

ANAS 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 SUGLI SVINCOLI SVINCOLO A19 - SOTTOVIA 6.1

Relazione di calcolo strutture

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 0 6 0 S I 2 0 6 S T 1 3 Z C L 0 0 1 B

Scala:

F						
E						
D						
C						
B	Ottobre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	G. PALOMBA	R.CAPOCCHI	M. LITI	P. PAGLINI
A	Aprile 2011	EMISSIONE	G. PALOMBA	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 SUGLI SVINCOLI
SVINCOLO A19
SOTTOVIA 6.1
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 1 di 140

INDICE

INDICE	2
1. DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
1.1. LE OPERE PROGETTATE	5
1.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
1.3. DURABILITÀ E PRESCRIZIONI DEI MATERIALI	5
1.3.1. CLASSI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	6
1.3.2. COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE	9
1.3.3. CARATTERISTICHE DEI COSTITUENTI IL CALCESTRUZZO	10
1.3.4. CARATTERISTICHE DELLE MISCELE.....	10
1.4. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	11
1.4.1. TERRENO DI RICOPRIMENTO	11
1.4.2. TERRENI DI FONDAZIONE	12
1.5. DATI SISMICI	13
2. CALCOLO DELLO SPESSORE DI JET-GROUTING	15
3. VERIFICA DI STABILITÀ IN FASE DI SCAVO	16
3.1. GEOMETRIA PARATIA	16
3.2. GEOMETRIA PROFILO TERRENO	17
3.3. DESCRIZIONE TERRENI	17
3.4. DESCRIZIONE STRATIGRAFIA	18
3.5. FALDA	18
3.6. CONDIZIONI DI CARICO	18
3.7. VINCOLI LUNGO L'ALTEZZA DELLA PARATIA	19
3.8. COMBINAZIONI DI CARICO	19
3.9. IMPOSTAZIONI DI PROGETTO	20
3.10. IMPOSTAZIONI DI ANALISI	21
3.11. ANALISI DELLA PARATIA	21
3.12. RISULTATI VINCOLI	23

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 2 di 140

3.13. VALORI MASSIMI E MINIMI SOLLECITAZIONI PER METRO DI PARATIA	25
3.14. SPOSTAMENTI MASSIMI E MINIMI DELLA PARATIA	25
3.15. STABILITÀ GLOBALE	27
4. SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	31
4.1. ANALISI DEI CARICHI	33
4.1.1. PERMANENTI	33
4.1.2. SPINTE DEL TERENO	34
4.2. COMBINAZIONI DI CARICO.....	36
4.3. FASI COSTRUTTIVE.....	37
4.4. VERIFICHE.....	38
4.4.1. VERIFICA DI RESISTENZA	38
4.4.2. VERIFICA A FESSURAZIONE.....	38
4.4.3. VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO.....	38
4.5. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI	39
5. VERIFICHE DI PORTANZA PALI GALLERIA	42
5.1. PALO Ø1200	42
5.1.1. COMBINAZIONE A1-M1	42
5.1.2. COMBINAZIONE A2-M2.....	42
5.2. PALO Ø 800	43
5.2.1. COMBINAZIONE A1-M1	43
5.2.2. COMBINAZIONE A2-M2.....	44
6. VERIFICHE DI RESISTENZA STRUTTURE GALLERIA.....	45
6.1. VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	45
6.1.1. NODO DI ESTREMITÀ	45
6.1.2. NODO CENTRALE	58
6.1.3. CAMPATA	70
6.2. VERIFICA SOLETTA INFERIORE	81
6.2.1. COMBINAZIONE A1-M1	81
6.2.2. COMBINAZIONE A2-M2.....	86

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 3 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

6.3. PALO Ø1200	91
6.3.1. TESTA PALO	91
6.3.2. L = 9.5 M	105
6.4. PALO Ø800	118
6.4.1. TESTA	118
6.4.2. L = 9.5 M	129

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 4 di 140

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Nel seguito si tratterà delle strutture in calcestruzzo armato relative alla realizzazione della Galleria artificiale A19 ubicata al km 0+232,80 dello svincolo con l'autostrada A19.

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 due paratie di pali laterali Ø1200 posti ad interasse 1.5 m ed una paratia di pali centrali Ø800 ad interasse 1.5 m che sorreggono un solettone superiore di spessore 1.00 m gettato in opera contro terra. A completare la struttura un solettone di fondo, anch'esso gettato in opera, di spessore 1.00 m, eseguito successivamente allo scavo del terreno racchiuso tra le tre paratie di pali fino all'intradosso del solettone inferiore.

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 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.

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 5 di 140

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> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 6 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

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 contenete 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.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 7 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Classe esposizione norma UNI 9658	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	Contentori di fanghi e vasche di decantazione. Contentori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo o 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. Contentori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45	
*) 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 condizione di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. **) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

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/m³. 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 ottenere un calcestruzzo indurito a struttura

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 8 di 140

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:

- Solettone superiore, solettone inferiore: XA2;
- Pali paratie e cordolo di testa: XA2.

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- Solettone superiore, solettone inferiore: C 32/40 N/mm² ;
- Pali paratia e cordolo di testa: C 35/45 N/mm² .

Acciaio per armature di tipo B450C

- Modulo di elasticità di Joung (E) 210.000 N/mm²;
- Tensione caratteristica di snervamento $f_{y\text{nom}}$ 450 N/mm²;
- Tensione caratteristica di rottura $f_{t\text{nom}}$ 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: $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + h$.

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 5 cm.

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 9 di 140

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 prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 10 di 140

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).

1.4.1. Terreno di ricoprimento

▶ Peso di volume del terreno	19,00	kN/m ³
▶ Peso di volume saturo del terreno.....	20,00	kN/m ³
▶ Angolo di attrito interno	35°	
▶ Angolo di attrito terra- muro	23.33°	
▶ Coesione	0.00	Mpa

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 11 di 140

1.4.2. Terreni di fondazione

I terreni di fondazione interessanti l'opera possono essere caratterizzati con i parametri seguenti:

Profondità (m)	Litotipo	Parametri Geotecnici
0.00 ÷ 15.00	<u>Alluvioni:</u> sabbie e ghiaie immerse in matrice limo sabbiosa.	$\gamma = 2.0 \text{ T/mc}$
		$Cu = 1.26 \text{ Kg/cmq}$
		$c' = 0.26 \text{ Kg/cmq}$
		$\phi' = 21.73^\circ$
15.00 ÷ 20.00	<u>Argille marnose sommitali alterate – TRV1:</u> argilla limosa plastica ed alterata	$\gamma = 2.09 \text{ T/mc}$
		$Cu = 2.43 \text{ Kg/cmq}$
		$c' = 0.19 \text{ Kg/cmq}$
		$\phi' = 23.6^\circ$
20.00 ÷ 25.00	<u>Argille marnose intermedie – TRV2a:</u> argilla marnosa a tratti scagliosa	$\gamma = 2.06 \text{ T/mc}$
		$Cu = 2.70 \text{ Kg/cmq}$
		$c' = 0.35 \text{ Kg/cmq}$
		$\phi' = 22.9^\circ$
25.00 ÷ in prof.	<u>Argille marnose profonde – TRV2b:</u> argilla marnosa consistente a tratti scagliosa	$\gamma = 2.0 \text{ T/mc}$
		$Cu = 2.7 \text{ Kg/cmq}$
		$c' = 0.43 \text{ Kg/cmq}$
		$\phi' = 21.1^\circ$

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 12 di 140

1.5. DATI SISMICI

DATI SISMICI DI CALCOLO

VITA NOMINALE:

VN = 100 anni

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V _N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

CLASSE D'USO: IV
 COEFFICIENTE D'USO 2.00

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C _U	0,7	1,0	1,5	2,0

Rispostasismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info S_s = 1.496 C_c = 1.318 info
 Categoria topografica **T1** info h/H = 0.000 S_r = 1.000 info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ζ (%) 5 γ = 1.000 info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s 1 Regol. in altezza no info

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con V _s > 800 m/s).

Tabella 1.3: Categorie di sottosuolo

PARAMETRI SPETTRO DI RISPOSTA

Per la verifica sismica delle strutture si prende in considerazione lo stato limite ultimo di salvaguardia della Vita (SLV).

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 13 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.126 g
F_n	2.696
T_C^*	0.502 s
S_S	1.496
C_C	1.318
S_T	1.000
q	0.800

Parametri dipendenti

S	1.496
η	1.250
T_B	0.221 s
T_C	0.662 s
T_D	2.104 s

2. CALCOLO DELLO SPESSORE DI JET-GROUTING

Le opere geotecniche devono essere verificate nei confronti dei possibili stati limite di sollevamento o di sifonamento, come riportato al paragrafo 6.2.3.2 NTC2008 – Norme Tecniche delle costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008. Per la stabilità al sollevamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione in stabilizzante sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti e delle resistenze.

$$V_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d \quad (6.2.4)$$

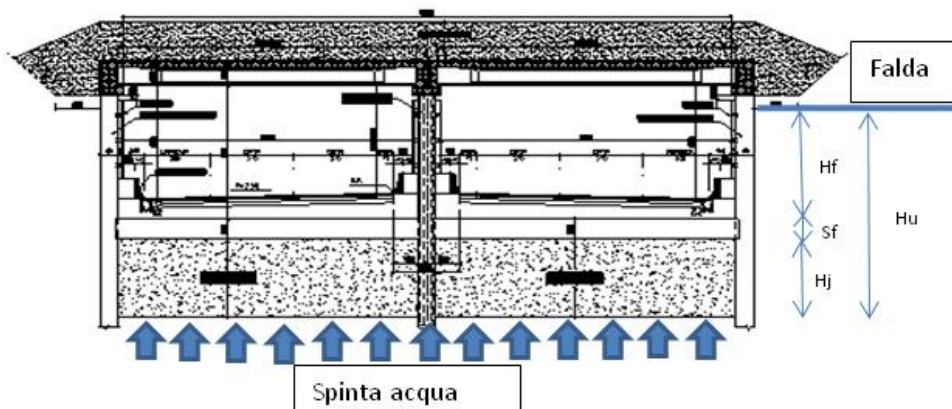
$$\text{dove } V_{inst,d} = G_{inst,d} + Q_{inst,d} \quad (6.2.5)$$

Per le verifiche di stabilità al sollevamento, i relativi coefficienti parziali sulle azioni sono indicati nella tabella seguente. Tali coefficienti devono essere combinati in modo opportuno con quelli relativi ai parametri geotecnici (M2).

Tabella 6.2.III – Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	SOLLEVAMENTO (UPL)
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0
	Sfavorevole		1,5
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0
	Sfavorevole		1,5

(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.



Hf = altezza della falda dall'estradosso della fondazione

Sf = Spessore fondazione

Hj = Spessore Jet-Grouting

Hu = Altezza della falda dall'intradosso del Jet-Grouting

L fond	Hf	Sf	Hj	Hu	Spinta acqua (kN)	P Jet grouting (kN)	CS
19.20	11.50	1.00	17.00	29.50	6230.40	6462.72	1.04

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 15 di 140

3. VERIFICA DI STABILITÀ IN FASE DI SCAVO

Si verifica la stabilità dello scavo che è la situazione più gravosa dal punto di vista geotecnico con uno schema semplificato. Si modella la paratia con un vincolo alla traslazione orizzontale in testa che schematizza il solettone superiore ed un vincolo alla profondità del piano scavo che schematizza il Jet-Grouting. La verifica si effettua considerando solo i pesi propri e le spinte del terreno in condizioni statiche.

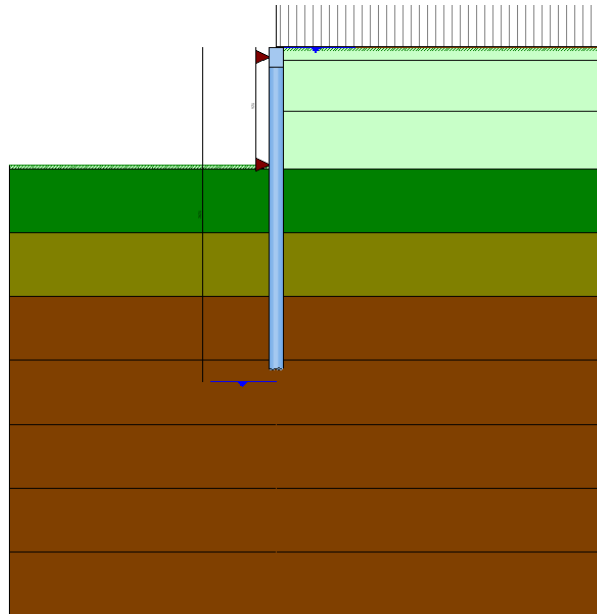


Figura 3.1: Modello paratia in fase di scavo

3.1. GEOMETRIA PARATIA

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	9,50	[m]
Profondità di infissione	16,00	[m]
Altezza totale della paratia	25,50	[m]
Lunghezza paratia	10,00	[m]
Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,50	[m]
Diametro dei pali	120,00	[cm]
Numero totale di pali	6	
Numero di pali per metro lineare	0.60	

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 16 di 140

3.2. GEOMETRIA PROFILO TERRENO

Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

Profilo di monte

N	X	Y	A
2	40,00	0,00	0,00

Profilo di valle

N	X	Y	A
1	-20,00	-9,50	0,00
2	0,00	-9,50	0,00

3.3. DESCRIZIONE TERRENI

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia
Descrizione	Descrizione del terreno
γ	peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	peso di volume saturo del terreno espresso [kN/mc]
ϕ	angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]
δ	angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]
c	coesione del terreno espressa in [kPa]

n°	Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c
1	Alluvioni	20,4600	27,0700	21,73	14,48	26,3

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 17 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

2	Argille marnose	20,9500	27,0400	23,60	15,73	19,1
3	Argille marnose intermedie	20,6700	27,0300	22,95	15,30	35,8
4	Argille marnose profonde	20,0500	26,9600	21,10	14,06	43,5

3.4. DESCRIZIONE STRATIGRAFIA

Simbologia adottata

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

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

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

α inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)

Terreno Terreno associato allo strato

n°	sp	α	kw	Terreno
1	1,00	0,00	0,89	Alluvioni
2	4,00	0,00	1,49	Alluvioni
3	4,50	0,00	2,50	Alluvioni
4	5,00	0,00	3,77	Argille marnose
5	5,00	0,00	5,44	Argille marnose intermedie
6	5,00	0,00	6,36	Argille marnose profonde
7	5,00	0,00	7,49	Argille marnose profonde
8	5,00	0,00	8,61	Argille marnose profonde
9	5,00	0,00	9,74	Argille marnose profonde
10	5,00	0,00	10,87	Argille marnose profonde

3.5. FALDA

Profondità della falda a monte rispetto alla sommità della paratia 0,00 [m]

Profondità della falda a valle rispetto alla sommità della paratia 26,20 [m]

Regime delle pressioni neutre: **Idrodinamico**

3.6. CONDIZIONI DI CARICO

Simbologia e convenzioni adottate

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 18 di 140

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

F_x Forza orizzontale espressa in [kN], positiva da monte verso valle

F_y Forza verticale espressa in [kN], positiva verso il basso

M Momento espresso in [kNm], positivo ribaltante

Q_i, Q_f Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kN/mq]

V_i, V_s Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kN/mq], positivi da monte verso valle

R Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kN]

Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo $X_i = 0,00$ $X_f = 40,00$ $Q_i = 175,95$ $Q_f = 175,95$

3.7. VINCOLI LUNGO L'ALTEZZA DELLA PARATIA

Simbologia adottata

n° numero d'ordine del vincolo

Y ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

V_x Vincolo in direzione orizzontale

K_x Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]

V_r Vincolo alla rotazione

K_r Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

n°	Y	V_x	K_x	V_r	K_r
1	0,75	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	9,20	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

3.8. COMBINAZIONI DI CARICO

Nella tabella sono riportate le condizioni di carico di ogni combinazione con il relativo coefficiente di partecipazione.

