

**S.S.131 DI "CARLO FELICE"**  
Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
Risoluzione dei nodi critici 2° stralcio  
dal km 108+300 al km 158+000

**PROGETTO ESECUTIVO**

CA284

R.T.I. di PROGETTAZIONE:

Mandataria



Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

Mandante



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)  
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Nicola D'Alessandro - Delta Ingegneria srl  
Ordine Ing. di Agrigento n. A995

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzananza - Pro Iter srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Diego Ceccherelli  
Ordine Ing. di Milano n. 15813

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Salvatore Frasca

PROTOCOLLO

DATA



OPERE D'ARTE MINORI

**Tombino idraulico scatolare pk 153+370 - TS13 su S17 - 150x150 cm**

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.

LOPLSQ    E    1901

NOME FILE

T00TM11STRRE01A

CODICE ELAB.

T00TM11STRRE01

REVISIONE

SCALA

B

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D					
C					
B	REVISIONE PER ISTRUTTORIA, VERIFICA E CONTROLLI D.LGS. 35/11	Aprile 2021	Ing.D. D'ALESSANDRO	Ing. M. CARLINO	Ing.N. D'ALESSANDRO
A	Emissione	Marzo 2020	Ing.D. D'ALESSANDRO	Ing. M. CARLINO	Ing.N. D'ALESSANDRO

**Indice**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	4
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>8</b>
3.1	CALCESTRUZZO.....	8
3.1.1	<i>Tombini</i> .....	8
3.1.2	<i>Muri d'ala – fondazioni</i> .....	9
3.1.3	<i>Muri d'ala – elevazioni</i> .....	9
3.2	ACCIAIO ARMATURA ORDINARIA .....	10
3.3	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI .....	10
<b>4</b>	<b>CRITERI DI CALCOLO</b> .....	<b>12</b>
4.1	CALCOLO DEL CARICO SULLA CALOTTA.....	12
4.2	SPINTA SUI PIEDRITTI .....	12
4.2.1	<i>Spinta attiva - Metodo di Coulomb</i> .....	12
4.2.2	<i>Spinta in presenza di falda</i> .....	13
4.2.3	<i>Spinta a Riposo</i> .....	13
4.2.4	<i>Spinta in presenza di sisma - Metodo di Mononobe-Okabe</i> .....	14
4.3	VERIFICA AL CARICO LIMITE .....	15
<b>5</b>	<b>MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI</b> .....	<b>19</b>
5.1	PROGRAMMA DI CALCOLO UTILIZZATO .....	19
5.1.1	<i>Origine e caratteristiche dei codici di calcolo</i> .....	19
5.1.2	<i>Affidabilità dei codici di calcolo</i> .....	19
5.1.3	<i>Modalità di presentazione dei risultati</i> .....	20
5.1.4	<i>Informazioni generali sull'elaborazione</i> .....	20
5.2	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO SULLA LORO ACCETTABILITÀ .....	20
5.3	STRATEGIA DI SOLUZIONE .....	20
5.4	CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DEL MODELLO .....	22
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TERRENO</b> .....	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>28</b>
7.1	PESI PROPRI.....	28
7.2	CARICHI PERMANENTI .....	28
7.2.1	<i>Peso del riempimento</i> .....	28

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

1

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5

20125 - Milano

Tel. 02 6787911

email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3

92100 Agrigento

Tel. 0922 421007

email: deltaingegneria@pec.it

7.2.2	Spinta del rinterro.....	28
7.3	CARICHI VARIABILI.....	28
7.3.1	Carico variabile sulla fondazione .....	28
7.3.2	Carico variabile sul terreno di ricoprimento .....	30
7.4	AZIONE SISMICA.....	38
7.5	RIEPILOGO DELLE CONDIZIONI DI CARICO .....	39
<b>8</b>	<b>COMBINAZIONI DEI CARICHI .....</b>	<b>42</b>
8.1	COMBINAZIONI PER VERIFICHE ALLO SLU.....	44
8.2	COMBINAZIONI PER VERIFICHE ALLO SLE .....	45
8.3	RIEPILOGO DELLE COMBINAZIONI DI CARICO .....	46
<b>9</b>	<b>RISULTATI DEI CALCOLI .....</b>	<b>53</b>
9.1	SOLLECITAZIONI .....	53
9.2	INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI .....	62
9.3	INVILUPPO SPOSTAMENTI NODALI.....	64
9.4	INVILUPPO PRESSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE .....	65
<b>10</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>67</b>
10.1	ARMATURE.....	67
10.2	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU).....	68
10.2.1	Fondazione.....	68
10.2.2	Traverso.....	68
10.2.3	Piedritti.....	69
10.3	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ESERCIZIO (SLE) .....	70
10.4	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI FESSURAZIONE (SLF).....	71
10.5	VERIFICA DEL CORDOLO DELLE BARRIERE DI SICUREZZA .....	82
<b>11</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>91</b>
<b>12</b>	<b>MURI D'ALA.....</b>	<b>92</b>
12.1	GENERALITÀ.....	92
12.2	MODELLAZIONE .....	93
12.2.1	Tipo di analisi svolta .....	93
12.2.2	Origine e caratteristiche dei codici di calcolo .....	94
12.2.3	Affidabilità dei codici di calcolo .....	94
12.2.4	Modalità di presentazione dei risultati .....	94
12.2.5	Informazioni generali sull'elaborazione .....	94
12.2.6	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	95

12.3	CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO.....	95
12.3.1	Metodo di Culmann .....	95
12.3.2	Spinta in presenza di falda .....	96
12.3.3	Spinta in presenza di sisma.....	96
12.4	ANALISI DEI CARICHI.....	96
12.4.1	Pesi propri.....	96
12.4.2	Spinta del terreno .....	96
12.4.3	Carichi variabili .....	98
12.4.4	Azione sismica.....	99
12.5	COMBINAZIONI DEI CARICHI .....	99
12.5.1	Riepilogo dei coefficienti.....	99
12.5.2	Descrizione combinazioni di carico .....	100
12.6	RISULTATI DEL CALCOLO DELLE FORZE.....	103
12.6.1	Spinta.....	103
12.6.2	Forze.....	106
12.7	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	107
12.7.1	Verifica a ribaltamento.....	107
12.7.2	Verifica a scorrimento.....	108
12.7.3	Verifica al carico limite.....	109
12.7.4	Verifica alla stabilità globale .....	111
12.8	VERIFICHE STRUTTURALI.....	115
12.8.1	Involuppo delle sollecitazioni .....	115
12.8.2	Armature .....	116
12.8.3	Verifiche a flessione .....	116
12.8.4	Verifiche a taglio .....	123
12.8.5	Verifica delle tensioni.....	131
12.8.6	Verifiche a fessurazione .....	136

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione sono riportati i calcoli e le verifiche relative ai tombini scatolari idraulici denominati TS13, lato Nord e lato Sud, che attraversano la nuova S.S. 131 alla progressiva 153+190.

I manufatti saranno realizzati nell'ambito del progetto di adeguamento e messa in sicurezza della S.S. 131, ed in particolare all'interno dello Stralcio 2, riguardante il tratto dal Km 108+300 al Km 158+000.

I carichi agenti sono stati valutati in accordo con quanto previsto dalla vigente normativa; in particolare le azioni sono quelle tipiche di una struttura interrata. Sono stati considerati inoltre i carichi indotti dal traffico autostradale e si è tenuto conto degli effetti sul calcestruzzo delle azioni termiche.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo stradale, ai sensi delle NTC 2008.

L'opera ricade in zona sismica, pertanto, saranno applicate le azioni di rito previste dalla norma, così come riportato nei capitoli successivi.

### 1.1 Descrizione dell'opera

I tombini in oggetto hanno dimensioni interne 1.5 m x 1.5 m. Lo spessore delle pareti, della fondazione e del traverso è di 35 cm.

Si riportano i dati geometrici della struttura:

Altezza esterna	2.20 [m]
Larghezza esterna	2.20 [m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00 [m]
Spessore piedritto sinistro	0.35 [m]
Spessore piedritto destro	0.35 [m]
Spessore fondazione	0.35 [m]
Spessore traverso	0.35 [m]

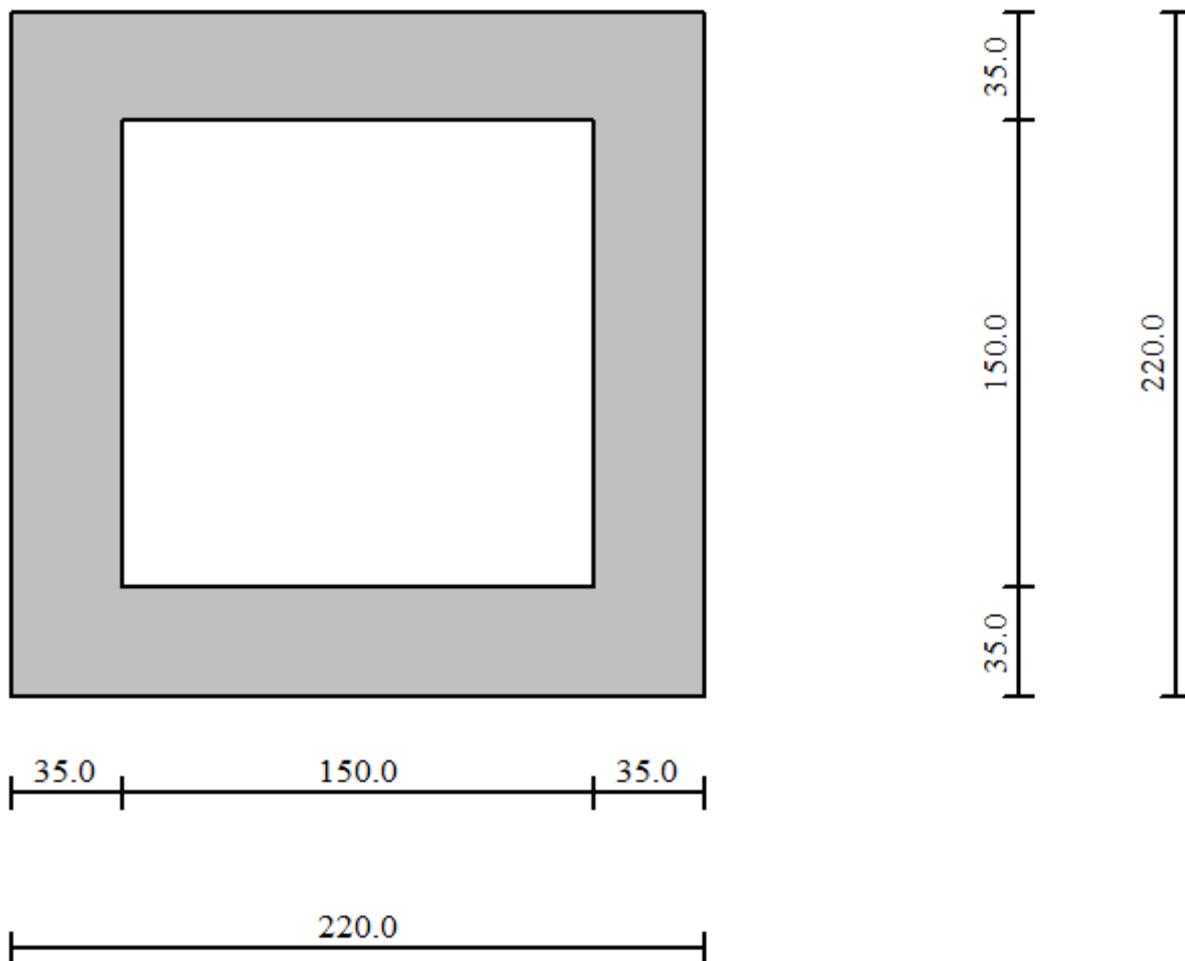


Figura 1 – Sezione trasversale del tombino

I due tombini hanno vario ricoprimento.

Il calcolo è effettuato per un ricoprimento medio di 0.49 m.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella progettazione sono state tenute in conto le seguenti normative:

- Legge 05/11/71 n. 1086 – "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 02/02/74 n. 64 – "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 14-2-1974 n.11951 – "Applicazione delle norme sul cemento armato"
- D.M. del 11-3-1988 – "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- D.M. del 16-1-1996 – "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"
- Circolare del 4-7-1996 – "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al D.M. del 16-1-1996"
- D.M. del 16-1-1996 – "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- Circolare del 15-10-1996 – "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. del 9-1-1996"
- Circolare del 10-4-1997 – "Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche» di cui al D.M. 16 gennaio 1996"
- O.P.C.M. del 20-3-2003 – "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di norme tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.M. del 14-9-2005 – "Norme tecniche per le costruzioni"
- D.M. del 14-1-2008 – "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2008)
- Circolare 2-2-2009 – "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

- Servizio Tecnico Centrale presso la Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, settembre 2017 – "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale"
- CNR 10024/86 – "Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione della relazioni di calcolo"
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale
- UNI EN 1991 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture
- UNI EN 1992 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- UNI EN 1997 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica
- UNI EN 1998 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- "Linee guida per sistemi costruttivi a pannelli portanti basati sull'impiego di blocchi cassero e calcestruzzo debolmente armato gettato in opera", C.S.LL.PP., luglio 2011

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo

##### 3.1.1 Tombini

C32/40 classe di resistenza

$R_{ck}$  = 40.00 MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$  = 33.20 MPa resistenza caratteristica cilindrica a compressione

$\gamma$  = 25 kN/m<sup>3</sup> peso specifico

Stato limite ultimo SLU:

$$f_{cd} = \frac{0.85 f_{ck}}{\gamma_c} = 18.81 \text{ MPa}$$

In accordo con le NTC2008, il coefficiente parziale di sicurezza da utilizzare viene posto pari a 1.5.

