-0,773
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,125	0,013	7,098	-1,099
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,162	0,013	9,204	-1,424
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,197	0,011	11,143	-1,725
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,225	0,009	12,745	-1,973
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,244	0,005	13,842	-2,142
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,252	0,000	14,263	-2,207

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 143 di 291
Relazione di calcolo muri		

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,10	0,001005	0,000000	20,15	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,20	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
4	0,31	0,001005	0,001005	-22,20	-0,01	0,0000	0,00	0,000
5	0,41	0,001005	0,001005	-22,20	-0,03	0,0000	0,00	0,000
6	0,51	0,001005	0,001005	-22,20	-0,06	0,0000	0,00	0,000
7	0,61	0,001005	0,001005	-22,20	-0,11	0,0000	0,00	0,000
8	0,72	0,001005	0,001005	-22,20	-0,19	0,0000	0,00	0,000
9	0,82	0,001005	0,001005	-22,20	-0,30	0,0000	0,00	0,000
10	0,92	0,001005	0,001005	-22,20	-0,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,02	0,001005	0,001005	-22,20	-0,62	0,0000	0,00	0,000
12	1,13	0,001005	0,001005	-22,20	-0,84	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	0,001005	0,001005	-22,20	-1,11	0,0000	0,00	0,000
14	1,33	0,001005	0,001005	-22,20	-1,44	0,0000	0,00	0,000
15	1,43	0,001005	0,001005	-22,20	-1,82	0,0000	0,00	0,000
16	1,54	0,001005	0,001005	-22,20	-2,26	0,0000	0,00	0,000
17	1,64	0,001005	0,001005	-22,20	-2,76	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	0,001005	0,001005	-22,20	-3,34	0,0000	0,00	0,000
19	1,84	0,001005	0,001005	-22,20	-3,99	0,0000	0,00	0,000
20	1,95	0,001005	0,001005	-22,20	-4,73	0,0000	0,00	0,000
21	2,05	0,001005	0,001005	-22,20	-5,54	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 144 di 291
Relazione di calcolo muri		

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	-1,05	0,000000	0,001005	-55,96	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,000000	0,001005	59,27	0,04	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,001005	0,001005	60,13	0,15	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,001005	0,001005	60,13	0,35	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,001005	0,001005	60,13	0,64	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,001005	0,001005	60,13	1,02	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,001005	0,001005	60,13	1,51	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,001005	0,001005	60,13	2,10	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,001005	0,001005	60,13	2,80	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,001005	0,001005	60,13	3,63	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001005	0,001005	60,13	4,57	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,001005	0,001005	60,13	6,12	0,0000	0,00	0,000
13	0,17	0,001005	0,001005	60,13	5,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,35	0,001005	0,001005	60,13	5,47	0,0000	0,00	0,000
15	0,52	0,001005	0,001005	60,13	4,78	0,0000	0,00	0,000
16	0,70	0,001005	0,001005	60,13	3,95	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	0,001005	0,001005	60,13	3,04	0,0000	0,00	0,000
18	1,05	0,001005	0,001005	60,13	2,14	0,0000	0,00	0,000
19	1,22	0,001005	0,001005	60,13	1,31	0,0000	0,00	0,000
20	1,40	0,001005	0,001005	60,13	0,63	0,0000	0,00	0,000
21	1,57	0,001005	0,001005	60,13	0,17	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,000000	0,001005	-55,96	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]
 Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]
 Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]
 Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 145 di 291
Relazione di calcolo muri		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 13,8519 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 123,5384 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 123,5384 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 13,8519 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,20 [m]
Risultante in fondazione 124,3126 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 6,40 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione -24,8259 [kNm]
Carico ultimo della fondazione 680,1384 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,80 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle 0,02512 [MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte 0,06312 [MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$ $N'_c = 19.57$
 $N_q = 11.24$ $N'_q = 9.97$
 $N_\gamma = 7.36$ $N'_\gamma = 4.25$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 4.46
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 5.51

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 14

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 146 di 291

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7636	-0,0007	0,0224
3	0,20	1,5464	0,0003	0,0896
4	0,31	2,3486	0,0076	0,2016
5	0,41	3,1702	0,0258	0,3584
6	0,51	4,0110	0,0594	0,5600
7	0,61	4,8712	0,1131	0,8064
8	0,72	5,7507	0,1915	1,0976
9	0,82	6,6495	0,2991	1,4336
10	0,92	7,5676	0,4405	1,8144
11	1,02	8,5051	0,6204	2,2400
12	1,13	9,4618	0,8433	2,7104
13	1,23	10,4379	1,1138	3,2256
14	1,33	11,4334	1,4365	3,7856
15	1,43	12,4481	1,8160	4,3904
16	1,54	13,4822	2,2569	5,0400
17	1,64	14,5355	2,7638	5,7344
18	1,74	15,6082	3,3413	6,4736
19	1,84	16,7003	3,9939	7,2576
20	1,95	17,8115	4,7263	8,0861
21	2,05	18,9401	5,5431	8,9549

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 147 di 291
	Relazione di calcolo muri	

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0371	1,0029
3	0,15	0,1523	2,0821
4	0,23	0,3514	3,2377
5	0,30	0,6399	4,4696
6	0,38	1,0237	5,7778
7	0,45	1,5085	7,1624
8	0,53	2,1000	8,6233
9	0,60	2,8039	10,1606
10	0,68	3,6260	11,7741
11	0,75	4,5719	13,4641

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1703	1,8768
3	0,35	0,6326	3,3379
4	0,53	1,3143	4,3834
5	0,70	2,1426	5,0134
6	0,88	3,0447	5,2277
7	1,05	3,9480	5,0264
8	1,23	4,7797	4,4094
9	1,40	5,4671	3,3769
10	1,57	5,9374	1,9288
11	1,75	6,1179	0,0650

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 148 di 291

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 14

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,003	0,000	-0,034	0,000
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,005	0,000	-0,068	0,000
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,008	0,001	-0,102	-0,112
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,011	0,002	-0,128	-0,160
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,016	0,003	-0,145	-0,220
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,021	0,004	-0,150	-0,293
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,028	0,005	-0,140	-0,382
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,037	0,006	-0,113	-0,491
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,048	0,008	-0,063	-0,623
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,063	0,010	0,053	-0,792
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,083	0,012	0,296	-1,010
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,110	0,015	0,736	-1,283
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,144	0,017	1,427	-1,606
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,185	0,020	2,396	-1,975
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,232	0,023	3,654	-2,388
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,287	0,026	5,209	-2,845
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,350	0,029	7,073	-3,349
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,420	0,033	9,260	-3,903

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 149 di 291
Relazione di calcolo muri		

20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,498	0,037	11,787	-4,510
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,585	0,041	14,670	-5,172

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 14

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,002	0,003	0,087	0,000
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,006	0,005	0,355	-0,055
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,014	0,008	0,819	-0,127
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,026	0,011	1,492	-0,231
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,042	0,015	2,387	-0,369
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,062	0,018	3,517	-0,544
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,086	0,022	4,896	-0,758
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,115	0,026	6,537	-1,012
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,149	0,030	8,453	-1,308
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,188	0,034	10,658	-1,650

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 150 di 291
Relazione di calcolo muri		

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,007	0,005	0,397	-0,061
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,026	0,009	1,475	-0,228
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,054	0,011	3,064	-0,474
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,088	0,013	4,995	-0,773
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,125	0,013	7,098	-1,099
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,162	0,013	9,204	-1,424
8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,197	0,011	11,143	-1,725
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,225	0,009	12,745	-1,973
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,244	0,005	13,842	-2,142
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,252	0,000	14,263	-2,207

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 14

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s _m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 151 di 291
Relazione di calcolo muri		

2	0,10	0,001005	0,000000	20,15	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,20	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
4	0,31	0,001005	0,001005	-22,20	-0,01	0,0000	0,00	0,000
5	0,41	0,001005	0,001005	-22,20	-0,03	0,0000	0,00	0,000
6	0,51	0,001005	0,001005	-22,20	-0,06	0,0000	0,00	0,000
7	0,61	0,001005	0,001005	-22,20	-0,11	0,0000	0,00	0,000
8	0,72	0,001005	0,001005	-22,20	-0,19	0,0000	0,00	0,000
9	0,82	0,001005	0,001005	-22,20	-0,30	0,0000	0,00	0,000
10	0,92	0,001005	0,001005	-22,20	-0,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,02	0,001005	0,001005	-22,20	-0,62	0,0000	0,00	0,000
12	1,13	0,001005	0,001005	-22,20	-0,84	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	0,001005	0,001005	-22,20	-1,11	0,0000	0,00	0,000
14	1,33	0,001005	0,001005	-22,20	-1,44	0,0000	0,00	0,000
15	1,43	0,001005	0,001005	-22,20	-1,82	0,0000	0,00	0,000
16	1,54	0,001005	0,001005	-22,20	-2,26	0,0000	0,00	0,000
17	1,64	0,001005	0,001005	-22,20	-2,76	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	0,001005	0,001005	-22,20	-3,34	0,0000	0,00	0,000
19	1,84	0,001005	0,001005	-22,20	-3,99	0,0000	0,00	0,000
20	1,95	0,001005	0,001005	-22,20	-4,73	0,0000	0,00	0,000
21	2,05	0,001005	0,001005	-22,20	-5,54	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,05	0,000000	0,001005	-55,96	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,000000	0,001005	59,27	0,04	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,001005	0,001005	60,13	0,15	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,001005	0,001005	60,13	0,35	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,001005	0,001005	60,13	0,64	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,001005	0,001005	60,13	1,02	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,001005	0,001005	60,13	1,51	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,001005	0,001005	60,13	2,10	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,001005	0,001005	60,13	2,80	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,001005	0,001005	60,13	3,63	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 152 di 291
Relazione di calcolo muri		

11	-0,30	0,001005	0,001005	60,13	4,57	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,001005	0,001005	60,13	6,12	0,0000	0,00	0,000
13	0,17	0,001005	0,001005	60,13	5,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,35	0,001005	0,001005	60,13	5,47	0,0000	0,00	0,000
15	0,52	0,001005	0,001005	60,13	4,78	0,0000	0,00	0,000
16	0,70	0,001005	0,001005	60,13	3,95	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	0,001005	0,001005	60,13	3,04	0,0000	0,00	0,000
18	1,05	0,001005	0,001005	60,13	2,14	0,0000	0,00	0,000
19	1,22	0,001005	0,001005	60,13	1,31	0,0000	0,00	0,000
20	1,40	0,001005	0,001005	60,13	0,63	0,0000	0,00	0,000
21	1,57	0,001005	0,001005	60,13	0,17	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,000000	0,001005	-55,96	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica 15,0853 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 13,8519 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,9742 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 1,75[m] Y = -1,70 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 68,1625 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 0,88[m] Y = -1,03 [m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 13,8519 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 123,5384 [kN]

Resistenza passiva a valle del muro -2,9201 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 123,5384 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 13,8519 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0,20 [m]

Risultante in fondazione 124,3126 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 6,40 [°]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 153 di 291

Momento rispetto al baricentro della fondazione	-24,8259	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	680,1384	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,02512	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,06312	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 19.57$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 9.97$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 4.25$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.46
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.51

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,10	0,7636	-0,0007	0,0224
3	0,20	1,5464	0,0003	0,0896
4	0,31	2,3486	0,0076	0,2016
5	0,41	3,1702	0,0258	0,3584
6	0,51	4,0110	0,0594	0,5600
7	0,61	4,8712	0,1131	0,8064
8	0,72	5,7507	0,1915	1,0976

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 154 di 291

9	0,82	6,6495	0,2991	1,4336
10	0,92	7,5676	0,4405	1,8144
11	1,02	8,5051	0,6204	2,2400
12	1,13	9,4618	0,8433	2,7104
13	1,23	10,4379	1,1138	3,2256
14	1,33	11,4334	1,4365	3,7856
15	1,43	12,4481	1,8160	4,3904
16	1,54	13,4822	2,2569	5,0400
17	1,64	14,5355	2,7638	5,7344
18	1,74	15,6082	3,3413	6,4736
19	1,84	16,7003	3,9939	7,2576
20	1,95	17,8115	4,7263	8,0861
21	2,05	18,9401	5,5431	8,9549

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,0371	1,0029
3	0,15	0,1523	2,0821
4	0,23	0,3514	3,2377
5	0,30	0,6399	4,4696
6	0,38	1,0237	5,7778
7	0,45	1,5085	7,1624
8	0,53	2,1000	8,6233
9	0,60	2,8039	10,1606
10	0,68	3,6260	11,7741
11	0,75	4,5719	13,4641

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 155 di 291

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,18	0,1703	1,8768
3	0,35	0,6326	3,3379
4	0,53	1,3143	4,3834
5	0,70	2,1426	5,0134
6	0,88	3,0447	5,2277
7	1,05	3,9480	5,0264
8	1,23	4,7797	4,4094
9	1,40	5,4671	3,3769
10	1,57	5,9374	1,9288
11	1,75	6,1179	0,0650

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 156 di 291

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,10	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,003	0,000	-0,034	0,000
3	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,005	0,000	-0,068	0,000
4	0,31	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,008	0,001	-0,102	-0,112
5	0,41	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,011	0,002	-0,128	-0,160
6	0,51	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,016	0,003	-0,145	-0,220
7	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,021	0,004	-0,150	-0,293
8	0,72	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,028	0,005	-0,140	-0,382
9	0,82	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,037	0,006	-0,113	-0,491
10	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,048	0,008	-0,063	-0,623
11	1,02	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,063	0,010	0,053	-0,792
12	1,13	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,083	0,012	0,296	-1,010
13	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,110	0,015	0,736	-1,283
14	1,33	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,144	0,017	1,427	-1,606
15	1,43	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,185	0,020	2,396	-1,975
16	1,54	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,232	0,023	3,654	-2,388
17	1,64	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,287	0,026	5,209	-2,845
18	1,74	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,350	0,029	7,073	-3,349
19	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,420	0,033	9,260	-3,903
20	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,498	0,037	11,787	-4,510
21	2,05	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,585	0,041	14,670	-5,172

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 157 di 291
Relazione di calcolo muri		

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,002	0,003	0,087	0,000
3	0,15	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,006	0,005	0,355	-0,055
4	0,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,014	0,008	0,819	-0,127
5	0,30	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,026	0,011	1,492	-0,231
6	0,38	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,042	0,015	2,387	-0,369
7	0,45	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,062	0,018	3,517	-0,544
8	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,086	0,022	4,896	-0,758
9	0,60	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,115	0,026	6,537	-1,012
10	0,68	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,149	0,030	8,453	-1,308
11	0,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,188	0,034	10,658	-1,650

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,5000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,18	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,007	0,005	0,397	-0,061
3	0,35	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,026	0,009	1,475	-0,228
4	0,53	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,054	0,011	3,064	-0,474
5	0,70	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,088	0,013	4,995	-0,773
6	0,88	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,125	0,013	7,098	-1,099
7	1,05	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,162	0,013	9,204	-1,424

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 158 di 291
Relazione di calcolo muri		

8	1,23	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,197	0,011	11,143	-1,725
9	1,40	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,225	0,009	12,745	-1,973
10	1,57	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,244	0,005	13,842	-2,142
11	1,75	1,0000	0,5000	0,001005	0,001005	0,252	0,000	14,263	-2,207

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 15

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,10	0,001005	0,000000	20,15	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,20	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
4	0,31	0,001005	0,001005	-22,20	-0,01	0,0000	0,00	0,000
5	0,41	0,001005	0,001005	-22,20	-0,03	0,0000	0,00	0,000
6	0,51	0,001005	0,001005	-22,20	-0,06	0,0000	0,00	0,000
7	0,61	0,001005	0,001005	-22,20	-0,11	0,0000	0,00	0,000
8	0,72	0,001005	0,001005	-22,20	-0,19	0,0000	0,00	0,000
9	0,82	0,001005	0,001005	-22,20	-0,30	0,0000	0,00	0,000
10	0,92	0,001005	0,001005	-22,20	-0,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,02	0,001005	0,001005	-22,20	-0,62	0,0000	0,00	0,000
12	1,13	0,001005	0,001005	-22,20	-0,84	0,0000	0,00	0,000
13	1,23	0,001005	0,001005	-22,20	-1,11	0,0000	0,00	0,000
14	1,33	0,001005	0,001005	-22,20	-1,44	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 159 di 291
Relazione di calcolo muri		

15	1,43	0,001005	0,001005	-22,20	-1,82	0,0000	0,00	0,000
16	1,54	0,001005	0,001005	-22,20	-2,26	0,0000	0,00	0,000
17	1,64	0,001005	0,001005	-22,20	-2,76	0,0000	0,00	0,000
18	1,74	0,001005	0,001005	-22,20	-3,34	0,0000	0,00	0,000
19	1,84	0,001005	0,001005	-22,20	-3,99	0,0000	0,00	0,000
20	1,95	0,001005	0,001005	-22,20	-4,73	0,0000	0,00	0,000
21	2,05	0,001005	0,001005	-22,20	-5,54	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,05	0,000000	0,001005	-55,96	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,000000	0,001005	59,27	0,04	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,001005	0,001005	60,13	0,15	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,001005	0,001005	60,13	0,35	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,001005	0,001005	60,13	0,64	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,001005	0,001005	60,13	1,02	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,001005	0,001005	60,13	1,51	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,001005	0,001005	60,13	2,10	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,001005	0,001005	60,13	2,80	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,001005	0,001005	60,13	3,63	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001005	0,001005	60,13	4,57	0,0000	0,00	0,000
12	0,00	0,001005	0,001005	60,13	6,12	0,0000	0,00	0,000
13	0,17	0,001005	0,001005	60,13	5,94	0,0000	0,00	0,000
14	0,35	0,001005	0,001005	60,13	5,47	0,0000	0,00	0,000
15	0,52	0,001005	0,001005	60,13	4,78	0,0000	0,00	0,000
16	0,70	0,001005	0,001005	60,13	3,95	0,0000	0,00	0,000
17	0,88	0,001005	0,001005	60,13	3,04	0,0000	0,00	0,000
18	1,05	0,001005	0,001005	60,13	2,14	0,0000	0,00	0,000
19	1,22	0,001005	0,001005	60,13	1,31	0,0000	0,00	0,000
20	1,40	0,001005	0,001005	60,13	0,63	0,0000	0,00	0,000
21	1,57	0,001005	0,001005	60,13	0,17	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,000000	0,001005	-55,96	0,00	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 160 di 291
Relazione di calcolo muri		