Combinazione n° 1 [DA1 - A1M1]

Spinta terreno

Condizione 1 (terreno fuori scavo) x 1.00

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 19 di 140

Combinazione n° 2 [DA1 - A1M1]

Spinta terreno

Condizione 1 (terreno fuori scavo) x 1.00

Combinazione n° 3 [DA1- A2M2]

Spinta terreno

Condizione 1 (terreno fuori scavo) x 1.00

Combinazione n° 4 [DA1- A2M2]

Spinta terreno

Condizione 1 (terreno fuori scavo) x 1.00

Combinazione n° 5

Spinta terreno

Condizione 1 (terreno fuori scavo) x 1.00

Combinazione n° 6

Spinta terreno

Condizione 1 (terreno fuori scavo) x 1.00

Combinazione n° 7

Spinta terreno

Condizione 1 (terreno fuori scavo) x 1.00

3.9. IMPOSTAZIONI DI PROGETTO

Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi *Effetto* *A1* *A2*

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 20 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

3.10. IMPOSTAZIONI DI ANALISI

Analisi per Combinazioni di Carico.

Rottura del terreno: Pressione passiva

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

Stabilità globale: Metodo di Bishop

3.11. ANALISI DELLA PARATIA

L'analisi è stata eseguita per combinazioni di carico

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 190 elementi fuori terra e 320 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 21 di 140

Altezza fuori terra della paratia	9,50	[m]
Profondità di infissione	16,00	[m]
Altezza totale della paratia	25,50	[m]

Forze agenti sulla paratia

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

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Pa Spinta attiva, espressa in [kN]

Is Incremento sismico della spinta, espressa in [kN]

Pw Spinta della falda, espressa in [kN]

Pp Resistenza passiva, espressa in [kN]

Pc Controspinta, espressa in [kN]

n°	Tipo	Pa	Y _{Pa}	Is	Y _{Is}	Pw	Y _{Pw}	Pp	Y _{Pp}	Pc	Y _{Pc}
1	[A1-M1]	1386,08	6,23	--	--	0,00	0,00	-8,20	23,59	146,19	13,64
2	[A1-M1]	956,24	6,15	--	--	0,00	0,00	-6,36	23,61	113,57	13,67
3	[A2-M2]	1398,82	6,71	--	--	0,00	0,00	-4,84	23,00	77,20	13,13
4	[A2-M2]	1398,82	6,71	--	--	0,00	0,00	-4,84	23,00	77,20	13,13
5	[SLEQ]	956,24	6,15	--	--	0,00	0,00	-6,36	23,61	113,57	13,67
6	[SLEF]	956,24	6,15	--	--	0,00	0,00	-6,36	23,61	113,57	13,67
7	[SLER]	956,24	6,15	--	--	0,00	0,00	-6,36	23,61	113,57	13,67

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

Rc Risultante carichi esterni applicati, espressa in [kN]

Rt Risultante delle reazioni dei tiranti (componente orizzontale), espressa in [kN]

Rv Risultante delle reazioni dei vincoli, espressa in [kN]

Rp Risultante delle reazioni dei puntoni, espressa in [kN]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 22 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

n°	Tipo	Rc	Y _{Rc}	Rt	Y _{Rt}	Rv	Y _{Rv}	Rp	Y _{Rp}
1	[A1-M1]	0,00	0,00	--	--	-1524,07	6,85	--	--
2	[A1-M1]	0,00	0,00	--	--	-1063,45	6,85	--	--
3	[A2-M2]	0,00	0,00	--	--	-1471,17	6,99	--	--
4	[A2-M2]	0,00	0,00	--	--	-1471,17	6,99	--	--
5	[SLEQ]	0,00	0,00	--	--	-1063,45	6,85	--	--
6	[SLEF]	0,00	0,00	--	--	-1063,45	6,85	--	--
7	[SLER]	0,00	0,00	--	--	-1063,45	6,85	--	--

Simbologia adottata

n° Indice della Combinazione/Fase

Tipo Tipo della Combinazione/Fase

P_{NUL} Punto di nullo del diagramma, espresso in [m]

P_{INV} Punto di inversione del diagramma, espresso in [m]

C_{ROT} Punto Centro di rotazione, espresso in [m]

MP Percentuale molle plasticizzate, espressa in [%]

R/R_{MAX} Rapporto tra lo sforzo reale nelle molle e lo sforzo che le molle sarebbero in grado di esplicare, espresso in [%]

Pp Portanza di punta, espressa in [kN]

n°	Tipo	P _{NUL}	P _{INV}	C _{ROT}	MP	R/R _{MAX}	Pp
1	[A1-M1]	11,99	9,50	20,56	0.00	0,69	4096,25
2	[A1-M1]	11,51	9,50	20,60	0.00	0,67	4096,25
3	[A2-M2]	13,82	24,55	19,72	0.00	0,61	2808,00
4	[A2-M2]	13,82	24,55	19,72	0.00	0,61	2808,00
5	[SLEQ]	11,51	9,50	20,60	0.00	0,67	4096,25
6	[SLEF]	11,51	9,50	20,60	0.00	0,67	4096,25
7	[SLER]	11,51	9,50	20,60	0.00	0,67	4096,25

3.12. RISULTATI VINCOLI

Simbologia adottata

n° Indice del vincolo

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 23 di 140

- Y posizione del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
 R_x/ml reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kN]
 R_θ/ml reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kNm]
 u spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

Combinazione n° 1

n°	Y	R_x	R_θ	u
1	0,75	-423,8258	--	0,00
2	9,20	-1100,2443	--	0,00

Combinazione n° 2

n°	Y	R_x	R_θ	u
1	0,75	-296,3438	--	0,00
2	9,20	-767,1046	--	0,00

Combinazione n° 3

n°	Y	R_x	R_θ	u
1	0,75	-384,0971	--	0,00
2	9,20	-1087,0735	--	0,00

Combinazione n° 4

n°	Y	R_x	R_θ	u
1	0,75	-384,0971	--	0,00
2	9,20	-1087,0735	--	0,00

Combinazione n° 5

n°	Y	R_x	R_θ	u
1	0,75	-296,3438	--	0,00
2	9,20	-767,1046	--	0,00

Combinazione n° 6

n°	Y	R_x	R_θ	u
1	0,75	-296,3438	--	0,00

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 24 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

2 9,20 -767,1046 -- 0,00

Combinazione n° 7

n°	Y	R _x	R _θ	u
1	0,75	-296,3438	--	0,00
2	9,20	-767,1046	--	0,00

3.13. VALORI MASSIMI E MINIMI SOLLECITAZIONI PER METRO DI PARATIA

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

Y ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]

M momento flettente massimo e minimo espresso in [kNm]

N sforzo normale massimo e minimo espresso in [kN] (positivo di compressione)

T taglio massimo e minimo espresso in [kN]

n°	Tipo	M	Y _M	T	Y _T	N	Y _N	
1	[A1-M1]	764,85	9,20	715,54	9,20	424,24	25,50	MAX
--	--	-766,72	4,60	-384,70	9,20	0,00	0,00	MIN
2	[A1-M1]	535,74	9,20	514,11	9,20	424,24	25,50	MAX
--	--	-551,49	4,65	-262,79	0,75	0,00	0,00	MIN
3	[A2-M2]	757,46	9,20	663,53	9,20	424,24	25,50	MAX
--	--	-680,24	4,55	-423,54	9,20	0,00	0,00	MIN
4	[A2-M2]	757,46	9,20	663,53	9,20	424,24	25,50	MAX
--	--	-680,24	4,55	-423,54	9,20	0,00	0,00	MIN
5	[SLEQ]	535,74	9,20	514,11	9,20	424,24	25,50	MAX
--	--	-551,49	4,65	-262,79	0,75	0,00	0,00	MIN
6	[SLEF]	535,74	9,20	514,11	9,20	424,24	25,50	MAX
--	--	-551,49	4,65	-262,79	0,75	0,00	0,00	MIN
7	[SLER]	535,74	9,20	514,11	9,20	424,24	25,50	MAX
--	--	-551,49	4,65	-262,79	0,75	0,00	0,00	MIN

3.14. SPOSTAMENTI MASSIMI E MINIMI DELLA PARATIA

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 25 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]

U spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle

V spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

n°	Tipo	U	Y _U	V	Y _V	
1	[A1-M1]	0,2400	4,75	0,0230	0,00	MAX
--	--	-0,0712	0,00	0,0000	0,00	MIN
2	[A1-M1]	0,1735	4,75	0,0230	0,00	MAX
--	--	-0,0512	0,00	0,0000	0,00	MIN
3	[A2-M2]	0,2094	4,70	0,0230	0,00	MAX
--	--	-0,0627	0,00	0,0000	0,00	MIN
4	[A2-M2]	0,2094	4,70	0,0230	0,00	MAX
--	--	-0,0627	0,00	0,0000	0,00	MIN
5	[SLEQ]	0,1735	4,75	0,0230	0,00	MAX
--	--	-0,0512	0,00	0,0000	0,00	MIN
6	[SLEF]	0,1735	4,75	0,0230	0,00	MAX
--	--	-0,0512	0,00	0,0000	0,00	MIN
7	[SLER]	0,1735	4,75	0,0230	0,00	MAX
--	--	-0,0512	0,00	0,0000	0,00	MIN

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 26 di 140

3.15. STABILITÀ GLOBALE

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 100

Simbologia adottata

n° Indice della combinazione/fase

Tipo Tipo della combinazione/fase

(X_C; Y_C) Coordinate centro cerchio superficie di scorrimento, espresse in [m]

R Raggio cerchio superficie di scorrimento, espresso in [m]

(X_V; Y_V) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a valle, espresse in [m]

(X_M; Y_M) Coordinate intersezione del cerchio con il pendio a monte, espresse in [m]

FS Coefficiente di sicurezza

n°	Tipo	(X _C , Y _C)	R	(X _V , Y _V)	(X _M , Y _M)	FS
3	[A2-M2]	(-2,55; 7,65)	22,63	(-17,32; -9,49)	(18,75; 0,00)	1,40
4	[A2-M2]	(-2,55; 7,65)	22,63	(-17,32; -9,49)	(18,75; 0,00)	1,40

Combinazione n° 3

Numero di strisce 50

Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kN]

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

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

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

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 27 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

- b* larghezza della striscia espressa in [m]
L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ($L=b/\cos\alpha$)
u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]
 Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espresse in [kN]

Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	ϕ	c	u	(Ctn; Ctt)
1	4,3574	-39,57	-283,05	0,94	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
2	13,0150	-37,24	-803,09	0,91	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
3	20,9803	-34,98	-1226,32	0,88	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
4	28,3109	-32,77	-1562,69	0,86	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
5	35,0543	-30,62	-1820,85	0,84	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
6	41,2503	-28,52	-2008,49	0,82	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
7	46,9320	-26,46	-2132,44	0,81	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
8	52,1277	-24,44	-2198,92	0,79	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
9	56,8614	-22,44	-2213,62	0,78	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
10	61,1536	-20,48	-2181,77	0,77	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
11	65,0218	-18,54	-2108,24	0,76	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
12	68,4811	-16,62	-1997,63	0,75	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
13	71,5443	-14,72	-1854,24	0,75	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
14	74,2224	-12,84	-1682,19	0,74	19,27	15,3	0,0	(0,00; 0,00)
15	76,5122	-10,97	-1485,18	0,74	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
16	78,4203	-9,12	-1267,12	0,73	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
17	79,9713	-7,27	-1032,02	0,73	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
18	81,1701	-5,43	-783,44	0,73	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
19	82,0206	-3,60	-524,83	0,72	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
20	82,5253	-1,77	-259,60	0,72	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
21	82,6858	0,06	8,87	0,72	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
22	82,5026	1,89	277,24	0,72	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
23	81,9751	3,72	542,13	0,72	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
24	81,1018	5,55	800,19	0,73	18,71	28,6	0,0	(0,00; 0,00)
25	415,4831	7,39	5450,44	0,73	18,71	28,6	145,0	(0,00; 0,00)
26	413,4277	9,24	6767,42	0,73	18,71	28,6	144,0	(0,00; 0,00)
27	410,9057	11,09	8061,89	0,73	18,71	28,6	142,7	(0,00; 0,00)

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 28 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

28	407,9085	12,96	9329,09	0,74	19,27	15,3	141,2	(0,00; 0,00)
29	404,4260	14,84	10564,14	0,75	19,27	15,3	139,4	(0,00; 0,00)
30	400,4466	16,74	11761,97	0,75	19,27	15,3	137,4	(0,00; 0,00)
31	395,9562	18,66	12917,26	0,76	19,27	15,3	135,2	(0,00; 0,00)
32	390,9380	20,60	14024,45	0,77	19,27	15,3	132,7	(0,00; 0,00)
33	385,3725	22,56	15077,60	0,78	19,27	15,3	129,9	(0,00; 0,00)
34	379,2370	24,56	16070,44	0,79	19,27	15,3	126,8	(0,00; 0,00)
35	372,5047	26,58	16996,18	0,81	19,27	15,3	123,4	(0,00; 0,00)
36	365,1445	28,64	17847,48	0,82	19,27	15,3	119,7	(0,00; 0,00)
37	357,1198	30,75	18616,31	0,84	19,27	15,3	115,7	(0,00; 0,00)
38	348,3873	32,90	19293,80	0,86	19,27	15,3	111,3	(0,00; 0,00)
39	338,8954	35,10	19870,04	0,88	19,27	15,3	106,5	(0,00; 0,00)
40	328,5824	37,36	20333,79	0,91	19,27	15,3	101,3	(0,00; 0,00)
41	317,3731	39,70	20672,16	0,94	19,27	15,3	95,7	(0,00; 0,00)
42	305,1672	42,12	20869,56	0,97	17,68	21,0	89,5	(0,00; 0,00)
43	291,8501	44,63	20908,07	1,01	17,68	21,0	82,9	(0,00; 0,00)
44	277,2790	47,26	20766,18	1,06	17,68	21,0	75,5	(0,00; 0,00)
45	261,2596	50,03	20416,50	1,12	17,68	21,0	67,5	(0,00; 0,00)
46	243,5277	52,97	19823,43	1,20	17,68	21,0	58,6	(0,00; 0,00)
47	223,7090	56,12	18938,65	1,29	17,68	21,0	48,6	(0,00; 0,00)
48	201,2396	59,56	17692,33	1,42	17,68	21,0	37,3	(0,00; 0,00)
49	175,1928	63,41	15974,31	1,61	17,68	21,0	24,3	(0,00; 0,00)
50	144,0164	67,64	13580,76	1,90	17,68	21,0	8,6	(0,00; 0,00)

Resistenza a taglio paratia= 1518,9258 [kN]

$\Sigma W_i = 10003,5474$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 3773,9230$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 3409,2054$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.20$

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 29 di 140

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 30 di 140

4. SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo delle sollecitazioni agenti nell'elemento strutturale viene eseguito mediante l'ausilio di un software di calcolo dedicato: MIDAS Civil v. 2.2. Per le verifiche strutturali si utilizza un modello piano a telaio considerando una sezione di galleria larga 4.50 m che comprende 3 pali. Tutti gli elementi vengono schematizzati con elementi di tipo "frame" posizionati in corrispondenza dell'asse del relativo elemento strutturale e dotati ciascuno della corrispondente area ed inerzia, secondo il metodo degli elementi finiti. In particolare il solettone di fondo è schematizzato come puntone reagente solo a compressione, infatti per l'elemento "frame" che schematizza tale elemento sono stati considerati sia nel nodo iniziale che nel nodo finale dei "beam end release", svincolando il nodo iniziale e finale alla rotazione. Il terreno viene modellato mediante molle alla Winkler con proprietà variabili in funzione della quota dal piano compagna. Le molle al di sopra della linea di fondo scavo hanno un comportamento lineare reagente solo a compressione. Le molle al di sotto della linea di fondo scavo hanno un comportamento lineare reagente sia a compressione che a trazione per considerare il fatto che il palo risulta immerso nel terreno. Pertanto, per spostamenti verso X+, reagisce il terreno posto alla destra del palo con rigidezza elevata e pari a 100000 KN/mc per la presenza del Jet-Grouting, mentre per spostamenti verso X- reagisce il terreno posto alla sinistra del palo.