Stato limite delle tensioni di esercizio SLE:

$$\sigma_c = 0.6 f_{ck} = 19.92 \text{ MPa} \quad (\text{combinazione rara})$$

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 14.94 \text{ MPa} \quad (\text{combinazione quasi-permanente})$$

Stato limite di apertura delle fessure SLF:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \quad (\text{ambiente aggressivo, armatura sensibile, comb. quasi-permanente})$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm} \quad (\text{ambiente aggressivo, armatura sensibile, combinazione frequente})$$

Classe minima di consistenza	S4
Classe di esposizione ambientale	XC4
Copriferro minimo	50 mm
Diametro massimo inerti	32 mm
Rapporto acqua/cemento massimo	0.50
Contenuto minimo di cemento	340 kg/mc

### 3.1.2 Muri d'ala – fondazioni

C25/30 classe di resistenza

$R_{ck} = 30.00$  MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni

$f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 24.90$  MPa resistenza caratteristica cilindrica a compressione

$\gamma = 25$  kN/m<sup>3</sup> peso specifico

Stato limite ultimo SLU:

$$f_{cd} = \frac{0.85 f_{ck}}{\gamma_c} = 14.11 \text{ MPa}$$

In accordo con le NTC2008, il coefficiente parziale di sicurezza da utilizzare viene posto pari a 1.5.

Stato limite delle tensioni di esercizio SLE:

$$\sigma_c = 0.6 f_{ck} = 14.94 \text{ MPa} \quad (\text{combinazione rara})$$

$$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 11.20 \text{ MPa} \quad (\text{combinazione quasi-permanente})$$

Stato limite di apertura delle fessure SLF:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \quad (\text{ambiente aggressivo, armatura sensibile, comb. quasi-permanente})$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm} \quad (\text{ambiente aggressivo, armatura sensibile, combinazione frequente})$$

a favore di sicurezza, anche per le fondazioni dei muri è stato considerato un ambiente aggressivo, anche se in realtà la classe di esposizione è corrispondente a condizioni ambientali ordinarie.

Classe minima di consistenza	S4
Classe di esposizione ambientale	XC2
Copriferro minimo	50 mm
Diametro massimo inerti	32 mm
Rapporto acqua/cemento massimo	0.60
Contenuto minimo di cemento	300 kg/mc

### 3.1.3 Muri d'ala – elevazioni

Le caratteristiche delle parti in elevazione dei muri d'ala sono analoghe a quelle dei tombini (§3.1.1). Tuttavia, a favore di sicurezza, i calcoli e le verifiche sono effettuati assumendo le medesime caratteristiche delle fondazioni (§3.1.2).

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

9

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

### 3.2 Acciaio armatura ordinaria

B450C (controllato in stabilimento)

$f_{yk} \geq 450.00$  MPa tensione caratteristica di snervamento

$E_s = 210000$  MPa modulo elastico

$\gamma = 78.5$  kN/m<sup>3</sup> peso specifico

$n = 15$  rapporto di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo

Stato limite ultimo SLU:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{f_{yk}}{1.15} = 391.30 \text{ MPa}$$

Stato limite delle tensioni di esercizio SLE:

$$\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$$

### 3.3 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

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

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

La tolleranza di posizionamento delle armature "h", per le strutture gettate in opera, può essere assunta pari a 5 mm, nell'ipotesi in cui sia previsto controllo di qualità con misura dei copriferri.

Il copriferro è valutato in accordo a quanto prescritto nella Norma UNI EN 1992-1-1, mentre la classe di resistenza minima è definita in accordo al Prospetto 4 della Norma UNI 11104:2004.

le condizioni ambientali ed i relativi limiti di apertura delle fessure accettabili per ciascun elemento strutturale sono stabiliti in accordo con quanto previsto nelle tabelle 4.1.III e 4.1.IV delle NTC 2008.

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 1 – Descrizione delle condizioni ambientali (tabella 4.1.III NTC 2008)

Nella tabella 4.1.IV delle NTC 2008, riportata di seguito per comodità, sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura.

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	$\leq w_1$

Tabella 2 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione (tabella 4.1.IV NTC 2008)

## 4 CRITERI DI CALCOLO

### 4.1 Calcolo del carico sulla calotta

La pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso di volume del terreno per l'altezza del ricoprimento (spessore dello strato di terreno superiore). Quindi la pressione in calotta è fornita dalla seguente relazione:

$$P_v = \gamma H$$

Se sul profilo del piano campagna sono presenti dei sovraccarichi, concentrati e/o distribuiti, la diffusione di questi nel terreno avviene secondo un angolo, rispetto alla verticale, pari all'angolo di attrito del terreno di ricoprimento.

### 4.2 Spinta sui piedritti

#### 4.2.1 Spinta attiva - Metodo di Coulomb

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_a$$

dove  $K_a$  rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left( 1 + \frac{\sqrt{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}}{\sqrt{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right)}$$

dove  $\varphi$  è l'angolo d'attrito del terreno,  $\alpha$  rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ( $\alpha = 90^\circ$  per parete verticale),  $\delta$  è l'angolo d'attrito terreno-parete,  $\beta$  è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete  $\delta$  rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ( $1/3 H$  rispetto alla base della parete). L'espressione di  $K_a$  perde di significato per  $\beta > \varphi$ . Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di natural declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione  $c$  l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità  $z$  vale

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

#### 4.2.2 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$Y_a = Y_{\text{sat}} - Y_w$$

dove  $Y_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $Y_w$  è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

#### 4.2.3 Spinta a Riposo

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin \varphi$$

dove  $\varphi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$  e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

dove  $p_v$  è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

#### **4.2.4 Spinta in presenza di sisma - Metodo di Mononobe-Okabe**

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

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

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

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

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

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

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

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

dove il coefficiente  $A$  vale

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

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base pari a  $1/2$  dell'altezza della parete.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali che si destano per effetto del sisma. Tale forza viene valutata come

$$F_i = CW$$

dove  $W$  è il peso della parete e dei relativi sovraccarichi permanenti e va applicata nel baricentro dei pesi.

### 4.3 Verifica al carico limite

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

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

*Terzaghi* ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = c N_c s_c + q N_q + 0.5B \gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

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

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

La formula di **Vesic** è analoga alla formula di **Hansen**. Cambia solo il fattore  $N_\gamma$  e l'espressione di alcuni coefficienti.

Di seguito sono riportate per intero tutte le espressioni.

Caso generale

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\varphi = 0$

$$q_u = 5.14 c (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg} \phi} K_p$$

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

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \operatorname{tg} \phi$$

Fattori di forma:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$ $s_q = 1 + \frac{B}{L} \operatorname{tg} \phi$ $s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$

Fattori di profondità:

Si definisce il parametro k come:

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \operatorname{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$d_c = 0.4k$	$d_c = 1 + 0.4k$ $d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi (1 - \sin \phi)^2 k$ $d_\gamma = 1$

Fattori di inclinazione del carico:

Definito il parametro:

$$m = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$$

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$i_c = \frac{mH}{A_f c_a N_c}$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$
	$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f c_a \operatorname{ctg} \phi} \right)^m$ $i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f c_a \operatorname{ctg} \phi} \right)^{m+1}$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione:

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$ $b_q = b_\gamma = (1 - \eta \operatorname{tg} \phi)^2$

Fattori di inclinazione del terreno:

Indicando con  $\beta$  la pendenza del pendio

per $\phi = 0$	per $\phi > 0$
$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$ $g_q = g_\gamma = (1 - \operatorname{tg} \beta)^2$

Il carico ultimo fornito dalle varie formule sopra riportate è un carico ultimo unitario (Forza/Unità di superficie). Il carico limite in fondazione è fornito quindi dalla relazione:

$$Q_{lim} = q_{ult} B' L$$

con  $B' = B - 2e$

dove  $B$  ed  $L$  sono la larghezza e la lunghezza della fondazione ed  $e$  è l'eccentricità del carico. Risulta evidente che il carico ultimo e quindi il relativo coefficiente di sicurezza dipende, a parità di altri fattori, anche dall'entità della spinta (cambia infatti l'eccentricità).

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 5 MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI

### 5.1 Programma di calcolo utilizzato

#### 5.1.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	SCAT - Analisi Strutture Scatolari
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	Duomi S.r.l.
Licenza	AIU2302G8



#### 5.1.2 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre,

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

### **5.1.3 Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### **5.1.4 Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

## **5.2 Valutazione dei risultati e giudizio sulla loro accettabilità**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

Le configurazioni studiate per la struttura in esame sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.

In base a quanto sopra, si può concludere che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

## **5.3 Strategia di soluzione**

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

A partire dalla matrice di rigidezza del singolo elemento,  $K_e$ , si assembla la matrice di rigidezza di tutta la struttura  $K$ . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali  $p$ .

Indicando con  $u$  il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti  $u$ :

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene determinata per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

Il programma *SCAT* è dedicato all'analisi ed al calcolo di strutture scatolari sia completamente sia parzialmente interrate. Le diverse tipologie di scatolari che è possibile analizzare con *SCAT* sono: rettangolare, rettangolare con angoli smussati, rettangolare con setto intermedio, circolare, ellittico, con sezione tipo vasca, con sezione tipo galleria (dotata cioè di piedritti, calotta ed arco rovescio).

E' possibile analizzare scatolari in calcestruzzo o materiale generico, definendo quindi le caratteristiche delle sezioni (area, spessore, inerzia, modulo di resistenza) di ogni elemento presente.

La caratterizzazione del terreno in cui la struttura è immersa è suddiviso nei tre strati: ricoprimento, rinfiacco e di fondazione. Per ogni strato occorre fornire i valori dei parametri fisici e meccanici più comuni (peso di volume, angolo di attrito, attrito terreno - struttura, coesione, adesione, costante di Winkler, etc.).

Per simulare il comportamento del terreno di fondazione ed il terreno di rinfiacco vengono inserite delle molle alla Winkler non reagenti a trazione. L'area delle molle è proporzionale alla costante di Winkler del terreno di base (per le molle in fondazione) e del terreno di rinfiacco (per le molle sui piedritti). Viene effettuata quindi l'analisi al passo per tener conto delle molle che devono essere eliminate (molle in trazione) dalla matrice globale.

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

L'analisi così condotta fornisce i risultati in termini di spostamenti. Dagli spostamenti si risale alle sollecitazioni nodali ed alle pressioni sul terreno.

SCAT consente di inserire carichi sia sul terreno di ricoprimento sia sulla struttura.

L'operazione di inserimento, spostamento, modifica e cancellazione dei carichi è resa agevola da procedure grafiche o numeriche presenti nel programma.

I carichi sono gestiti tramite condizioni di carico, che l'Utente può definire come accidentali o permanenti. Le condizioni di carico possono essere combinate con coefficienti di partecipazione definibili dall'Utente.

Illimitato è il numero sia di condizioni che di combinazioni di carico definibili. E' in più presente nel programma una procedura ottimizzata per la generazione automatica delle combinazioni.

Una volta effettuata l'analisi dei carichi per ciascuna combinazione di carico, SCAT procede alla discretizzazione della struttura in elementi tipo trave dotati ciascuno della relativa area ed inerzia (secondo il metodo degli elementi finiti).

Sullo scatolare si possono inserire vincoli sia fissi che elastici. Inoltre è possibile considerare il traverso poggiato sui piedritti o i piedritti incernierati sulla fondazione.

L'analisi può essere eseguita sia in condizioni statiche che sismiche. Il progetto e la verifica delle sezioni può essere eseguito secondo il metodo delle Tensioni Ammissibili o secondo la teoria degli Stati Limite.

Al termine dell'analisi, è possibile visualizzare tutti i risultati in finestre numeriche e grafiche.

L'origine del sistema di riferimento viene posta in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro del tombino.