4.1.3. MURI TIPO “3”-“6”-“9”- “10”-“12”-“13”

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]

α_e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]

α_i inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	0,30	0,30	2,15	0,00	0,00
2	0,60	0,60	1,75	0,00	0,00

Altezza del paramento 3,90 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle 0,75 [m]

Lunghezza mensola fondazione di monte 1,45 [m]

Lunghezza totale fondazione 2,80 [m]

Inclinazione piano di posa della fondazione 0,00 [°]

Spessore fondazione 0,70 [m]

Spessore magrone 0,20 [m]

Stratigrafia

Simbologia adottata

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 161 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1,00	0,00	4,88	0,00	Terreno riporto
2	1,00	0,00	4,70	0,00	Terreno riporto
3	1,00	0,00	1,33	0,00	Terreno riporto
4	1,00	0,00	1,67	0,00	Terreno riporto
5	0,60	0,00	1,93	0,00	Terreno riporto
6	2,50	0,00	1,93	0,00	Terreno di fondazio
7	2,50	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
8	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
9	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
10	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio
11	3,00	0,00	0,00	0,00	Terreno di fondazio

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

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 1,75 Y = -4,60

Punto superiore superficie di spinta X = 1,75 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta 4,60 [m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 162 di 291

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica	63,8102	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	58,5930	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	25,2705	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	155,6100	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	58,5930	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	270,4902	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-7,4404	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	270,4902	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	58,5930	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,07	[m]
Risultante in fondazione	276,7636	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-19,6347	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	635,2971	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,08158	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,11163	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 17.30$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 8.73$

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 163 di 291
Relazione di calcolo muri		

$N_{\gamma} = 7.36$

$N'_{\gamma} = 2.07$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.33
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.35

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,4833	0,0000	0,1059
3	0,39	3,0578	0,0278	0,4235
4	0,59	4,7238	0,1246	0,9530
5	0,78	6,4810	0,3319	1,6942
6	0,98	8,3296	0,6911	2,6471
7	1,17	10,2695	1,2435	3,8118
8	1,37	12,3008	2,0305	5,1883
9	1,56	14,4234	3,0936	6,7766
10	1,76	16,6373	4,4742	8,5766
11	1,95	18,9421	6,2136	10,5874
12	2,15	21,3362	8,3528	12,8051
13	2,15	37,2700	7,5063	12,8105
14	2,34	41,1760	9,9159	15,2350
15	2,54	45,1714	12,7902	17,8668
16	2,73	49,2572	16,1696	20,7082
17	2,93	53,4330	20,0947	23,7584
18	3,12	57,6980	24,6062	27,0154
19	3,32	62,0549	29,7442	30,4855

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 164 di 291

20	3,51	66,5023	35,5501	34,1652
21	3,71	71,0400	42,0649	38,0545
22	3,90	75,6681	49,3291	42,1534

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,1819	4,8613
3	0,15	0,7307	9,7830
4	0,23	1,6509	14,7651
5	0,30	2,9470	19,8075
6	0,38	4,6235	24,9104
7	0,45	6,6850	30,0736
8	0,53	9,1361	35,2971
9	0,60	11,9811	40,5811
10	0,68	15,2247	45,9254
11	0,75	18,8714	51,3301

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 165 di 291
Relazione di calcolo muri		

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,0250	-0,3828
3	0,29	-0,1219	-0,9912
4	0,44	-0,3234	-1,8253
5	0,58	-0,6622	-2,8851
6	0,73	-1,1710	-4,1706
7	0,87	-1,8825	-5,6817
8	1,02	-2,8296	-7,4185
9	1,16	-4,0448	-9,3809
10	1,31	-5,5609	-11,5690
11	1,45	-7,4107	-13,9828

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3567,67	-0,12	2405,30	176,25	0,00
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3879,83	-35,26	1268,81	176,25	0,00
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3733,54	-98,49	790,37	176,25	0,00
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3153,49	-161,50	486,57	176,25	0,00
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2454,58	-203,64	294,68	176,25	0,00
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1881,79	-227,86	183,24	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 166 di 291
Relazione di calcolo muri		

8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1310,19	-216,28	106,51	176,25	0,00
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	868,42	-186,27	60,21	176,25	0,00
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	597,92	-160,80	35,94	176,25	0,00
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	439,10	-144,04	23,18	176,25	0,00
12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	339,89	-133,06	15,93	176,25	0,00
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	3872,85	-780,00	103,91	379,61	0,00
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	3169,05	-763,16	76,96	379,61	0,00
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	2511,85	-711,23	55,61	379,61	0,00
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1954,71	-641,67	39,68	379,61	0,00
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1507,10	-566,78	28,21	379,61	0,00
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1162,05	-495,57	20,14	379,61	0,00
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	924,60	-443,18	14,90	379,61	0,00
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	744,57	-398,03	11,20	379,61	0,00
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	619,01	-366,53	8,71	379,61	0,00
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	526,75	-343,39	6,96	379,61	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 167 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	1374,82	447,40	0,00
3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	342,29	447,40	0,00
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	151,50	447,40	0,00
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	84,87	447,40	0,00
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	54,10	447,40	0,00
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	37,41	447,40	0,00
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	27,38	447,40	0,00
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	20,88	447,40	0,00
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	16,43	447,40	0,00
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	13,25	447,40	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	9994,58	447,40	0,00
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	2051,55	447,40	0,00
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	773,41	447,40	0,00
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	377,72	447,40	0,00
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	213,59	447,40	0,00
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	132,86	447,40	0,00
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	88,39	447,40	0,00
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	61,84	447,40	0,00
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	44,98	447,40	0,00
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	33,75	447,40	0,00

COMBINAZIONE n° 2

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 168 di 291
Relazione di calcolo muri		

Valore della spinta statica	61,5215	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	58,1571	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20,0660	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	58,1571	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	229,3757	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4,8032	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	229,3757	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	58,1571	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,03	[m]
Risultante in fondazione	236,6336	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,23	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	8,0049	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	315,8412	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,08805	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,07579	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$	$N'_c = 11.94$
$N_q = 6.99$	$N'_q = 5.13$
$N_\gamma = 3.35$	$N'_\gamma = 0.35$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.59
---	------

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 169 di 291
Relazione di calcolo muri		

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.38

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,4738	0,0014	0,1051
3	0,39	3,0202	0,0330	0,4204
4	0,59	4,6391	0,1359	0,9459
5	0,78	6,3305	0,3512	1,6815
6	0,98	8,0945	0,7199	2,6274
7	1,17	9,9310	1,2832	3,7835
8	1,37	11,8399	2,0821	5,1497
9	1,56	13,8215	3,1577	6,7262
10	1,76	15,8755	4,5510	8,5128
11	1,95	18,0017	6,3033	10,5087
12	2,15	20,1988	8,4551	12,7098
13	2,15	32,4556	8,3308	12,7151
14	2,34	36,1462	10,7848	15,1217
15	2,54	39,9079	13,7053	17,7339
16	2,73	43,7413	17,1325	20,5541
17	2,93	47,6462	21,1068	23,5817
18	3,12	51,6219	25,6684	26,8144
19	3,32	55,6706	30,8572	30,2587
20	3,51	59,7911	36,7145	33,9110
21	3,71	63,9833	43,2807	37,7714
22	3,90	68,2474	50,5962	41,8398

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 170 di 291

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,1991	5,3040
3	0,15	0,7950	10,5834
4	0,23	1,7859	15,8382
5	0,30	3,1701	21,0683
6	0,38	4,9456	26,2739
7	0,45	7,1106	31,4548
8	0,53	9,6632	36,6112
9	0,60	12,6016	41,7429
10	0,68	15,9240	46,8500
11	0,75	19,6285	51,9324

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,1604	-2,1969
3	0,29	-0,6327	-4,3018
4	0,44	-1,4035	-6,3147

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 171 di 291

5	0,58	-2,4595	-8,2355
6	0,73	-3,7873	-10,0644
7	0,87	-5,3737	-11,8013
8	1,02	-7,2052	-13,4462
9	1,16	-9,2686	-14,9991
10	1,31	-11,5505	-16,4599
11	1,45	-14,0376	-17,8288

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3556,23	-3,40	2412,89	176,25	0,00
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3863,67	-42,24	1279,27	176,25	0,00
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3709,93	-108,70	799,70	176,25	0,00
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3045,71	-168,96	481,11	176,25	0,00
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2347,78	-208,81	290,05	176,25	0,00
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1767,46	-228,38	177,98	176,25	0,00
8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1190,71	-209,39	100,57	176,25	0,00
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	784,81	-179,30	56,78	176,25	0,00
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	541,38	-155,20	34,10	176,25	0,00
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	398,54	-139,55	22,14	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 172 di 291
Relazione di calcolo muri		

12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	309,97	-129,75	15,35	176,25	0,00
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	2913,73	-747,91	89,78	379,61	0,00
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	2309,64	-689,12	63,90	379,61	0,00
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1793,64	-615,98	44,94	379,61	0,00
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1393,21	-545,69	31,85	379,61	0,00
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1077,15	-477,17	22,61	379,61	0,00
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	857,37	-426,32	16,61	379,61	0,00
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	696,21	-385,90	12,51	379,61	0,00
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	581,66	-357,17	9,73	379,61	0,00
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	496,40	-335,78	7,76	379,61	0,00
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	430,70	-319,30	6,31	379,61	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	1256,50	447,40	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 173 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	314,61	447,40	0,00
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	140,04	447,40	0,00
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	78,90	447,40	0,00
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	50,57	447,40	0,00
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	35,17	447,40	0,00
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	25,88	447,40	0,00
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	19,85	447,40	0,00
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	15,71	447,40	0,00
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	12,74	447,40	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	1559,43	447,40	0,00
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	395,34	447,40	0,00
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	178,21	447,40	0,00
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	101,69	447,40	0,00
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	66,04	447,40	0,00
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	46,54	447,40	0,00
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	34,71	447,40	0,00
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	26,98	447,40	0,00
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	21,65	447,40	0,00
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	17,82	447,40	0,00

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	67,6737	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	63,9728	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	22,0726	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 174 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	131,6700	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	63,9728	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	243,3523	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-5,2835	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	98,1805	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	431,7600	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	243,3523	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	63,9728	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,03	[m]		
Risultante in fondazione	251,6205	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,73	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	7,1137	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.40
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 175 di 291

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,13 Y[m]= 0,76

Raggio del cerchio R[m]= 6,08

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,06

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,40

Coefficiente di sicurezza C= 1.45

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u
1	584.40	75.23	565.10	1.56	29.26	0.000	0.000
2	1482.41	63.84	1330.55	0.90	29.26	0.000	0.000
3	2026.10	56.20	1683.60	0.72	29.26	0.000	0.000
4	2439.13	49.90	1865.79	0.62	29.26	0.000	0.000
5	2772.70	44.36	1938.45	0.56	29.26	0.000	0.000
6	3049.41	39.30	1931.46	0.52	29.26	0.000	0.000
7	3281.73	34.59	1863.05	0.48	29.26	0.000	0.000
8	3489.64	30.14	1751.98	0.46	28.65	0.002	0.000
9	3797.00	25.88	1657.07	0.44	20.89	0.033	0.000
10	3930.75	21.76	1457.50	0.43	20.89	0.033	0.000
11	4039.59	17.77	1232.80	0.42	20.89	0.033	0.000
12	4300.20	13.86	1030.20	0.41	20.89	0.033	0.000
13	4920.95	10.02	856.07	0.40	20.89	0.033	0.000
14	1468.04	6.22	159.08	0.40	20.89	0.033	0.000
15	1237.40	2.45	52.91	0.40	20.89	0.033	0.000
16	1086.82	-1.31	-24.82	0.40	20.89	0.033	0.000
17	1069.99	-5.07	-94.63	0.40	20.89	0.033	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 176 di 291
Relazione di calcolo muri		

18	1033.09	-8.86	-159.13	0.40	20.89	0.033	0.000
19	975.63	-12.69	-214.29	0.41	20.89	0.033	0.000
20	896.79	-16.57	-255.81	0.42	20.89	0.033	0.000
21	795.41	-20.54	-279.08	0.43	20.89	0.033	0.000
22	669.82	-24.61	-278.97	0.44	20.89	0.033	0.000
23	517.02	-28.82	-249.26	0.46	26.23	0.012	0.000
24	331.63	-33.21	-181.65	0.48	29.26	0.000	0.000
25	111.12	-37.84	-68.16	0.50	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 493,3486$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 172,3035$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 222,6174$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.46$

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	49,0848	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	45,0716	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19,4389	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	3,6102	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,75	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,01	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]
Inerzia del muro	3,5515	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1,7758	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,7441	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,3720	[kN]		

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 177 di 291
Relazione di calcolo muri		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	56,6822	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	226,0305	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,7234	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	226,0305	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	56,6822	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,06	[m]
Risultante in fondazione	233,0293	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,08	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	12,9561	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	581,4468	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,09064	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,07081	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 16.49$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 8.32$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 1.53$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.00
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.57

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 178 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5243	0,0096	0,2579
3	0,39	3,1188	0,0749	0,6788
4	0,59	4,7836	0,2279	1,2625
5	0,78	6,5186	0,5004	2,0092
6	0,98	8,3239	0,9241	2,9187
7	1,17	10,1994	1,5311	3,9912
8	1,37	12,1453	2,3530	5,2265
9	1,56	14,1613	3,4218	6,6248
10	1,76	16,2476	4,7692	8,1859
11	1,95	18,4039	6,4272	9,9092
12	2,15	20,6287	8,4273	11,7916
13	2,15	32,8855	8,2385	11,7957
14	2,34	36,6015	10,4767	13,8930
15	2,54	40,3862	13,1176	16,1498
16	2,73	44,2405	16,1921	18,5677
17	2,93	48,1640	19,7317	21,1463
18	3,12	52,1562	23,7674	23,8839
19	3,32	56,2190	28,3302	26,7855
20	3,51	60,3514	33,4521	29,8483
21	3,71	64,5533	39,1643	33,0724
22	3,90	68,8248	45,4982	36,4576

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 179 di 291
Relazione di calcolo muri		

2	0,07	0,2062	5,4910
3	0,15	0,8227	10,9421
4	0,23	1,8465	16,3534
5	0,30	3,2747	21,7249
6	0,38	5,1042	27,0565
7	0,45	7,3322	32,3483
8	0,53	9,9555	37,6003
9	0,60	12,9712	42,8124
10	0,68	16,3763	47,9846
11	0,75	20,1679	53,1171

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,2114	-2,8911
3	0,29	-0,8312	-5,6333
4	0,44	-1,8379	-8,2266
5	0,58	-3,2097	-10,6710
6	0,73	-4,9252	-12,9664
7	0,87	-6,9628	-15,1130
8	1,02	-9,3008	-17,1107
9	1,16	-11,9177	-18,9594
10	1,31	-14,7918	-20,6592
11	1,45	-17,9017	-22,2102

Armature e tensioni nei materiali del muro

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 180 di 291
Relazione di calcolo muri		

Combinazione n° 5

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3491,77	-21,89	2290,79	176,25	0,00
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3752,87	-90,14	1203,31	176,25	0,00
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3242,40	-154,47	677,82	176,25	0,00
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2574,51	-197,62	394,95	176,25	0,00
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2008,53	-222,99	241,30	176,25	0,00
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1485,56	-223,01	145,65	176,25	0,00
8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1029,38	-199,43	84,76	176,25	0,00
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	712,35	-172,12	50,30	176,25	0,00
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	521,90	-153,20	32,12	176,25	0,00
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	400,08	-139,72	21,74	176,25	0,00
12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	320,45	-130,91	15,53	176,25	0,00
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	3007,89	-753,53	91,47	379,61	0,00
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	2470,91	-707,27	67,51	379,61	0,00
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1990,14	-646,40	49,28	379,61	0,00
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1585,21	-580,19	35,83	379,61	0,00
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1263,20	-517,50	26,23	379,61	0,00
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1019,86	-464,75	19,55	379,61	0,00
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	834,72	-420,64	14,85	379,61	0,00
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	696,20	-385,89	11,54	379,61	0,00
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	593,67	-360,18	9,20	379,61	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 181 di 291
Relazione di calcolo muri		

22 3,90 1,0000 0,6000 0,001005 0,001005 514,99 -340,44 7,48 379,61 0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	1213,18	447,40	0,00
3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	304,03	447,40	0,00
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	135,45	447,40	0,00
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	76,38	447,40	0,00
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	49,00	447,40	0,00
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	34,11	447,40	0,00
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	25,12	447,40	0,00
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	19,28	447,40	0,00
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	15,27	447,40	0,00
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	12,40	447,40	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 182 di 291
Relazione di calcolo muri		

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	1183,09	447,40	0,00
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	300,89	447,40	0,00
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	136,09	447,40	0,00
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	77,92	447,40	0,00
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	50,78	447,40	0,00
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	35,92	447,40	0,00
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	26,89	447,40	0,00
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	20,99	447,40	0,00
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	16,91	447,40	0,00
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	13,97	447,40	0,00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	49,0848	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	45,0716	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19,4389	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Incremento sismico della spinta	5,5474	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,75	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57,07	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]
Inerzia del muro	3,5515	[kN]		

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 183 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inerzia verticale del muro	1,7758	[kN]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,7441	[kN]
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,3720	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	58,4610	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	235,0933	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,7234	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	235,0933	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	58,4610	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,06	[m]
Risultante in fondazione	242,2531	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13,8666	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	584,2780	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,09457	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,07335	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 16.54$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 8.34$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 1.57$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.49