DATI						
Quota falda monte		12.70 m				
Quota falda valle		-17.00 m				
carico a monte		0.00 kN/mq				
Larghezza modello		4.50				
nodo	Z m	terreno	kw kN/mc	ΔZ m	MOLLE A MONTE k kN/m	MOLLE A VALLE k kN/m
pc	16.00	Ricoprim	15'000	3.25	0	0
ric	9.50	Ricoprim	15'000	3.25	0	0
93	9.50	A	15'000	0.75	50'625	0
92	8.00	A	15'000	1.25	84'375	0
91	7.00	A	15'000	1.00	67'500	0
17	6.00	A	15'000	1.00	67'500	0
16	5.00	A	15'000	1.00	67'500	0
15	4.00	A	15'000	1.00	67'500	0
14	3.00	A	15'000	1.00	67'500	0
13	2.00	A	15'000	1.00	67'500	0
12	1.00	A	15'000	1.00	67'500	0
11	0.00	A	18'000	1.00	81'000	0
10	-1.00	B	18'000	1.00	81'000	450'000
9	-2.00	B	18'000	1.00	81'000	450'000
8	-3.00	B	18'000	1.00	81'000	450'000
7	-4.00	B	20'000	1.00	90'000	450'000
6	-5.00	B	20'000	1.00	90'000	450'000
5	-6.00	C	20'000	1.00	90'000	450'000
4	-7.00	C	20'000	1.00	90'000	450'000
3	-8.00	C	20'000	1.00	90'000	450'000
2	-9.00	C	20'000	1.00	90'000	450'000
1	-10.00	C	20'000	0.50	45'000	225'000

Tabella 4.1: Valori di rigidezza delle molle

Nella configurazione iniziale indeformata si suppongono agenti sui piedritti le spinte attive del terreno esistente sia nella combinazione A1-M1 che nella combinazione A2-M2 per le varie fasi definite. Nelle figure seguenti si riporta una vista 3d del modello e la corrispondente vista piana. Il sistema di riferimento presenta l'asse Z verticale, l'asse X è

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 31 di 140

l'asse orizzontale nel piano che contiene il telaio che schematizza la galleria artificiale e l'asse Y è ortogonale al piano XZ.

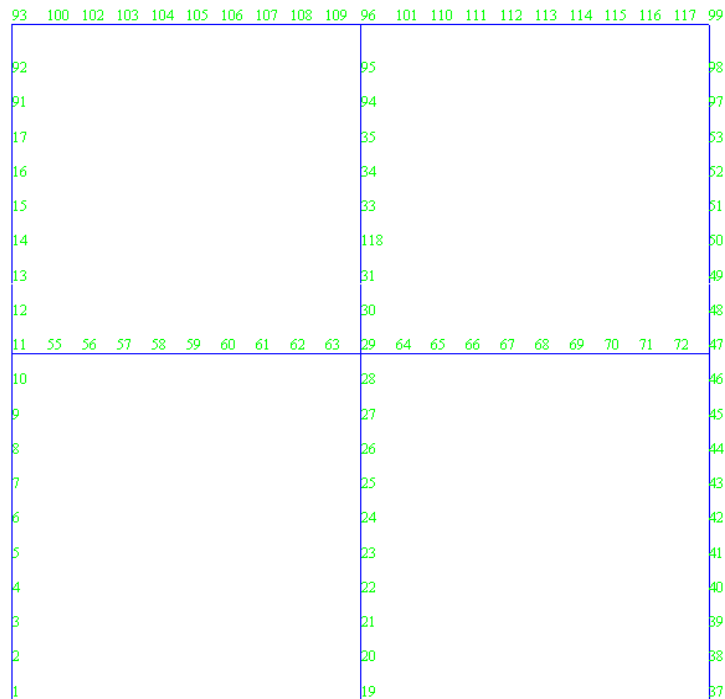
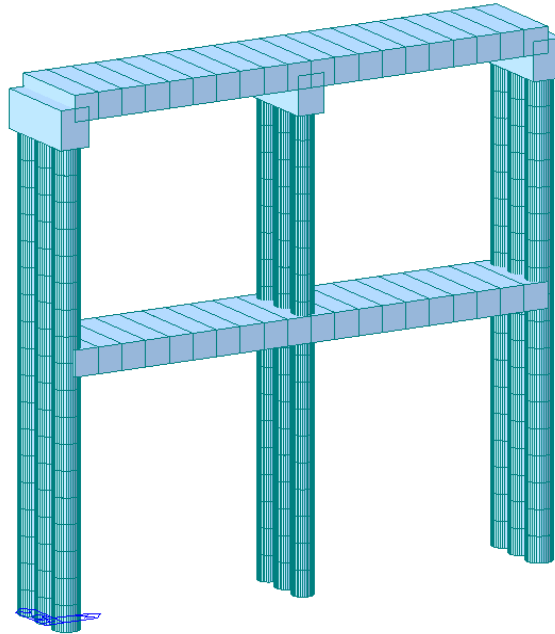


Figura 4.1: Modello di calcolo

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 32 di 140

4.1. ANALISI DEI CARICHI

I carichi a cui è soggetto il telaio sono:

- Pesì propri della struttura e del ricoprimento;
- Spinte statiche del terreno;
- Carichi mobili;
- Incremento di spinta dovuto al sisma;
- Forze inerziali dovute alla massa della struttura e dei permanenti.

4.1.1. Permanenti

Il peso proprio degli elementi strutturali viene automaticamente calcolato dal programma di calcolo mentre di seguito si riportano i valori delle azioni associate al ricoprimento di terreno presente al di sopra della soletta superiore.

GEOMETRIA

Hricoprimento	6.500 m
Hpieditti	19.500 m
L modello	4.500 m

PARAMETRI GEOTECNICI TERRENO LATERALE

	A1-M1	A2-M2
γ	27.07 kN/mc	27.07 kN/mc
\emptyset	21.73 °	17.68 °
δ	14.49 °	11.79 °
k_0	0.630	0.696
$k_a =$	0.409	0.479
$k_{a+} =$	0.574	0.669
$k_{a-} =$	0.624	0.731
$k_p =$	2.176	1.985
$k_{p+} =$	2.043	1.705
$k_{p-} =$	1.971	1.633

Pressione vert. su calotta:

20.00x6.50 =

Azioni sul solettone su modello

585 kN/m

Azioni sul solettone a mq

130.00 kN/mq

Inerzia orizzontale riemp:

130.00x0.1885 =

110 kN/m

24.50 kN/mq

Inerzia verticale riemp:

130.00x0.0942 =

55 kN/m

12.25 kN/mq

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 33 di 140

4.1.2. Spinte del terreno

4.1.2.1. Spinte del terreno in fase di scavo

DATI					SPINTA A MONTE				SPINTA A VALLE				SPINTA STAT KN
Quota falda monte	12.70 m				σ_v	u	σ_a	σ_p	σ_v	u	σ_a	σ_p	
Quota falda valle	-17.00 m				kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	
carico a monte	0.00 kN/mq												
Larghezza modello	4.50												
nodo	Z m	terreno	kw kN/mc	ΔZ m									
93	9.50	A	15'000	0.75	130.0	32.0	33.2	322.8	0.0	0.0	0.0	0.0	112.0
92	8.00	A	15'000	1.25	170.6	47.0	58.7	393.5	0.0	0.0	0.0	0.0	330.1
91	7.00	A	15'000	1.00	197.7	57.0	75.7	440.6	0.0	0.0	0.0	0.0	340.5
17	6.00	A	15'000	1.00	224.7	67.0	92.7	487.7	0.0	0.0	0.0	0.0	416.9
16	5.00	A	15'000	1.00	251.8	77.0	109.6	534.9	0.0	0.0	0.0	0.0	493.4
15	4.00	A	15'000	1.00	278.9	87.0	126.6	582.0	0.0	0.0	0.0	0.0	569.9
14	3.00	A	15'000	1.00	306.0	97.0	143.6	629.2	0.0	0.0	0.0	0.0	646.3
13	2.00	A	15'000	1.00	333.0	107.0	160.6	676.3	0.0	0.0	0.0	0.0	722.8
12	1.00	A	15'000	1.00	360.1	117.0	177.6	723.4	0.0	0.0	0.0	0.0	799.2
11	0.00	A	18'000	1.00	387.2	127.0	194.6	770.6	0.0	0.0	0.0	0.0	875.7
10	-1.00	B	18'000	1.00	414.2	137.0	215.5	842.8	22.0	0.0	0.0	408.1	969.6
9	-2.00	B	18'000	1.00	441.2	147.0	232.0	892.6	44.0	0.0	0.0	457.9	1043.8
8	-3.00	B	18'000	1.00	468.3	157.0	248.5	942.4	66.0	0.0	0.0	507.6	1118.0
7	-4.00	B	20'000	1.00	495.3	167.0	264.9	992.2	88.0	0.0	0.0	557.4	1192.2
6	-5.00	B	20'000	1.00	522.4	177.0	281.4	1042.0	110.0	0.0	0.0	607.2	1266.4
5	-6.00	C	20'000	1.00	549.4	187.0	277.1	1120.6	132.0	0.0	0.0	656.9	1246.9
4	-7.00	C	20'000	1.00	576.4	197.0	293.7	1169.4	154.0	0.0	0.0	706.7	1321.8
3	-8.00	C	20'000	1.00	603.5	207.0	310.4	1218.2	176.0	0.0	0.0	756.4	1396.8
2	-9.00	C	20'000	1.00	630.5	217.0	327.0	1267.0	198.0	0.0	0.0	806.2	1471.7
1	-10.00	C	20'000	0.50	657.5	227.0	343.7	1315.8	220.0	0.0	0.0	856.0	773.3

Tabella 4.2: Spinte terreno in fase di scavo A1-M1

DATI					MONTE				VALLE				SPINTA STAT KN
Quota falda monte	12.7 m				σ_v	u	σ_a	σ_p	σ_v	u	σ_a	σ_p	
Quota falda valle	-17 m				kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	
carico a monte	0 kN/mq												
Larghezza modello	4.5												
nodo	Z m	terreno superiore	kw kN/mc	ΔZ m									
93	9.50	A	15'000	0.75	130.0	32.0	44.7	273.1	0.0	0.0	0.0	0.0	150.7
92	8.00	A	15'000	1.25	170.6	47.0	71.9	336.0	0.0	0.0	0.0	0.0	404.6
91	7.00	A	15'000	1.00	197.7	57.0	90.1	378.0	0.0	0.0	0.0	0.0	405.5
17	6.00	A	15'000	1.00	224.7	67.0	108.3	419.9	0.0	0.0	0.0	0.0	487.3
16	5.00	A	15'000	1.00	251.8	77.0	126.5	461.9	0.0	0.0	0.0	0.0	569.2
15	4.00	A	15'000	1.00	278.9	87.0	144.7	503.9	0.0	0.0	0.0	0.0	651.0
14	3.00	A	15'000	1.00	306.0	97.0	162.8	545.8	0.0	0.0	0.0	0.0	732.8
13	2.00	A	15'000	1.00	333.0	107.0	181.0	587.8	0.0	0.0	0.0	0.0	814.6
12	1.00	A	15'000	1.00	360.1	117.0	199.2	629.8	0.0	0.0	0.0	0.0	896.5
11	0.00	A	18'000	1.00	387.2	127.0	217.4	671.7	0.0	0.0	0.0	0.0	978.3
10	-1.00	B	18'000	1.00	414.2	137.0	237.9	730.3	22.0	0.0	0.0	307.6	1070.4
9	-2.00	B	18'000	1.00	441.2	147.0	255.6	774.1	44.0	0.0	0.0	350.1	1150.0
8	-3.00	B	18'000	1.00	468.3	157.0	273.2	818.0	66.0	0.0	0.0	392.6	1229.6
7	-4.00	B	20'000	1.00	495.3	167.0	290.9	861.8	88.0	0.0	0.0	435.2	1309.1
6	-5.00	B	20'000	1.00	522.4	177.0	308.6	905.6	110.0	0.0	0.0	477.7	1388.7
5	-6.00	C	20'000	1.00	549.4	187.0	308.3	971.6	132.0	0.0	0.0	520.2	1387.5
4	-7.00	C	20'000	1.00	576.4	197.0	326.2	1014.7	154.0	0.0	0.0	562.8	1467.7
3	-8.00	C	20'000	1.00	603.5	207.0	344.0	1057.8	176.0	0.0	0.0	605.3	1548.0
2	-9.00	C	20'000	1.00	630.5	217.0	361.8	1100.9	198.0	0.0	0.0	647.8	1628.3
1	-10.00	C	20'000	0.50	657.5	227.0	379.7	1144.1	220.0	0.0	0.0	690.4	854.3

Tabella 4.3: Spinte del terreno in fase di scavo A2-M2

4.1.2.2. Spinte del terreno in fase di esercizio

Nella fase di esercizio, rispetto alla fase di scavo, si considera agente sul solettone di copertura il carico dovuto al riempimento inizialmente assente.

Pressione vert. su calotta:	Azioni sul solettone su modello	Azioni sul solettone a mq
20.00x6.50 =	585 kN/m	130.00 kN/mq
Inerzia orizzontale riemp:		
130.00x0.1885 =	110 kN/m	24.50 kN/mq
Inerzia verticale riemp:		
130.00x0.0942 =	55 kN/m	12.25 kN/mq

4.1.2.3. Spinte del terreno in fase sismica

z m	ΔZ m	A1-M1	A2-M2
		Forza nodo KN	Forza nodo KN
9.5	0.750	164.087	188.855
8	1.250	273.479	314.758
7	1.000	218.783	251.806
6	1.000	218.783	251.806
5	1.000	218.783	251.806
4	1.000	218.783	251.806
3	1.000	218.783	251.806
2	1.000	218.783	251.806
1	1.000	218.783	251.806
0	1.000	218.783	251.806
-1	1.000	218.783	251.806
-2	1.000	218.783	251.806
-3	1.000	218.783	251.806
-4	1.000	218.783	251.806
-5	1.000	218.783	251.806
-6	1.000	218.783	251.806
-7	1.000	218.783	251.806
-8	1.000	218.783	251.806
-9	1.000	218.783	251.806
-10	0.500	109.392	125.903

Tabella 4.4: Incremento di spinta in fase sismica A1-M1-A2-M2

4.2. COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito si riportano i coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU delle azioni A1 e A2.

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Di seguito si riportano i coefficienti parziali di sicurezza per le azioni definite nel capitolo 6 associata 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_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 36 di 140

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
Peso dell'unità di volume	γ	γ_Y	1,0	1,0

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).

4.3. FASI COSTRUTTIVE

Per ottenere le sollecitazioni corrette la struttura viene analizzata tenendo conto della sequenza delle fasi con cui essa viene realizzata. Si riporta di seguito la sequenza delle fasi con indicazione della combinazione di carico che si viene a realizzare in ciascuna di esse:

FASE 0 : (Fase di scavo)

- Realizzazione paratie e soletta superiore;
- realizzazione scavo all'interno fino a fondo scavo;
- applicazione dei pesi propri e delle spinte del terreno in fase di scavo.

FASE 1: (Fase di esercizio)

- Realizzazione soletta inferiore;
- ricoprimento dello scatolare con applicazione dei relativi pesi, carichi permanenti;

SISMA:

- La struttura si presenta completa con le tre paratie di pali, il solettone superiore ed il solettone inferiore;
- applicazione forze inerziali e incremento sismico di spinta del terreno sui piedritti.