## 5.4 Caratteristiche degli elementi del modello

### Area ed Inerzia elementi

<b>Destinazione</b>	<b>Area [cmq]</b>	<b>Inerzia [cm<sup>4</sup>]</b>
Fondazione	3500.00	357291.67
Piedritto sinistro	3500.00	357291.67
Piedritto destro	3500.00	357291.67

Traverso 3500.00 357291.67

*Simbologia adottata ed unità di misura*

$N$  indice elemento  
 $N_i$  indice nodo iniziale elemento  
 $N_j$  indice nodo finale elemento  
 $(X_i, Y_i)$  coordinate nodo iniziale, espresse in cm  
 $(X_j, Y_j)$  coordinate nodo finale, espresse in cm  
 $Dest$  appartenenza elemento

N	$N_i$	$N_j$	$X_i$	$Y_i$	$X_j$	$Y_j$	Dest
1	1	2	17.50	17.50	26.25	17.50	Fond
2	2	3	26.25	17.50	35.00	17.50	Fond
3	3	4	35.00	17.50	44.38	17.50	Fond
4	4	5	44.38	17.50	53.75	17.50	Fond
5	5	6	53.75	17.50	63.13	17.50	Fond
6	6	7	63.13	17.50	72.50	17.50	Fond
7	7	8	72.50	17.50	81.88	17.50	Fond
8	8	9	81.88	17.50	91.25	17.50	Fond
9	9	10	91.25	17.50	100.63	17.50	Fond
10	10	11	100.63	17.50	110.00	17.50	Fond
11	11	12	110.00	17.50	119.38	17.50	Fond
12	12	13	119.38	17.50	128.75	17.50	Fond
13	13	14	128.75	17.50	138.13	17.50	Fond
14	14	15	138.13	17.50	147.50	17.50	Fond
15	15	16	147.50	17.50	156.88	17.50	Fond
16	16	17	156.88	17.50	166.25	17.50	Fond
17	17	18	166.25	17.50	175.63	17.50	Fond
18	18	19	175.63	17.50	185.00	17.50	Fond
19	19	20	185.00	17.50	193.75	17.50	Fond
20	20	21	193.75	17.50	202.50	17.50	Fond
21	1	45	17.50	17.50	17.50	26.75	PiedL
22	45	46	17.50	26.75	17.50	36.00	PiedL
23	46	47	17.50	36.00	17.50	45.25	PiedL
24	47	48	17.50	45.25	17.50	54.50	PiedL
25	48	49	17.50	54.50	17.50	63.75	PiedL
26	49	50	17.50	63.75	17.50	73.00	PiedL
27	50	51	17.50	73.00	17.50	82.25	PiedL
28	51	52	17.50	82.25	17.50	91.50	PiedL
29	52	53	17.50	91.50	17.50	100.75	PiedL
30	53	54	17.50	100.75	17.50	110.00	PiedL
31	54	55	17.50	110.00	17.50	119.25	PiedL
32	55	56	17.50	119.25	17.50	128.50	PiedL
33	56	57	17.50	128.50	17.50	137.75	PiedL
34	57	58	17.50	137.75	17.50	147.00	PiedL
35	58	59	17.50	147.00	17.50	156.25	PiedL
36	59	60	17.50	156.25	17.50	165.50	PiedL
37	60	61	17.50	165.50	17.50	174.75	PiedL
38	61	62	17.50	174.75	17.50	184.00	PiedL
39	62	63	17.50	184.00	17.50	193.25	PiedL
40	63	121	17.50	193.25	17.50	202.50	PiedL
41	21	83	202.50	17.50	202.50	26.75	PiedR
42	83	84	202.50	26.75	202.50	36.00	PiedR
43	84	85	202.50	36.00	202.50	45.25	PiedR
44	85	86	202.50	45.25	202.50	54.50	PiedR

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

23

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
 20125 - Milano  
 Tel. 02 6787911  
 email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
 92100 Agrigento  
 Tel. 0922 421007  
 email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

45	86	87	202.50	54.50	202.50	63.75	PiedR
46	87	88	202.50	63.75	202.50	73.00	PiedR
47	88	89	202.50	73.00	202.50	82.25	PiedR
48	89	90	202.50	82.25	202.50	91.50	PiedR
49	90	91	202.50	91.50	202.50	100.75	PiedR
50	91	92	202.50	100.75	202.50	110.00	PiedR
51	92	93	202.50	110.00	202.50	119.25	PiedR
52	93	94	202.50	119.25	202.50	128.50	PiedR
53	94	95	202.50	128.50	202.50	137.75	PiedR
54	95	96	202.50	137.75	202.50	147.00	PiedR
55	96	97	202.50	147.00	202.50	156.25	PiedR
56	97	98	202.50	156.25	202.50	165.50	PiedR
57	98	99	202.50	165.50	202.50	174.75	PiedR
58	99	100	202.50	174.75	202.50	184.00	PiedR
59	100	101	202.50	184.00	202.50	193.25	PiedR
60	101	138	202.50	193.25	202.50	202.50	PiedR
61	121	122	17.50	202.50	21.71	202.50	Trav
62	122	123	21.71	202.50	35.00	202.50	Trav
63	123	124	35.00	202.50	49.43	202.50	Trav
64	124	125	49.43	202.50	63.86	202.50	Trav
65	125	126	63.86	202.50	78.29	202.50	Trav
66	126	127	78.29	202.50	81.71	202.50	Trav
67	127	128	81.71	202.50	95.85	202.50	Trav
68	128	129	95.85	202.50	110.00	202.50	Trav
69	129	130	110.00	202.50	124.15	202.50	Trav
70	130	131	124.15	202.50	138.29	202.50	Trav
71	131	132	138.29	202.50	141.71	202.50	Trav
72	132	133	141.71	202.50	156.14	202.50	Trav
73	133	134	156.14	202.50	170.57	202.50	Trav
74	134	135	170.57	202.50	185.00	202.50	Trav
75	135	136	185.00	202.50	198.29	202.50	Trav
76	136	137	198.29	202.50	201.71	202.50	Trav
77	137	138	201.71	202.50	202.50	202.50	Trav
78	1	22	17.50	17.50	17.50	-82.50	MollaF
79	2	23	26.25	17.50	26.25	-82.50	MollaF
80	3	24	35.00	17.50	35.00	-82.50	MollaF
81	4	25	44.38	17.50	44.38	-82.50	MollaF
82	5	26	53.75	17.50	53.75	-82.50	MollaF
83	6	27	63.13	17.50	63.13	-82.50	MollaF
84	7	28	72.50	17.50	72.50	-82.50	MollaF
85	8	29	81.88	17.50	81.88	-82.50	MollaF
86	9	30	91.25	17.50	91.25	-82.50	MollaF
87	10	31	100.63	17.50	100.63	-82.50	MollaF
88	11	32	110.00	17.50	110.00	-82.50	MollaF
89	12	33	119.38	17.50	119.38	-82.50	MollaF
90	13	34	128.75	17.50	128.75	-82.50	MollaF
91	14	35	138.13	17.50	138.13	-82.50	MollaF
92	15	36	147.50	17.50	147.50	-82.50	MollaF
93	16	37	156.88	17.50	156.88	-82.50	MollaF
94	17	38	166.25	17.50	166.25	-82.50	MollaF
95	18	39	175.63	17.50	175.63	-82.50	MollaF
96	19	40	185.00	17.50	185.00	-82.50	MollaF
97	20	41	193.75	17.50	193.75	-82.50	MollaF
98	21	42	202.50	17.50	202.50	-82.50	MollaF
99	1	43	17.50	17.50	-82.50	17.50	MollaPL
100	45	64	17.50	26.75	-82.50	26.75	MollaPL
101	46	65	17.50	36.00	-82.50	36.00	MollaPL
102	47	66	17.50	45.25	-82.50	45.25	MollaPL
103	48	67	17.50	54.50	-82.50	54.50	MollaPL

## RTI di progettazione:



## Mandatara

Via G.B. Sammartini n°5

20125 - Milano

Tel. 02 6787911

email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3

92100 Agrigento

Tel. 0922 421007

email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

104	49	68	17.50	63.75	-82.50	63.75	MollaPL
105	50	69	17.50	73.00	-82.50	73.00	MollaPL
106	51	70	17.50	82.25	-82.50	82.25	MollaPL
107	52	71	17.50	91.50	-82.50	91.50	MollaPL
108	53	72	17.50	100.75	-82.50	100.75	MollaPL
109	54	73	17.50	110.00	-82.50	110.00	MollaPL
110	55	74	17.50	119.25	-82.50	119.25	MollaPL
111	56	75	17.50	128.50	-82.50	128.50	MollaPL
112	57	76	17.50	137.75	-82.50	137.75	MollaPL
113	58	77	17.50	147.00	-82.50	147.00	MollaPL
114	59	78	17.50	156.25	-82.50	156.25	MollaPL
115	60	79	17.50	165.50	-82.50	165.50	MollaPL
116	61	80	17.50	174.75	-82.50	174.75	MollaPL
117	62	81	17.50	184.00	-82.50	184.00	MollaPL
118	63	82	17.50	193.25	-82.50	193.25	MollaPL
119	121	139	17.50	202.50	-82.50	202.50	MollaPL
120	21	44	202.50	17.50	302.50	17.50	MollaPR
121	83	102	202.50	26.75	302.50	26.75	MollaPR
122	84	103	202.50	36.00	302.50	36.00	MollaPR
123	85	104	202.50	45.25	302.50	45.25	MollaPR
124	86	105	202.50	54.50	302.50	54.50	MollaPR
125	87	106	202.50	63.75	302.50	63.75	MollaPR
126	88	107	202.50	73.00	302.50	73.00	MollaPR
127	89	108	202.50	82.25	302.50	82.25	MollaPR
128	90	109	202.50	91.50	302.50	91.50	MollaPR
129	91	110	202.50	100.75	302.50	100.75	MollaPR
130	92	111	202.50	110.00	302.50	110.00	MollaPR
131	93	112	202.50	119.25	302.50	119.25	MollaPR
132	94	113	202.50	128.50	302.50	128.50	MollaPR
133	95	114	202.50	137.75	302.50	137.75	MollaPR
134	96	115	202.50	147.00	302.50	147.00	MollaPR
135	97	116	202.50	156.25	302.50	156.25	MollaPR
136	98	117	202.50	165.50	302.50	165.50	MollaPR
137	99	118	202.50	174.75	302.50	174.75	MollaPR
138	100	119	202.50	184.00	302.50	184.00	MollaPR
139	101	120	202.50	193.25	302.50	193.25	MollaPR
140	138	140	202.50	202.50	302.50	202.50	MollaPR

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 6 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

### Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento
Spessore dello strato	0.49 [m]
Peso di volume	19.0000 [kN/mc]
Peso di volume saturo	21.0000 [kN/mc]
Angolo di attrito	30.00[°]
Coesione	0.000[N/mm <sup>2</sup> ]

### Strato di rinfiacco

Descrizione	Terreno di rinfiacco
Peso di volume	19.0000 [kN/mc]
Peso di volume saturo	21.0000 [kN/mc]
Angolo di attrito	30.00[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20.00[°]
Coesione	0.000[N/mm <sup>2</sup> ]
Costante di Winkler	0.000[N/mm <sup>2</sup> /cm]

La costante di Winkler è stata posta pari a 0, in quanto da tale assunzione derivano gli effetti più gravosi sulle parti più sollecitate (la fondazione e il traverso); le sollecitazioni sulle parti restanti sono sottostimate, ma con un errore massimo del 5%, e pertanto non significativo.