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 184 di 291
Relazione di calcolo muri		

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5519	0,0117	0,3221
3	0,39	3,1741	0,0917	0,8071
4	0,59	4,8666	0,2719	1,4550
5	0,78	6,6293	0,5841	2,2657
6	0,98	8,4622	1,0601	3,2394
7	1,17	10,3654	1,7318	4,3760
8	1,37	12,3389	2,6311	5,6755
9	1,56	14,3826	3,7897	7,1379
10	1,76	16,4966	5,2396	8,7632
11	1,95	18,6805	7,0125	10,5505
12	2,15	20,9330	9,1401	12,4971
13	2,15	33,1898	8,9056	12,5012
14	2,34	36,9333	11,2790	14,6623
15	2,54	40,7455	14,0674	16,9829
16	2,73	44,6273	17,3019	19,4646
17	2,93	48,5784	21,0138	22,1070
18	3,12	52,5980	25,2343	24,9084
19	3,32	56,6884	29,9942	27,8738
20	3,51	60,8483	35,3256	31,0004
21	3,71	65,0777	41,2598	34,2883
22	3,90	69,3767	47,8281	37,7374

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 185 di 291

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,2172	5,7846
3	0,15	0,8666	11,5265
4	0,23	1,9451	17,2259
5	0,30	3,4494	22,8825
6	0,38	5,3764	28,4966
7	0,45	7,7229	34,0680
8	0,53	10,4855	39,5967
9	0,60	13,6613	45,0829
10	0,68	17,2469	50,5264
11	0,75	21,2392	55,9272

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,1845	-2,5176
3	0,29	-0,7224	-4,8758
4	0,44	-1,5907	-7,0746
5	0,58	-2,7663	-9,1141
6	0,73	-4,2261	-10,9942
7	0,87	-5,9469	-12,7149
8	1,02	-7,9057	-14,2763
9	1,16	-10,0794	-15,6782

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 186 di 291

10	1,31	-12,4447	-16,9208
11	1,45	-14,9787	-18,0041

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 6

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3476,90	-26,15	2240,38	176,25	0,00
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3713,27	-107,25	1169,86	176,25	0,00
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3036,30	-169,62	623,91	176,25	0,00
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2362,73	-208,16	356,41	176,25	0,00
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1827,42	-228,93	215,95	176,25	0,00
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1286,19	-214,89	124,08	176,25	0,00
8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	876,69	-186,94	71,05	176,25	0,00
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	617,66	-162,75	42,94	176,25	0,00
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	461,18	-146,48	27,96	176,25	0,00
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	360,55	-135,35	19,30	176,25	0,00
12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	292,82	-127,85	13,99	176,25	0,00
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	2728,87	-732,22	82,22	379,61	0,00
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	2215,18	-676,49	59,98	379,61	0,00
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1774,77	-612,74	43,56	379,61	0,00
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1425,67	-552,73	31,95	379,61	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 187 di 291
Relazione di calcolo muri		

17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1129,15	-488,44	23,24	379,61	0,00
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	922,84	-442,74	17,55	379,61	0,00
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	759,19	-401,69	13,39	379,61	0,00
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	640,74	-371,99	10,53	379,61	0,00
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	551,36	-349,57	8,47	379,61	0,00
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	481,73	-332,10	6,94	379,61	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	1151,58	447,40	0,00
3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	288,60	447,40	0,00
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	128,58	447,40	0,00
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	72,51	447,40	0,00
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	46,52	447,40	0,00
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	32,39	447,40	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 188 di 291
Relazione di calcolo muri		

8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	23,85	447,40	0,00
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	18,31	447,40	0,00
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	14,50	447,40	0,00
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	11,78	447,40	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	1355,98	447,40	0,00
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	346,22	447,40	0,00
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	157,23	447,40	0,00
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	90,41	447,40	0,00
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	59,18	447,40	0,00
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	42,06	447,40	0,00
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	31,64	447,40	0,00
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	24,81	447,40	0,00
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	20,10	447,40	0,00
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	16,70	447,40	0,00

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	61,5215	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	58,1571	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20,0660	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		
Incremento sismico della spinta	6,3597	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,75	[m]	Y = -2,30	[m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 189 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]
Inerzia del muro	3,5515	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1,7758	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,7441	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,3720	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,4646	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	235,5978	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4,8032	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	235,5978	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72,4646	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]
Risultante in fondazione	246,4902	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	35,3544	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	253,8688	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,11120	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05709	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$	$N'_c = 11.05$
$N_q = 6.99$	$N'_q = 4.75$
$N_\gamma = 3.35$	$N'_\gamma = 0.11$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.31
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	1.08

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 190 di 291
Relazione di calcolo muri		

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5486	0,0169	0,3788
3	0,39	3,1698	0,1176	0,9679
4	0,59	4,8635	0,3430	1,7671
5	0,78	6,6297	0,7343	2,7765
6	0,98	8,4684	1,3326	3,9961
7	1,17	10,3797	2,1789	5,4259
8	1,37	12,3635	3,3144	7,0659
9	1,56	14,4198	4,7800	8,9161
10	1,76	16,5486	6,6169	10,9765
11	1,95	18,7496	8,8663	13,2460
12	2,15	21,0214	11,5686	15,7209
13	2,15	33,2783	11,3209	15,7262
14	2,34	37,0433	14,3701	18,4618
15	2,54	40,8793	17,9497	21,4030
16	2,73	44,7871	22,1000	24,5523
17	2,93	48,7664	26,8614	27,9088
18	3,12	52,8166	32,2740	31,4705
19	3,32	56,9397	38,3779	35,2438
20	3,51	61,1346	45,2142	39,2251
21	3,71	65,4012	52,8233	43,4145
22	3,90	69,7397	61,2457	47,8119

Sollecitazioni fondazione di valle

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 191 di 291

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,2631	6,9984
3	0,15	1,0470	13,8881
4	0,23	2,3436	20,6691
5	0,30	4,1447	27,3414
6	0,38	6,4421	33,9050
7	0,45	9,2277	40,3599
8	0,53	12,4934	46,7061
9	0,60	16,2309	52,9435
10	0,68	20,4322	59,0722
11	0,75	25,0890	65,0923

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,3495	-4,7525
3	0,29	-1,3586	-9,0986
4	0,44	-2,9684	-13,0384

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 192 di 291

5	0,58	-5,1201	-16,5718
6	0,73	-7,7546	-19,6989
7	0,87	-10,8131	-22,4197
8	1,02	-14,2367	-24,7342
9	1,16	-17,9664	-26,6423
10	1,31	-21,9433	-28,1440
11	1,45	-26,1085	-29,2395

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 7

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3436,99	-37,60	2219,36	176,25	0,00
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3521,95	-130,65	1111,10	176,25	0,00
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2702,80	-190,63	555,73	176,25	0,00
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2012,01	-222,86	303,48	176,25	0,00
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1395,99	-219,68	164,85	176,25	0,00
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	899,37	-188,80	86,65	176,25	0,00
8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	600,92	-161,09	48,60	176,25	0,00
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	432,22	-143,28	29,97	176,25	0,00
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	330,06	-131,97	19,94	176,25	0,00
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	263,52	-124,61	14,05	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 193 di 291
Relazione di calcolo muri		

12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	217,10	-119,48	10,33	176,25	0,00
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1828,07	-621,89	54,93	379,61	0,00
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1423,75	-552,31	38,43	379,61	0,00
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1096,05	-481,27	26,81	379,61	0,00
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	870,78	-429,68	19,44	379,61	0,00
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	704,25	-387,91	14,44	379,61	0,00
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	586,49	-358,38	11,10	379,61	0,00
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	499,24	-336,50	8,77	379,61	0,00
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	432,26	-319,70	7,07	379,61	0,00
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	379,40	-306,44	5,80	379,61	0,00
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	336,76	-295,74	4,83	379,61	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio assorbito dal cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	950,56	447,40	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 194 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	238,87	447,40	0,00
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	106,72	447,40	0,00
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	60,34	447,40	0,00
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	38,82	447,40	0,00
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	27,10	447,40	0,00
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	20,02	447,40	0,00
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	15,41	447,40	0,00
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	12,24	447,40	0,00
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	9,97	447,40	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	715,70	447,40	0,00
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	184,10	447,40	0,00
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	84,26	447,40	0,00
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	48,85	447,40	0,00
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	32,25	447,40	0,00
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	23,13	447,40	0,00
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	17,57	447,40	0,00
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	13,92	447,40	0,00
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	11,40	447,40	0,00
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	9,58	447,40	0,00

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	61,5215	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	58,1571	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20,0660	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 195 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		
Incremento sismico della spinta	3,9308	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,75	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,50	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]
Inerzia del muro	3,5515	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1,7758	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,7441	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,3720	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70,1686	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	226,5100	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-4,8032	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	226,5100	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70,1686	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]		
Risultante in fondazione	237,1295	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,21	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	33,2894	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	253,2697	[kN]		

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,10637	[MPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,05542	[MPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 15.70$	$N'_c = 11.01$
$N_q = 6.99$	$N'_q = 4.74$

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 196 di 291
Relazione di calcolo muri		

$N_{\gamma} = 3.35$

$N'_{\gamma} = 0.11$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.30
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 1.12

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,5201	0,0131	0,2960
3	0,39	3,1127	0,0938	0,8023
4	0,59	4,7778	0,2831	1,5187
5	0,78	6,5154	0,6220	2,4454
6	0,98	8,3256	1,1518	3,5822
7	1,17	10,2083	1,9134	4,9292
8	1,37	12,1635	2,9479	6,4864
9	1,56	14,1913	4,2965	8,2538
10	1,76	16,2915	6,0002	10,2314
11	1,95	18,4640	8,1001	12,4182
12	2,15	20,7072	10,6369	14,8103
13	2,15	32,9641	10,4363	14,8156
14	2,34	36,7007	13,3089	17,4688
15	2,54	40,5083	16,6960	20,3277
16	2,73	44,3877	20,6377	23,3946
17	2,93	48,3386	25,1744	26,6687
18	3,12	52,3603	30,3464	30,1481
19	3,32	56,4550	36,1937	33,8390

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 197 di 291

20	3,51	60,6214	42,7574	37,7380
21	3,71	64,8597	50,0779	41,8450
22	3,90	69,1697	58,1956	46,1601

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,2496	6,6397
3	0,15	0,9934	13,1769
4	0,23	2,2236	19,6119
5	0,30	3,9326	25,9444
6	0,38	6,1127	32,1746
7	0,45	8,7562	38,3025
8	0,53	11,8555	44,3280
9	0,60	15,4029	50,2511
10	0,68	19,3906	56,0719
11	0,75	23,8111	61,7903

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

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

Nr.	X	M	T
-----	---	---	---

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 198 di 291
Relazione di calcolo muri		

1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,3675	-5,0058
3	0,29	-1,4332	-9,6290
4	0,44	-3,1415	-13,8696
5	0,58	-5,4369	-17,7276
6	0,73	-8,2640	-21,2029
7	0,87	-11,5672	-24,2957
8	1,02	-15,2912	-27,0059
9	1,16	-19,3804	-29,3335
10	1,31	-23,7794	-31,2784
11	1,45	-28,4327	-32,8408

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 8

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	3463,72	-29,93	2278,65	176,25	0,00
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3703,23	-111,59	1189,72	176,25	0,00
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2956,35	-175,16	618,77	176,25	0,00
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2237,31	-213,60	343,39	176,25	0,00
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1642,45	-227,22	197,28	176,25	0,00
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1084,43	-203,26	106,23	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 199 di 291
Relazione di calcolo muri		

8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	708,73	-171,77	58,27	176,25	0,00
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	496,85	-150,43	35,01	176,25	0,00
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	370,47	-136,44	22,74	176,25	0,00
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	290,98	-127,65	15,76	176,25	0,00
12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	236,85	-121,66	11,44	176,25	0,00
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	2079,45	-658,34	63,08	379,61	0,00
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1613,19	-585,00	43,96	379,61	0,00
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1247,13	-514,02	30,79	379,61	0,00
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	981,87	-456,51	22,12	379,61	0,00
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	782,57	-407,56	16,19	379,61	0,00
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	642,66	-372,47	12,27	379,61	0,00
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	541,33	-347,05	9,59	379,61	0,00
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	464,85	-327,87	7,67	379,61	0,00
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	405,31	-312,93	6,25	379,61	0,00
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	357,78	-301,01	5,17	379,61	0,00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio assorbito dal cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 200 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	1001,94	447,40	0,00
3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	251,78	447,40	0,00
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	112,48	447,40	0,00
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	63,60	447,40	0,00
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	40,92	447,40	0,00
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	28,56	447,40	0,00
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	21,10	447,40	0,00
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	16,24	447,40	0,00
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	12,90	447,40	0,00
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	250,11	10,50	447,40	0,00

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	0,00	1000,00	447,40	0,00
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	680,49	447,40	0,00
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	174,51	447,40	0,00
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	79,62	447,40	0,00
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	46,00	447,40	0,00
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	30,27	447,40	0,00
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	21,62	447,40	0,00
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	16,36	447,40	0,00
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	12,91	447,40	0,00
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	10,52	447,40	0,00
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,00	-250,11	8,80	447,40	0,00

COMBINAZIONE n° 9

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 201 di 291
Relazione di calcolo muri		

Valore della spinta statica	61,5215	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	58,1571	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20,0660	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		
Incremento sismico della spinta	3,9308	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,75	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,50	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]
Inerzia del muro	3,5515	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1,7758	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,7441	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-2,3720	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	70,1686	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	226,5100	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-4,8032	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	122,1413	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	405,9659	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	226,5100	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	70,1686	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]		
Risultante in fondazione	237,1295	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,21	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	33,2894	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.32
--	------

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 202 di 291
Relazione di calcolo muri		

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	61,5215	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	58,1571	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	20,0660	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		
Incremento sismico della spinta	6,3597	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 1,75	[m]	Y = -2,30	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,56	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]
Inerzia del muro	3,5515	[kN]		
Inerzia verticale del muro	1,7758	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	4,7441	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	2,3720	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	72,4646	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	235,5978	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-4,8032	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	120,5619	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	415,0444	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	235,5978	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	72,4646	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,15	[m]
Risultante in fondazione	246,4902	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17,10	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	35,3544	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 203 di 291
Relazione di calcolo muri		

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.44

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 11

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,13 Y[m]= 0,76

Raggio del cerchio R[m]= 6,08

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,06

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,40

Coefficiente di sicurezza C= 1.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	584.40	75.23	565.10	1.56	29.26	0.000	0.000
2	1482.41	63.84	1330.55	0.90	29.26	0.000	0.000
3	2026.10	56.20	1683.60	0.72	29.26	0.000	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 204 di 291
Relazione di calcolo muri		

4	2439.13	49.90	1865.79	0.62	29.26	0.000	0.000
5	2772.70	44.36	1938.45	0.56	29.26	0.000	0.000
6	3049.41	39.30	1931.46	0.52	29.26	0.000	0.000
7	3281.73	34.59	1863.05	0.48	29.26	0.000	0.000
8	3489.64	30.14	1751.98	0.46	28.65	0.002	0.000
9	3797.00	25.88	1657.07	0.44	20.89	0.033	0.000
10	3930.75	21.76	1457.50	0.43	20.89	0.033	0.000
11	4039.59	17.77	1232.80	0.42	20.89	0.033	0.000
12	4300.20	13.86	1030.20	0.41	20.89	0.033	0.000
13	4920.95	10.02	856.07	0.40	20.89	0.033	0.000
14	1468.04	6.22	159.08	0.40	20.89	0.033	0.000
15	1237.40	2.45	52.91	0.40	20.89	0.033	0.000
16	1086.82	-1.31	-24.82	0.40	20.89	0.033	0.000
17	1069.99	-5.07	-94.63	0.40	20.89	0.033	0.000
18	1033.09	-8.86	-159.13	0.40	20.89	0.033	0.000
19	975.63	-12.69	-214.29	0.41	20.89	0.033	0.000
20	896.79	-16.57	-255.81	0.42	20.89	0.033	0.000
21	795.41	-20.54	-279.08	0.43	20.89	0.033	0.000
22	669.82	-24.61	-278.97	0.44	20.89	0.033	0.000
23	517.02	-28.82	-249.26	0.46	26.23	0.012	0.000
24	331.63	-33.21	-181.65	0.48	29.26	0.000	0.000
25	111.12	-37.84	-68.16	0.50	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 493,3486$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 172,3035$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 222,6174$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.46$

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 205 di 291

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]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [MPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [MPa]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,13 Y[m]= 0,76

Raggio del cerchio R[m]= 6,08

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,06

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,91

Larghezza della striscia dx[m]= 0,40

Coefficiente di sicurezza C= 1.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	584.40	75.23	565.10	1.56	29.26	0.000	0.000
2	1482.41	63.84	1330.55	0.90	29.26	0.000	0.000
3	2026.10	56.20	1683.60	0.72	29.26	0.000	0.000
4	2439.13	49.90	1865.79	0.62	29.26	0.000	0.000
5	2772.70	44.36	1938.45	0.56	29.26	0.000	0.000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 206 di 291
Relazione di calcolo muri		