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 37 di 140

4.4. VERIFICHE

4.4.1. Verifica di resistenza

La verifica consiste nel controllare che il valore della resistenza di calcolo risulti superiore alla sollecitazione agente.

$$R_d \geq A$$

4.4.2. Verifica a fessurazione

La verifica consiste nel controllare che il valore di calcolo dell'apertura delle fessure rispetti le limitazioni imposte dalla normativa. La normativa definisce lo stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

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

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

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

4.4.3. Verifica delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati:

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

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente}$$

$$\sigma_s < 0,8 f_{yk}$$

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 38 di 140

4.5. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

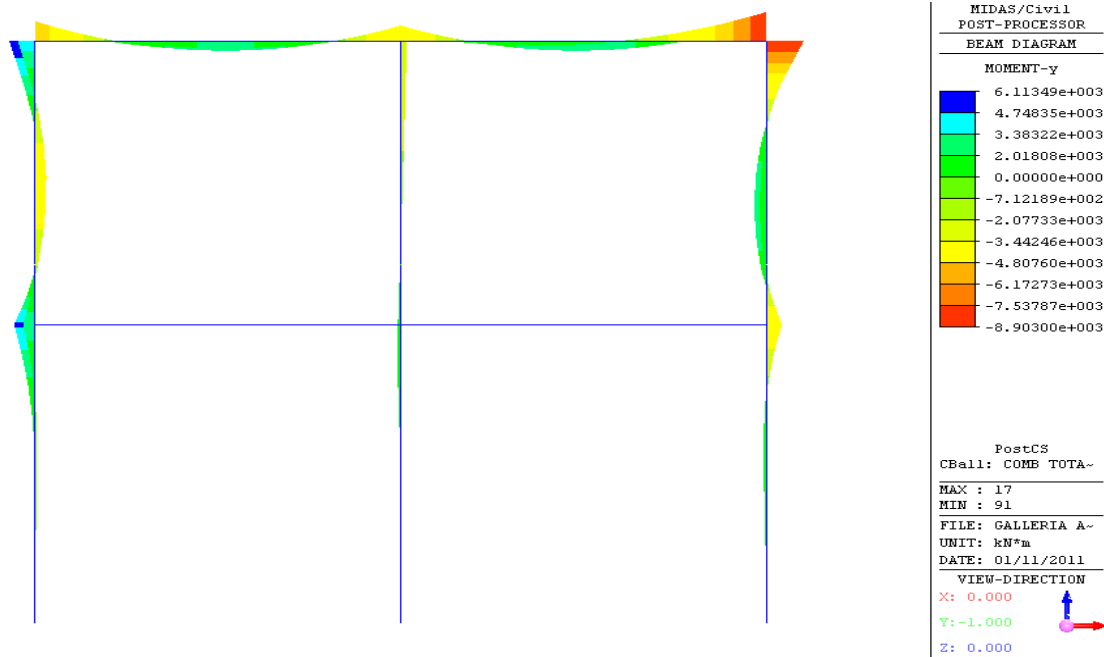


Figura 4.2: Involuppo diagramma del momento flettente A1-M1

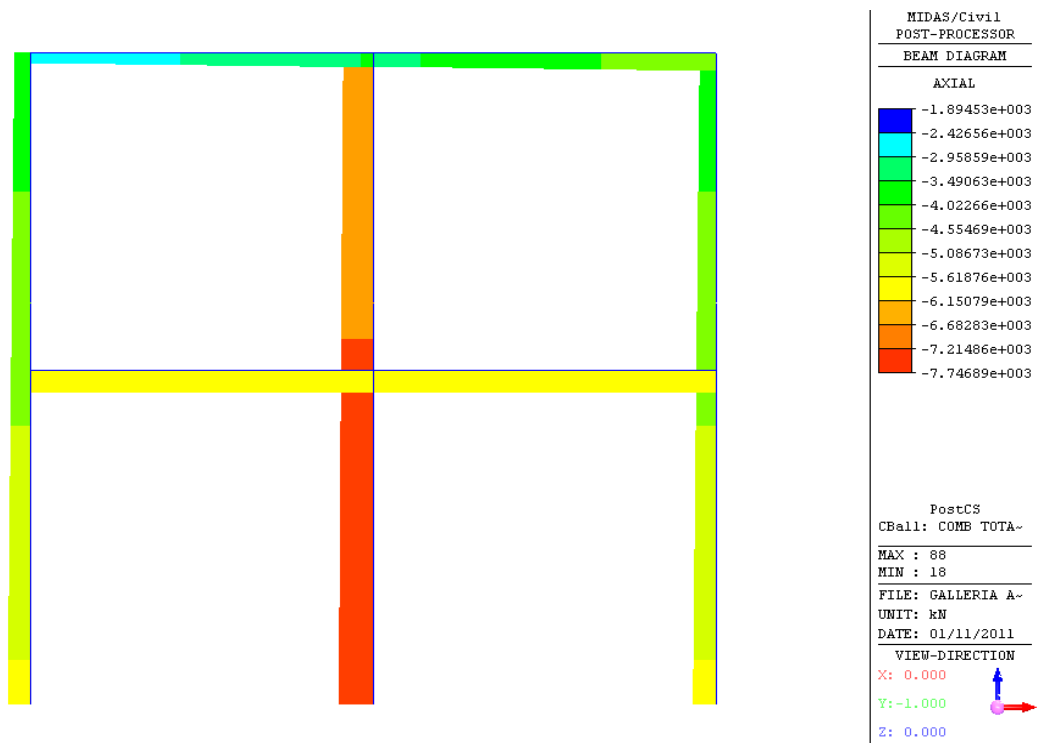


Figura 4.3: Involuppo diagramma dello sforzo normale A1-M1

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 39 di 140

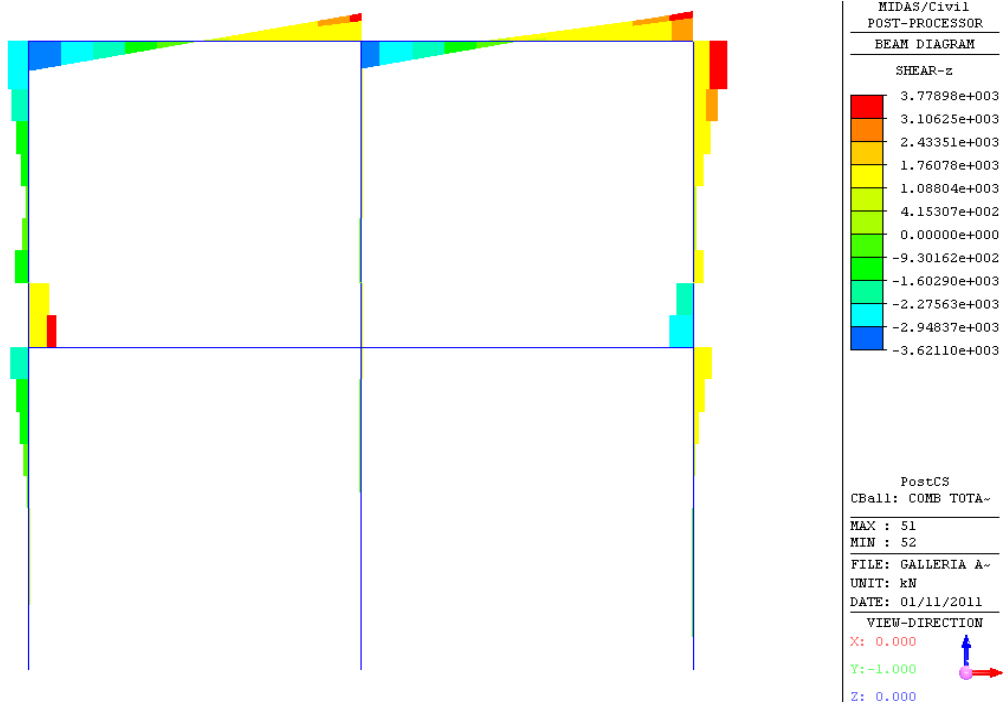


Figura 4.4: Involuppo diagramma del taglio A1-M1

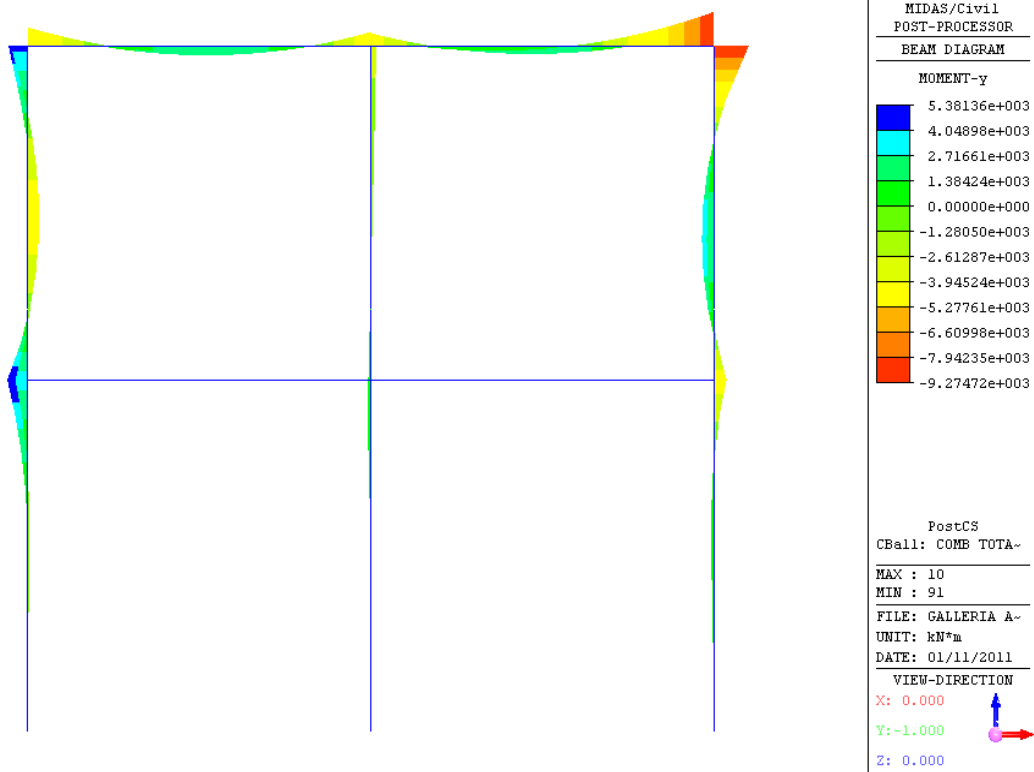


Figura 4.5: Involuppo diagramma del momento flettente A2-M2

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 40 di 140

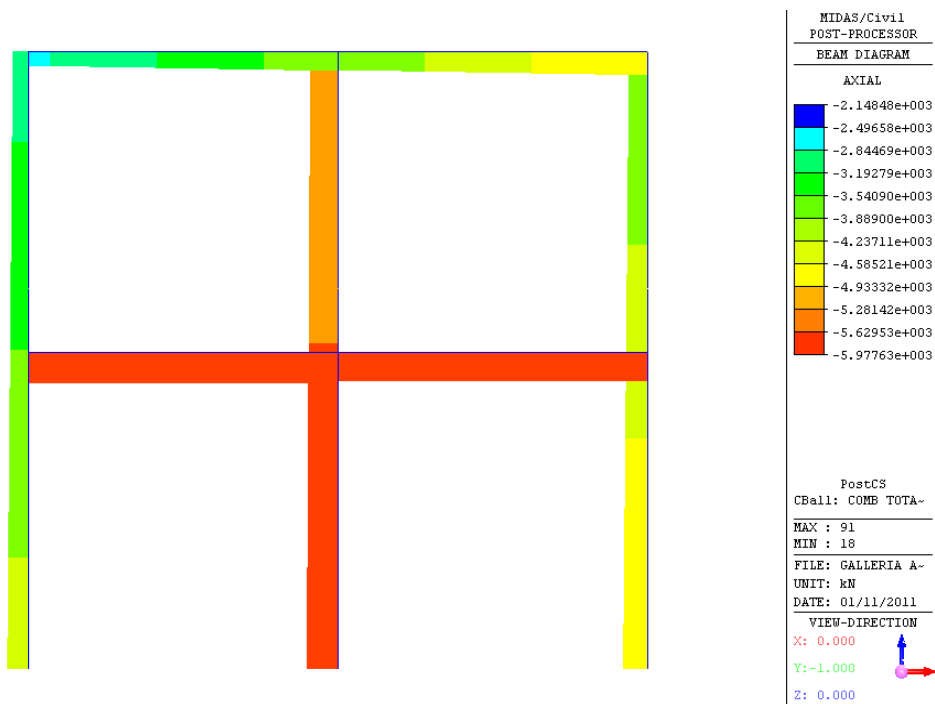


Figura 4.6: Involuppo diagramma dello sforzo normale A2-M2

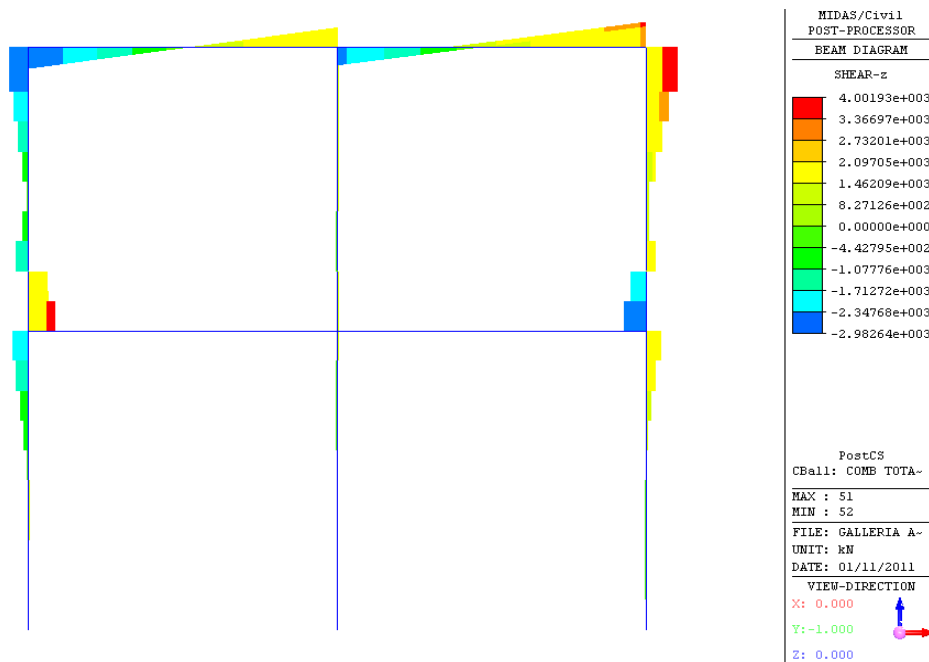


Figura 4.7: Involuppo diagramma del taglio A2-M2

Tutti i diagrammi delle sollecitazioni si riferiscono all'intero modello largo 4,50 m.

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 41 di 140

5. VERIFICHE DI PORTANZA PALI GALLERIA

5.1. PALO Ø1200

5.1.1. Combinazione A1-M1

CALCOLO PORTANZA PALI PARATIA A1-M1		
PORTANZA BASE		
Rbk	3563 kN	(Capacità portante caratteristica)
γ _b	1.00	
Rbd	3563 kN	(Capacità portante di calcolo)
PORTANZA LATERALE		
Rsk	2820 kN	(Capacità portante caratteristica)
γ _s	1.00	
Rsd	2820 kN	(Capacità portante di calcolo)
VERIFICA DI PORTANZA		
Rcd	6383 kN	(Capacità portante totale di calcolo)
P	2244 kN	(Scarico massimo palo)
L palo	16.00 m	(Lunghezza di infissione palo)
F.S.	2.84	(Fattore di sicurezza)
PARATIA VERIFICATA		

5.1.2. Combinazione A2-M2

PARAMETRI DEL TERRENO RIDOTTI B		
Parametri del Terreno	Coefficienti di Sicurezza	Parametri del terreno ridotti (Comb. A2-M2)
φ 23.6 °	1.25	φ 19.3 °
c' 19.13 kPa	1.25	c' 15.304 kPa
Cu 243 kPa	1.4	Cu 173.57 kPa
γ 20.95 kN/mc	1	γ 20.95 kN/mc
PARAMETRI DEL TERRENO RIDOTTI C		
Parametri del Terreno	Coefficienti di Sicurezza	Parametri del terreno ridotti (Comb. A2-M2)
φ 22.95 °	1.25	φ 18.7 °
c' 35.75 kPa	1.25	c' 28.6 kPa
Cu 270 kPa	1.4	Cu 192.86 kPa
γ 20.67 kN/mc	1	γ 20.67 kN/mc
PARAMETRI DEL TERRENO RIDOTTI D		
Parametri del Terreno	Coefficienti di Sicurezza	Parametri del terreno ridotti (Comb. A2-M2)
φ 21.1 °	1.25	φ 17.2 °
c' 43 kPa	1.25	c' 34.4 kPa
Cu 270 kPa	1.4	Cu 192.86 kPa
γ 19.2 kN/mc	1	γ 19.2 kN/mc

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 42 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