### Strato di base

Descrizione	Terreno di base (Coltri eluvio – colluviali)
Peso di volume	18.0000 [kN/mc]
Peso di volume saturo	20.0000 [kN/mc]
Angolo di attrito	27.00[°]
Angolo di attrito terreno struttura	27.00[°]
Coesione	0.000[N/mm <sup>2</sup> ]

Costante di Winkler 0.500 [N/mmq/cm]

Tensione limite 0.500 [N/mmq]

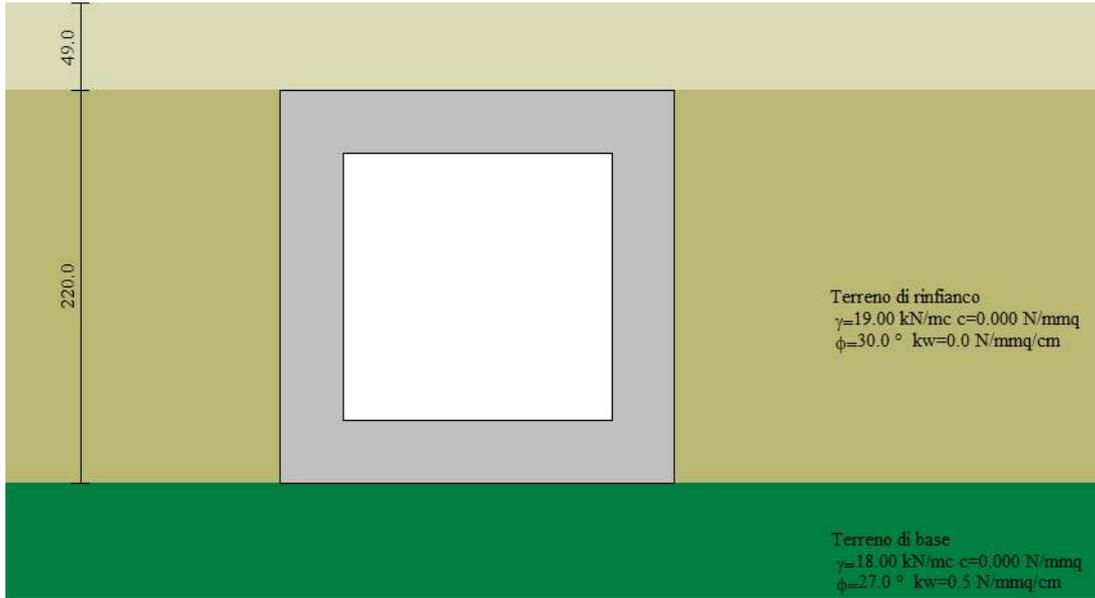


Figura 2 – Stratigrafia e caratteristiche del terreno

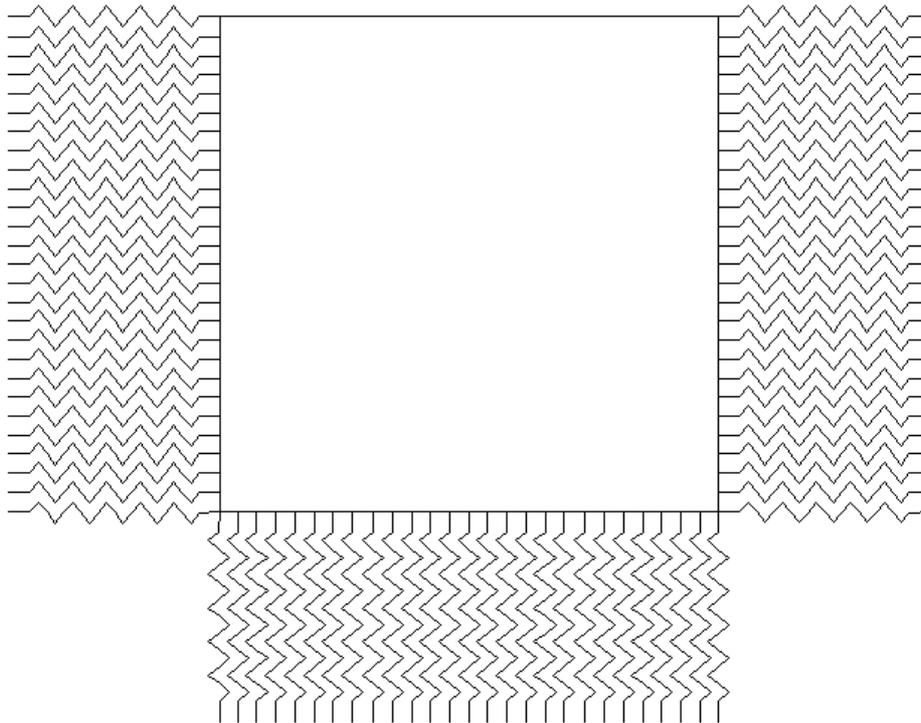


Figura 3 – Schematizzazione del terreno mediante molle

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 Pesi propri

Il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato considerando un peso specifico pari a 25 kN/m<sup>3</sup> per il calcestruzzo armato.

### 7.2 Carichi permanenti

I carichi permanenti sono quelli relativi alle finiture per la realizzazione della S.S. 131 e alle azioni applicate alla struttura per effetto del ricoprimento e del rinfiacco.

#### 7.2.1 Peso del riempimento

Lo spessore ed il peso specifico dello strato di riempimento sono riportati nel §6.

#### 7.2.2 Spinta del rinterro

In fase statica è stata considerata la spinta a riposo, determinata secondo quanto riportato nel §4.2.3.

Il peso specifico del terreno di rinfiacco è riportato nel §6.

Non è presente falda.

### 7.3 Carichi variabili

#### 7.3.1 Carico variabile sulla fondazione

Il carico all'interno del tombino dovuto all'acqua è pari all'altezza interna per il peso specifico dell'acqua, pari a 10 kN/m<sup>3</sup>.

La condizione di carico è identificata come "condizione di carico n°11".

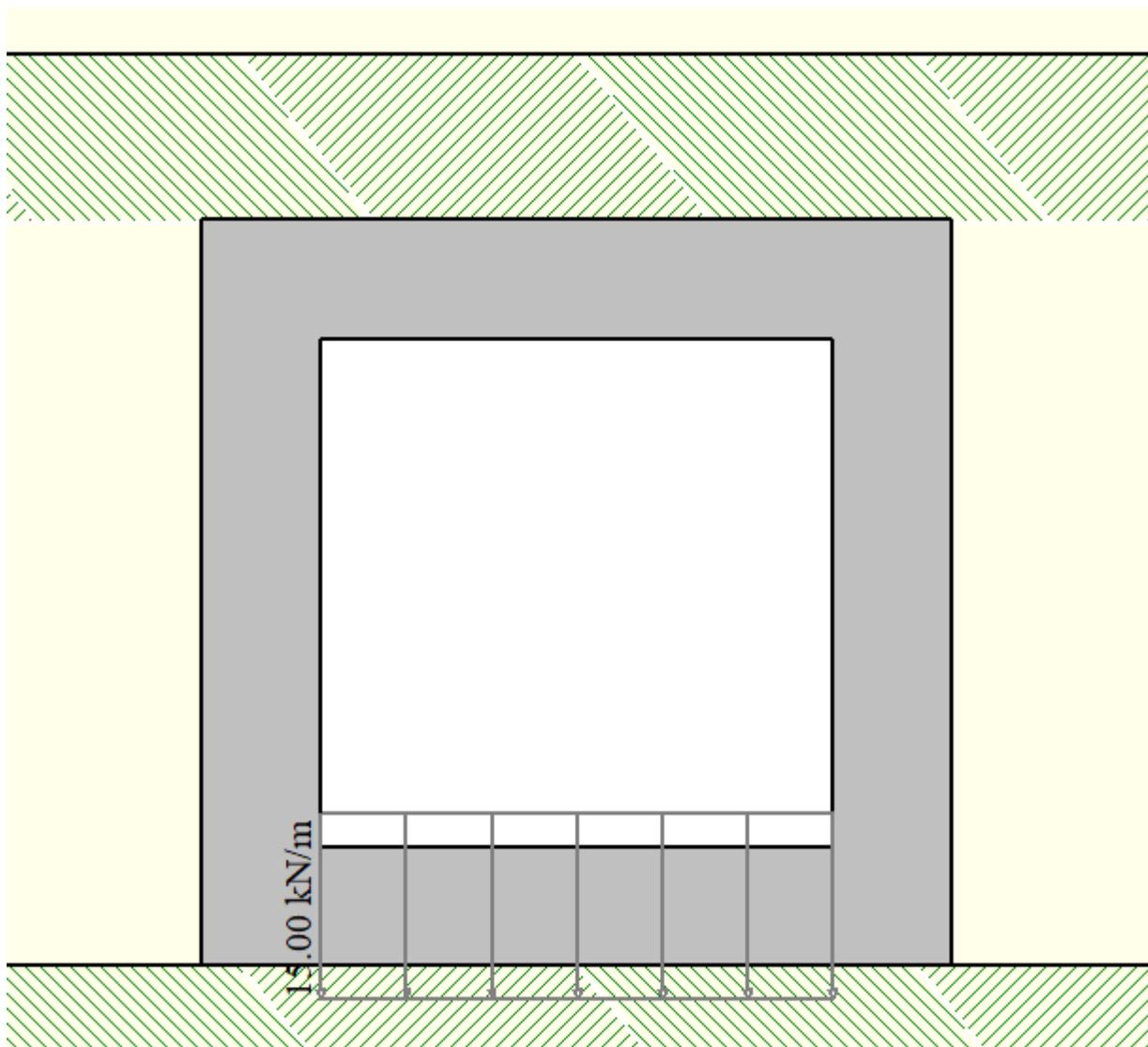


Figura 4 – Carico sulla fondazione dovuto all'acqua all'interno del tombino

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

### 7.3.2 Carico variabile sul terreno di ricoprimento

L'analisi dei carichi viene effettuata in accordo con quanto riportato nel §5.1 delle NTC 2008.

Il carico stradale applicato è quello corrispondente allo "schema di carico 1", di cui al §5.1.3.3.3 delle NTC 2008, la cui schematizzazione è mostrata nella seguente figura:

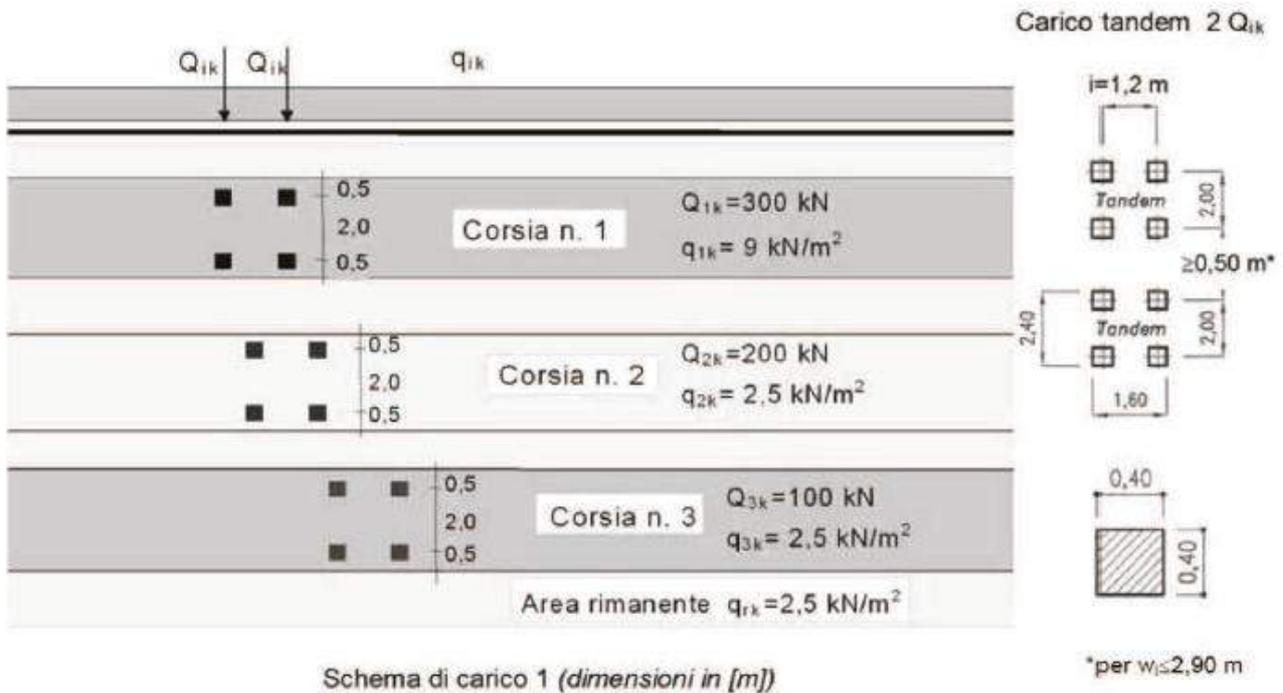


Figura 5 – Schema di carico 1 (Fig.5.1.2 NTC 2008)

In particolare lo *schema di carico 1* è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem e da carichi uniformemente distribuiti; i carichi concentrati sono pari a:

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN ad asse (300 + 300 = 600 kN)}$$

su corsia n.1 di larghezza convenzionale pari a 3 m;

$$Q_{2k} = 200 \text{ kN ad asse (200 + 200 = 400 kN)}$$

su corsia n.2 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

$$Q_{3k} = 100 \text{ kN ad asse (100 + 100 = 200 kN)}$$

su corsia n.3 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

Tali carichi sono applicati su un'impronta quadrata di lato pari a 40 cm.

I carichi tandem vengono posizionati ortogonalmente all'asse del sottovia e vengono ripartiti sia in direzione longitudinale che trasversale dal piano stradale al piano medio della soletta superiore. Si assume che la diffusione avvenga con un angolo di 30° attraverso il rilevato stradale e con un angolo di 45° nella soletta superiore del tombino, fino all'asse della stessa. La diffusione in senso longitudinale alla strada è calcolata dal software di calcolo; quella in direzione ortogonale viene tenuta in conto applicando un carico equivalente pari al valore di pressione che si ottiene diffondendo il carico esclusivamente lungo tale direzione.