6	3049.41	39.30	1931.46	0.52	29.26	0.000	0.000
7	3281.73	34.59	1863.05	0.48	29.26	0.000	0.000
8	3489.64	30.14	1751.98	0.46	28.65	0.002	0.000
9	3797.00	25.88	1657.07	0.44	20.89	0.033	0.000
10	3930.75	21.76	1457.50	0.43	20.89	0.033	0.000
11	4039.59	17.77	1232.80	0.42	20.89	0.033	0.000
12	4300.20	13.86	1030.20	0.41	20.89	0.033	0.000
13	4920.95	10.02	856.07	0.40	20.89	0.033	0.000
14	1468.04	6.22	159.08	0.40	20.89	0.033	0.000
15	1237.40	2.45	52.91	0.40	20.89	0.033	0.000
16	1086.82	-1.31	-24.82	0.40	20.89	0.033	0.000
17	1069.99	-5.07	-94.63	0.40	20.89	0.033	0.000
18	1033.09	-8.86	-159.13	0.40	20.89	0.033	0.000
19	975.63	-12.69	-214.29	0.41	20.89	0.033	0.000
20	896.79	-16.57	-255.81	0.42	20.89	0.033	0.000
21	795.41	-20.54	-279.08	0.43	20.89	0.033	0.000
22	669.82	-24.61	-278.97	0.44	20.89	0.033	0.000
23	517.02	-28.82	-249.26	0.46	26.23	0.012	0.000
24	331.63	-33.21	-181.65	0.48	29.26	0.000	0.000
25	111.12	-37.84	-68.16	0.50	29.26	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 493,3486$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 172,3035$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 222,6174$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.46$

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	49,0848	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	45,0716	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19,4389	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 207 di 291
Relazione di calcolo muri		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	45,0716	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	228,7486	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,7234	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	228,7486	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	45,0716	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Risultante in fondazione	233,1466	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-11,1998	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	685,1633	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,07312	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,09027	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 17.79$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 8.97$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 2.42$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.55
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 208 di 291
Relazione di calcolo muri		

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,4727	0,0000	0,0814
3	0,39	3,0157	0,0214	0,3258
4	0,59	4,6289	0,0959	0,7330
5	0,78	6,3124	0,2553	1,3032
6	0,98	8,0662	0,5316	2,0362
7	1,17	9,8902	0,9565	2,9322
8	1,37	11,7844	1,5620	3,9910
9	1,56	13,7489	2,3797	5,2128
10	1,76	15,7837	3,4417	6,5974
11	1,95	17,8884	4,7797	8,1442
12	2,15	20,0617	6,4252	9,8501
13	2,15	32,3185	6,3215	9,8542
14	2,34	35,9832	8,1750	11,7192
15	2,54	39,7166	10,3860	13,7437
16	2,73	43,5196	12,9855	15,9294
17	2,93	47,3919	16,0048	18,2757
18	3,12	51,3327	19,4752	20,7811
19	3,32	55,3443	23,4275	23,4503
20	3,51	59,4254	27,8936	26,2809
21	3,71	63,5760	32,9050	29,2727
22	3,90	67,7962	38,4929	32,4257

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 209 di 291
Relazione di calcolo muri		

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,1578	4,2144
3	0,15	0,6330	8,4633
4	0,23	1,4282	12,7466
5	0,30	2,5459	17,0643
6	0,38	3,9887	21,4165
7	0,45	5,7592	25,8031
8	0,53	7,8600	30,2242
9	0,60	10,2937	34,6797
10	0,68	13,0628	39,1696
11	0,75	16,1700	43,6940

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 13

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,0136	-0,2086
3	0,29	-0,0667	-0,5459
4	0,44	-0,1781	-1,0120
5	0,58	-0,3664	-1,6067
6	0,73	-0,6503	-2,3302
7	0,87	-1,0484	-3,1824
8	1,02	-1,5794	-4,1634
9	1,16	-2,2620	-5,2730
10	1,31	-3,1148	-6,5114

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 210 di 291

11 1,45 -4,1565 -7,8785

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 13

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,005	0,000	-0,065	0,000
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,010	0,001	-0,124	-0,150
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,020	0,003	-0,150	-0,271
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,034	0,006	-0,126	-0,448
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,056	0,009	-0,013	-0,708
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,094	0,013	0,462	-1,124
8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,157	0,018	1,733	-1,730
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,246	0,024	4,022	-2,500
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,360	0,030	7,405	-3,436
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,504	0,037	11,973	-4,553
12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,679	0,045	17,840	-5,875
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,165	0,021	1,183	-2,215
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,219	0,025	2,374	-2,874
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,286	0,029	4,258	-3,686
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,369	0,033	6,947	-4,645
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,466	0,038	10,500	-5,743
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,578	0,044	14,957	-6,980

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 211 di 291
Relazione di calcolo muri		

19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,704	0,049	20,356	-8,358
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,847	0,055	26,742	-9,886
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1,006	0,061	34,162	-11,571
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1,182	0,068	42,668	-13,420

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,004	0,008	0,253	-0,037
3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,015	0,015	1,015	-0,147
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,033	0,023	2,289	-0,331
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,059	0,030	4,081	-0,589
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,093	0,038	6,394	-0,923
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,134	0,046	9,232	-1,333
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,183	0,054	12,600	-1,820

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 212 di 291
Relazione di calcolo muri		

9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,240	0,062	16,502	-2,383
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,305	0,070	20,941	-3,024
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,377	0,078	25,922	-3,743

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	-0,003	0,022
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,002	-0,001	-0,015	0,107
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,004	-0,002	-0,041	0,286
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,009	-0,003	-0,085	0,587
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,015	-0,004	-0,151	1,042
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,024	-0,006	-0,243	1,681
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,037	-0,007	-0,366	2,532
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,053	-0,009	-0,524	3,626
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,073	-0,012	-0,721	4,993
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,097	-0,014	-0,962	6,663

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_m deformazione media espressa in [%]

s_m Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 213 di 291
Relazione di calcolo muri		

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,39	0,001005	0,001005	-22,20	-0,02	0,0000	0,00	0,000
4	0,59	0,001005	0,001005	-22,20	-0,10	0,0000	0,00	0,000
5	0,78	0,001005	0,001005	-22,20	-0,26	0,0000	0,00	0,000
6	0,98	0,001005	0,001005	-22,20	-0,53	0,0000	0,00	0,000
7	1,17	0,001005	0,001005	-22,20	-0,96	0,0000	0,00	0,000
8	1,37	0,001005	0,001005	-22,20	-1,56	0,0000	0,00	0,000
9	1,56	0,001005	0,001005	-22,20	-2,38	0,0000	0,00	0,000
10	1,76	0,001005	0,001005	-22,20	-3,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,95	0,001005	0,001005	-22,20	-4,78	0,0000	0,00	0,000
12	2,15	0,001005	0,001005	-22,20	-6,43	0,0000	0,00	0,000
13	2,15	0,001005	0,001005	-85,74	-6,32	0,0000	0,00	0,000
14	2,34	0,001005	0,001005	-85,74	-8,18	0,0000	0,00	0,000
15	2,54	0,001005	0,001005	-85,74	-10,39	0,0000	0,00	0,000
16	2,73	0,001005	0,001005	-85,74	-12,99	0,0000	0,00	0,000
17	2,93	0,001005	0,001005	-85,74	-16,00	0,0000	0,00	0,000
18	3,12	0,001005	0,001005	-85,74	-19,48	0,0000	0,00	0,000
19	3,32	0,001005	0,001005	-85,74	-23,43	0,0000	0,00	0,000
20	3,51	0,001005	0,001005	-85,74	-27,89	0,0000	0,00	0,000
21	3,71	0,001005	0,001005	-85,74	-32,90	0,0000	0,00	0,000
22	3,90	0,001005	0,001005	-85,74	-38,49	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,05	0,001005	0,001005	-115,76	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,001005	0,001005	115,76	0,16	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,001005	0,001005	115,76	0,63	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,001005	0,001005	115,76	1,43	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,001005	0,001005	115,76	2,55	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 214 di 291
Relazione di calcolo muri		

6	-0,68	0,001005	0,001005	115,76	3,99	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,001005	0,001005	115,76	5,76	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,001005	0,001005	115,76	7,86	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,001005	0,001005	115,76	10,29	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,001005	0,001005	115,76	13,06	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001005	0,001005	115,76	16,17	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	0,001005	0,001005	-115,76	-4,16	0,0000	0,00	0,000
13	0,44	0,001005	0,001005	-115,76	-3,11	0,0000	0,00	0,000
14	0,59	0,001005	0,001005	-115,76	-2,26	0,0000	0,00	0,000
15	0,73	0,001005	0,001005	-115,76	-1,58	0,0000	0,00	0,000
16	0,88	0,001005	0,001005	-115,76	-1,05	0,0000	0,00	0,000
17	1,02	0,001005	0,001005	-115,76	-0,65	0,0000	0,00	0,000
18	1,17	0,001005	0,001005	-115,76	-0,37	0,0000	0,00	0,000
19	1,31	0,001005	0,001005	-115,76	-0,18	0,0000	0,00	0,000
20	1,46	0,001005	0,001005	-115,76	-0,07	0,0000	0,00	0,000
21	1,60	0,001005	0,001005	-115,76	-0,01	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,001005	0,001005	-115,76	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	49,0848	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	45,0716	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19,4389	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	45,0716	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	228,7486	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,7234	[kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 215 di 291
Relazione di calcolo muri		

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	228,7486	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	45,0716	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Risultante in fondazione	233,1466	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-11,1998	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	685,1633	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,07312	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,09027	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 17.79$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 8.97$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 2.42$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.55
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,4727	0,0000	0,0814
3	0,39	3,0157	0,0214	0,3258

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 216 di 291
Relazione di calcolo muri		

4	0,59	4,6289	0,0959	0,7330
5	0,78	6,3124	0,2553	1,3032
6	0,98	8,0662	0,5316	2,0362
7	1,17	9,8902	0,9565	2,9322
8	1,37	11,7844	1,5620	3,9910
9	1,56	13,7489	2,3797	5,2128
10	1,76	15,7837	3,4417	6,5974
11	1,95	17,8884	4,7797	8,1442
12	2,15	20,0617	6,4252	9,8501
13	2,15	32,3185	6,3215	9,8542
14	2,34	35,9832	8,1750	11,7192
15	2,54	39,7166	10,3860	13,7437
16	2,73	43,5196	12,9855	15,9294
17	2,93	47,3919	16,0048	18,2757
18	3,12	51,3327	19,4752	20,7811
19	3,32	55,3443	23,4275	23,4503
20	3,51	59,4254	27,8936	26,2809
21	3,71	63,5760	32,9050	29,2727
22	3,90	67,7962	38,4929	32,4257

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,1578	4,2144
3	0,15	0,6330	8,4633
4	0,23	1,4282	12,7466
5	0,30	2,5459	17,0643

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 217 di 291
Relazione di calcolo muri		

6	0,38	3,9887	21,4165
7	0,45	5,7592	25,8031
8	0,53	7,8600	30,2242
9	0,60	10,2937	34,6797
10	0,68	13,0628	39,1696
11	0,75	16,1700	43,6940

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,0136	-0,2086
3	0,29	-0,0667	-0,5459
4	0,44	-0,1781	-1,0120
5	0,58	-0,3664	-1,6067
6	0,73	-0,6503	-2,3302
7	0,87	-1,0484	-3,1824
8	1,02	-1,5794	-4,1634
9	1,16	-2,2620	-5,2730
10	1,31	-3,1148	-6,5114
11	1,45	-4,1565	-7,8785

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 14

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 218 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,005	0,000	-0,065	0,000
3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,010	0,001	-0,124	-0,150
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,020	0,003	-0,150	-0,271
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,034	0,006	-0,126	-0,448
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,056	0,009	-0,013	-0,708
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,094	0,013	0,462	-1,124
8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,157	0,018	1,733	-1,730
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,246	0,024	4,022	-2,500
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,360	0,030	7,405	-3,436
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,504	0,037	11,973	-4,553
12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,679	0,045	17,840	-5,875
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,165	0,021	1,183	-2,215
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,219	0,025	2,374	-2,874
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,286	0,029	4,258	-3,686
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,369	0,033	6,947	-4,645
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,466	0,038	10,500	-5,743
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,578	0,044	14,957	-6,980
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,704	0,049	20,356	-8,358
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,847	0,055	26,742	-9,886
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1,006	0,061	34,162	-11,571
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1,182	0,068	42,668	-13,420

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 14

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 219 di 291
Relazione di calcolo muri		

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,004	0,008	0,253	-0,037
3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,015	0,015	1,015	-0,147
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,033	0,023	2,289	-0,331
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,059	0,030	4,081	-0,589
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,093	0,038	6,394	-0,923
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,134	0,046	9,232	-1,333
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,183	0,054	12,600	-1,820
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,240	0,062	16,502	-2,383
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,305	0,070	20,941	-3,024
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,377	0,078	25,922	-3,743

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
-----	---	---	---	----------	----------	------------	----------	---------------	---------------

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 220 di 291
Relazione di calcolo muri		

1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	-0,003	0,022
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,002	-0,001	-0,015	0,107
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,004	-0,002	-0,041	0,286
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,009	-0,003	-0,085	0,587
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,015	-0,004	-0,151	1,042
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,024	-0,006	-0,243	1,681
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,037	-0,007	-0,366	2,532
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,053	-0,009	-0,524	3,626
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,073	-0,012	-0,721	4,993
11	1,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,097	-0,014	-0,962	6,663

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 14

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,39	0,001005	0,001005	-22,20	-0,02	0,0000	0,00	0,000
4	0,59	0,001005	0,001005	-22,20	-0,10	0,0000	0,00	0,000
5	0,78	0,001005	0,001005	-22,20	-0,26	0,0000	0,00	0,000
6	0,98	0,001005	0,001005	-22,20	-0,53	0,0000	0,00	0,000
7	1,17	0,001005	0,001005	-22,20	-0,96	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 221 di 291
Relazione di calcolo muri		

8	1,37	0,001005	0,001005	-22,20	-1,56	0,0000	0,00	0,000
9	1,56	0,001005	0,001005	-22,20	-2,38	0,0000	0,00	0,000
10	1,76	0,001005	0,001005	-22,20	-3,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,95	0,001005	0,001005	-22,20	-4,78	0,0000	0,00	0,000
12	2,15	0,001005	0,001005	-22,20	-6,43	0,0000	0,00	0,000
13	2,15	0,001005	0,001005	-85,74	-6,32	0,0000	0,00	0,000
14	2,34	0,001005	0,001005	-85,74	-8,18	0,0000	0,00	0,000
15	2,54	0,001005	0,001005	-85,74	-10,39	0,0000	0,00	0,000
16	2,73	0,001005	0,001005	-85,74	-12,99	0,0000	0,00	0,000
17	2,93	0,001005	0,001005	-85,74	-16,00	0,0000	0,00	0,000
18	3,12	0,001005	0,001005	-85,74	-19,48	0,0000	0,00	0,000
19	3,32	0,001005	0,001005	-85,74	-23,43	0,0000	0,00	0,000
20	3,51	0,001005	0,001005	-85,74	-27,89	0,0000	0,00	0,000
21	3,71	0,001005	0,001005	-85,74	-32,90	0,0000	0,00	0,000
22	3,90	0,001005	0,001005	-85,74	-38,49	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,05	0,001005	0,001005	-115,76	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,001005	0,001005	115,76	0,16	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,001005	0,001005	115,76	0,63	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,001005	0,001005	115,76	1,43	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,001005	0,001005	115,76	2,55	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,001005	0,001005	115,76	3,99	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,001005	0,001005	115,76	5,76	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,001005	0,001005	115,76	7,86	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,001005	0,001005	115,76	10,29	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,001005	0,001005	115,76	13,06	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001005	0,001005	115,76	16,17	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	0,001005	0,001005	-115,76	-4,16	0,0000	0,00	0,000
13	0,44	0,001005	0,001005	-115,76	-3,11	0,0000	0,00	0,000
14	0,59	0,001005	0,001005	-115,76	-2,26	0,0000	0,00	0,000
15	0,73	0,001005	0,001005	-115,76	-1,58	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 222 di 291
Relazione di calcolo muri		

16	0,88	0,001005	0,001005	-115,76	-1,05	0,0000	0,00	0,000
17	1,02	0,001005	0,001005	-115,76	-0,65	0,0000	0,00	0,000
18	1,17	0,001005	0,001005	-115,76	-0,37	0,0000	0,00	0,000
19	1,31	0,001005	0,001005	-115,76	-0,18	0,0000	0,00	0,000
20	1,46	0,001005	0,001005	-115,76	-0,07	0,0000	0,00	0,000
21	1,60	0,001005	0,001005	-115,76	-0,01	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,001005	0,001005	-115,76	0,00	0,0000	0,00	0,000

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	49,0848	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	45,0716	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	19,4389	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1,75	[m]	Y = -3,07	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	119,7000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,94	[m]	Y = -1,86	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	45,0716	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	228,7486	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5,7234	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	228,7486	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	45,0716	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,05	[m]
Risultante in fondazione	233,1466	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,15	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-11,1998	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	685,1633	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,80	[m]
-------------------------------	------	-----

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 223 di 291
Relazione di calcolo muri		

Tensione terreno allo spigolo di valle	0,07312	[MPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,09027	[MPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 21.47$	$N'_c = 17.79$
$N_q = 11.24$	$N'_q = 8.97$
$N_\gamma = 7.36$	$N'_\gamma = 2.42$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.55
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.00

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,20	1,4727	0,0000	0,0814
3	0,39	3,0157	0,0214	0,3258
4	0,59	4,6289	0,0959	0,7330
5	0,78	6,3124	0,2553	1,3032
6	0,98	8,0662	0,5316	2,0362
7	1,17	9,8902	0,9565	2,9322
8	1,37	11,7844	1,5620	3,9910
9	1,56	13,7489	2,3797	5,2128
10	1,76	15,7837	3,4417	6,5974
11	1,95	17,8884	4,7797	8,1442
12	2,15	20,0617	6,4252	9,8501
13	2,15	32,3185	6,3215	9,8542

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 224 di 291
Relazione di calcolo muri		

14	2,34	35,9832	8,1750	11,7192
15	2,54	39,7166	10,3860	13,7437
16	2,73	43,5196	12,9855	15,9294
17	2,93	47,3919	16,0048	18,2757
18	3,12	51,3327	19,4752	20,7811
19	3,32	55,3443	23,4275	23,4503
20	3,51	59,4254	27,8936	26,2809
21	3,71	63,5760	32,9050	29,2727
22	3,90	67,7962	38,4929	32,4257