CALCOLO PORTANZA PALI PARATIA A2-M2		
PORTANZA BASE		
Rbk	1750 kN	(Capacità portante caratteristica)
γb	1.70	
Rbd	1030 kN	(Capacità portante di calcolo)
PORTANZA LATERALE		
Rsk	2015 kN	(Capacità portante caratteristica)
γs	1.45	
Rsd	1389 kN	(Capacità portante di calcolo)
VERIFICA DI PORTANZA		
Rcd	2419 kN	(Capacità portante totale di calcolo)
P	1946 kN	(Scarico massimo palo)
L palo	16.00 m	(Lunghezza di infissione palo)
F.S.	1.24	(Fattore di sicurezza)
PARATIA VERIFICATA		

5.2. PALO Ø 800

5.2.1. Combinazione A1-M1

CALCOLO PORTANZA PALI PARATIA A1-M1		
PORTANZA BASE		
Rbk	4673 kN	(Capacità portante caratteristica)
γb	1.00	
Rbd	4673 kN	(Capacità portante di calcolo)
PORTANZA LATERALE		
Rsk	3739 kN	(Capacità portante caratteristica)
γs	1.00	
Rsd	3739 kN	(Capacità portante di calcolo)
VERIFICA DI PORTANZA		
Rcd	8412 kN	(Capacità portante totale di calcolo)
P	2977 kN	(Scarico massimo palo)
L palo	31.00 m	(Lunghezza di infissione palo)
F.S.	2.83	(Fattore di sicurezza)
PARATIA VERIFICATA		

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 43 di 140

5.2.2. Combinazione A2-M2

PARAMETRI DEL TERRENO RIDOTTI B		
Parametri del Terreno	Coefficienti di Sicurezza	Parametri del terreno ridotti (Comb. A2-M2)
ϕ 23.6 °	1.25	ϕ 19.3 °
c' 19.13 kPa	1.25	c' 15.304 kPa
Cu 243 kPa	1.4	Cu 173.57 kPa
γ 20.95 kN/mc	1	γ 20.95 kN/mc
PARAMETRI DEL TERRENO RIDOTTI C		
Parametri del Terreno	Coefficienti di Sicurezza	Parametri del terreno ridotti (Comb. A2-M2)
ϕ 22.95 °	1.25	ϕ 18.7 °
c' 35.75 kPa	1.25	c' 28.6 kPa
Cu 270 kPa	1.4	Cu 192.86 kPa
γ 20.67 kN/mc	1	γ 20.67 kN/mc
PARAMETRI DEL TERRENO RIDOTTI D		
Parametri del Terreno	Coefficienti di Sicurezza	Parametri del terreno ridotti (Comb. A2-M2)
ϕ 21.1 °	1.25	ϕ 17.2 °
c' 43 kPa	1.25	c' 34.4 kPa
Cu 270 kPa	1.4	Cu 192.86 kPa
γ 19.2 kN/mc	1	γ 19.2 kN/mc

CALCOLO PORTANZA PALI PARATIA A2-M2		
PORTANZA BASE		
Rbk	875 kN	(Capacità portante caratteristica)
γ_b	1.70	
Rbd	515 kN	(Capacità portante di calcolo)
PORTANZA LATERALE		
Rsk	2671 kN	(Capacità portante caratteristica)
γ_s	1.45	
Rsd	1842 kN	(Capacità portante di calcolo)
VERIFICA DI PORTANZA		
Rcd	2357 kN	(Capacità portante totale di calcolo)
P	2292 kN	(Scarico massimo palo)
L palo	31.00 m	(Lunghezza di infissione palo)
F.S.	1.03	(Fattore di sicurezza)
PARATIA VERIFICATA		

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 44 di 140

6. VERIFICHE DI RESISTENZA STRUTTURE GALLERIA

6.1. VERIFICA SOLETTA SUPERIORE

6.1.1. Nodo di estremità

6.1.1.1. Combinazione AI-MI

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

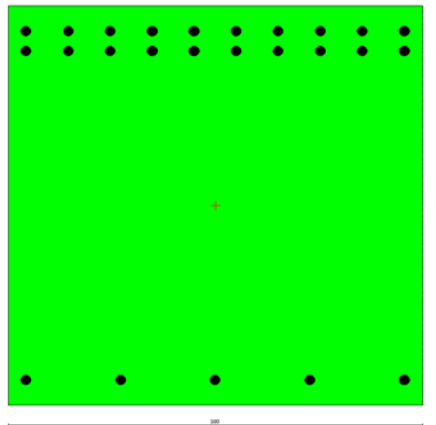
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Rettangolare
Base	100,0 [cm]
Altezza	100,0 [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 45 di 140



Caratteristiche geometriche

Area sezione	10000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 50,00 [cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 50,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	93,70	26	5,31
2	85,54	93,70	26	5,31
3	75,39	93,70	26	5,31
4	65,23	93,70	26	5,31
5	55,08	93,70	26	5,31

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 46 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

6	44,92	93,70	26	5,31
7	34,77	93,70	26	5,31
8	24,61	93,70	26	5,31
9	14,46	93,70	26	5,31
10	4,30	93,70	26	5,31
11	95,70	88,70	26	5,31
12	85,54	88,70	26	5,31
13	75,39	88,70	26	5,31
14	65,23	88,70	26	5,31
15	55,08	88,70	26	5,31
16	44,92	88,70	26	5,31
17	34,77	88,70	26	5,31
18	24,61	88,70	26	5,31
19	14,46	88,70	26	5,31
20	4,30	88,70	26	5,31
21	4,30	6,30	26	5,31
22	27,15	6,30	26	5,31
23	50,00	6,30	26	5,31
24	72,85	6,30	26	5,31
25	95,70	6,30	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	305,91	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	

Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cm ²]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 47 di 140

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in [kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM -

Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	486,4000	-2110,0600	0,0000	0,0000	850,1500	0,0000	SI	NO
2	1083,4000	-2110,0600	0,0000	0,0000	850,1500	0,0000	SI	NO
3	486,4000	-1149,8000	0,0000	0,0000	657,6000	0,0000	SI	SLER
4	486,4000	-1149,8000	0,0000	0,0000	657,6000	0,0000	SI	SLEQP
5	486,4000	-1149,8000	0,0000	0,0000	657,6000	0,0000	SI	SLEF

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i; y_i) - (x_f; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X _c	α	(x _i ; y _i)	(x _f ; y _f)
3	42,96	0,00	(100,00; 42,96)	(0,00; 42,96)
4	42,96	0,00	(100,00; 42,96)	(0,00; 42,96)
5	42,96	0,00	(100,00; 42,96)	(0,00; 42,96)

Risultati tensionali

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 48 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cm²]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cm²]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	70,88	0,00	8,39	907,36	-1255,64
4	70,88	0,00	8,39	907,36	-1255,64
5	70,88	0,00	8,39	907,36	-1255,64

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>823,0269</u>	0,0000	<u>-3570,3866</u>	1,69
<u>10193,5043</u>	0,0000	-2110,0600	20,96
486,4000	0,0000	<u>-3494,5305</u>	1,66

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>1931,4970</u>	0,0000	<u>-3761,8373</u>	1,78
<u>10193,5027</u>	0,0000	-2110,0600	9,41
1083,4000	0,0000	<u>-3623,3989</u>	1,72

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 49 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1569,0543</u>	0,0000	<u>-3709,0844</u>	3,23
<u>13110,6586</u>	0,0000	-1149,8000	26,95
486,4000	0,0000	<u>-3494,5305</u>	3,04

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1569,0543</u>	0,0000	<u>-3709,0844</u>	3,23
<u>13110,6586</u>	0,0000	-1149,8000	26,95
486,4000	0,0000	<u>-3494,5305</u>	3,04

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1569,0543</u>	0,0000	<u>-3709,0844</u>	3,23
<u>13110,6586</u>	0,0000	-1149,8000	26,95
486,4000	0,0000	<u>-3494,5305</u>	3,04

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	850,1500	573,3098	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
2	850,1500	658,3823	2239,7167	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
3	657,6000	573,3098	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
4	657,6000	573,3098	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
5	657,6000	573,3098	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 50 di 140

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_m Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _X	M _Y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _m	w
4	0,0000	-492,0625	-537,36	-40,27	2830,00	0,0543	171	0,1583
5	0,0000	-492,0625	-537,36	-40,27	2830,00	0,0543	171	0,1583

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio V = 850,15 kN/m.

Si prevede come armatura inferiore 10Ø26 a cui corrisponde un'area pari a 53.09 cm².

Pertanto la tensione massima agente vale:

$$\sigma = \frac{V}{A} = 160,1 \text{ MPa} < \frac{f_y}{\gamma_s} = 391 \text{ MPa}$$

6.1.1.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00
Condizioni ambientali	Ordinarie

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 51 di 140

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Rettangolare
Base	100,0 [cm]
Altezza	100,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	10000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 50,00$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 52 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	93,70	26	5,31
2	85,54	93,70	26	5,31
3	75,39	93,70	26	5,31
4	65,23	93,70	26	5,31
5	55,08	93,70	26	5,31
6	44,92	93,70	26	5,31
7	34,77	93,70	26	5,31
8	24,61	93,70	26	5,31
9	14,46	93,70	26	5,31
10	4,30	93,70	26	5,31
11	95,70	88,70	26	5,31
12	85,54	88,70	26	5,31
13	75,39	88,70	26	5,31
14	65,23	88,70	26	5,31
15	55,08	88,70	26	5,31
16	44,92	88,70	26	5,31
17	34,77	88,70	26	5,31
18	24,61	88,70	26	5,31
19	14,46	88,70	26	5,31
20	4,30	88,70	26	5,31
21	4,30	6,30	26	5,31
22	27,15	6,30	26	5,31
23	50,00	6,30	26	5,31
24	72,85	6,30	26	5,31
25	95,70	6,30	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	305,91	[kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 53 di 140

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cmq]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM -

Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	550,7000	-2223,1000	0,0000	0,0000	814,0000	0,0000	SI	NO
2	1177,7000	-2223,1000	0,0000	0,0000	814,0000	0,0000	SI	NO
3	550,7000	-1219,3000	0,0000	0,0000	667,9000	0,0000	SI	SLER
4	550,7000	-1219,3000	0,0000	0,0000	667,9000	0,0000	SI	SLEQP
5	550,7000	-1219,3000	0,0000	0,0000	667,9000	0,0000	SI	SLEF

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 54 di 140

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Xc posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
3	43,30	0,00	(100,00; 43,30)	(0,00; 43,30)
4	43,30	0,00	(100,00; 43,30)	(0,00; 43,30)
5	43,30	0,00	(100,00; 43,30)	(0,00; 43,30)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	75,50	0,00	8,51	967,69	-1317,89
4	75,50	0,00	8,51	967,69	-1317,89
5	75,50	0,00	8,51	967,69	-1317,89

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 55 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

M_{xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>887,8286</u>	0,0000	<u>-3584,0419</u>	1,61
<u>9814,8132</u>	0,0000	-2223,1000	17,82
550,7000	0,0000	<u>-3509,6577</u>	1,58

Combinazione n° 2

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>1997,3912</u>	0,0000	<u>-3770,4002</u>	1,70
<u>9814,8114</u>	0,0000	-2223,1000	8,33
1177,7000	0,0000	<u>-3641,3805</u>	1,64

Combinazione n° 3

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>1683,1864</u>	0,0000	<u>-3726,7282</u>	3,06
<u>12917,3106</u>	0,0000	-1219,3000	23,46
550,7000	0,0000	<u>-3509,6577</u>	2,88

Combinazione n° 4

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>1683,1864</u>	0,0000	<u>-3726,7282</u>	3,06
<u>12917,3106</u>	0,0000	-1219,3000	23,46
550,7000	0,0000	<u>-3509,6577</u>	2,88

Combinazione n° 5

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>1683,1864</u>	0,0000	<u>-3726,7282</u>	3,06
<u>12917,3106</u>	0,0000	-1219,3000	23,46

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 56 di 140

550,7000 0,0000 -3509,6577 2,88

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	814,0000	582,4726	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
2	814,0000	671,8201	2253,6178	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
3	667,9000	582,4726	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
4	667,9000	582,4726	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
5	667,9000	582,4726	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _X	M _Y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
4	0,0000	-494,6631	-534,66	-40,10	2830,00	0,0576	171	0,1679
5	0,0000	-494,6631	-534,66	-40,10	2830,00	0,0576	171	0,1679

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio $V = 814 \text{ kN/m}$.

Si prevede come armatura inferiore 10Ø26 a cui corrisponde un'area pari a 53.09 cm^2 .

Pertanto la tensione massima agente vale:

$$\sigma = \frac{V}{A} = 153.3 \text{ MPa} < \frac{f_t}{\gamma_s} = 391 \text{ MPa}$$

6.1.2. Nodo centrale

6.1.2.1. Combinazione A1-M1

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

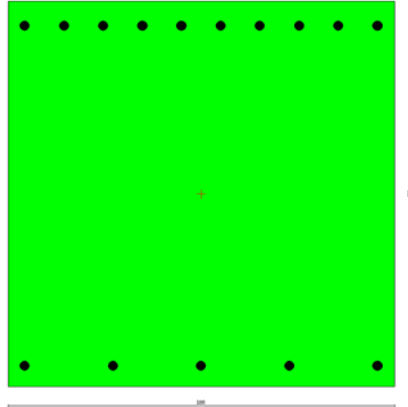
Tipo sezione Rettangolare

Base 100,0 [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 58 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Altezza 100,0 [cm]



Caratteristiche geometriche

Area sezione	10000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 50,00 [cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 50,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	93,70	26	5,31
2	85,54	93,70	26	5,31

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 59 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

3	75,39	93,70	26	5,31
4	65,23	93,70	26	5,31
5	55,08	93,70	26	5,31
6	44,92	93,70	26	5,31
7	34,77	93,70	26	5,31
8	24,61	93,70	26	5,31
9	14,46	93,70	26	5,31
10	4,30	93,70	26	5,31
11	4,30	5,30	26	5,31
12	27,15	5,30	26	5,31
13	50,00	5,30	26	5,31
14	72,85	5,30	26	5,31
15	95,70	5,30	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	305,91	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cm ²]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 60 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M_Y	M_X	M_t	T_Y	T_X	VD	VT
1	486,4000	-1015,1500	0,0000	0,0000	755,0000	0,0000	SI	NO
2	880,0000	-1015,1500	0,0000	0,0000	755,0000	0,0000	SI	NO
3	486,4000	-780,0000	0,0000	0,0000	580,4000	0,0000	SI	SLER
4	486,4000	-780,0000	0,0000	0,0000	580,4000	0,0000	SI	SLEQP
5	486,4000	-780,0000	0,0000	0,0000	580,4000	0,0000	SI	SLEF

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i ; y_i) - (x_f ; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X_c	α	(x_i ; y_i)	(x_f ; y_f)
3	36.05	0,00	(100,00; 36.05)	(0,00; 36.05)
4	36.05	0,00	(100,00; 36.05)	(0,00; 36.05)
5	36.05	0,00	(100,00; 36.05)	(0,00; 36.05)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 61 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]
 σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]
 τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	57,10	0,00	6,90	730,54	-1369,56
4	57,10	0,00	6,90	730,54	-1369,56
5	57,10	0,00	6,90	730,54	-1369,56

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>1085,7404</u>	0,0000	<u>-2266,0142</u>	2,23
<u>13543,9562</u>	0,0000	-1015,1500	27,85
486,4000	0,0000	<u>-2031,7274</u>	2,00

Combinazione n° 2

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>2280,3829</u>	0,0000	<u>-2630,6031</u>	2,59
<u>13543,9598</u>	0,0000	-1015,1500	15,39
880,0000	0,0000	<u>-2188,5985</u>	2,16

Combinazione n° 3

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
<u>1499,9107</u>	0,0000	<u>-2405,2844</u>	3,08

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 62 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

<u>14182,2624</u>	0,0000	-780,0000	29,16
486,4000	0,0000	<u>-2031,7274</u>	2,60

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1499,9107</u>	0,0000	<u>-2405,2844</u>	3,08
<u>14182,2624</u>	0,0000	-780,0000	29,16
486,4000	0,0000	<u>-2031,7274</u>	2,60

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1499,9107</u>	0,0000	<u>-2405,2844</u>	3,08
<u>14182,2624</u>	0,0000	-780,0000	29,16
486,4000	0,0000	<u>-2031,7274</u>	2,60

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	755,0000	469,3354	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
2	755,0000	525,4234	2209,7328	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
3	580,4000	469,3354	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
4	580,4000	469,3354	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
5	580,4000	469,3354	2151,7107	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 63 di 140