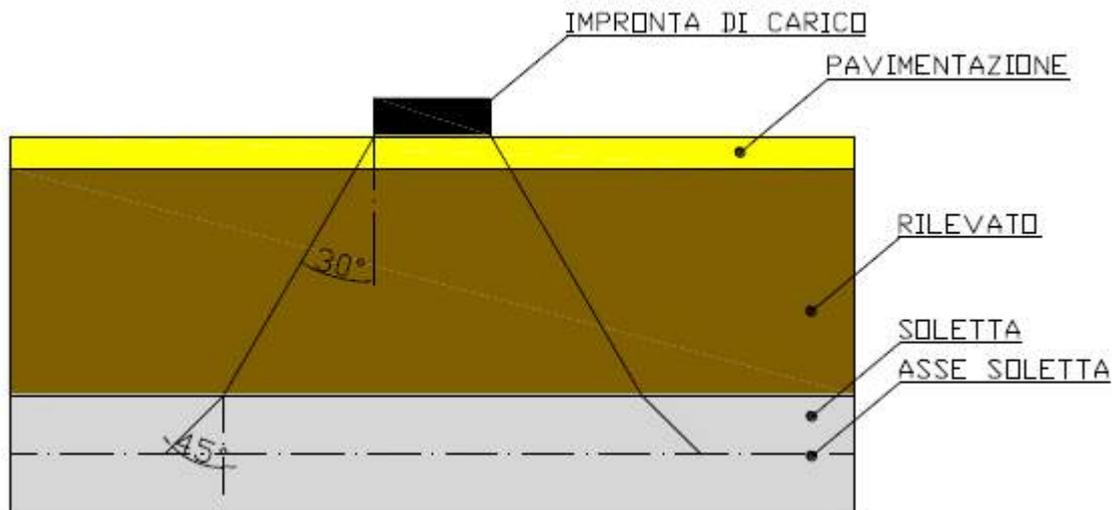


Figura 6 – Schema di diffusione dei carichi concentrati

Disponendo i carichi tandem delle 3 corsie e diffondendo fino alla linea media della soletta superiore il carico in direzione trasversale alla strada, viene individuata la striscia di larghezza unitaria maggiormente sollecitata.

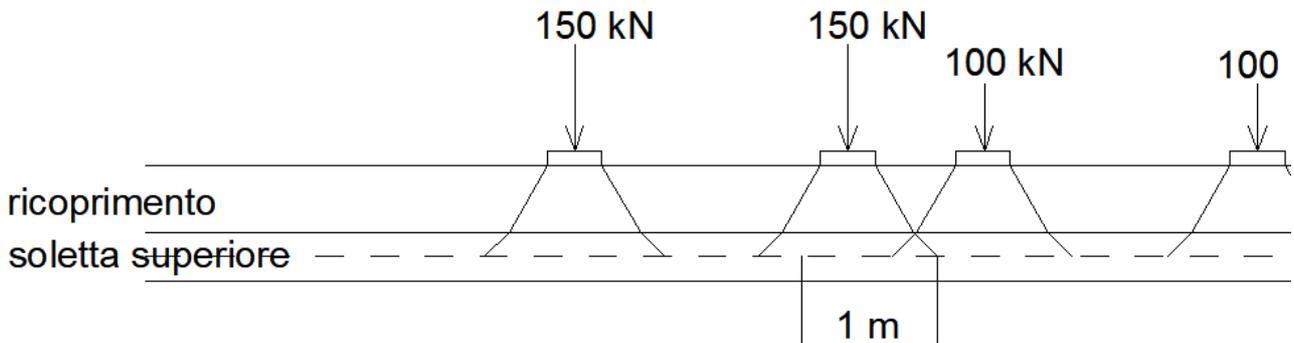


Figura 7 – Diffusione trasversale dei carichi tandem

Nel caso in esame, la striscia maggiormente sollecitata è quella identificata nella figura precedente; il carico agente su di essa si determina come segue:

- ciascun carico concentrato si distribuisce su una larghezza di 1.57 m
- sulla striscia di larghezza unitaria più caricata si scaricano:
  - o una parte del carico di un intero asse della corsia 1
    - $150 \text{ kN} / 1.79 \text{ m} * 1 \text{ m} = 83.80 \text{ kN}$
  - o e una parte (su una larghezza di 80 cm) del carico di un semiasse della corsia 2:
    - $100 \text{ kN} / 1.79 \text{ m} * 0.80 \text{ m} = 44.69 \text{ kN}$
- il carico complessivo sulla striscia unitaria è dunque pari a 128.49 kN.

Per quanto riguarda i carichi uniformemente distribuiti (associati ai carichi tandem) si considera prudenzialmente il carico  $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$  applicato a tutte le colonne di carico (la norma prevede l'applicazione dalla seconda alla n-esima corsia di un carico ridotto da  $2.5 \text{ kN/m}^2$ ).

I carichi da traffico stradale vengono applicati in tre posizioni differenti, in maniera da massimizzare le sollecitazioni sulla struttura. In particolare, per ogni posizione viene identificato un

"gruppo di carico", costituito da un carico tandem ed un carico distribuito. Le azioni sono applicate come mostrato nelle immagini che seguono.

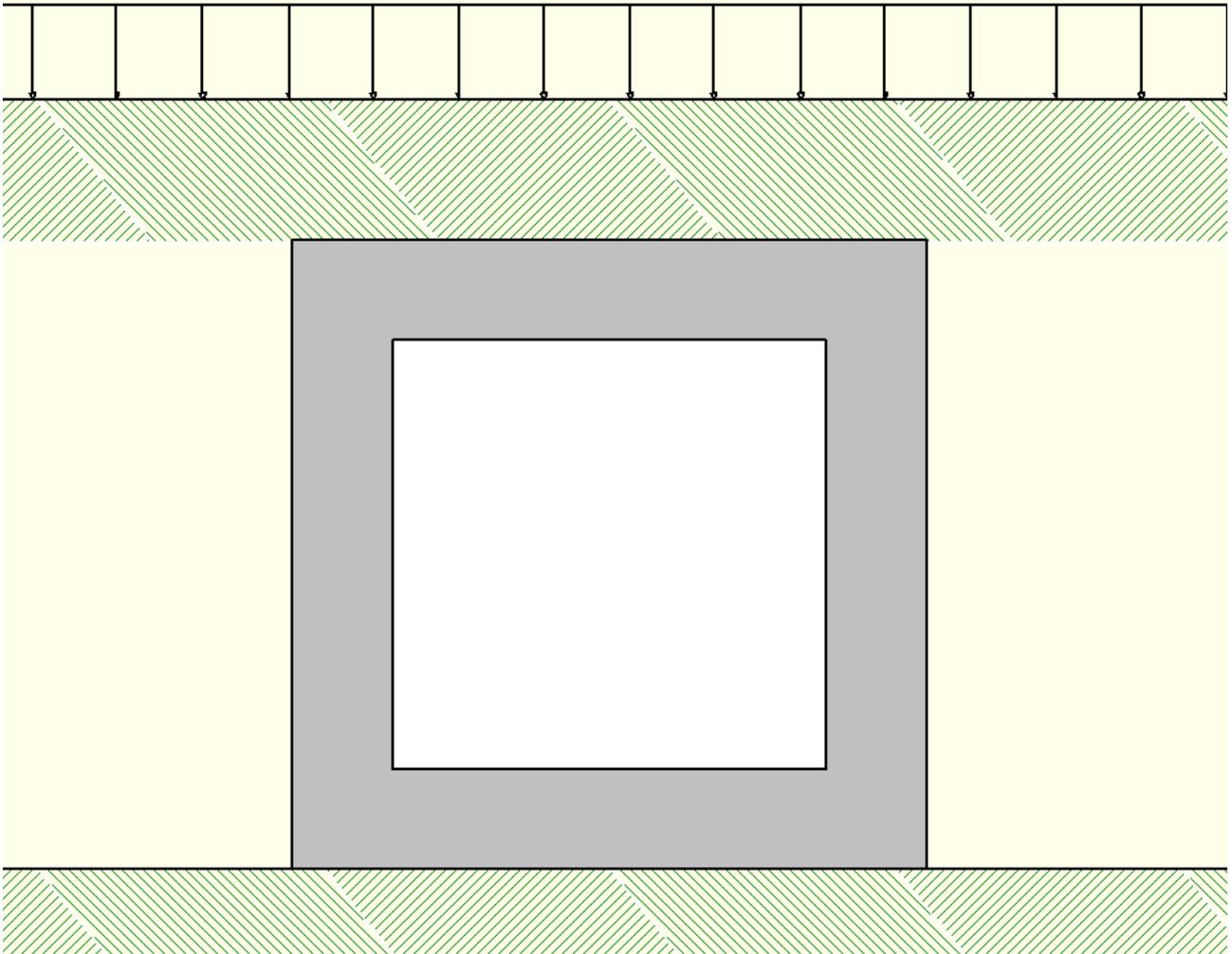


Figura 8 – Gruppo 1 – carico distribuito (condizione di carico n°7)

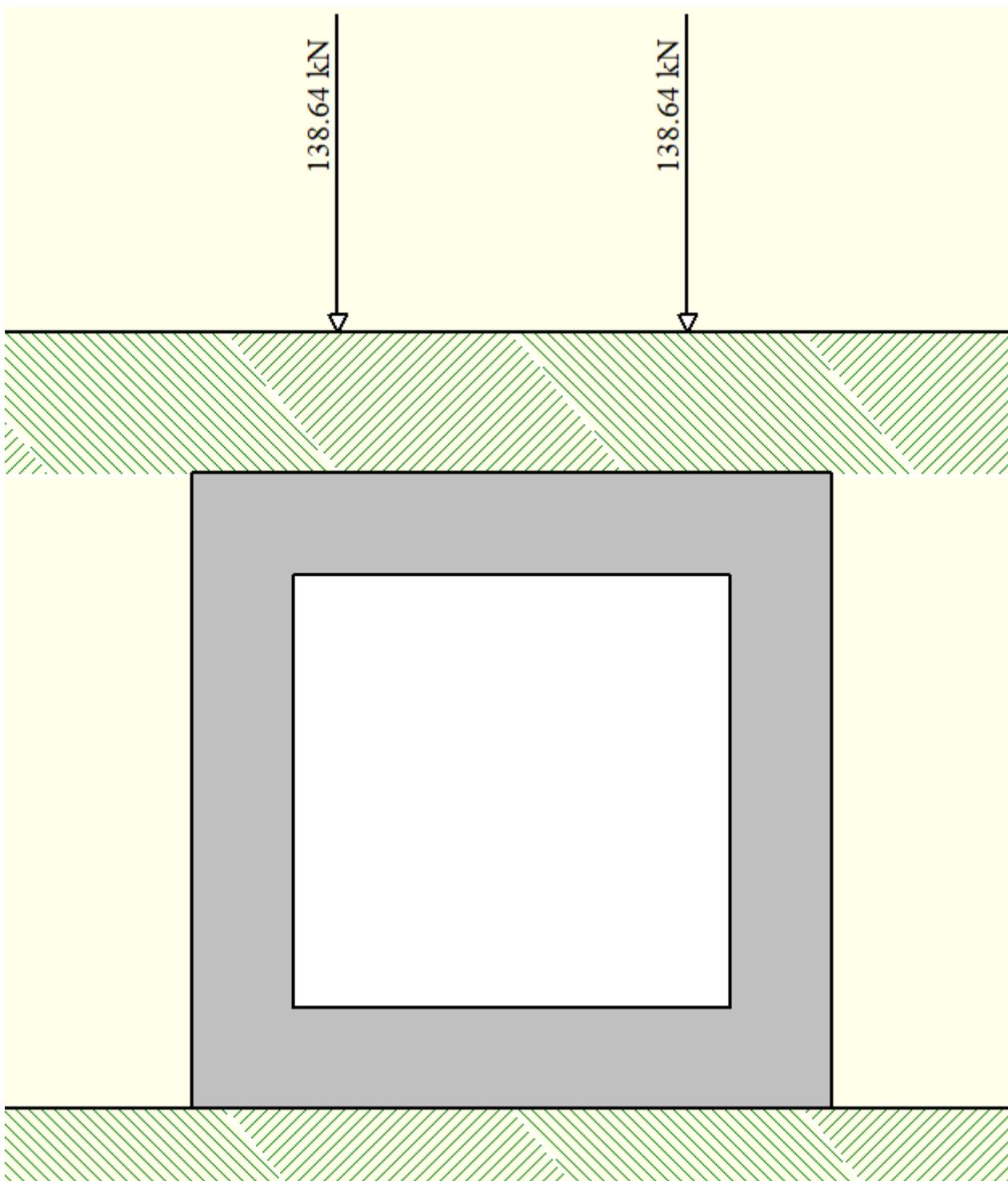


Figura 9 – Gruppo 1 – carico tandem (condizione di carico n°8)