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,07	0,1578	4,2144
3	0,15	0,6330	8,4633
4	0,23	1,4282	12,7466
5	0,30	2,5459	17,0643
6	0,38	3,9887	21,4165
7	0,45	5,7592	25,8031
8	0,53	7,8600	30,2242
9	0,60	10,2937	34,6797
10	0,68	13,0628	39,1696
11	0,75	16,1700	43,6940

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 15

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 225 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

Nr.	X	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000
2	0,15	-0,0136	-0,2086
3	0,29	-0,0667	-0,5459
4	0,44	-0,1781	-1,0120
5	0,58	-0,3664	-1,6067
6	0,73	-0,6503	-2,3302
7	0,87	-1,0484	-3,1824
8	1,02	-1,5794	-4,1634
9	1,16	-2,2620	-5,2730
10	1,31	-3,1148	-6,5114
11	1,45	-4,1565	-7,8785

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,20	1,0000	0,3000	0,001005	0,000000	0,005	0,000	-0,065	0,000

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 226 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	0,39	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,010	0,001	-0,124	-0,150
4	0,59	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,020	0,003	-0,150	-0,271
5	0,78	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,034	0,006	-0,126	-0,448
6	0,98	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,056	0,009	-0,013	-0,708
7	1,17	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,094	0,013	0,462	-1,124
8	1,37	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,157	0,018	1,733	-1,730
9	1,56	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,246	0,024	4,022	-2,500
10	1,76	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,360	0,030	7,405	-3,436
11	1,95	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,504	0,037	11,973	-4,553
12	2,15	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,679	0,045	17,840	-5,875
13	2,15	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,165	0,021	1,183	-2,215
14	2,34	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,219	0,025	2,374	-2,874
15	2,54	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,286	0,029	4,258	-3,686
16	2,73	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,369	0,033	6,947	-4,645
17	2,93	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,466	0,038	10,500	-5,743
18	3,12	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,578	0,044	14,957	-6,980
19	3,32	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,704	0,049	20,356	-8,358
20	3,51	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	0,847	0,055	26,742	-9,886
21	3,71	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1,006	0,061	34,162	-11,571
22	3,90	1,0000	0,6000	0,001005	0,001005	1,182	0,068	42,668	-13,420

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 15

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [MPa]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 227 di 291

Fondazione di valle

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,07	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,004	0,008	0,253	-0,037
3	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,015	0,015	1,015	-0,147
4	0,23	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,033	0,023	2,289	-0,331
5	0,30	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,059	0,030	4,081	-0,589
6	0,38	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,093	0,038	6,394	-0,923
7	0,45	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,134	0,046	9,232	-1,333
8	0,53	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,183	0,054	12,600	-1,820
9	0,60	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,240	0,062	16,502	-2,383
10	0,68	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,305	0,070	20,941	-3,024
11	0,75	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,377	0,078	25,922	-3,743

Fondazione di monte

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

Nr.	X	B	H	A _{fi}	A _{fs}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0,00	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,15	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,000	0,000	-0,003	0,022
3	0,29	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,002	-0,001	-0,015	0,107
4	0,44	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,004	-0,002	-0,041	0,286
5	0,58	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,009	-0,003	-0,085	0,587
6	0,73	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,015	-0,004	-0,151	1,042
7	0,87	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,024	-0,006	-0,243	1,681
8	1,02	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,037	-0,007	-0,366	2,532
9	1,16	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,053	-0,009	-0,524	3,626
10	1,31	1,0000	0,7000	0,001005	0,001005	0,073	-0,012	-0,721	4,993

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 228 di 291
Relazione di calcolo muri		

11 1,45 1,0000 0,7000 0,001005 0,001005 0,097 -0,014 -0,962 6,663

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 15

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,20	0,001005	0,000000	-21,87	0,00	0,0000	0,00	0,000
3	0,39	0,001005	0,001005	-22,20	-0,02	0,0000	0,00	0,000
4	0,59	0,001005	0,001005	-22,20	-0,10	0,0000	0,00	0,000
5	0,78	0,001005	0,001005	-22,20	-0,26	0,0000	0,00	0,000
6	0,98	0,001005	0,001005	-22,20	-0,53	0,0000	0,00	0,000
7	1,17	0,001005	0,001005	-22,20	-0,96	0,0000	0,00	0,000
8	1,37	0,001005	0,001005	-22,20	-1,56	0,0000	0,00	0,000
9	1,56	0,001005	0,001005	-22,20	-2,38	0,0000	0,00	0,000
10	1,76	0,001005	0,001005	-22,20	-3,44	0,0000	0,00	0,000
11	1,95	0,001005	0,001005	-22,20	-4,78	0,0000	0,00	0,000
12	2,15	0,001005	0,001005	-22,20	-6,43	0,0000	0,00	0,000
13	2,15	0,001005	0,001005	-85,74	-6,32	0,0000	0,00	0,000
14	2,34	0,001005	0,001005	-85,74	-8,18	0,0000	0,00	0,000
15	2,54	0,001005	0,001005	-85,74	-10,39	0,0000	0,00	0,000
16	2,73	0,001005	0,001005	-85,74	-12,99	0,0000	0,00	0,000
17	2,93	0,001005	0,001005	-85,74	-16,00	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 229 di 291
Relazione di calcolo muri		

PROGETTO ESECUTIVO

18	3,12	0,001005	0,001005	-85,74	-19,48	0,0000	0,00	0,000
19	3,32	0,001005	0,001005	-85,74	-23,43	0,0000	0,00	0,000
20	3,51	0,001005	0,001005	-85,74	-27,89	0,0000	0,00	0,000
21	3,71	0,001005	0,001005	-85,74	-32,90	0,0000	0,00	0,000
22	3,90	0,001005	0,001005	-85,74	-38,49	0,0000	0,00	0,000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	-1,05	0,001005	0,001005	-115,76	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	-0,98	0,001005	0,001005	115,76	0,16	0,0000	0,00	0,000
3	-0,90	0,001005	0,001005	115,76	0,63	0,0000	0,00	0,000
4	-0,82	0,001005	0,001005	115,76	1,43	0,0000	0,00	0,000
5	-0,75	0,001005	0,001005	115,76	2,55	0,0000	0,00	0,000
6	-0,68	0,001005	0,001005	115,76	3,99	0,0000	0,00	0,000
7	-0,60	0,001005	0,001005	115,76	5,76	0,0000	0,00	0,000
8	-0,52	0,001005	0,001005	115,76	7,86	0,0000	0,00	0,000
9	-0,45	0,001005	0,001005	115,76	10,29	0,0000	0,00	0,000
10	-0,37	0,001005	0,001005	115,76	13,06	0,0000	0,00	0,000
11	-0,30	0,001005	0,001005	115,76	16,17	0,0000	0,00	0,000
12	0,30	0,001005	0,001005	-115,76	-4,16	0,0000	0,00	0,000
13	0,44	0,001005	0,001005	-115,76	-3,11	0,0000	0,00	0,000
14	0,59	0,001005	0,001005	-115,76	-2,26	0,0000	0,00	0,000
15	0,73	0,001005	0,001005	-115,76	-1,58	0,0000	0,00	0,000
16	0,88	0,001005	0,001005	-115,76	-1,05	0,0000	0,00	0,000
17	1,02	0,001005	0,001005	-115,76	-0,65	0,0000	0,00	0,000
18	1,17	0,001005	0,001005	-115,76	-0,37	0,0000	0,00	0,000
19	1,31	0,001005	0,001005	-115,76	-0,18	0,0000	0,00	0,000
20	1,46	0,001005	0,001005	-115,76	-0,07	0,0000	0,00	0,000
21	1,60	0,001005	0,001005	-115,76	-0,01	0,0000	0,00	0,000
22	1,75	0,001005	0,001005	-115,76	0,00	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 230 di 291
Relazione di calcolo muri		

4.1.4. MURI TIPO “7”-“8”

VERIFICA PARAMENTO

Geometria muro

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]

α_e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]

α_i inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	0,30	0,30	2,45	0,00	0,00
2	0,60	0,60	4,00	0,00	0,00

Altezza del paramento 6,45 [m]

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 231 di 291

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

Ks Coefficiente di spinta

Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	2,00	0,00	4,88	0,00	Terreno riporto
2	2,00	0,00	4,70	0,00	Terreno riporto
3	2,00	0,00	1,33	0,00	Terreno riporto
4	1,35	0,00	1,67	0,00	Terreno riporto

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 1.08 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 232 di 291

Coefficiente riduzione (β_m) 0.24

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.96$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 1.98$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g 0.55 [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_m) 0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.51$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v=0.50 * k_h = 0.76$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Partecipazione spinta passiva (percento) 50,0

Lunghezza del muro 5,65 [m]

Peso muro 399,8970 [kN]

Baricentro del muro X=-5,68 Y=-6,28

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 0,30 Y = -7,35

Punto superiore superficie di spinta X = 0,30 Y = 0,00

Altezza della superficie di spinta 7,35 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) 0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Valore della spinta statica 162,9481 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 149,6253 [kN]

Componente verticale della spinta statica 64,5317 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 0,30[m] Y = -4,90 [m]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 233 di 291
Relazione di calcolo muri		

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 149,6253 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 482,5833 [kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,3646	0,0097	0,2600
3	0,61	4,9535	0,1450	1,0398
4	0,92	7,7665	0,5651	2,3396
5	1,23	10,8038	1,4293	4,1592
6	1,53	14,0654	2,8967	6,4988
7	1,84	17,5509	5,1265	9,3577
8	2,14	21,2578	8,2773	12,7299
9	2,45	25,1935	12,5073	16,6326
10	2,45	43,3485	11,4111	16,6339
11	2,78	50,3398	17,1195	21,4749
12	3,12	57,5941	24,4639	26,9258
13	3,45	65,1141	33,6483	32,9927
14	3,78	72,8997	44,8779	39,6755
15	4,12	80,9499	58,3580	46,9717
16	4,45	89,2666	74,2931	54,8859
17	4,78	97,8492	92,8893	63,4165
18	5,12	106,6974	114,3520	72,5630

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 234 di 291
Relazione di calcolo muri		

19	5,45	115,8112	138,8865	82,3254
20	5,78	125,1906	166,6982	92,7037
21	6,12	134,8326	197,9921	103,6908
22	6,45	144,7447	232,9710	115,3040

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	3544,78	-14,57	1499,09	176,25	0,00
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3710,10	-108,62	748,99	176,25	0,00
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2656,95	-193,34	342,10	176,25	0,00
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1723,18	-227,97	159,50	176,25	0,00
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	928,20	-191,16	65,99	176,25	0,00
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	526,04	-153,65	29,97	176,25	0,00
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	342,46	-133,35	16,11	176,25	0,00
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	247,42	-122,83	9,82	176,25	0,00
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	3308,73	-870,99	76,33	379,61	0,00
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2437,99	-829,11	48,43	379,61	0,00
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1779,86	-756,02	30,90	379,61	0,00
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1330,91	-687,76	20,44	379,61	0,00
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1030,63	-634,47	14,14	379,61	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 235 di 291
Relazione di calcolo muri		

15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	811,03	-584,68	10,02	379,61	0,00
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	659,77	-549,10	7,39	379,61	0,00
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	551,62	-523,66	5,64	379,61	0,00
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	470,89	-504,67	4,41	379,61	0,00
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	408,60	-490,02	3,53	379,61	0,00
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	359,29	-478,42	2,87	379,61	0,00
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	319,41	-469,04	2,37	379,61	0,00
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	286,62	-461,32	1,98	379,61	0,00

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	157,1036	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	148,5122	[kN]
Componente verticale della spinta statica	51,2413	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	148,5122	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	465,1033	[kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,3415	0,0130	0,2580
3	0,61	4,8611	0,1573	1,0321

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 236 di 291
Relazione di calcolo muri		

4	0,92	7,5587	0,5910	2,3222
5	1,23	10,4344	1,4721	4,1283
6	1,53	13,4881	2,9586	6,4505
7	1,84	16,7197	5,2086	9,2881
8	2,14	20,1271	8,3792	12,6352
9	2,45	23,7161	12,6279	16,5089
10	2,45	37,6815	12,3817	16,5102
11	2,78	44,2428	18,1720	21,3151
12	3,12	51,0129	25,6018	26,7255
13	3,45	57,9940	34,8736	32,7473
14	3,78	65,1860	46,1913	39,3803
15	4,12	72,5881	59,7586	46,6222
16	4,45	80,2019	75,7784	54,4776
17	4,78	88,0267	94,4554	62,9447
18	5,12	96,0625	115,9933	72,0232
19	5,45	104,3092	140,5961	81,7130
20	5,78	112,7667	168,4674	92,0140
21	6,12	121,4328	199,8106	102,9193
22	6,45	130,3133	234,8276	114,4461

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

A_{fv} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vvd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 237 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	3536,71	-19,61	1510,43	176,25	0,00
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	3653,90	-118,24	751,66	176,25	0,00
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2545,93	-199,05	336,82	176,25	0,00
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1608,36	-226,90	154,14	176,25	0,00
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	837,75	-183,76	62,11	176,25	0,00
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	475,17	-148,03	28,42	176,25	0,00
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	312,28	-130,01	15,52	176,25	0,00
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	226,30	-120,50	9,54	176,25	0,00
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2550,41	-838,03	67,68	379,61	0,00
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1871,11	-768,53	42,29	379,61	0,00
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1392,00	-698,60	27,29	379,61	0,00
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1065,36	-640,63	18,37	379,61	0,00
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	832,12	-589,65	12,77	379,61	0,00
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	669,88	-551,48	9,23	379,61	0,00
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	555,09	-524,48	6,92	379,61	0,00
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	470,16	-504,50	5,34	379,61	0,00
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	405,15	-489,20	4,22	379,61	0,00
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	354,02	-477,18	3,39	379,61	0,00
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	312,94	-467,51	2,78	379,61	0,00
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	279,32	-459,61	2,30	379,61	0,00
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	251,41	-453,04	1,93	379,61	0,00

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	172,8139	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	163,3634	[kN]
Componente verticale della spinta statica	56,3654	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]

Risultanti

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 238 di 291
Relazione di calcolo muri		

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 163,3634 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 471,6240 [kN]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 11.27

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica 125,3447 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 115,0964 [kN]

Componente verticale della spinta statica 49,6398 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 0,30[m] Y = -4,90 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 23,33 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 58,94 [°]

Incremento sismico della spinta 9,2192 [kN]

Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,30[m] Y = -3,67 [m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 57,01 [°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 139,9644 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 458,9516 [kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,4723	0,0485	0,5990

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 239 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	0,61	5,1171	0,3159	1,5979
4	0,92	7,9344	0,9245	2,9967
5	1,23	10,9242	1,9969	4,7955
6	1,53	14,0865	3,6555	6,9942
7	1,84	17,4211	6,0228	9,5924
8	2,14	20,9259	9,2208	12,5854
9	2,45	24,6068	13,3711	15,9864
10	2,45	38,5722	12,9913	15,9874
11	2,78	45,2270	18,4914	20,2428
12	3,12	52,0843	25,4271	24,9673
13	3,45	59,1458	33,9553	30,1656
14	3,78	66,4117	44,2339	35,8376
15	4,12	73,8811	56,4209	41,9816
16	4,45	81,5556	70,6735	48,6009
17	4,78	89,4345	87,1502	55,6944
18	5,12	97,5177	106,0091	63,2616
19	5,45	105,8053	127,4081	71,3027
20	5,78	114,2972	151,5050	79,8174
21	6,12	122,9911	178,4578	88,8005
22	6,45	131,8927	208,4225	98,2652

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

A_{fv} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 240 di 291
Relazione di calcolo muri		

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	3459,47	-67,92	1399,27	176,25	0,00
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2899,93	-179,01	566,71	176,25	0,00
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1937,28	-225,73	244,16	176,25	0,00
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1124,64	-205,58	102,95	176,25	0,00
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	633,02	-164,27	44,94	176,25	0,00
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	406,05	-140,38	23,31	176,25	0,00
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	289,26	-127,46	13,82	176,25	0,00
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	220,58	-119,86	8,96	176,25	0,00
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2471,48	-832,40	64,07	379,61	0,00
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1884,03	-770,30	41,66	379,61	0,00
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1453,27	-709,48	27,90	379,61	0,00
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1138,51	-653,62	19,25	379,61	0,00
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	914,31	-608,98	13,77	379,61	0,00
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	745,41	-569,25	10,09	379,61	0,00
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	623,92	-540,67	7,65	379,61	0,00
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	532,86	-519,25	5,96	379,61	0,00
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	462,41	-502,68	4,74	379,61	0,00
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	406,53	-489,53	3,84	379,61	0,00
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	361,28	-478,88	3,16	379,61	0,00
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	324,00	-470,12	2,63	379,61	0,00
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	292,86	-462,79	2,22	379,61	0,00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	125,3447	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	115,0964	[kN]
Componente verticale della spinta statica	49,6398	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 241 di 291
Relazione di calcolo muri		

Incremento sismico della spinta 14,1661 [kN]
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,30[m] Y = -3,68 [m]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 57,07 [°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 144,5069 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 477,3133 [kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,5440	0,0632	0,7652
3	0,61	5,2605	0,3962	1,9303
4	0,92	8,1495	1,1213	3,4953
5	1,23	11,2110	2,3611	5,4603
6	1,53	14,4449	4,2380	7,8252
7	1,84	17,8512	6,8746	10,5896
8	2,14	21,4277	10,3926	13,7488
9	2,45	25,1802	14,9139	17,3161
10	2,45	39,1457	14,4481	17,3171
11	2,78	45,8785	20,3982	21,7533
12	3,12	52,8138	27,8441	26,6587
13	3,45	59,9534	36,9429	32,0379
14	3,78	67,2973	47,8524	37,8909
15	4,12	74,8447	60,7305	44,2158
16	4,45	82,5972	75,7346	51,0160

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 242 di 291
Relazione di calcolo muri		

17	4,78	90,5541	93,0231	58,2904
18	5,12	98,7154	12,7541	66,0385
19	5,45	107,0810	135,0854	74,2605
20	5,78	115,6509	160,1751	82,9562
21	6,12	124,4228	188,1809	92,1201
22	6,45	133,4025	219,2588	101,7657