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cmq]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cmq]

ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ε	S_{rm}	w
4	0,0000	-446,3865	-783,79	-57,96	2580,00	0,0545	170	0,1579
5	0,0000	-446,3865	-783,79	-57,96	2580,00	0,0545	170	0,1579

6.1.2.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure $w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 64 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Rettangolare	
Base	100,0	[cm]
Altezza	100,0	[cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	10000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3	[cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3	[cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 50,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 50,00	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	93,70	26	5,31
2	85,54	93,70	26	5,31
3	75,39	93,70	26	5,31
4	65,23	93,70	26	5,31
5	55,08	93,70	26	5,31

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 65 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

6	44,92	93,70	26	5,31
7	34,77	93,70	26	5,31
8	24,61	93,70	26	5,31
9	14,46	93,70	26	5,31
10	4,30	93,70	26	5,31
11	4,30	5,30	26	5,31
12	27,15	5,30	26	5,31
13	50,00	5,30	26	5,31
14	72,85	5,30	26	5,31
15	95,70	5,30	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	305,91	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cm ²]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 66 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	550,7000	-800,0000	0,0000	0,0000	613,6000	0,0000	SI	NO
2	950,4200	-800,0000	0,0000	0,0000	613,6000	0,0000	SI	NO
3	550,7000	-751,0000	0,0000	0,0000	577,7700	0,0000	SI	SLER
4	550,7000	-751,0000	0,0000	0,0000	577,7700	0,0000	SI	SLEQP
5	550,7000	-751,0000	0,0000	0,0000	577,7700	0,0000	SI	SLEF

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Xc posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
3	37,38	0,00	(100,00; 37,38)	(0,00; 37,38)
4	37,38	0,00	(100,00; 37,38)	(0,00; 37,38)
5	37,38	0,00	(100,00; 37,38)	(0,00; 37,38)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 67 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	55,54	0,00	6,84	715,03	-1255,21
4	55,54	0,00	6,84	715,03	-1255,21
5	55,54	0,00	6,84	715,03	-1255,21

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1698,7942</u>	0,0000	<u>-2467,8325</u>	3,08
<u>14128,4766</u>	0,0000	-800,0000	25,66
550,7000	0,0000	<u>-2057,6437</u>	2,57

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>3418,3357</u>	0,0000	<u>-2877,3264</u>	3,60
<u>14128,4705</u>	0,0000	-800,0000	14,87
950,4200	0,0000	<u>-2216,2261</u>	2,77

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1840,5283</u>	0,0000	<u>-2509,9633</u>	3,34
<u>14260,0697</u>	0,0000	-751,0000	25,89

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 68 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

550,7000 0,0000 -2057,6438 2,74

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1840,5283</u>	0,0000	<u>-2509,9633</u>	3,34
<u>14260,0697</u>	0,0000	-751,0000	25,89
550,7000	0,0000	<u>-2057,6438</u>	2,74

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1840,5283</u>	0,0000	<u>-2509,9633</u>	3,34
<u>14260,0697</u>	0,0000	-751,0000	25,89
550,7000	0,0000	<u>-2057,6438</u>	2,74

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	613,6000	478,4981	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
2	613,6000	535,4582	2220,1136	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
3	577,7700	478,4981	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
4	577,7700	478,4981	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]
5	577,7700	478,4981	2161,1894	1513,5374	φ24,00 - 50,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 69 di 140

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cmq]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cmq]

ε Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ε	S_{rm}	w
4	0,0000	-456,5778	-763,12	-56,57	2580,00	0,0487	170	0,1411
5	0,0000	-456,5778	-763,12	-56,57	2580,00	0,0487	170	0,1411

6.1.3. Campata

6.1.3.1. Combinazione A1-M1

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

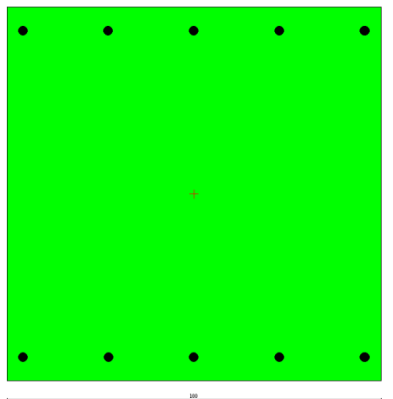
Verifica delle tensioni

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 70 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Rettangolare	
Base	100,0	[cm]
Altezza	100,0	[cm]



Caratteristiche geometriche

Area sezione	10000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3	[cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3	[cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 50,00$	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 71 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	93,70	26	5,31
2	72,85	93,70	26	5,31
3	50,00	93,70	26	5,31
4	27,15	93,70	26	5,31
5	4,30	93,70	26	5,31
6	4,30	6,30	26	5,31
7	27,15	6,30	26	5,31
8	50,00	6,30	26	5,31
9	72,85	6,30	26	5,31
10	95,70	6,30	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	305,91	[kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cmq]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 72 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M_Y	M_X	M_t	T_Y	T_X	VD	VT
1	486,4000	676,8800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	967,0000	676,8800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	486,4000	526,2200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
4	486,4000	526,2200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
5	486,4000	526,2200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

($x_i; y_i$) - ($x_f; y_f$) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X_c	α	($x_i; y_i$)	($x_f; y_f$)
3	30,57	0,00	(0,00; 69,43)	(100,00; 69,43)
4	30,57	0,00	(0,00; 69,43)	(100,00; 69,43)
5	30,57	0,00	(0,00; 69,43)	(100,00; 69,43)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 73 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	48,52	0,00	0,00	577,76	-1502,87
4	48,52	0,00	0,00	577,76	-1502,87
5	48,52	0,00	0,00	577,76	-1502,87

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>960.9644</u>	0,0000	<u>1337,2895</u>	1,98
<u>14496.6096</u>	0,0000	676,8800	29,80
486,4000	0,0000	<u>1137,4981</u>	1,68

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2952.4891</u>	0,0000	<u>2066,6813</u>	3,05
<u>14496.6046</u>	0,0000	676,8800	14,99
967,0000	0,0000	<u>1339,7911</u>	1,98

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1402,7547</u>	0,0000	<u>1517,5937</u>	2,88
<u>14896,7621</u>	0,0000	526,2200	30,63

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 74 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

486,4000 0,0000 1137,4982 2,16

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1402,7547</u>	0,0000	<u>1517,5937</u>	2,88
<u>14896,7621</u>	0,0000	526,2200	30,63
486,4000	0,0000	<u>1137,4982</u>	2,16

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1402,7547</u>	0,0000	<u>1517,5937</u>	2,88
<u>14896,7621</u>	0,0000	526,2200	30,63
486,4000	0,0000	<u>1137,4982</u>	2,16

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
4	0,0000	428,5747	-1223,99	-89,74	2580,00	0,0478	251	0,2040
5	0,0000	428,5747	-1223,99	-89,74	2580,00	0,0478	251	0,2040

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 75 di 140

6.1.3.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Ordinarie
 Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Tipo sezione	Rettangolare		
Base	100,0	[cm]	
Altezza	100,0	[cm]	

Caratteristiche geometriche

Area sezione	10000,00	[cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3	[cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3	[cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0	[cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$	[cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 50,00$	[cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 76 di 140

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	95,70	93,70	26	5,31
2	72,85	93,70	26	5,31
3	50,00	93,70	26	5,31
4	27,15	93,70	26	5,31
5	4,30	93,70	26	5,31
6	4,30	6,30	26	5,31
7	27,15	6,30	26	5,31
8	50,00	6,30	26	5,31
9	72,85	6,30	26	5,31
10	95,70	6,30	26	5,31

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	305,91	[kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cmq]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 77 di 140

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in [kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	550,7000	634,1000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1394,6000	634,1000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	550,7000	515,8200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
4	550,7000	515,8200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
5	550,7000	515,8200	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i; y_i) - (x_f; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X _c	α	(x _i ; y _i)	(x _f ; y _f)
3	32,31	0,00	(0,00; 67,69)	(100,00; 67,69)
4	32,31	0,00	(0,00; 67,69)	(100,00; 67,69)
5	32,31	0,00	(0,00; 67,69)	(100,00; 67,69)

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 78 di 140

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	47,62	0,00	0,00	575,04	-1357,50
4	47,62	0,00	0,00	575,04	-1357,50
5	47,62	0,00	0,00	575,04	-1357,50

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1272,2508</u>	0,0000	<u>1464,9250</u>	2,31
<u>14611,2340</u>	0,0000	634,1000	26,53
550,7000	0,0000	<u>1164,9123</u>	1,84

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>5653,8729</u>	0,0000	<u>2570,7162</u>	4,05
<u>14611,2383</u>	0,0000	634,1000	10,48
1394,6000	0,0000	<u>1514,3170</u>	2,39

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 79 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1779,7736</u>	0,0000	<u>1667,0470</u>	3,23
<u>14924,0039</u>	0,0000	515,8200	27,10
550,7000	0,0000	<u>1164,9122</u>	2,26

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1779,7736</u>	0,0000	<u>1667,0470</u>	3,23
<u>14924,0039</u>	0,0000	515,8200	27,10
550,7000	0,0000	<u>1164,9122</u>	2,26

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>1779,7736</u>	0,0000	<u>1667,0470</u>	3,23
<u>14924,0039</u>	0,0000	515,8200	27,10
550,7000	0,0000	<u>1164,9122</u>	2,26

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
4	0,0000	442,4988	-1164,54	-85,60	2580,00	0,0409	251	0,1742
5	0,0000	442,4988	-1164,54	-85,60	2580,00	0,0409	251	0,1742

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 80 di 140

6.2. VERIFICA SOLETTA INFERIORE

6.2.1. Combinazione A1-M1

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Rettangolare
Base	100,0 [cm]
Altezza	100,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 81 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Area sezione	10000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 50,00 [cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 50,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,00	6,00	20	3,14
2	27,00	6,00	20	3,14
3	50,00	6,00	20	3,14
4	73,00	6,00	20	3,14
5	96,00	6,00	20	3,14
6	96,00	94,00	20	3,14
7	73,00	94,00	20	3,14
8	50,00	94,00	20	3,14
9	27,00	94,00	20	3,14
10	4,00	94,00	20	3,14

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	305,91 [kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO	

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 82 di 140

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cmq]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in [kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM -

Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	1186,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1542,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1186,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
4	1186,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
5	1186,6000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 83 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
3	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
4	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
5	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	11,56	0,00	0,00	173,33	173,33
4	11,56	0,00	0,00	173,33	173,33
5	11,56	0,00	0,00	173,33	173,33

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9348</u>	0,0000	0,0000	12,93

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 84 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9565</u>	0,0000	0,0000	9,94

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9325</u>	0,0000	0,0000	12,93

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9325</u>	0,0000	0,0000	12,93

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9325</u>	0,0000	0,0000	12,93

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cmq]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cmq]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
4	0,0000	0,0000	276,49	18,43	0,00	0,0033	1000	0,0561
5	0,0000	0,0000	276,49	18,43	0,00	0,0033	1000	0,0561

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 85 di 140

6.2.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00
Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Rettangolare
Base	100,0 [cm]
Altezza	100,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	10000,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	8333333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 50,00$ [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 86 di 140

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	4,00	6,00	20	3,14
2	27,00	6,00	20	3,14
3	50,00	6,00	20	3,14
4	73,00	6,00	20	3,14
5	96,00	6,00	20	3,14
6	96,00	94,00	20	3,14
7	73,00	94,00	20	3,14
8	50,00	94,00	20	3,14
9	27,00	94,00	20	3,14
10	4,00	94,00	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo 305,91 [kg/cmq]

Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo 15,00

Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso 1,00

Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio 4588,65 [kg/cmq]

Tensione snervamento acciaio 4588,65 [kg/cmq]

Modulo elastico E 2100000,00 [kg/cmq]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 87 di 140

Fattore di incrudimento acciaio 1,00

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in [kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	1371,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	1731,4000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
3	1371,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
4	1371,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
5	1371,8000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i; y_i) - (x_f; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X _c	α	(x _i ; y _i)	(x _f ; y _f)
3	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
4	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 88 di 140

5 -10000000,00 0,00 (-100,00; -10000000,00) (100,00; -10000000,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
3	13,36	0,00	0,00	200,38	200,38
4	13,36	0,00	0,00	200,38	200,38
5	13,36	0,00	0,00	200,38	200,38

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9435</u>	0,0000	0,0000	11,18

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9610</u>	0,0000	0,0000	8,86

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 89 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9435</u>	0,0000	0,0000	11,18

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9435</u>	0,0000	0,0000	11,18

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>15338.9435</u>	0,0000	0,0000	11,18

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
4	0,0000	0,0000	276,49	18,43	0,00	0,0038	1000	0,0649
5	0,0000	0,0000	276,49	18,43	0,00	0,0038	1000	0,0649

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 90 di 140

6.3. PALO Ø1200

6.3.1. Testa palo

6.3.1.1. Combinazione A1-M1

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00
Condizioni ambientali	Molto aggressive
Armatura ad aderenza migliorata	

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Circolare
Diametro	120,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	11291,57 [cmq]
Inerzia in direzione X	10146105,5 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	10146105,5 [cm ⁴]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 91 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Inerzia in direzione XY	0,0	[cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 60,00	[cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 60,00	[cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	113,70	60,00	26	5,31
2	112,53	71,16	26	5,31
3	109,06	81,84	26	5,31
4	103,44	91,56	26	5,31
5	95,93	99,91	26	5,31
6	86,85	106,51	26	5,31
7	76,59	111,07	26	5,31
8	65,61	113,41	26	5,31
9	54,39	113,41	26	5,31
10	43,41	111,07	26	5,31
11	33,15	106,51	26	5,31
12	24,07	99,91	26	5,31
13	16,56	91,56	26	5,31
14	10,94	81,84	26	5,31
15	7,47	71,16	26	5,31
16	6,30	60,00	26	5,31
17	7,47	48,84	26	5,31
18	10,94	38,16	26	5,31
19	16,56	28,44	26	5,31

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 92 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

20	24,07	20,09	26	5,31
21	33,15	13,49	26	5,31
22	43,41	8,93	26	5,31
23	54,39	6,59	26	5,31
24	65,61	6,59	26	5,31
25	76,59	8,93	26	5,31
26	86,85	13,49	26	5,31
27	95,93	20,09	26	5,31
28	103,44	28,44	26	5,31
29	109,06	38,16	26	5,31
30	112,53	48,84	26	5,31
31	110,70	60,00	26	5,31
32	109,59	70,54	26	5,31
33	106,32	80,62	26	5,31
34	101,02	89,80	26	5,31
35	93,92	97,68	26	5,31
36	85,35	103,91	26	5,31
37	75,67	108,22	26	5,31
38	65,30	110,42	26	5,31
39	54,70	110,42	26	5,31
40	44,33	108,22	26	5,31
41	34,65	103,91	26	5,31
42	26,08	97,68	26	5,31
43	18,98	89,80	26	5,31
44	13,68	80,62	26	5,31
45	10,41	70,54	26	5,31
46	9,30	60,00	26	5,31
47	10,41	49,46	26	5,31
48	13,68	39,38	26	5,31
49	18,98	30,20	26	5,31
50	26,08	22,32	26	5,31
51	34,65	16,09	26	5,31
52	44,33	11,78	26	5,31
53	54,70	9,58	26	5,31
54	65,30	9,58	26	5,31

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 93 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

55	75,67	11,78	26	5,31
56	85,35	16,09	26	5,31
57	93,92	22,32	26	5,31
58	101,02	30,20	26	5,31
59	106,32	39,38	26	5,31
60	109,59	49,46	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	458,86	[kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cmq]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM -

Verifica a tensioni ammissibili)

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 94 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	1050,0000	3165,1000	0,0000	0,0000	1413,8000	0,0000	SI	NO
2	1050,0000	1724,7000	0,0000	0,0000	692,3000	0,0000	SI	SLER
3	1050,0000	1724,7000	0,0000	0,0000	692,3000	0,0000	SI	SLEQP
4	1050,0000	1724,7000	0,0000	0,0000	692,3000	0,0000	SI	SLEF
5	1365,0000	3165,1000	0,0000	0,0000	1413,8000	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Xc posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	51,94	0,00	(-1325,29; 68,06)	(1445,29; 68,06)
3	51,94	0,00	(-1325,29; 68,06)	(1445,29; 68,06)
4	51,94	0,00	(-1325,29; 68,06)	(1445,29; 68,06)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	87,49	0,00	7,30	1145,74	-1552,74
3	87,49	0,00	7,30	1145,74	-1552,74
4	87,49	0,00	7,30	1145,74	-1552,74