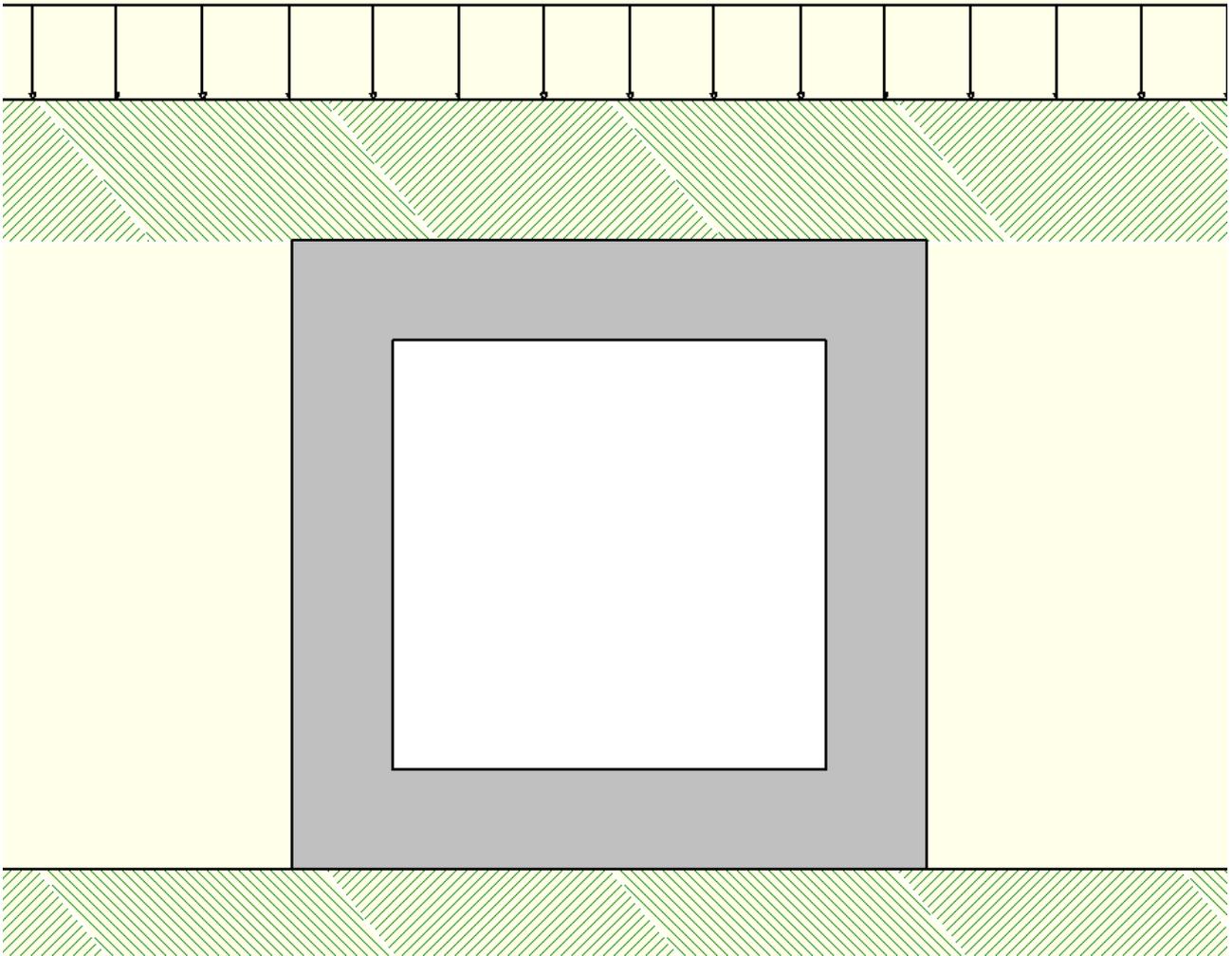


Figura 10 – Gruppo 2 – carico distribuito (condizione di carico n°12)

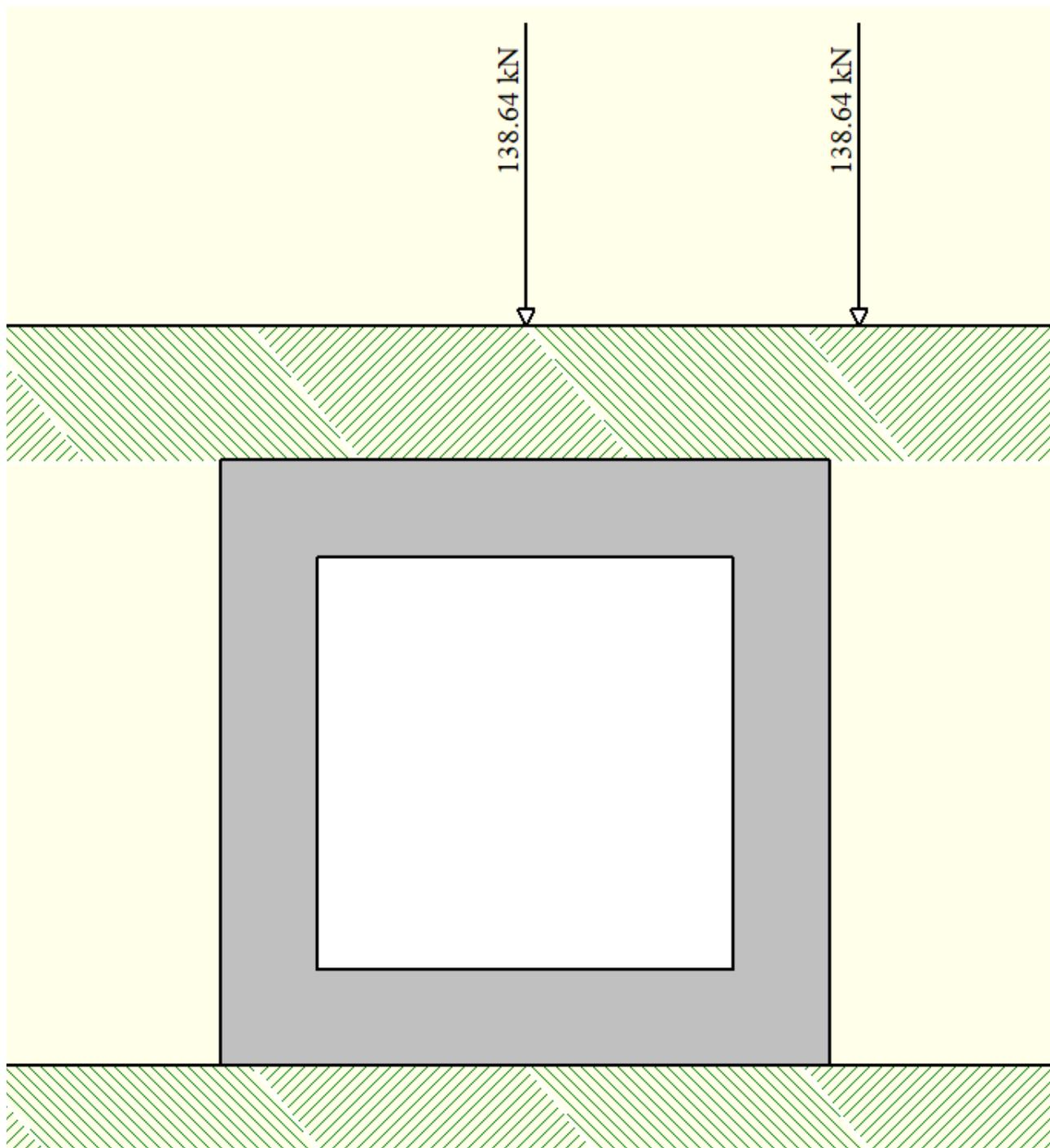


Figura 11 – Gruppo 2 – carico tandem (condizione di carico n°9)

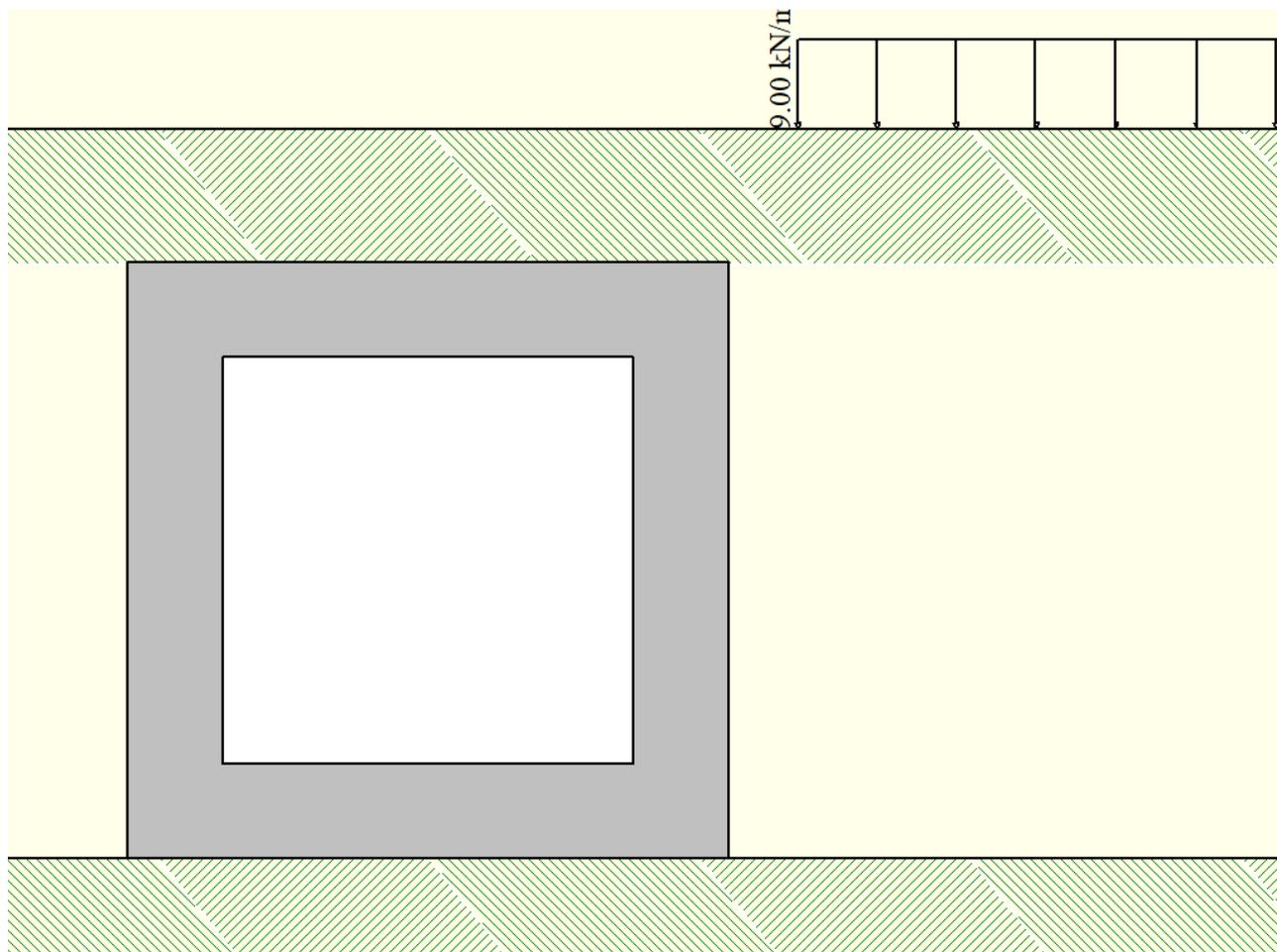


Figura 12 – Gruppo 3 – carico distribuito (condizione di carico n°13)