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 6

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	3431,67	-85,30	1348,92	176,25	0,00
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2604,20	-196,13	495,05	176,25	0,00
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1652,05	-227,31	202,72	176,25	0,00
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	894,61	-188,41	79,80	176,25	0,00
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	522,32	-153,24	36,16	176,25	0,00
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	347,79	-133,94	19,48	176,25	0,00
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	254,98	-123,67	11,90	176,25	0,00
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	198,19	-117,39	7,87	176,25	0,00
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2176,85	-803,44	55,61	379,61	0,00
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1664,99	-740,27	36,29	379,61	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 243 di 291
Relazione di calcolo muri		

12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1291,13	-680,70	24,45	379,61	0,00
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1029,26	-634,23	17,17	379,61	0,00
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	827,83	-588,64	12,30	379,61	0,00
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	683,64	-554,72	9,13	379,61	0,00
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	577,84	-529,83	7,00	379,61	0,00
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	497,33	-510,89	5,49	379,61	0,00
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	434,30	-496,06	4,40	379,61	0,00
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	383,81	-484,19	3,58	379,61	0,00
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	342,60	-474,49	2,96	379,61	0,00
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	308,41	-466,45	2,48	379,61	0,00
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	279,69	-459,69	2,10	379,61	0,00

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	157,1036	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	148,5122	[kN]
Componente verticale della spinta statica	51,2413	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,04	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]
Incremento sismico della spinta	16,2403	[kN]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,30[m]	Y = -3,68 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,56	[°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	180,2670	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	478,6016	[kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 244 di 291
Relazione di calcolo muri		

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,5353	0,0836	0,9090
3	0,61	5,2487	0,4979	2,3341
4	0,92	8,1402	1,4009	4,2752
5	1,23	11,2096	2,9507	6,7323
6	1,53	14,4572	5,3053	9,7055
7	1,84	17,8826	8,6228	13,1941
8	2,14	21,4837	13,0602	17,1922
9	2,45	25,2666	18,7751	21,7169
10	2,45	39,2320	18,2963	21,7182
11	2,78	46,0043	25,8937	27,3289
12	3,12	52,9854	35,3991	33,5450
13	3,45	60,1774	47,0151	40,3725
14	3,78	67,5804	60,9455	47,8113
15	4,12	75,1934	77,3941	55,8590
16	4,45	83,0181	96,5638	64,5201
17	4,78	91,0539	118,6593	73,7929
18	5,12	99,3006	143,8843	83,6771
19	5,45	107,7582	172,4427	94,1727
20	5,78	116,4268	204,5382	105,2795
21	6,12	125,3038	240,3743	116,9905
22	6,45	134,3953	280,1527	129,3230

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 7

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 245 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

Vcd Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

Vwd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	Vcd	Vwd
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	3389,36	-111,76	1336,85	176,25	0,00
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2247,21	-213,17	428,14	176,25	0,00
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1229,74	-211,64	151,07	176,25	0,00
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	618,65	-162,85	55,19	176,25	0,00
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	372,40	-136,66	25,76	176,25	0,00
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	256,92	-123,88	14,37	176,25	0,00
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	191,96	-116,70	8,94	176,25	0,00
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	150,94	-112,16	5,97	176,25	0,00
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1555,01	-725,20	39,64	379,61	0,00
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1171,72	-659,51	25,47	379,61	0,00
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	910,01	-607,97	17,17	379,61	0,00
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	721,38	-563,59	11,99	379,61	0,00
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	590,92	-532,91	8,74	379,61	0,00
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	496,08	-510,59	6,60	379,61	0,00
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	424,49	-493,76	5,11	379,61	0,00
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	368,84	-480,66	4,05	379,61	0,00
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	324,53	-470,24	3,27	379,61	0,00
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	288,56	-461,78	2,68	379,61	0,00
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	258,88	-454,80	2,22	379,61	0,00
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	234,03	-448,95	1,87	379,61	0,00
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	213,00	-444,00	1,58	379,61	0,00

COMBINAZIONE n° 8

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 246 di 291
Relazione di calcolo muri		

Valore della spinta statica	157,1036	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	148,5122	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	51,2413	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie		19,04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,63	[°]		
Incremento sismico della spinta	10,0379	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,30[m]	Y = -3,68	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,50	[°]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	174,4037	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	460,1760	[kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,4613	0,0619	0,6945
3	0,61	5,1007	0,3887	1,9050
4	0,92	7,9181	1,1386	3,6316
5	1,23	10,9136	2,4695	5,8742
6	1,53	14,0871	4,5396	8,6328
7	1,84	17,4385	7,5068	11,9069
8	2,14	20,9656	11,5283	15,6905
9	2,45	24,6744	16,7615	20,0006
10	2,45	38,6399	16,3716	20,0019

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 247 di 291
Relazione di calcolo muri		

11	2,78	45,3315	23,3821	25,3791
12	3,12	52,2321	32,2228	31,3617
13	3,45	59,3435	43,0963	37,9557
14	3,78	66,6659	56,2064	45,1610
15	4,12	74,1984	71,7568	52,9752
16	4,45	81,9426	89,9505	61,4028
17	4,78	89,8978	110,9921	70,4421
18	5,12	98,0639	135,0855	80,0928
19	5,45	106,4410	162,4343	90,3549
20	5,78	115,0290	193,2425	101,2282
21	6,12	123,8254	227,7134	112,7057
22	6,45	132,8363	266,0488	124,8047

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 8

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

V_{cd} Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls

V_{wd} Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,00	0,00	1000,00	176,25	0,00
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	3430,24	-86,20	1393,66	176,25	0,00
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	2585,79	-197,05	506,95	176,25	0,00
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1573,61	-226,28	198,74	176,25	0,00
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	797,54	-180,47	73,08	176,25	0,00
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	451,08	-145,36	32,02	176,25	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 248 di 291
Relazione di calcolo muri		

7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	298,46	-128,48	17,11	176,25	0,00
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	217,33	-119,50	10,37	176,25	0,00
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	167,86	-114,03	6,80	176,25	0,00
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1786,49	-756,93	46,23	379,61	0,00
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1334,67	-688,43	29,44	379,61	0,00
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1027,57	-633,93	19,67	379,61	0,00
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	802,27	-582,62	13,52	379,61	0,00
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	648,00	-546,33	9,72	379,61	0,00
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	538,22	-520,51	7,25	379,61	0,00
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	456,70	-501,33	5,57	379,61	0,00
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	394,13	-486,61	4,38	379,61	0,00
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	344,83	-475,02	3,52	379,61	0,00
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	305,16	-465,68	2,87	379,61	0,00
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	272,65	-458,04	2,37	379,61	0,00
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	245,61	-451,68	1,98	379,61	0,00
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	222,84	-446,32	1,68	379,61	0,00

COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica 157,1036 [kN]
 Componente orizzontale della spinta statica 148,5122 [kN]
 Componente verticale della spinta statica 51,2413 [kN]
 Punto d'applicazione della spinta X = 0,30[m] Y = -4,90 [m]
 Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 19,04 [°]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 55,63 [°]

Incremento sismico della spinta 10,0379 [kN]
 Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta X = 0,30[m] Y = -3,68 [m]
 Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche 53,50 [°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 174,4037 [kN]
 Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 460,1760 [kN]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 249 di 291
Relazione di calcolo muri		

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	157,1036	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	148,5122	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	51,2413	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie		19,04	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche		55,63	[°]	
Incremento sismico della spinta	16,2403	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,30[m]	Y = -3,68	[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche		53,56	[°]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	180,2670	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	478,6016	[kN]

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	125,3447	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	115,0964	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	49,6398	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90	[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie		23,33	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche		58,94	[°]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	115,0964	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	463,5018	[kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

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

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 250 di 291
Relazione di calcolo muri		

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,3387	0,0075	0,2000
3	0,61	4,8500	0,1116	0,7999
4	0,92	7,5337	0,4347	1,7997
5	1,23	10,3899	1,0994	3,1994
6	1,53	13,4186	2,2282	4,9991
7	1,84	16,6195	3,9435	7,1983
8	2,14	19,9908	6,3672	9,7923
9	2,45	23,5380	9,6210	12,7943
10	2,45	37,5035	9,4015	12,7953
11	2,78	44,0129	13,7926	16,5191
12	3,12	50,7247	19,4422	20,7122
13	3,45	57,6409	26,5071	25,3790
14	3,78	64,7614	35,1452	30,5196
15	4,12	72,0854	45,5145	36,1321
16	4,45	79,6144	57,7723	42,2200
17	4,78	87,3479	72,0771	48,7819
18	5,12	95,2858	88,5869	55,8177
19	5,45	103,4280	107,4596	63,3273
20	5,78	111,7745	128,8531	71,3106
21	6,12	120,3230	152,9254	79,7621
22	6,45	129,0792	179,8322	88,6954

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 13

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 251 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	0,008	0,001	0,000	-0,108
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,021	0,004	-0,150	-0,291
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,048	0,008	-0,066	-0,617
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,109	0,014	0,709	-1,268
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,229	0,023	3,569	-2,362
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,414	0,033	9,089	-3,861
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,673	0,044	17,630	-5,829
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1,017	0,058	29,650	-8,353
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,235	0,027	2,430	-3,103
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,347	0,035	5,086	-4,473
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,491	0,044	9,059	-6,196
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,670	0,053	14,490	-8,298
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,887	0,064	21,524	-10,811
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,144	0,076	30,310	-13,774
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,447	0,089	41,001	-17,225
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,798	0,102	53,755	-21,204
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2,201	0,117	68,730	-25,752
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2,661	0,133	86,085	-30,910
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	3,180	0,150	105,982	-36,717
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	3,762	0,168	128,580	-43,213
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	4,411	0,186	154,039	-50,440

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 13

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 252 di 291
Relazione di calcolo muri		

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,31	0,000000	0,001005	-20,15	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,61	0,001005	0,001005	-22,20	-0,11	0,0000	0,00	0,000
4	0,92	0,001005	0,001005	-22,20	-0,43	0,0000	0,00	0,000
5	1,23	0,001005	0,001005	-22,20	-1,10	0,0000	0,00	0,000
6	1,53	0,001005	0,001005	-22,20	-2,23	0,0000	0,00	0,000
7	1,84	0,001005	0,001005	-22,20	-3,94	0,0000	0,00	0,000
8	2,14	0,001005	0,001005	-22,20	-6,37	0,0000	0,00	0,000
9	2,45	0,001005	0,001005	-22,20	-9,62	0,0000	0,00	0,000
10	2,45	0,001901	0,001005	-90,38	-9,40	0,0000	0,00	0,000
11	2,78	0,001901	0,001005	-90,38	-13,79	0,0000	0,00	0,000
12	3,12	0,001901	0,001005	-90,38	-19,44	0,0000	0,00	0,000
13	3,45	0,001901	0,001005	-90,38	-26,51	0,0000	0,00	0,000
14	3,78	0,001901	0,001005	-90,38	-35,15	0,0000	0,00	0,000
15	4,12	0,001901	0,001005	-90,38	-45,51	0,0000	0,00	0,000
16	4,45	0,001901	0,001005	-90,38	-57,77	0,0000	0,00	0,000
17	4,78	0,001901	0,001005	-90,38	-72,08	0,0000	0,00	0,000
18	5,12	0,001901	0,001005	-90,38	-88,59	0,0000	0,00	0,000
19	5,45	0,001901	0,001005	-90,38	-107,46	0,0251	156,37	0,067
20	5,78	0,001901	0,001005	-90,38	-128,85	0,0327	156,37	0,087
21	6,12	0,001901	0,001005	-90,38	-152,93	0,0470	156,37	0,125
22	6,45	0,001901	0,001005	-90,38	-179,83	0,0619	156,37	0,165

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 253 di 291
Relazione di calcolo muri		

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	125,3447	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	115,0964	[kN]
Componente verticale della spinta statica	49,6398	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	115,0964	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	463,5018	[kN]

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 14

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,3387	0,0075	0,2000
3	0,61	4,8500	0,1116	0,7999
4	0,92	7,5337	0,4347	1,7997
5	1,23	10,3899	1,0994	3,1994
6	1,53	13,4186	2,2282	4,9991
7	1,84	16,6195	3,9435	7,1983
8	2,14	19,9908	6,3672	9,7923
9	2,45	23,5380	9,6210	12,7943
10	2,45	37,5035	9,4015	12,7953

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 254 di 291
Relazione di calcolo muri		

11	2,78	44,0129	13,7926	16,5191
12	3,12	50,7247	19,4422	20,7122
13	3,45	57,6409	26,5071	25,3790
14	3,78	64,7614	35,1452	30,5196
15	4,12	72,0854	45,5145	36,1321
16	4,45	79,6144	57,7723	42,2200
17	4,78	87,3479	72,0771	48,7819
18	5,12	95,2858	88,5869	55,8177
19	5,45	103,4280	107,4596	63,3273
20	5,78	111,7745	128,8531	71,3106
21	6,12	120,3230	152,9254	79,7621
22	6,45	129,0792	179,8322	88,6954

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 14

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	0,008	0,001	0,000	-0,108
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,021	0,004	-0,150	-0,291
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,048	0,008	-0,066	-0,617
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,109	0,014	0,709	-1,268
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,229	0,023	3,569	-2,362
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,414	0,033	9,089	-3,861

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 255 di 291
Relazione di calcolo muri		

8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,673	0,044	17,630	-5,829
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1,017	0,058	29,650	-8,353
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,235	0,027	2,430	-3,103
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,347	0,035	5,086	-4,473
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,491	0,044	9,059	-6,196
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,670	0,053	14,490	-8,298
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,887	0,064	21,524	-10,811
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,144	0,076	30,310	-13,774
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,447	0,089	41,001	-17,225
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,798	0,102	53,755	-21,204
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2,201	0,117	68,730	-25,752
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2,661	0,133	86,085	-30,910
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	3,180	0,150	105,982	-36,717
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	3,762	0,168	128,580	-43,213
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	4,411	0,186	154,039	-50,440

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 14

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,31	0,000000	0,001005	-20,15	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,61	0,001005	0,001005	-22,20	-0,11	0,0000	0,00	0,000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 256 di 291
Relazione di calcolo muri		

4	0,92	0,001005	0,001005	-22,20	-0,43	0,0000	0,00	0,000
5	1,23	0,001005	0,001005	-22,20	-1,10	0,0000	0,00	0,000
6	1,53	0,001005	0,001005	-22,20	-2,23	0,0000	0,00	0,000
7	1,84	0,001005	0,001005	-22,20	-3,94	0,0000	0,00	0,000
8	2,14	0,001005	0,001005	-22,20	-6,37	0,0000	0,00	0,000
9	2,45	0,001005	0,001005	-22,20	-9,62	0,0000	0,00	0,000
10	2,45	0,001901	0,001005	-90,38	-9,40	0,0000	0,00	0,000
11	2,78	0,001901	0,001005	-90,38	-13,79	0,0000	0,00	0,000
12	3,12	0,001901	0,001005	-90,38	-19,44	0,0000	0,00	0,000
13	3,45	0,001901	0,001005	-90,38	-26,51	0,0000	0,00	0,000
14	3,78	0,001901	0,001005	-90,38	-35,15	0,0000	0,00	0,000
15	4,12	0,001901	0,001005	-90,38	-45,51	0,0000	0,00	0,000
16	4,45	0,001901	0,001005	-90,38	-57,77	0,0000	0,00	0,000
17	4,78	0,001901	0,001005	-90,38	-72,08	0,0000	0,00	0,000
18	5,12	0,001901	0,001005	-90,38	-88,59	0,0000	0,00	0,000
19	5,45	0,001901	0,001005	-90,38	-107,46	0,0251	156,37	0,067
20	5,78	0,001901	0,001005	-90,38	-128,85	0,0327	156,37	0,087
21	6,12	0,001901	0,001005	-90,38	-152,93	0,0470	156,37	0,125
22	6,45	0,001901	0,001005	-90,38	-179,83	0,0619	156,37	0,165

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	125,3447	[kN]
Componente orizzontale della spinta statica	115,0964	[kN]
Componente verticale della spinta statica	49,6398	[kN]
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,30[m]	Y = -4,90 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23,33	[°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58,94	[°]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	115,0964	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	463,5018	[kN]

Sollecitazioni paramento

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 257 di 291
Relazione di calcolo muri		

Combinazione n° 15

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,31	2,3387	0,0075	0,2000
3	0,61	4,8500	0,1116	0,7999
4	0,92	7,5337	0,4347	1,7997
5	1,23	10,3899	1,0994	3,1994
6	1,53	13,4186	2,2282	4,9991
7	1,84	16,6195	3,9435	7,1983
8	2,14	19,9908	6,3672	9,7923
9	2,45	23,5380	9,6210	12,7943
10	2,45	37,5035	9,4015	12,7953
11	2,78	44,0129	13,7926	16,5191
12	3,12	50,7247	19,4422	20,7122
13	3,45	57,6409	26,5071	25,3790
14	3,78	64,7614	35,1452	30,5196
15	4,12	72,0854	45,5145	36,1321
16	4,45	79,6144	57,7723	42,2200
17	4,78	87,3479	72,0771	48,7819
18	5,12	95,2858	88,5869	55,8177
19	5,45	103,4280	107,4596	63,3273
20	5,78	111,7745	128,8531	71,3106
21	6,12	120,3230	152,9254	79,7621
22	6,45	129,0792	179,8322	88,6954

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 15

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 258 di 291
Relazione di calcolo muri		

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

B base della sezione espressa in [m]

H altezza della sezione espressa in [m]

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

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

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [MPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [MPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [MPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [MPa]