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 95 di 140

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>1908,1694</u>	0,0000	<u>5751,9496</u>	1,82
<u>28116,0656</u>	0,0000	3165,1000	26,78
1050,0000	0,0000	<u>5549,6478</u>	1,75

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>3723,8859</u>	0,0000	<u>6116,7486</u>	3,55
<u>32191,2975</u>	0,0000	1724,7000	30,66
1050,0000	0,0000	<u>5549,6479</u>	3,22

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>3723,8859</u>	0,0000	<u>6116,7486</u>	3,55
<u>32191,2975</u>	0,0000	1724,7000	30,66
1050,0000	0,0000	<u>5549,6479</u>	3,22

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>3723,8859</u>	0,0000	<u>6116,7486</u>	3,55
<u>32191,2975</u>	0,0000	1724,7000	30,66
1050,0000	0,0000	<u>5549,6479</u>	3,22

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 96 di 140

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2536,7117</u>	0,0000	<u>5882,0119</u>	1,86
<u>28116,0633</u>	0,0000	3165,1000	20,60
1365,0000	0,0000	<u>5630,0684</u>	1,78

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	1413,8000	932,8821	3695,0066	2018,3266	$\phi 12,00 - 10,00$ [cm]
2	692,3000	932,8821	3695,0066	2018,3266	$\phi 12,00 - 10,00$ [cm]
3	692,3000	932,8821	3695,0066	2018,3266	$\phi 12,00 - 10,00$ [cm]
4	692,3000	932,8821	3695,0066	2018,3266	$\phi 12,00 - 10,00$ [cm]
5	1413,8000	964,6405	3741,5878	2018,3266	$\phi 12,00 - 10,00$ [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{fm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 97 di 140

N°	M _X	M _Y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
3	0,0000	735,1087	-661,82	-48,85	2631,97	0,0672	162	0,1850
4	0,0000	735,1087	-661,82	-48,85	2631,97	0,0672	162	0,1850

6.3.1.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Molto aggressive
 Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w ₁ = 0.20
	w ₂ = 0.30
	w ₃ = 0.40

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	σ _c < 0.60 f _{ck}	σ _f < 0.80 f _{yk}
Combinazione di carico	Quasi permanente	σ _c < 0.45 f _{ck}	σ _f < 1.00 f _{yk}
Combinazione di carico	Frequente	σ _c < 1.00 f _{ck}	σ _f < 1.00 f _{yk}

Tipo sezione Circolare
 Diametro 120,0 [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 98 di 140

Caratteristiche geometriche

Area sezione	11291,57 [cmq]
Inerzia in direzione X	10146105,5 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	10146105,5 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 60,00 [cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 60,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	113,70	60,00	26	5,31
2	112,53	71,16	26	5,31
3	109,06	81,84	26	5,31
4	103,44	91,56	26	5,31
5	95,93	99,91	26	5,31
6	86,85	106,51	26	5,31
7	76,59	111,07	26	5,31
8	65,61	113,41	26	5,31
9	54,39	113,41	26	5,31
10	43,41	111,07	26	5,31
11	33,15	106,51	26	5,31
12	24,07	99,91	26	5,31
13	16,56	91,56	26	5,31
14	10,94	81,84	26	5,31
15	7,47	71,16	26	5,31

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 99 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

16	6,30	60,00	26	5,31
17	7,47	48,84	26	5,31
18	10,94	38,16	26	5,31
19	16,56	28,44	26	5,31
20	24,07	20,09	26	5,31
21	33,15	13,49	26	5,31
22	43,41	8,93	26	5,31
23	54,39	6,59	26	5,31
24	65,61	6,59	26	5,31
25	76,59	8,93	26	5,31
26	86,85	13,49	26	5,31
27	95,93	20,09	26	5,31
28	103,44	28,44	26	5,31
29	109,06	38,16	26	5,31
30	112,53	48,84	26	5,31
31	110,70	60,00	26	5,31
32	109,59	70,54	26	5,31
33	106,32	80,62	26	5,31
34	101,02	89,80	26	5,31
35	93,92	97,68	26	5,31
36	85,35	103,91	26	5,31
37	75,67	108,22	26	5,31
38	65,30	110,42	26	5,31
39	54,70	110,42	26	5,31
40	44,33	108,22	26	5,31
41	34,65	103,91	26	5,31
42	26,08	97,68	26	5,31
43	18,98	89,80	26	5,31
44	13,68	80,62	26	5,31
45	10,41	70,54	26	5,31
46	9,30	60,00	26	5,31
47	10,41	49,46	26	5,31
48	13,68	39,38	26	5,31
49	18,98	30,20	26	5,31
50	26,08	22,32	26	5,31

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 100 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

51	34,65	16,09	26	5,31
52	44,33	11,78	26	5,31
53	54,70	9,58	26	5,31
54	65,30	9,58	26	5,31
55	75,67	11,78	26	5,31
56	85,35	16,09	26	5,31
57	93,92	22,32	26	5,31
58	101,02	30,20	26	5,31
59	106,32	39,38	26	5,31
60	109,59	49,46	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	458,86	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cm ²]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 101 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	1065,5000	3334,7000	0,0000	0,0000	1533,0000	0,0000	SI	NO
2	1065,5000	1820,0000	0,0000	0,0000	776,0000	0,0000	SI	SLER
3	1065,5000	1820,0000	0,0000	0,0000	776,0000	0,0000	SI	SLEQP
4	1065,5000	1820,0000	0,0000	0,0000	776,0000	0,0000	SI	SLEF
5	283,0000	3334,7000	0,0000	0,0000	1533,3000	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i; y_i) - (x_f; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X _c	α	(x _i ; y _i)	(x _f ; y _f)
2	51,66	0,00	(-1331,05; 68,34)	(1451,05; 68,34)
3	51,66	0,00	(-1331,05; 68,34)	(1451,05; 68,34)
4	51,66	0,00	(-1331,05; 68,34)	(1451,05; 68,34)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cm²]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cm²]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 102 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	92,17	0,00	8,20	1206,07	-1652,33
3	92,17	0,00	8,20	1206,07	-1652,33
4	92,17	0,00	8,20	1206,07	-1652,33

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>1832,8152</u>	0,0000	<u>5736,1698</u>	1,72
<u>27603,0281</u>	0,0000	3334,7000	25,91
1065,5000	0,0000	<u>5553,6306</u>	1,67

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>3563,1903</u>	0,0000	<u>6086,3505</u>	3,34
<u>31935,8165</u>	0,0000	1820,0000	29,97
1065,5000	0,0000	<u>5553,6306</u>	3,05

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>3563,1903</u>	0,0000	<u>6086,3505</u>	3,34
<u>31935,8165</u>	0,0000	1820,0000	29,97
1065,5000	0,0000	<u>5553,6306</u>	3,05

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>3563,1903</u>	0,0000	<u>6086,3505</u>	3,34
<u>31935,8165</u>	0,0000	1820,0000	29,97

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 103 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

1065,5000 0,0000 5553,6306 3,05

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>457,9076</u>	0,0000	<u>5395,7053</u>	1,62
<u>27603,0310</u>	0,0000	3334,7000	97,54
283,0000	0,0000	<u>5349,4405</u>	1,60

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	1533,0000	935,0978	3697,2987	2018,3266	φ12,00 - 10,00 [cm]
2	776,0000	935,0978	3697,2987	2018,3266	φ12,00 - 10,00 [cm]
3	776,0000	935,0978	3697,2987	2018,3266	φ12,00 - 10,00 [cm]
4	776,0000	935,0978	3697,2987	2018,3266	φ12,00 - 10,00 [cm]
5	1533,3000	823,2413	3581,5851	2018,3266	φ12,00 - 10,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_x Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

s_{fm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 104 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

N°	M _X	M _Y	σ _f	σ _c	A _{eff}	ε	S _{rm}	w
3	0,0000	731,8070	-664,39	-49,02	2647,25	0,0723	162	0,1993
4	0,0000	731,8070	-664,39	-49,02	2647,25	0,0723	162	0,1993

6.3.2. L = 9.5 m

6.3.2.1. Combinazione A1-M1

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Molto aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w ₁ = 0.20
	w ₂ = 0.30
	w ₃ = 0.40

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	σ _c < 0.60 f _{ck}	σ _f < 0.80 f _{yk}
Combinazione di carico	Quasi permanente	σ _c < 0.45 f _{ck}	σ _f < 1.00 f _{yk}
Combinazione di carico	Frequente	σ _c < 1.00 f _{ck}	σ _f < 1.00 f _{yk}

Tipo sezione	Circolare
Diametro	120,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 105 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Area sezione	11291,57 [cmq]
Inerzia in direzione X	10146105,5 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	10146105,5 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 60,00 [cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 60,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	113,70	60,00	26	5,31
2	112,53	71,16	26	5,31
3	109,06	81,84	26	5,31
4	103,44	91,56	26	5,31
5	95,93	99,91	26	5,31
6	86,85	106,51	26	5,31
7	76,59	111,07	26	5,31
8	65,61	113,41	26	5,31
9	54,39	113,41	26	5,31
10	43,41	111,07	26	5,31
11	33,15	106,51	26	5,31
12	24,07	99,91	26	5,31
13	16,56	91,56	26	5,31
14	10,94	81,84	26	5,31
15	7,47	71,16	26	5,31
16	6,30	60,00	26	5,31

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 106 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

17	7,47	48,84	26	5,31
18	10,94	38,16	26	5,31
19	16,56	28,44	26	5,31
20	24,07	20,09	26	5,31
21	33,15	13,49	26	5,31
22	43,41	8,93	26	5,31
23	54,39	6,59	26	5,31
24	65,61	6,59	26	5,31
25	76,59	8,93	26	5,31
26	86,85	13,49	26	5,31
27	95,93	20,09	26	5,31
28	103,44	28,44	26	5,31
29	109,06	38,16	26	5,31
30	112,53	48,84	26	5,31
31	110,70	60,00	26	5,31
32	106,32	80,62	26	5,31
33	93,92	97,68	26	5,31
34	75,67	108,22	26	5,31
35	54,70	110,42	26	5,31
36	34,65	103,91	26	5,31
37	18,98	89,80	26	5,31
38	10,41	70,54	26	5,31
39	10,41	49,46	26	5,31
40	18,98	30,20	26	5,31
41	34,65	16,09	26	5,31
42	54,70	9,58	26	5,31
43	75,67	11,78	26	5,31
44	93,92	22,32	26	5,31
45	106,32	39,38	26	5,31

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	458,86	[kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 107 di 140

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cmq]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in [kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM -

Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	1303,1300	1661,0000	0,0000	0,0000	1130,0000	0,0000	SI	NO
2	1303,1300	1212,8000	0,0000	0,0000	869,6000	0,0000	SI	SLER
3	1303,1300	1212,8000	0,0000	0,0000	869,6000	0,0000	SI	SLEQP
4	1303,1300	1212,8000	0,0000	0,0000	869,6000	0,0000	SI	SLEF
5	1694,1000	1661,0000	0,0000	0,0000	1130,0000	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Xc posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 108 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	55,19	0,00	(-1259,31; 64,81)	(1379,31; 64,81)
3	55,19	0,00	(-1259,31; 64,81)	(1379,31; 64,81)
4	55,19	0,00	(-1259,31; 64,81)	(1379,31; 64,81)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	72,88	0,00	8,79	962,63	-1153,35
3	72,88	0,00	8,79	962,63	-1153,35
4	72,88	0,00	8,79	962,63	-1153,35

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>4033,1260</u>	0,0000	<u>5140,7167</u>	3,09
<u>29193,1746</u>	0,0000	1661,0000	22,40

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 109 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

1303,1300 0,0000 4502,0531 2,71

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>5839,0094</u>	0,0000	<u>5434,2626</u>	4,48
<u>30384,8380</u>	0,0000	1212,8000	23,32
1303,1300	0,0000	<u>4502,0531</u>	3,71

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>5839,0094</u>	0,0000	<u>5434,2626</u>	4,48
<u>30384,8380</u>	0,0000	1212,8000	23,32
1303,1300	0,0000	<u>4502,0531</u>	3,71

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>5839,0094</u>	0,0000	<u>5434,2626</u>	4,48
<u>30384,8380</u>	0,0000	1212,8000	23,32
1303,1300	0,0000	<u>4502,0531</u>	3,71

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>5492,9019</u>	0,0000	<u>5385,5794</u>	3,24
<u>29193,1699</u>	0,0000	1661,0000	17,23
1694,1000	0,0000	<u>4607,4881</u>	2,77

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	1130,0000	897,4887	3732,4387	1187,2510	ϕ 12,00 - 20,00 [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 110 di 140

2	869,6000	897,4887	3732,4387	1009,1633	φ12,00 - 20,00 [cm]
3	869,6000	897,4887	3732,4387	1009,1633	φ12,00 - 20,00 [cm]
4	869,6000	897,4887	3732,4387	1009,1633	φ12,00 - 20,00 [cm]
5	1130,0000	953,3769	3790,2541	1187,2510	φ12,00 - 20,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
3	0,0000	730,1151	-694,33	-51,53	2458,15	0,0450	165	0,1264
4	0,0000	730,1151	-694,33	-51,53	2458,15	0,0450	165	0,1264

6.3.2.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Molto aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 111 di 140

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Circolare
Diametro	120,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	11291,57 [cmq]
Inerzia in direzione X	10146105,5 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	10146105,5 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 60,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 60,00$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
----	---	---	---	----------

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 112 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

1	113,70	60,00	26	5,31
2	112,53	71,16	26	5,31
3	109,06	81,84	26	5,31
4	103,44	91,56	26	5,31
5	95,93	99,91	26	5,31
6	86,85	106,51	26	5,31
7	76,59	111,07	26	5,31
8	65,61	113,41	26	5,31
9	54,39	113,41	26	5,31
10	43,41	111,07	26	5,31
11	33,15	106,51	26	5,31
12	24,07	99,91	26	5,31
13	16,56	91,56	26	5,31
14	10,94	81,84	26	5,31
15	7,47	71,16	26	5,31
16	6,30	60,00	26	5,31
17	7,47	48,84	26	5,31
18	10,94	38,16	26	5,31
19	16,56	28,44	26	5,31
20	24,07	20,09	26	5,31
21	33,15	13,49	26	5,31
22	43,41	8,93	26	5,31
23	54,39	6,59	26	5,31
24	65,61	6,59	26	5,31
25	76,59	8,93	26	5,31
26	86,85	13,49	26	5,31
27	95,93	20,09	26	5,31
28	103,44	28,44	26	5,31
29	109,06	38,16	26	5,31
30	112,53	48,84	26	5,31
31	110,70	60,00	26	5,31
32	106,32	80,62	26	5,31
33	93,92	97,68	26	5,31
34	75,67	108,22	26	5,31
35	54,70	110,42	26	5,31

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 113 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

36	34,65	103,91	26	5,31
37	18,98	89,80	26	5,31
38	10,41	70,54	26	5,31
39	10,41	49,46	26	5,31
40	18,98	30,20	26	5,31
41	34,65	16,09	26	5,31
42	54,70	9,58	26	5,31
43	75,67	11,78	26	5,31
44	93,92	22,32	26	5,31
45	106,32	39,38	26	5,31

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	458,86	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cm ²]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 114 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M_Y	M_X	M_t	T_Y	T_X	VD	VT
1	1290,6000	2550,8000	0,0000	0,0000	1239,7000	0,0000	SI	NO
2	1290,6000	1500,6000	0,0000	0,0000	1001,1600	0,0000	SI	SLER
3	1290,6000	1500,6000	0,0000	0,0000	1001,1600	0,0000	SI	SLEQP
4	1290,6000	1500,6000	0,0000	0,0000	1001,1600	0,0000	SI	SLEF
5	1501,4300	2550,8000	0,0000	0,0000	1239,7000	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i ; y_i) - (x_f ; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X_c	α	(x_i ; y_i)	(x_f ; y_f)
2	52,43	0,00	(-1315,51; 67,57)	(1435,51; 67,57)
3	52,43	0,00	(-1315,51; 67,57)	(1435,51; 67,57)
4	52,43	0,00	(-1315,51; 67,57)	(1435,51; 67,57)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cm²]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cm²]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cm²]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 115 di 140