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

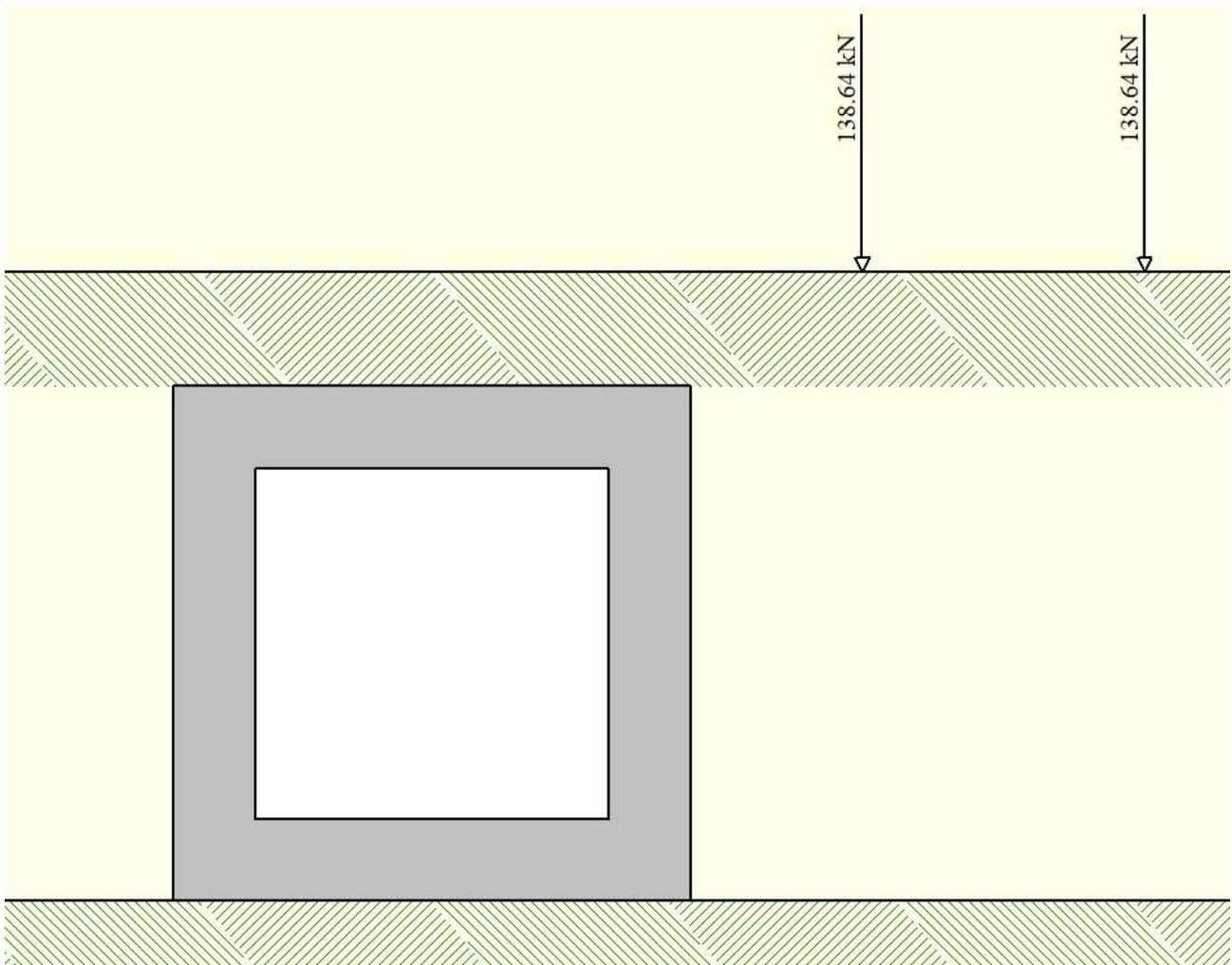


Figura 13 – Gruppo 3 – carico tandem (condizione di carico n°10)

## 7.4 Azione sismica

Il calcolo delle sollecitazioni sismiche è stato eseguito tenendo conto delle indicazioni delle NTC 2008 in materia di progettazione sismica dei ponti stradali.

È stato tenuto in conto il sisma verticale.

La struttura in esame è di tipo 2 (vita nominale  $V_N \geq 50$  anni) e classe IV. Ne derivano i valori delle seguenti grandezze:

$V_N \geq 50$  anni vita nominale

$C_U = 2$  coefficiente d'uso

$V_R = V_N C_U = 100$  anni periodo di riferimento

I valori dei periodi di ritorno per i differenti stati limite sono:

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLD	$V_R$	100	0.031	2.73
SLV	$9.5 V_R$	950	0.060	2.97

Tabella 3 – Parametri sismici

Il suolo di fondazione può essere classificato come appartenente alla categoria B.

Il categoria topografica di riferimento è la T1.

Si assume, a favore di sicurezza, che la struttura non sia libera di subire spostamenti rispetto al terreno, e pertanto viene assunto un valore unitario del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima  $\beta_m$ .

Il coefficiente di intensità sismica orizzontale è pari a 7.339.

Il coefficiente di intensità sismica verticale è pari a 3.792.

	SLU	SLE
Accelerazione al suolo $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.600	0.310
Accelerazione al suolo $a_g$ [% di g]	0.061	0.032
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.970	2.730
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_C^*$	0.370	0.310
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico $S_s$	Tipo B ▼ <b>1.200</b>	<b>1.200</b>
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	C 1.000	1.000
Coeff. amplificazione topografica $S_T$	T1 ▼ <b>1.000</b>	
<b><math>K_h = a_g/g * S_s * S_t * \beta_m</math></b>		
<b>Coeff. di intensità sismica orizzontale <math>K_h</math> [%]</b>	<b>7.339</b>	<b>3.792</b>

Figura 14 – Determinazione dei coefficienti di intensità sismica

## 7.5 Riepilogo delle condizioni di carico

### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (esprese in m) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

*Simbologia adottata e unità di misura*

*Forze concentrate*

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati

Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati

$F_y$  componente Y del carico concentrato

$F_x$  componente X del carico concentrato

M momento

*Forze distribuite*

$X_i, X_f$  ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali

$Y_i, Y_f$  ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali

$V_{ni}$  componente normale del carico distribuito nel punto iniziale

$V_{nf}$  componente normale del carico distribuito nel punto finale

$V_{ti}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale

$V_{tf}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale

$D_{te}$  variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi

$D_{ti}$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)Condizione di carico n° 7 (Distr 1)

Distr	Terreno	$X_i = -7.70$	$X_f = 12.40$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
-------	---------	---------------	---------------	-----------------	-----------------

Condizione di carico n° 8 (Tandem 1)

Conc	Terreno	$X = 0.50$	$F_y = 138.64$
------	---------	------------	----------------

Conc	Terreno	$X = 1.70$	$F_y = 138.64$
------	---------	------------	----------------

Condizione di carico n° 9 (Tandem 2)

Conc	Terreno	$X = 1.10$	$F_y = 138.64$
------	---------	------------	----------------

Conc	Terreno	$X = 2.30$	$F_y = 138.64$
------	---------	------------	----------------

Condizione di carico n° 10 (Tandem 3)

Conc	Terreno	$X = 3.30$	$F_y = 138.64$
------	---------	------------	----------------

Conc	Terreno	$X = 4.50$	$F_y = 138.64$
------	---------	------------	----------------

Condizione di carico n° 11 (Acqua)

Distr	Fondaz.	$X_i = 0.35$	$X_f = 1.85$	$V_{ni} = 15.00$	$V_{nf} = 15.00$	$V_{ti} = 0.00$	$V_{tf} = 0.00$
-------	---------	--------------	--------------	------------------	------------------	-----------------	-----------------

Condizione di carico n° 12 (Distr 2)

Distr	Terreno	$X_i = -7.70$	$X_f = 12.40$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
-------	---------	---------------	---------------	-----------------	-----------------

Condizione di carico n° 13 (Distr 3)

Distr	Terreno	$X_i = 2.45$	$X_f = 12.40$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
-------	---------	--------------	---------------	-----------------	-----------------

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 8 COMBINAZIONI DEI CARICHI

Devono essere effettuate verifiche con riferimento ai seguenti limiti:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno;
- scorrimento sul piano di posa;
- collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;
- ribaltamento;

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali;

Le verifiche della stabilità globale devono essere effettuate secondo l'approccio progettuale di tipo 1 secondo la seguente combinazione:

Combinazione 2 (A2+M2+R2) per verifiche GEO

Tale verifica per il tombino scatolare non è significativa e pertanto non viene effettuata.

Tutte le altre verifiche devono essere effettuate secondo l'approccio 2, che prevede un'unica combinazione di coefficienti:

Combinazione 1 (A1+M1+R3)

In funzione del tipo di verifica da eseguire, si hanno, per le azioni derivanti da carichi gravitazionali, i seguenti coefficienti parziali:

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

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2$ <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

Tabella 4 – Coefficienti parziali per le azioni

Ai fini delle resistenze, in funzione del tipo di verifica da eseguire, il valore di progetto può ricavarsi applicando ai parametri geotecnici del terreno i seguenti coefficienti parziali:

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	$\gamma_r$	1,0	1,0

Tabella 5 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Per quanto riguarda i coefficienti di sicurezza nei confronti dei diversi stati limite, essi sono riportati nelle tabelle seguenti:

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6 – Coefficienti parziali R3 per le verifiche statiche

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Tabella 7 – Coefficienti parziali R3 per le verifiche sismiche

Sulla base delle indicazioni di cui al par. 2.5.1.3 delle NTC 2008, le azioni considerate ai fini della progettazione delle opere in esame possono essere assegnate alle seguenti famiglie di carico:

- $G1$ = carichi permanenti: peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
- forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo).
- $G2$ = carichi permanenti: peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- $Q$  = carichi variabili;
- $E$  = carichi sismici: azioni derivanti dai terremoti.

Ai fini delle verifiche degli stati limite strutturali precedentemente definiti, sono state prese in esame le seguenti combinazioni delle azioni di progetto, esplicitate nei successivi paragrafi di verifica per ciascuna tipologia di cassone:

## 8.1 Combinazioni per verifiche allo SLU

- Combinazione fondamentale (SLU)

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

- Combinazione sismica (SLV)

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

- Combinazione eccezionale (ECC-STR)

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

## 8.2 Combinazioni per verifiche allo SLE

- Combinazione caratteristica o rara (SLE-RARA)

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

*per le verifiche delle tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio*

- Combinazione frequente (SLE-FREQ)

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

*per le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure*

- Combinazione quasi permanente (SLE-QP)

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

*per le verifiche delle tensioni di compressione nel calcestruzzo ed allo stato limite di apertura delle fessure*

dove:

- $Q_{k1}$  = azione variabile dominante;
- $Q_{kj}$  = azioni variabili concomitanti con quella dominante;
- $\psi_{0i}$  = coefficiente parziale delle azioni variabili;
- $\psi_{G1}$  = coefficiente parziale dei carichi permanenti strutturali;
- $\psi_{G2}$  = coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali;
- $\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$  = coefficienti di combinazione delle azioni.

Nelle espressioni sopra riportate il simbolo + sta per *combinato con*.

### 8.3 Riepilogo delle combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
$C$	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

#### Norme Tecniche 2008

#### Simbologia adottata

$\gamma_{G1sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G1fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G2sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_{G2fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_Q$	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.30	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.80	0.80
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qifav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qisfav}$	1.50	1.30
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15
Termici	Favorevole	$\gamma_{efav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{esfav}$	1.20	1.20

##### 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	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniaassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qifav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qisfav}$	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.00	1.00
Termici	Favorevole	$\gamma_{efav}$	0.00	0.00
Termici	Sfavorevole	$\gamma_{esfav}$	1.00	1.00

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

46

#### RTI di progettazione:



#### Mandatara

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 SLU (Approccio 2)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Distr_1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Tandem_1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 3 SLU (Approccio 2)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Distr_1	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54
Tandem_1	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Distr_1	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54
Tandem_1	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Tandem_2	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Distr_2	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54

Combinazione n° 6 SLU (Approccio 2)

	Effetto	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

47

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

Tandem_2	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Distr_2	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54

Combinazione n° 7 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Tandem_2	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Distr_2	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 8 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Tandem_3	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Distr_3	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54

Combinazione n° 9 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Tandem_3	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Distr_3	Sfavorevole	1.35	0.40	0.54

Combinazione n° 10 SLU (Approccio 2)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.30	1.00	1.30
Tandem_3	Sfavorevole	1.35	0.75	1.01
Acqua	Sfavorevole	1.50	1.00	1.50
Distr_3	Sfavorevole	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 11 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

48

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5

20125 - Milano

Tel. 02 6787911

email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3

92100 Agrigento

Tel. 0922 421007

email: deltaingegneria@pec.it

Combinazione n° 13 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_1	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLE (Quasi Permanente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_1	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40
Tandem_1	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

49

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5

20125 - Milano

Tel. 02 6787911

email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3

92100 Agrigento

Tel. 0922 421007

email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
-------	-------------	------	------	------

Combinazione n° 20 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_1	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40
Tandem_1	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_2	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_2	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 23 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_2	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 24 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_2	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_2	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 25 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_2	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_2	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
--	----------------	----------------------------	--------------------------	----------

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

50

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_2	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 27 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_3	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_3	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 28 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_3	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 29 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_3	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_3	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 30 SLE (Rara)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Tandem_3	Sfavorevole	1.00	0.75	0.75
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_3	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 31 SLE (Frequente)

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Distr_3	Sfavorevole	1.00	0.40	0.40

Combinazione n° 32 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

51

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

Combinazione n° 33 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 34 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 35 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	<b>Effetto</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b>C</b>
Peso Proprio	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Acqua	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	Sfavorevole	1.00	1.00	1.00

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 9 RISULTATI DEI CALCOLI

### 9.1 Sollecitazioni

Vengono di seguito riportati, per ciascun elemento strutturale e per ciascuna combinazione, le sollecitazioni massime e minime.