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0,00	1,0000	0,3000	0,000000	0,000000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,31	1,0000	0,3000	0,000000	0,001005	0,008	0,001	0,000	-0,108
3	0,61	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,021	0,004	-0,150	-0,291
4	0,92	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,048	0,008	-0,066	-0,617
5	1,23	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,109	0,014	0,709	-1,268
6	1,53	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,229	0,023	3,569	-2,362
7	1,84	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,414	0,033	9,089	-3,861
8	2,14	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	0,673	0,044	17,630	-5,829
9	2,45	1,0000	0,3000	0,001005	0,001005	1,017	0,058	29,650	-8,353
10	2,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,235	0,027	2,430	-3,103
11	2,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,347	0,035	5,086	-4,473
12	3,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,491	0,044	9,059	-6,196
13	3,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,670	0,053	14,490	-8,298
14	3,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	0,887	0,064	21,524	-10,811
15	4,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,144	0,076	30,310	-13,774
16	4,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,447	0,089	41,001	-17,225
17	4,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	1,798	0,102	53,755	-21,204
18	5,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2,201	0,117	68,730	-25,752
19	5,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	2,661	0,133	86,085	-30,910
20	5,78	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	3,180	0,150	105,982	-36,717
21	6,12	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	3,762	0,168	128,580	-43,213
22	6,45	1,0000	0,6000	0,001901	0,001005	4,411	0,186	154,039	-50,440

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 259 di 291
Relazione di calcolo muri		

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 15

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 [mq]

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

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

M Momento agente nella sezione espressa in [kNm]

ϵ_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	ϵ_m	s_m	w
1	0,00	0,000000	0,000000	-19,85	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,31	0,000000	0,001005	-20,15	-0,01	0,0000	0,00	0,000
3	0,61	0,001005	0,001005	-22,20	-0,11	0,0000	0,00	0,000
4	0,92	0,001005	0,001005	-22,20	-0,43	0,0000	0,00	0,000
5	1,23	0,001005	0,001005	-22,20	-1,10	0,0000	0,00	0,000
6	1,53	0,001005	0,001005	-22,20	-2,23	0,0000	0,00	0,000
7	1,84	0,001005	0,001005	-22,20	-3,94	0,0000	0,00	0,000
8	2,14	0,001005	0,001005	-22,20	-6,37	0,0000	0,00	0,000
9	2,45	0,001005	0,001005	-22,20	-9,62	0,0000	0,00	0,000
10	2,45	0,001901	0,001005	-90,38	-9,40	0,0000	0,00	0,000
11	2,78	0,001901	0,001005	-90,38	-13,79	0,0000	0,00	0,000
12	3,12	0,001901	0,001005	-90,38	-19,44	0,0000	0,00	0,000
13	3,45	0,001901	0,001005	-90,38	-26,51	0,0000	0,00	0,000
14	3,78	0,001901	0,001005	-90,38	-35,15	0,0000	0,00	0,000
15	4,12	0,001901	0,001005	-90,38	-45,51	0,0000	0,00	0,000
16	4,45	0,001901	0,001005	-90,38	-57,77	0,0000	0,00	0,000
17	4,78	0,001901	0,001005	-90,38	-72,08	0,0000	0,00	0,000
18	5,12	0,001901	0,001005	-90,38	-88,59	0,0000	0,00	0,000
19	5,45	0,001901	0,001005	-90,38	-107,46	0,0251	156,37	0,067

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 260 di 291
Relazione di calcolo muri		

20 5,78	0,001901	0,001005	-90,38	-128,85	0,0327	156,37	0,087
21 6,12	0,001901	0,001005	-90,38	-152,93	0,0470	156,37	0,125
22 6,45	0,001901	0,001005	-90,38	-179,83	0,0619	156,37	0,165

VERIFICA FONDAZIONE

Larghezza esterna	14,64	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore fondazione	0,90	[m]

Caratteristiche strati terreno

Strato di rinfianco

Descrizione	Terreno di rinfianco
Peso di volume	19,0000 [kN/mc]
Peso di volume saturo	20,0000 [kN/mc]
Angolo di attrito	35,00 [°]
Angolo di attrito terreno struttura	23,33 [°]
Coazione	0,000 [MPa]
Costante di Winkler	0,000 [MPa/cm]

Strato di base

Descrizione	Terreno di base
Peso di volume	18,6000 [kN/mc]
Peso di volume saturo	19,6000 [kN/mc]
Angolo di attrito	25,50 [°]
Angolo di attrito terreno struttura	25,50 [°]
Coazione	0,004 [MPa]
Costante di Winkler	0,200 [MPa/cm]
Tensione ammissibile	0,300 [MPa]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 261 di 291

Condizioni di carico

Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (espresse in m) positive verso destra

Ordinate Y (espresse in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

Simbologia adottata e unità di misura

Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati

Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati

F_y componente Y del carico concentrato

F_x componente X del carico concentrato

M momento

Forze distribuite

X_i, X_f ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

Y_i, Y_f ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

V_{ni} componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{nf} componente normale del carico distribuito nel punto finale

V_{ti} componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

V_{tf} componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

D_{te} variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

D_{ti} variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 262 di 291

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

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

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

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

con:

d altezza utile sezione [mm]

b_w larghezza minima sezione [mm]

σ_{cp} tensione media di compressione [N/mm²]

ρ_1 rapporto geometrico di armatura

A_{sw} area armatura trasversale [mm²]

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 263 di 291
Relazione di calcolo muri		

s interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]

α_c coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e σ_{cp}

$$fcd = 0.5 * fcd$$

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

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

Stato Limite di Esercizio

Criteri di scelta per verifiche tensioni di esercizio:

Ambiente poco aggressivo

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. rare) $0.60 f_{ck}$

Limite tensioni di compressione nel calcestruzzo (comb. quasi perm.) $0.45 f_{ck}$

Limite tensioni di trazione nell'acciaio (comb. rare) $0.80 f_{yk}$

Criteri verifiche a fessurazione:

Armatura sensibile

Apertura limite fessure espresse in [mm]

Apertura limite fessure $w1=0,20 w2=0,30 w3=0,40$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g = 1.08 [m/s^2]$

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_m) 0.24

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 3.96$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 1.98$

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 264 di 291

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g = 0.55$ [m/s²]

Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) 1.50

Coefficiente di amplificazione topografica (St) 1.00

Coefficiente riduzione (β_m) 0.18

Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale 0.50

Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento) $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 1.51$

Coefficiente di intensità sismica verticale (percento) $k_v = 0.50 * k_h = 0.76$

Forma diagramma incremento sismico Rettangolare

Spinta sismica Mononobe-Okabe

Angolo diffusione sovraccarico 30,00 [°]

Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione 142

Sollecitazioni

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-303,5476	-129,3240	131,6281
3,76	12,1496	-51,3253	131,6281
7,32	101,2389	2,0600	131,6281
10,88	12,1496	56,0238	131,6281
14,34	-303,5476	129,3240	131,6281

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-233,4982	-99,4800	101,2524
3,76	9,3459	-39,4810	101,2524

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 265 di 291

7,32	77,8761	1,5847	101,2524
10,88	9,3459	43,0953	101,2524
14,34	-233,4982	99,4800	101,2524

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-301,2894	-99,8320	130,6489
3,76	-35,9834	-47,8325	130,6489
7,32	49,6650	1,7346	130,6489
10,88	-35,9834	51,5388	130,6489
14,34	-301,2894	99,8320	130,6489

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-301,2894	-99,8320	130,6489
3,76	-35,9834	-47,8325	130,6489
7,32	49,6650	1,7346	130,6489
10,88	-35,9834	51,5388	130,6489
14,34	-301,2894	99,8320	130,6489

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-289,5367	-101,7156	101,2081
3,76	-23,2218	-48,1426	104,2360
7,32	72,5725	-4,5154	107,3472
10,88	20,2812	40,1892	110,4584
14,34	-219,6196	101,3580	113,4863

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 6)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
-------	---------	--------	--------

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002_B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 266 di 291
Relazione di calcolo muri		

0,30	-274,8139	-97,7451	99,0797
3,76	-20,2776	-45,5787	102,1076
7,32	68,6984	-3,2752	105,2188
10,88	14,0648	39,9402	108,3300
14,34	-219,6196	97,4628	111,3579

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 7)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-274,8139	-97,7451	99,0797
3,76	-20,2776	-45,5787	102,1076
7,32	68,6984	-3,2752	105,2188
10,88	14,0648	39,9402	108,3300
14,34	-219,6196	97,4628	111,3579

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 8)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-289,5367	-101,7156	101,2081
3,76	-23,2218	-48,1426	104,2360
7,32	72,5725	-4,5154	107,3472
10,88	20,2812	40,1892	110,4584
14,34	-219,6196	101,3580	113,4863

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 9)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-345,9225	-98,1142	128,9558
3,76	-67,7480	-54,4122	131,9836
7,32	39,7970	-3,4142	135,0949
10,88	-31,3415	48,3147	138,2061
14,34	-287,4108	97,8150	141,2340

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 10)

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 267 di 291

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-364,9261	-102,1068	131,7030
3,76	-73,4552	-57,5981	134,7309
7,32	42,7804	-5,0273	137,8421
10,88	-25,2246	48,4746	140,9533
14,34	-287,4108	101,7103	143,9812

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 11)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-364,9261	-102,1068	131,7030
3,76	-73,4552	-57,5981	134,7309
7,32	42,7804	-5,0273	137,8421
10,88	-25,2246	48,4746	140,9533
14,34	-287,4108	101,7103	143,9812

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 12)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-345,9225	-98,1142	128,9558
3,76	-67,7480	-54,4122	131,9836
7,32	39,7970	-3,4142	135,0949
10,88	-31,3415	48,3147	138,2061
14,34	-287,4108	97,8150	141,2340

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 13)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-219,6196	-101,3580	113,4863
3,76	20,2812	-36,4380	110,4584
7,32	72,5725	7,8203	107,3472
10,88	-23,2218	51,8078	104,2360
14,34	-289,5367	101,7156	101,2081

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 268 di 291

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 14)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-219,6196	-97,4628	111,3579
3,76	14,0648	-36,3388	108,3300
7,32	68,6984	6,4629	105,2188
10,88	-20,2776	49,1123	102,1076
14,34	-274,8139	97,7451	99,0797

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 15)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-219,6196	-97,4628	111,3579
3,76	14,0648	-36,3388	108,3300
7,32	68,6984	6,4629	105,2188
10,88	-20,2776	49,1123	102,1076
14,34	-274,8139	97,7451	99,0797

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 16)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-219,6196	-101,3580	113,4863
3,76	20,2812	-36,4380	110,4584
7,32	72,5725	7,8203	107,3472
10,88	-23,2218	51,8078	104,2360
14,34	-289,5367	101,7156	101,2081

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 17)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-287,4108	-97,8150	141,2340
3,76	-31,3415	-44,6169	138,2061
7,32	39,7970	6,9092	135,0949

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 269 di 291

10,88	-67,7480	58,0380	131,9836
14,34	-345,9225	98,1142	128,9558

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 18)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-287,4108	-101,7103	143,9812
3,76	-25,2246	-44,6215	140,9533
7,32	42,7804	8,6489	137,8421
10,88	-73,4552	61,3558	134,7309
14,34	-364,9261	102,1068	131,7030

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 19)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-287,4108	-101,7103	143,9812
3,76	-25,2246	-44,6215	140,9533
7,32	42,7804	8,6489	137,8421
10,88	-73,4552	61,3558	134,7309
14,34	-364,9261	102,1068	131,7030

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 20)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-287,4108	-97,8150	141,2340
3,76	-31,3415	-44,6169	138,2061
7,32	39,7970	6,9092	135,0949
10,88	-67,7480	58,0380	131,9836
14,34	-345,9225	98,1142	128,9558

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 22)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-233,4982	-99,4800	101,2524

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 270 di 291

3,76	9,3459	-39,4810	101,2524
7,32	77,8761	1,5847	101,2524
10,88	9,3459	43,0953	101,2524
14,34	-233,4982	99,4800	101,2524

Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 23)

X [m]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]
0,30	-233,4982	-99,4800	101,2524
3,76	9,3459	-39,4810	101,2524
7,32	77,8761	1,5847	101,2524
10,88	9,3459	43,0953	101,2524
14,34	-233,4982	99,4800	101,2524

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002_B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 271 di 291

Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm

M Momento flettente, espresso in kNm

V Taglio, espresso in kN

N Sforzo normale, espresso in kN

N_u Sforzo normale ultimo, espressa in kN

M_u Momento ultimo, espressa in kNm

A_{fi} Area armatura inferiore, espresse in cmq

A_{fs} Area armatura superiore, espresse in cmq

CS Coeff. di sicurezza sezione

V_{Rd} Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kN

V_{Rcd} Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kN

V_{Rsd} Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kN

A_{sw} Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 90,00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N_u	M_u	A_{fi}	A_{fs}	CS
1	0,30	303,55 (303,55)	131,63	260,76	601,33	15,71	0,00	1,98
2	3,76	-12,15 (-51,88)	131,63	4055,66	-1598,36	15,71	10,05	30,81
3	7,32	-101,24 (-101,24)	131,63	869,89	-669,06	15,71	10,05	6,61
4	10,88	-12,15 (-55,51)	131,63	3584,87	-1511,86	15,71	10,05	27,23
5	14,34	303,55 (303,55)	131,63	260,76	601,33	15,71	0,00	1,98

Verifiche taglio

N°	X	V	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
-----------	-----	-----	----------	-----------	-----------	----------

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 272 di 291
Relazione di calcolo muri		

1	0,30	-129,32	292,76	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-51,33	292,76	0,00	0,00	0,00
3	7,32	2,06	292,76	0,00	0,00	0,00
4	10,88	56,02	292,76	0,00	0,00	0,00
5	14,34	129,32	292,76	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	233,50 (233,50)	101,25	260,76	601,33	15,71	0,00	2,58
2	3,76	-9,35 (-39,90)	101,25	4055,66	-1598,36	15,71	10,05	40,05
3	7,32	-77,88 (-77,88)	101,25	869,89	-669,06	15,71	10,05	8,59
4	10,88	-9,35 (-42,70)	101,25	3584,87	-1511,86	15,71	10,05	35,41
5	14,34	233,50 (233,50)	101,25	260,76	601,33	15,71	0,00	2,58

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-99,48	288,41	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-39,48	288,41	0,00	0,00	0,00
3	7,32	1,58	288,41	0,00	0,00	0,00
4	10,88	43,10	288,41	0,00	0,00	0,00
5	14,34	99,48	288,41	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 273 di 291
Relazione di calcolo muri		

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	301,29 (301,29)	130,65	260,76	601,33	15,71	0,00	2,00
2	3,76	35,98 (73,01)	130,65	2392,33	1336,82	15,71	10,05	18,31
3	7,32	-49,67 (-49,67)	130,65	4322,50	-1643,16	15,71	10,05	33,08
4	10,88	35,98 (75,87)	130,65	2235,94	1298,52	15,71	10,05	17,11
5	14,34	301,29 (301,29)	130,65	260,76	601,33	15,71	0,00	2,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-99,83	292,62	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-47,83	292,62	0,00	0,00	0,00
3	7,32	1,73	292,62	0,00	0,00	0,00
4	10,88	51,54	292,62	0,00	0,00	0,00
5	14,34	99,83	292,62	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLU (Caso A2-M2)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	301,29 (301,29)	130,65	260,76	601,33	15,71	0,00	2,00
2	3,76	35,98 (73,01)	130,65	2392,33	1336,82	15,71	10,05	18,31
3	7,32	-49,67 (-49,67)	130,65	4322,50	-1643,16	15,71	10,05	33,08
4	10,88	35,98 (75,87)	130,65	2235,94	1298,52	15,71	10,05	17,11
5	14,34	301,29 (301,29)	130,65	260,76	601,33	15,71	0,00	2,00

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-99,83	292,62	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-47,83	292,62	0,00	0,00	0,00
3	7,32	1,73	292,62	0,00	0,00	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 274 di 291
Relazione di calcolo muri		

4	10,88	51,54	292,62	0,00	0,00	0,00
5	14,34	99,83	292,62	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	289,54 (289,54)	101,21	203,03	580,83	15,71	0,00	2,01
2	3,76	23,22 (60,48)	104,24	2239,20	1299,32	15,71	10,05	21,48
3	7,32	-72,57 (-74,30)	107,35	1092,85	-756,44	15,71	10,05	10,18
4	10,88	-20,28 (-51,39)	110,46	2932,76	-1364,38	15,71	10,05	26,55
5	14,34	219,62 (289,54)	113,49	231,64	590,99	15,71	0,00	2,04

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-101,72	288,40	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-48,14	288,83	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-4,52	289,28	0,00	0,00	0,00
4	10,88	40,19	289,73	0,00	0,00	0,00
5	14,34	101,36	290,16	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 6 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	274,81 (274,81)	99,08	210,35	583,43	15,71	0,00	2,12
2	3,76	20,28 (55,56)	102,11	2509,91	1365,61	15,71	10,05	24,58
3	7,32	-68,70 (-69,81)	105,22	1208,57	-801,80	15,71	10,05	11,49

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 275 di 291
Relazione di calcolo muri		

4	10,88	-14,06 (-44,98)	108,33	3706,20	-1538,81	15,71	10,05	34,21
5	14,34	219,62 (274,81)	111,36	240,79	594,24	15,71	0,00	2,16

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-97,75	288,10	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-45,58	288,53	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-3,28	288,98	0,00	0,00	0,00
4	10,88	39,94	289,42	0,00	0,00	0,00
5	14,34	97,46	289,86	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 7 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	274,81 (274,81)	99,08	210,35	583,43	15,71	0,00	2,12
2	3,76	20,28 (55,56)	102,11	2509,91	1365,61	15,71	10,05	24,58
3	7,32	-68,70 (-69,81)	105,22	1208,57	-801,80	15,71	10,05	11,49
4	10,88	-14,06 (-44,98)	108,33	3706,20	-1538,81	15,71	10,05	34,21
5	14,34	219,62 (274,81)	111,36	240,79	594,24	15,71	0,00	2,16