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	89,39	0,00	10,30	1172,24	-1559,70
3	89,39	0,00	10,30	1172,24	-1559,70
4	89,39	0,00	10,30	1172,24	-1559,70

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>2428,1857</u>	0,0000	<u>4799,1756</u>	1,88
<u>26686,7378</u>	0,0000	2550,8000	20,68
1290,6000	0,0000	<u>4498,6167</u>	1,76

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>4499,2929</u>	0,0000	<u>5231,3954</u>	3,49
<u>29623,3003</u>	0,0000	1500,6000	22,95
1290,6000	0,0000	<u>4498,6167</u>	3,00

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>4499,2929</u>	0,0000	<u>5231,3954</u>	3,49
<u>29623,3003</u>	0,0000	1500,6000	22,95
1290,6000	0,0000	<u>4498,6167</u>	3,00

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 116 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>4499,2929</u>	0,0000	<u>5231,3954</u>	3,49
<u>29623,3003</u>	0,0000	1500,6000	22,95
1290,6000	0,0000	<u>4498,6167</u>	3,00

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>2883,8365</u>	0,0000	<u>4899,3893</u>	1,92
<u>26686,7395</u>	0,0000	2550,8000	17,77
1501,4300	0,0000	<u>4555,8573</u>	1,79

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	1239,7000	895,6975	3730,5858	1261,4541	φ12,00 - 20,00 [cm]
2	1001,1600	895,6975	3730,5858	1009,1633	φ12,00 - 20,00 [cm]
3	1001,1600	895,6975	3730,5858	1009,1633	φ12,00 - 20,00 [cm]
4	1001,1600	895,6975	3730,5858	1009,1633	φ12,00 - 20,00 [cm]
5	1239,7000	925,8352	3761,7627	1261,4541	φ12,00 - 20,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_x Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 117 di 140

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]
 σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]
 A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]
 ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]
 S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]
 w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _X	M _Y	σ_f	σ_c	A _{eff}	ϵ	S _{rm}	w
3	0,0000	699,0552	-726,59	-53,68	2606,04	0,0662	168	0,1888
4	0,0000	699,0552	-726,59	-53,68	2606,04	0,0662	168	0,1888

6.4. PALO Ø800

6.4.1. Testa

6.4.1.1. Combinazione A1-M1

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Molto aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w ₁ = 0.20
	w ₂ = 0.30
	w ₃ = 0.40

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 118 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Circolare
Diametro	80,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	5018,48 [cmq]
Inerzia in direzione X	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	X _G = 40,00 [cm]
Ordinata baricentro sezione	Y _G = 40,00 [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	74,00	40,00	20	3,14
2	72,34	50,51	20	3,14
3	67,51	59,98	20	3,14
4	59,98	67,51	20	3,14
5	50,51	72,34	20	3,14
6	40,00	74,00	20	3,14
7	29,49	72,34	20	3,14
8	20,02	67,51	20	3,14

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001 B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 119 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

9	12,49	59,98	20	3,14
10	7,66	50,51	20	3,14
11	6,00	40,00	20	3,14
12	7,66	29,49	20	3,14
13	12,49	20,02	20	3,14
14	20,02	12,49	20	3,14
15	29,49	7,66	20	3,14
16	40,00	6,00	20	3,14
17	50,51	7,66	20	3,14
18	59,98	12,49	20	3,14
19	67,51	20,02	20	3,14
20	72,34	29,49	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	458,86	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cm ²]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 120 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M_Y	M_X	M_t	T_Y	T_X	VD	VT
1	1608,0000	416,6000	0,0000	0,0000	55,5600	0,0000	SI	NO
2	1801,4000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
3	1801,4000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
4	1801,4000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF
5	2341,8000	416,6000	0,0000	0,0000	55,5600	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i ; y_i) - (x_f ; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X_c	α	(x_i ; y_i)	(x_f ; y_f)
2	-1000000,00	0,00	(-100,00; -1000000,00)	(100,00; -1000000,00)
3	-1000000,00	0,00	(-100,00; -1000000,00)	(100,00; -1000000,00)
4	-1000000,00	0,00	(-100,00; -1000000,00)	(100,00; -1000000,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 121 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	30,82	0,00	0,00	462,23	462,23
3	30,82	0,00	0,00	462,23	462,23
4	30,82	0,00	0,00	462,23	462,23

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>5135,9413</u>	0,0000	<u>1330,6176</u>	3,19
<u>11515,0181</u>	0,0000	416,6000	7,16
1608,0000	0,0000	<u>1083,3272</u>	2,60

Combinazione n° 2

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>13079,7661</u>	0,0000	0,0000	7,26

Combinazione n° 3

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>13079,7661</u>	0,0000	0,0000	7,26

Combinazione n° 4

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
<u>13079,7661</u>	0,0000	0,0000	7,26

Combinazione n° 5

N _u	M _{Xu}	M _{Yu}	FS
----------------	-----------------	-----------------	----

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 122 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

<u>6824,6234</u>	0,0000	<u>1214,0824</u>	2,91
<u>11515,0144</u>	0,0000	416,6000	4,92
2341,8000	0,0000	<u>1185,4923</u>	2,85

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	55,5600	502,1002	1766,3288	874,9063	ϕ 12,00 - 15,00 [cm]
5	55,5600	559,5105	1872,1641	874,9063	ϕ 12,00 - 15,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
3	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0152	1000	0,2592
4	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0152	1000	0,2592

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 123 di 140

6.4.1.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Molto aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Circolare
Diametro	80,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	5018,48 [cmq]
Inerzia in direzione X	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 40,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 40,00$ [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 124 di 140

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	74,00	40,00	20	3,14
2	72,34	50,51	20	3,14
3	67,51	59,98	20	3,14
4	59,98	67,51	20	3,14
5	50,51	72,34	20	3,14
6	40,00	74,00	20	3,14
7	29,49	72,34	20	3,14
8	20,02	67,51	20	3,14
9	12,49	59,98	20	3,14
10	7,66	50,51	20	3,14
11	6,00	40,00	20	3,14
12	7,66	29,49	20	3,14
13	12,49	20,02	20	3,14
14	20,02	12,49	20	3,14
15	29,49	7,66	20	3,14
16	40,00	6,00	20	3,14
17	50,51	7,66	20	3,14
18	59,98	12,49	20	3,14
19	67,51	20,02	20	3,14
20	72,34	29,49	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 125 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	458,86	[kg/cmq]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cmq]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cmq]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM -

Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	1564,2000	429,2300	0,0000	0,0000	56,8000	0,0000	SI	NO
2	1770,8600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
3	1770,8600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
4	1770,8600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF
5	1770,8600	429,2300	0,0000	0,0000	56,8000	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 126 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Xc posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
3	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
4	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	30,29	0,00	0,00	454,39	454,39
3	30,29	0,00	0,00	454,39	454,39
4	30,29	0,00	0,00	454,39	454,39

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 127 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
4869,8437	0,0000	1336,3272	3,11
11462,4597	0,0000	429,2300	7,33
1564,2000	0,0000	1076,6412	2,51

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
13079,7632	0,0000	0,0000	7,39

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
13079,7632	0,0000	0,0000	7,39

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
13079,7632	0,0000	0,0000	7,39

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
5444,1757	0,0000	1319,5868	3,07
11462,4565	0,0000	429,2300	6,47
1770,8600	0,0000	1107,8315	2,58

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	56,8000	495,9936	1760,0115	874,9063	φ12,00 - 15,00 [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 128 di 140

5 56,8000 524,8064 1789,8179 874,9063 $\phi 12,00 - 15,00$ [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M _X	M _Y	σ_f	σ_c	A _{eff}	ϵ	S _{rm}	w
3	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0148	1000	0,2509
4	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0148	1000	0,2509

6.4.2. L = 9.5 m

6.4.2.1. Combinazione A1-M1

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Molto aggressive

Armatura ad aderenza migliorata

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 129 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Circolare
Diametro	80,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	5018,48 [cmq]
Inerzia in direzione X	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 40,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 40,00$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	74,00	40,00	20	3,14
2	71,41	53,01	20	3,14
3	64,04	64,04	20	3,14

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 130 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

4	53,01	71,41	20	3,14
5	40,00	74,00	20	3,14
6	26,99	71,41	20	3,14
7	15,96	64,04	20	3,14
8	8,59	53,01	20	3,14
9	6,00	40,00	20	3,14
10	8,59	26,99	20	3,14
11	15,96	15,96	20	3,14
12	26,99	8,59	20	3,14
13	40,00	6,00	20	3,14
14	53,01	8,59	20	3,14
15	64,04	15,96	20	3,14
16	71,41	26,99	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	458,86	[kg/cm ²]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	

Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Tensione snervamento acciaio	4588,65	[kg/cm ²]
Modulo elastico E	2100000,00	[kg/cm ²]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 131 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M_Y	M_X	M_t	T_Y	T_X	VD	VT
1	1723,5000	255,9000	0,0000	0,0000	79,3000	0,0000	SI	NO
2	1912,7000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
3	1912,7000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
4	1912,7000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF
5	2486,5000	255,9000	0,0000	0,0000	79,3000	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

X_c posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(x_i ; y_i) - (x_f ; y_f) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	X_c	α	(x_i ; y_i)	(x_f ; y_f)
2	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
3	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
4	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 132 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	33,79	0,00	0,00	506,82	506,82
3	33,79	0,00	0,00	506,82	506,82
4	33,79	0,00	0,00	506,82	506,82

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>7283.6160</u>	0,0000	<u>1081.4490</u>	4,23
<u>11662.4278</u>	0,0000	255,9000	6,77
1723,5000	0,0000	<u>986.4524</u>	3,85

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>12588.0698</u>	0,0000	0,0000	6,58

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>12588.0698</u>	0,0000	0,0000	6,58

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>12588.0698</u>	0,0000	0,0000	6,58

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 133 di 140

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
8686,0920	0,0000	893,9356	3,49
11662,4298	0,0000	255,9000	4,69
2486,5000	0,0000	1093,9933	4,28

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	79,3000	503,1510	1782,9872	656,1797	φ12,00 - 20,00 [cm]
5	79,3000	542,5030	1893,0340	656,1797	φ12,00 - 20,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cm²]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cm²]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cm²]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
3	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0180	1000	0,3054
4	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0180	1000	0,3054

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 134 di 140

6.4.2.2. Combinazione A2-M2

Coefficienti di sicurezza del c.a.

Coefficienti sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficienti sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficienti sicurezza dell'acciaio	1.15
Fattore di riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficienti di sicurezza della sezione	1.00

Condizioni ambientali Molto aggressive
Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico	Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	$\sigma_f < 0.80 f_{yk}$
Combinazione di carico	Quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$
Combinazione di carico	Frequente	$\sigma_c < 1.00 f_{ck}$	$\sigma_f < 1.00 f_{yk}$

Tipo sezione	Circolare
Diametro	80,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	5018,48 [cm ²]
Inerzia in direzione X	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	2004169,0 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 40,00$ [cm]

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 135 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Ordinata baricentro sezione $Y_G = 40,00$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine

N° numero d'ordine

X Ascissa posizione ferro espresso in [cm]

Y Ordinata posizione ferro espresso in [cm]

d Diametro ferro espresso in [mm]

ω Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	74,00	40,00	20	3,14
2	71,41	53,01	20	3,14
3	64,04	64,04	20	3,14
4	53,01	71,41	20	3,14
5	40,00	74,00	20	3,14
6	26,99	71,41	20	3,14
7	15,96	64,04	20	3,14
8	8,59	53,01	20	3,14
9	6,00	40,00	20	3,14
10	8,59	26,99	20	3,14
11	15,96	15,96	20	3,14
12	26,99	8,59	20	3,14
13	40,00	6,00	20	3,14
14	53,01	8,59	20	3,14
15	64,04	15,96	20	3,14
16	71,41	26,99	20	3,14

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo 458,86 [kg/cmq]

Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo 15,00

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 136 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso 1,00

Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio 4588,65 [kg/cm²]
 Tensione snervamento acciaio 4588,65 [kg/cm²]
 Modulo elastico E 2100000,00 [kg/cm²]
 Fattore di incrudimento acciaio 1,00

Combinazioni

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N sforzo normale espresso in[kN]

M_Y momento lungo Y espresso in [kNm]

M_X momento lungo X espresso in [kNm]

M_t momento torcente espresso in [kNm]

T_Y taglio lungo Y espresso in [kN]

T_X taglio lungo X espresso in [kN]

VD verifica di dominio

VT verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM -

Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	1692,4000	270,0000	0,0000	0,0000	94,3000	0,0000	SI	NO
2	1895,5600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLER
3	1895,5600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEQP
4	1895,5600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	SLEF
5	1937,9600	270,0000	0,0000	0,0000	94,3000	0,0000	SI	NO

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 137 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

Xc posizione asse neutro espresso in [cm]

α inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]

(xi; yi) - (xf; yf) Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
3	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)
4	-10000000,00	0,00	(-100,00; -10000000,00)	(100,00; -10000000,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

σ_{c-max} Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{c-min} Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

σ_{f-max} Tensione massima nel ferro espresso in [kg/cmq]

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [kg/cmq]

τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [kg/cmq]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	33,48	0,00	0,00	502,27	502,27
3	33,48	0,00	0,00	502,27	502,27
4	33,48	0,00	0,00	502,27	502,27

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]

M_{Xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]

M_{Yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u M_{Xu} M_{Yu} FS

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 138 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

<u>6972,3859</u>	0,0000	<u>1112,3518</u>	4,12
<u>11606,7696</u>	0,0000	270,0000	6,86
1692,4000	0,0000	<u>981,7373</u>	3,64

Combinazione n° 2

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>12588,0742</u>	0,0000	0,0000	6,64

Combinazione n° 3

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>12588,0742</u>	0,0000	0,0000	6,64

Combinazione n° 4

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>12588,0742</u>	0,0000	0,0000	6,64

Combinazione n° 5

N_u	M_{Xu}	M_{Yu}	FS
<u>7550,6274</u>	0,0000	<u>1051,9667</u>	3,90
<u>11606,7699</u>	0,0000	270,0000	5,99
1937,9600	0,0000	<u>1018,3306</u>	3,77

Risultati taglio

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione

V_{Rd} Resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura trasversali a taglio, espresso in [kN]

V_{Rcd} Resistenza di calcolo a "taglio compressione", espresso in [kN]

V_{Rsd} resistenza di calcolo a "taglio trazione", espresso in [kN]

N°	T	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}	Diametro e passo staffe
1	94,3000	498,8150	1778,5017	656,1797	φ12,00 - 20,00 [cm]
5	94,3000	516,0439	1813,9186	656,1797	φ12,00 - 20,00 [cm]

Risultati fessurazione

Simbologia adottata

Cod. elab.: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	Titolo: SOTTOVIA 6.1	Data: Ottobre 2011
Nome file: 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	Pagina 139 di 140

PROGETTO ESECUTIVO

N° numero d'ordine della combinazione

M_X Momento di prima fessurazione in direzione X, espresso in [kNm]

M_Y Momento di prima fessurazione in direzione Y, espresso in [kNm]

σ_f Tensione nell'acciaio, espressa in [kg/cmq]

σ_c Tensione nel calcestruzzo, espressa in [kg/cmq]

A_{eff} Area efficace a trazione, espressa in [cmq]

ϵ Deformazione media acciaio teso, espressa in [°]

S_{rm} Distanza media tra le fessure, espresso in [mm]

w Ampiezza delle fessure, espressa in [mm]

N°	M_X	M_Y	σ_f	σ_c	A_{eff}	ϵ	S_{rm}	w
3	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0177	1000	0,3008
4	0,0000	0,0000	362,30	24,15	0,00	0,0177	1000	0,3008

<i>Cod. elab.:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B	<i>Titolo:</i> SOTTOVIA 6.1	<i>Data:</i> Ottobre 2011
<i>Nome file:</i> 060SI206-ST13-Z-CL-001_B.docx	Relazione di calcolo strutture	<i>Pagina</i> 140 di 140