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-97,75	288,10	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-45,58	288,53	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-3,28	288,98	0,00	0,00	0,00
4	10,88	39,94	289,42	0,00	0,00	0,00
5	14,34	97,46	289,86	0,00	0,00	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 276 di 291
Relazione di calcolo muri		

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 8 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	289,54 (289,54)	101,21	203,03	580,83	15,71	0,00	2,01
2	3,76	23,22 (60,48)	104,24	2239,20	1299,32	15,71	10,05	21,48
3	7,32	-72,57 (-74,30)	107,35	1092,85	-756,44	15,71	10,05	10,18
4	10,88	-20,28 (-51,39)	110,46	2932,76	-1364,38	15,71	10,05	26,55
5	14,34	219,62 (289,54)	113,49	231,64	590,99	15,71	0,00	2,04

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-101,72	288,40	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-48,14	288,83	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-4,52	289,28	0,00	0,00	0,00
4	10,88	40,19	289,73	0,00	0,00	0,00
5	14,34	101,36	290,16	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 9 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	345,92 (345,92)	128,96	218,59	586,36	15,71	0,00	1,70
2	3,76	67,75 (109,86)	131,98	1119,01	931,47	15,71	10,05	8,48
3	7,32	-39,80 (-40,76)	135,09	5952,32	-1796,07	15,71	10,05	44,06
4	10,88	31,34 (68,74)	138,21	2974,51	1479,38	15,71	10,05	21,52
5	14,34	287,41 (345,92)	141,23	242,93	595,00	15,71	0,00	1,72

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 277 di 291
Relazione di calcolo muri		

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-98,11	292,38	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-54,41	292,81	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-3,41	293,26	0,00	0,00	0,00
4	10,88	48,31	293,70	0,00	0,00	0,00
5	14,34	97,81	294,14	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 10 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	364,93 (364,93)	131,70	210,59	583,52	15,71	0,00	1,60
2	3,76	73,46 (118,04)	134,73	1021,07	894,54	15,71	10,05	7,58
3	7,32	-42,78 (-44,43)	137,84	5486,00	-1768,35	15,71	10,05	39,80
4	10,88	25,22 (62,74)	140,95	3583,67	1595,23	15,71	10,05	25,42
5	14,34	287,41 (364,93)	143,98	233,43	591,63	15,71	0,00	1,62

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-102,11	292,77	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-57,60	293,21	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-5,03	293,65	0,00	0,00	0,00
4	10,88	48,47	294,10	0,00	0,00	0,00
5	14,34	101,71	294,53	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 11 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 278 di 291
Relazione di calcolo muri		

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	364,93 (364,93)	131,70	210,59	583,52	15,71	0,00	1,60
2	3,76	73,46 (118,04)	134,73	1021,07	894,54	15,71	10,05	7,58
3	7,32	-42,78 (-44,43)	137,84	5486,00	-1768,35	15,71	10,05	39,80
4	10,88	25,22 (62,74)	140,95	3583,67	1595,23	15,71	10,05	25,42
5	14,34	287,41 (364,93)	143,98	233,43	591,63	15,71	0,00	1,62

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-102,11	292,77	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-57,60	293,21	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-5,03	293,65	0,00	0,00	0,00
4	10,88	48,47	294,10	0,00	0,00	0,00
5	14,34	101,71	294,53	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 12 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	345,92 (345,92)	128,96	218,59	586,36	15,71	0,00	1,70
2	3,76	67,75 (109,86)	131,98	1119,01	931,47	15,71	10,05	8,48
3	7,32	-39,80 (-40,76)	135,09	5952,32	-1796,07	15,71	10,05	44,06
4	10,88	31,34 (68,74)	138,21	2974,51	1479,38	15,71	10,05	21,52
5	14,34	287,41 (345,92)	141,23	242,93	595,00	15,71	0,00	1,72

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	Pagina 279 di 291

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-98,11	292,38	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-54,41	292,81	0,00	0,00	0,00
3	7,32	-3,41	293,26	0,00	0,00	0,00
4	10,88	48,31	293,70	0,00	0,00	0,00
5	14,34	97,81	294,14	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 13 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	219,62 (289,54)	113,49	231,64	590,99	15,71	0,00	2,04
2	3,76	-20,28 (-48,48)	110,46	3300,46	-1448,69	15,71	10,05	29,88
3	7,32	-72,57 (-74,30)	107,35	1092,85	-756,44	15,71	10,05	10,18
4	10,88	23,22 (63,32)	104,24	2038,93	1238,60	15,71	10,05	19,56
5	14,34	289,54 (289,54)	101,21	203,03	580,83	15,71	0,00	2,01

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-101,36	290,16	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-36,44	289,73	0,00	0,00	0,00
3	7,32	7,82	289,28	0,00	0,00	0,00
4	10,88	51,81	288,83	0,00	0,00	0,00
5	14,34	101,72	288,40	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 14 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 280 di 291
Relazione di calcolo muri		

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	219,62 (274,81)	111,36	240,79	594,24	15,71	0,00	2,16
2	3,76	-14,06 (-42,19)	108,33	4140,57	-1612,62	15,71	10,05	38,22
3	7,32	-68,70 (-69,81)	105,22	1208,57	-801,80	15,71	10,05	11,49
4	10,88	20,28 (58,29)	102,11	2303,69	1315,11	15,71	10,05	22,56
5	14,34	274,81 (274,81)	99,08	210,35	583,43	15,71	0,00	2,12

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-97,46	289,86	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-36,34	289,42	0,00	0,00	0,00
3	7,32	6,46	288,98	0,00	0,00	0,00
4	10,88	49,11	288,53	0,00	0,00	0,00
5	14,34	97,75	288,10	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 15 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	219,62 (274,81)	111,36	240,79	594,24	15,71	0,00	2,16
2	3,76	-14,06 (-42,19)	108,33	4140,57	-1612,62	15,71	10,05	38,22
3	7,32	-68,70 (-69,81)	105,22	1208,57	-801,80	15,71	10,05	11,49
4	10,88	20,28 (58,29)	102,11	2303,69	1315,11	15,71	10,05	22,56
5	14,34	274,81 (274,81)	99,08	210,35	583,43	15,71	0,00	2,12

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
----	---	---	-----------------	------------------	------------------	-----------------

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 281 di 291
Relazione di calcolo muri		

1	0,30	-97,46	289,86	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-36,34	289,42	0,00	0,00	0,00
3	7,32	6,46	288,98	0,00	0,00	0,00
4	10,88	49,11	288,53	0,00	0,00	0,00
5	14,34	97,75	288,10	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 16 - SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	219,62 (289,54)	113,49	231,64	590,99	15,71	0,00	2,04
2	3,76	-20,28 (-48,48)	110,46	3300,46	-1448,69	15,71	10,05	29,88
3	7,32	-72,57 (-74,30)	107,35	1092,85	-756,44	15,71	10,05	10,18
4	10,88	23,22 (63,32)	104,24	2038,93	1238,60	15,71	10,05	19,56
5	14,34	289,54 (289,54)	101,21	203,03	580,83	15,71	0,00	2,01

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-101,36	290,16	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-36,44	289,73	0,00	0,00	0,00
3	7,32	7,82	289,28	0,00	0,00	0,00
4	10,88	51,81	288,83	0,00	0,00	0,00
5	14,34	101,72	288,40	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 17 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 282 di 291
Relazione di calcolo muri		

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	287,41 (345,92)	141,23	242,93	595,00	15,71	0,00	1,72
2	3,76	31,34 (65,88)	138,21	3189,97	1520,48	15,71	10,05	23,08
3	7,32	-39,80 (-40,76)	135,09	5952,32	-1796,07	15,71	10,05	44,06
4	10,88	67,75 (112,67)	131,98	1069,10	912,65	15,71	10,05	8,10
5	14,34	345,92 (345,92)	128,96	218,59	586,36	15,71	0,00	1,70

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-97,81	294,14	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-44,62	293,70	0,00	0,00	0,00
3	7,32	6,91	293,26	0,00	0,00	0,00
4	10,88	58,04	292,81	0,00	0,00	0,00
5	14,34	98,11	292,38	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 18 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	287,41 (364,93)	143,98	233,43	591,63	15,71	0,00	1,62
2	3,76	25,22 (59,76)	140,95	3872,74	1641,97	15,71	10,05	27,48
3	7,32	-42,78 (-44,43)	137,84	5486,00	-1768,35	15,71	10,05	39,80
4	10,88	73,46 (120,94)	134,73	978,74	878,59	15,71	10,05	7,26
5	14,34	364,93 (364,93)	131,70	210,59	583,52	15,71	0,00	1,60

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-101,71	294,53	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-44,62	294,10	0,00	0,00	0,00

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 283 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	7,32	8,65	293,65	0,00	0,00	0,00
4	10,88	61,36	293,21	0,00	0,00	0,00
5	14,34	102,11	292,77	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 19 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	287,41 (364,93)	143,98	233,43	591,63	15,71	0,00	1,62
2	3,76	25,22 (59,76)	140,95	3872,74	1641,97	15,71	10,05	27,48
3	7,32	-42,78 (-44,43)	137,84	5486,00	-1768,35	15,71	10,05	39,80
4	10,88	73,46 (120,94)	134,73	978,74	878,59	15,71	10,05	7,26
5	14,34	364,93 (364,93)	131,70	210,59	583,52	15,71	0,00	1,60

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-101,71	294,53	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-44,62	294,10	0,00	0,00	0,00
3	7,32	8,65	293,65	0,00	0,00	0,00
4	10,88	61,36	293,21	0,00	0,00	0,00
5	14,34	102,11	292,77	0,00	0,00	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 20 - SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N _u	M _u	A _{fi}	A _{fs}	CS
1	0,30	287,41 (345,92)	141,23	242,93	595,00	15,71	0,00	1,72

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 284 di 291
Relazione di calcolo muri		

2	3,76	31,34 (65,88)	138,21	3189,97	1520,48	15,71	10,05	23,08
3	7,32	-39,80 (-40,76)	135,09	5952,32	-1796,07	15,71	10,05	44,06
4	10,88	67,75 (112,67)	131,98	1069,10	912,65	15,71	10,05	8,10
5	14,34	345,92 (345,92)	128,96	218,59	586,36	15,71	0,00	1,70

Verifiche taglio

N°	X	V	V _{Rd}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	A _{sw}
1	0,30	-97,81	294,14	0,00	0,00	0,00
2	3,76	-44,62	293,70	0,00	0,00	0,00
3	7,32	6,91	293,26	0,00	0,00	0,00
4	10,88	58,04	292,81	0,00	0,00	0,00
5	14,34	98,11	292,38	0,00	0,00	0,00

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 285 di 291

Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

M Momento flettente, espresso in kNm

V Taglio, espresso in kN

N Sforzo normale, espresso in kN

A_{fi} Area armatura inferiore, espressa in cmq

A_{fs} Area armatura superiore, espressa in cmq

σ_{fi} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in MPa

σ_{fs} Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in MPa

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espresse in MPa

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in MPa

A_{sw} Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione $B = 100$ cm

Altezza sezione $H = 90,00$ cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A_{fi}	A_{fs}	σ_{fs}	σ_{fi}	σ_c
1	0,30	233,50	101,25	15,71	0,00	0,00	156,99	3,34
2	3,76	-9,35	101,25	15,71	10,05	0,79	2,43	0,17
3	7,32	-77,88	101,25	15,71	10,05	49,47	14,21	1,15
4	10,88	-9,35	101,25	15,71	10,05	0,79	2,43	0,17
5	14,34	233,50	101,25	15,71	0,00	0,00	156,99	3,34

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0,30	-99,48	-0,136	0,00

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 286 di 291
Relazione di calcolo muri		

2	3,76	-39,48	-0,054	0,00
3	7,32	1,58	0,002	0,00
4	10,88	43,10	0,059	0,00
5	14,34	99,48	0,136	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 22 - SLE (Frequente)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
1	0,30	233,50	101,25	15,71	0,00	0,00	156,99	3,34
2	3,76	-9,35	101,25	15,71	10,05	0,79	2,43	0,17
3	7,32	-77,88	101,25	15,71	10,05	49,47	14,21	1,15
4	10,88	-9,35	101,25	15,71	10,05	0,79	2,43	0,17
5	14,34	233,50	101,25	15,71	0,00	0,00	156,99	3,34

Verifiche taglio

N°	X	V	τ _c	A _{sw}
1	0,30	-99,48	-0,136	0,00
2	3,76	-39,48	-0,054	0,00
3	7,32	1,58	0,002	0,00
4	10,88	43,10	0,059	0,00
5	14,34	99,48	0,136	0,00

Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 23 - SLE (Rara)]

Base sezione B = 100 cm

Altezza sezione H = 90,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A _{fi}	A _{fs}	σ _{fs}	σ _{fi}	σ _c
----	---	---	---	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 287 di 291
Relazione di calcolo muri		

1	0,30	233,50	101,25	15,71	0,00	0,00	156,99	3,34
2	3,76	-9,35	101,25	15,71	10,05	0,79	2,43	0,17
3	7,32	-77,88	101,25	15,71	10,05	49,47	14,21	1,15
4	10,88	-9,35	101,25	15,71	10,05	0,79	2,43	0,17
5	14,34	233,50	101,25	15,71	0,00	0,00	156,99	3,34

Verifiche taglio

N°	X	V	τ_c	A_{sw}
1	0,30	-99,48	-0,136	0,00
2	3,76	-39,48	-0,054	0,00
3	7,32	1,58	0,002	0,00
4	10,88	43,10	0,059	0,00
5	14,34	99,48	0,136	0,00

Verifiche fessurazione

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

X_i Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m

M_p Momento, espresse in kNm

M_n Momento, espresse in kNm

w_k Ampiezza fessure, espresse in mm

w_{lim} Apertura limite fessure, espresse in mm

s Distanza media tra le fessure, espresse in mm

ϵ_{sm} Deformazione nelle fessure, espresse in [%]

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Quasi Permanente)]

N°	X	A_{fi}	A_{fs}	M_p	M_n	M	w	w_{lim}	s_m	ϵ_{sm}
1	0,30	15,71	0,00	204,85	-193,84	233,50	0,14	0,20	221,96	0,000036
2	3,76	15,71	10,05	207,03	-203,05	-9,35	0,00	0,20	0,00	0,000000

Cod. elab.: 142SV207ST076CL002 B	Titolo: OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	Data: Ottobre 2011
Nome file: 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	Pagina 288 di 291
Relazione di calcolo muri		

3	7,32	15,71	10,05	207,03	-203,05	-77,88	0,00	0,20	0,00	0,000000
4	10,88	15,71	10,05	207,03	-203,05	-9,35	0,00	0,20	0,00	0,000000
5	14,34	15,71	0,00	204,85	-193,84	233,50	0,14	0,20	221,96	0,000036

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 22 - SLE (Frequente)]

N° X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}	
1	0,30	15,71	0,00	204,85	-193,84	233,50	0,14	0,30	221,96	0,000036
2	3,76	15,71	10,05	207,03	-203,05	-9,35	0,00	0,30	0,00	0,000000
3	7,32	15,71	10,05	207,03	-203,05	-77,88	0,00	0,30	0,00	0,000000
4	10,88	15,71	10,05	207,03	-203,05	-9,35	0,00	0,30	0,00	0,000000
5	14,34	15,71	0,00	204,85	-193,84	233,50	0,14	0,30	221,96	0,000036

Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 23 - SLE (Rara)]

N° X	A _{fi}	A _{fs}	M _p	M _n	M	w	w _{lim}	S _m	ε _{sm}	
1	0,30	15,71	0,00	204,85	-193,84	233,50	0,14	100,00	221,96	0,000036
2	3,76	15,71	10,05	207,03	-203,05	-9,35	0,00	100,00	0,00	0,000000
3	7,32	15,71	10,05	207,03	-203,05	-77,88	0,00	100,00	0,00	0,000000
4	10,88	15,71	10,05	207,03	-203,05	-9,35	0,00	100,00	0,00	0,000000
5	14,34	15,71	0,00	204,85	-193,84	233,50	0,14	100,00	221,96	0,000036

Inviluppo sollecitazioni nodali

Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M _{min} [kNm]	M _{max} [kNm]	V _{min} [kN]	V _{max} [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
0,30	-364,93	-219,62	-129,32	-97,46	99,08	143,98
3,76	-73,46	20,28	-57,60	-36,34	101,25	140,95
7,32	39,80	101,24	-5,03	8,65	101,25	137,84
10,88	-73,46	20,28	39,94	61,36	101,25	140,95
14,34	-364,93	-219,62	97,46	129,32	99,08	143,98

Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32	<i>Pagina</i> 289 di 291
Relazione di calcolo muri		

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 90,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	CS
0,30	15,71	0,00	1,60
3,76	15,71	10,05	7,58
7,32	15,71	10,05	6,61
10,88	15,71	10,05	7,26
14,34	15,71	0,00	1,60

X	V_{Rd}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	A_{sw}
0,30	292,76	0,00	0,00	0,00
3,76	292,76	0,00	0,00	0,00
7,32	292,76	0,00	0,00	0,00
10,88	292,76	0,00	0,00	0,00
14,34	292,76	0,00	0,00	0,00

Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm
Altezza sezione H = 90,00 cm

X	A_{fi}	A_{fs}	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
0,30	15,71	0,00	3,342	156,986	0,000
3,76	15,71	10,05	0,167	2,431	0,790
7,32	15,71	10,05	1,154	14,207	49,467
10,88	15,71	10,05	0,167	2,431	0,790
14,34	15,71	0,00	3,342	156,986	0,000

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 290 di 291

X	τ_c	A_{sw}
0,30	-0,14	0,00
3,76	-0,05	0,00
7,32	0,00	0,00
10,88	0,06	0,00
14,34	0,14	0,00

<i>Cod. elab.:</i> 142SV207ST076CL002 B	<i>Titolo:</i> OPERE D'ARTE MINORI - SOTTOVIA –	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 142SV207ST076CL002_B.docx	SOTTOPASSO ALLA PROGR. 12+675.32 Relazione di calcolo muri	<i>Pagina</i> 291 di 291