#### Combinazione n° 1

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	-10.15	0.18	40.62	1.94	24.33	0.72
Piedritto sinistro	-10.15	0.18	24.36	0.18	42.15	0.18
Piedritto destro	-10.15	0.18	-24.36	0.18	42.15	0.18
Traverso	-5.22	2.03	-21.51	2.03	12.00	0.18

#### Combinazione n° 2

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	52.98	1.10	183.81	1.94	32.38	1.85
Piedritto sinistro	-34.48	0.18	32.41	0.18	193.46	0.18
Piedritto destro	-34.48	0.18	-32.41	0.18	193.46	0.18
Traverso	35.87	1.10	172.82	0.18	14.88	0.22

#### Combinazione n° 3

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	65.51	1.10	222.09	1.94	30.09	1.38
Piedritto sinistro	-40.42	0.18	30.12	0.18	233.69	0.18
Piedritto destro	-40.42	0.18	-30.12	0.18	233.69	0.18
Traverso	43.93	1.10	-213.05	2.03	10.61	0.18

**Combinazione n° 4**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	51.47	1.10	177.57	1.94	29.11	0.44
Piedritto sinistro	-32.97	0.18	29.14	0.18	186.90	0.18
Piedritto destro	-32.97	0.18	-29.14	0.18	186.90	0.18
Traverso	34.35	1.10	166.26	0.18	11.59	0.18

**Combinazione n° 5**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-58.44	2.03	-146.11	0.18	48.38	1.01
Piedritto sinistro	-53.18	2.03	-47.15	2.03	161.81	0.18
Piedritto destro	-58.44	0.18	-103.27	0.18	121.02	0.18
Traverso	-53.18	0.18	141.17	0.18	47.15	1.98

**Combinazione n° 6**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-46.48	2.03	-120.33	0.18	42.82	0.26
Piedritto sinistro	-41.47	2.03	-39.00	2.03	132.99	0.18
Piedritto destro	-46.48	0.18	-83.99	0.18	102.39	0.18
Traverso	-41.47	0.18	112.35	0.18	39.00	1.98

**Combinazione n° 7**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-47.99	2.03	-126.58	0.18	46.09	0.44
Piedritto sinistro	-42.99	2.03	-42.29	2.03	139.55	0.18
Piedritto destro	-47.99	0.18	-87.27	0.18	108.95	0.18
Traverso	-42.99	0.18	118.91	0.18	42.29	0.49

**Combinazione n° 8**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-32.36	2.03	47.84	1.19	42.10	1.48
Piedritto sinistro	-22.55	2.03	-32.29	2.03	57.30	0.18
Piedritto destro	-32.36	0.18	-80.22	0.18	27.01	0.18
Traverso	-22.55	0.18	36.66	0.18	32.29	0.78

**Combinazione n° 9**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-27.85	2.03	-46.14	0.18	38.36	1.66
Piedritto sinistro	-18.29	2.03	-27.05	2.03	53.69	0.18
Piedritto destro	-27.85	0.18	-67.49	0.18	30.61	0.18
Traverso	-18.29	0.18	33.06	0.18	27.05	1.38

**Combinazione n° 10**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-29.57	2.03	-46.79	0.18	39.77	0.35
Piedritto sinistro	-19.78	2.03	-28.83	2.03	54.98	0.18
Piedritto destro	-29.57	0.18	-72.09	0.18	29.33	0.18
Traverso	-19.78	0.18	34.34	0.18	28.83	2.02

**Combinazione n° 11**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-9.78	2.03	-31.93	0.18	19.93	0.18
Piedritto sinistro	-5.81	2.03	16.02	0.18	35.00	0.18
Piedritto destro	-9.78	0.18	-22.72	0.18	31.60	0.18
Traverso	-5.81	0.18	18.54	0.18	10.79	0.18

**Combinazione n° 12**

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	-9.04	2.03	-30.12	0.18	19.45	0.18
Piedritto sinistro	-5.67	0.18	16.21	0.18	32.98	0.18
Piedritto destro	-9.04	0.18	-21.56	0.18	30.12	0.18
Traverso	-5.46	0.18	17.69	0.18	10.59	0.18

**Combinazione n° 13**

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	-9.78	0.18	32.70	1.94	19.93	2.03
Piedritto sinistro	-9.78	0.18	22.72	0.18	31.60	0.18
Piedritto destro	-5.81	2.03	-16.02	0.18	35.00	0.18
Traverso	-5.81	2.03	-18.54	2.03	10.79	2.03

**Combinazione n° 14**

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	-9.04	0.18	30.84	1.94	19.45	2.03
Piedritto sinistro	-9.04	0.18	21.56	0.18	30.12	0.18
Piedritto destro	-5.67	0.18	-16.21	0.18	32.98	0.18
Traverso	-5.46	2.03	-17.69	2.03	10.59	2.03

**Combinazione n° 15**

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	39.58	1.10	137.37	1.94	24.71	1.76
Piedritto sinistro	-25.87	0.18	24.73	0.18	144.50	0.18
Piedritto destro	-25.87	0.18	-24.73	0.18	144.50	0.18
Traverso	26.71	1.10	-128.63	2.03	11.34	2.02

**Combinazione n° 16**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-8.18	2.03	33.80	1.94	20.09	0.18
Piedritto sinistro	-8.18	0.18	20.11	0.18	35.66	0.18
Piedritto destro	-8.18	0.18	-20.11	0.18	35.66	0.18
Traverso	-4.84	2.03	-19.79	2.03	11.09	2.02

**Combinazione n° 17**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-7.44	0.18	30.71	1.94	18.48	0.18
Piedritto sinistro	-7.44	0.18	18.49	0.18	32.42	0.18
Piedritto destro	-7.44	0.18	-18.49	0.18	32.42	0.18
Traverso	-4.09	2.03	-16.55	2.03	9.47	1.98

**Combinazione n° 18**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	48.86	1.10	165.73	1.94	23.01	0.26
Piedritto sinistro	-30.27	0.18	23.03	0.18	174.30	0.18
Piedritto destro	-30.27	0.18	-23.03	0.18	174.30	0.18
Traverso	32.68	1.10	158.43	0.18	8.17	1.98

**Combinazione n° 19**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	37.71	1.10	129.66	1.94	20.67	0.35
Piedritto sinistro	-24.01	0.18	20.69	0.18	136.40	0.18
Piedritto destro	-24.01	0.18	-20.69	0.18	136.40	0.18
Traverso	24.84	1.10	120.53	0.18	7.28	0.18

**Combinazione n° 20**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	38.46	1.10	132.75	1.94	22.28	0.35
Piedritto sinistro	-24.75	0.18	22.30	0.18	139.64	0.18
Piedritto destro	-24.75	0.18	-22.30	0.18	139.64	0.18
Traverso	25.59	1.10	-123.77	2.03	8.90	0.18

**Combinazione n° 21**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-7.44	0.18	30.71	1.94	18.48	0.18
Piedritto sinistro	-7.44	0.18	18.49	0.18	32.42	0.18
Piedritto destro	-7.44	0.18	-18.49	0.18	32.42	0.18
Traverso	-4.09	2.03	-16.55	2.03	9.47	1.98

**Combinazione n° 22**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-43.62	2.03	-109.41	0.18	36.55	0.72
Piedritto sinistro	-39.53	2.03	-35.24	2.03	121.06	0.18
Piedritto destro	-43.62	0.18	-77.21	0.18	90.84	0.18
Traverso	-39.53	0.18	105.18	0.18	35.24	1.38

**Combinazione n° 23**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-34.02	2.03	-87.24	0.18	30.82	1.76
Piedritto sinistro	-30.11	2.03	-27.59	2.03	96.47	0.18
Piedritto destro	-34.02	0.18	-61.32	0.18	73.81	0.18
Traverso	-30.11	0.18	80.60	0.18	27.59	1.98

**Combinazione n° 24**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-34.76	2.03	-90.32	0.18	32.44	0.91
Piedritto sinistro	-30.86	2.03	-29.21	2.03	99.71	0.18
Piedritto destro	-34.76	0.18	-62.94	0.18	77.05	0.18
Traverso	-30.86	0.18	83.83	0.18	29.21	2.02

**Combinazione n° 25**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-35.88	2.03	-94.95	0.18	34.86	1.94
Piedritto sinistro	-31.98	2.03	-31.64	2.03	104.57	0.18
Piedritto destro	-35.88	0.18	-65.36	0.18	81.91	0.18
Traverso	-31.98	0.18	88.69	0.18	31.64	0.35

**Combinazione n° 26**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-8.18	2.03	33.80	1.94	20.09	0.18
Piedritto sinistro	-8.18	0.18	20.11	0.18	35.66	0.18
Piedritto destro	-8.18	0.18	-20.11	0.18	35.66	0.18
Traverso	-4.84	2.03	-19.79	2.03	11.09	2.02

**Combinazione n° 27**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-24.32	2.03	-36.47	0.18	31.92	0.63
Piedritto sinistro	-16.84	2.03	-24.22	2.03	43.64	0.18
Piedritto destro	-24.32	0.18	-60.16	0.18	21.21	0.18
Traverso	-16.84	0.18	27.77	0.18	24.22	0.96

**Combinazione n° 28**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-20.07	2.03	-35.02	0.18	28.42	0.63
Piedritto sinistro	-12.97	2.03	-19.50	2.03	40.34	0.18
Piedritto destro	-20.07	0.18	-48.41	0.18	24.51	0.18
Traverso	-12.97	0.18	24.47	0.18	19.50	2.02

**Combinazione n° 29**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-20.97	2.03	-35.37	0.18	29.14	1.76
Piedritto sinistro	-13.69	2.03	-20.35	2.03	40.97	0.18
Piedritto destro	-20.97	0.18	-50.72	0.18	23.87	0.18
Traverso	-13.69	0.18	25.10	0.18	20.35	0.18

**Combinazione n° 30**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-22.25	2.03	-35.85	0.18	30.19	0.82
Piedritto sinistro	-14.79	2.03	-21.67	2.03	41.92	0.18
Piedritto destro	-22.25	0.18	-54.13	0.18	22.92	0.18
Traverso	-14.79	0.18	26.05	0.18	21.67	2.02

**Combinazione n° 31**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-8.44	2.03	-30.36	0.18	19.27	0.26
Piedritto sinistro	-6.68	0.18	17.71	0.18	33.05	0.18
Piedritto destro	-8.44	0.18	-20.86	0.18	31.80	0.18
Traverso	-4.79	0.18	17.17	0.18	10.26	0.18

**Combinazione n° 32**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-8.64	0.18	31.74	1.94	19.22	2.03
Piedritto sinistro	-8.64	0.18	20.65	0.18	32.00	0.18
Piedritto destro	-6.53	0.18	-17.22	0.18	33.75	0.18
Traverso	-4.97	2.03	-17.57	2.03	10.14	2.03

**Combinazione n° 33**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-8.25	0.18	30.77	1.94	18.97	2.03
Piedritto sinistro	-8.25	0.18	20.05	0.18	31.24	0.18
Piedritto destro	-6.53	0.18	-17.33	0.18	32.70	0.18
Traverso	-4.79	2.03	-17.13	2.03	10.04	2.03

**Combinazione n° 34**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-8.64	2.03	-30.97	0.18	19.22	0.18
Piedritto sinistro	-6.53	0.18	17.22	0.18	33.75	0.18
Piedritto destro	-8.64	0.18	-20.65	0.18	32.00	0.18
Traverso	-4.97	0.18	17.57	0.18	10.14	0.18

**Combinazione n° 35**

<b>Elemento</b>	<b>M [kNm]</b>	<b>X [m]</b>	<b>V [kN]</b>	<b>X [m]</b>	<b>N [kN]</b>	<b>X [m]</b>
Fondazione	-8.25	2.03	-30.04	0.18	18.97	0.18
Piedritto sinistro	-6.53	0.18	17.33	0.18	32.70	0.18
Piedritto destro	-8.25	0.18	-20.05	0.18	31.24	0.18
Traverso	-4.79	0.18	17.13	0.18	10.04	0.18

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 9.2 Involuppo delle sollecitazioni

Sollecitazioni massime e minime

Elemento	M [kNm]	X [m]	V [kN]	X [m]	N [kN]	X [m]
Fondazione	65.51 (3)	1.10	222.09 (3)	1.94	48.38 (5)	1.01
Piedritto sinistro	-53.18 (5)	2.03	-47.15 (5)	2.03	233.69 (3)	0.18
Piedritto destro	-58.44 (5)	0.18	-103.27 (5)	0.18	233.69 (3)	0.18
Traverso	-53.18 (5)	0.18	-213.05 (3)	2.03	47.15 (5)	1.98

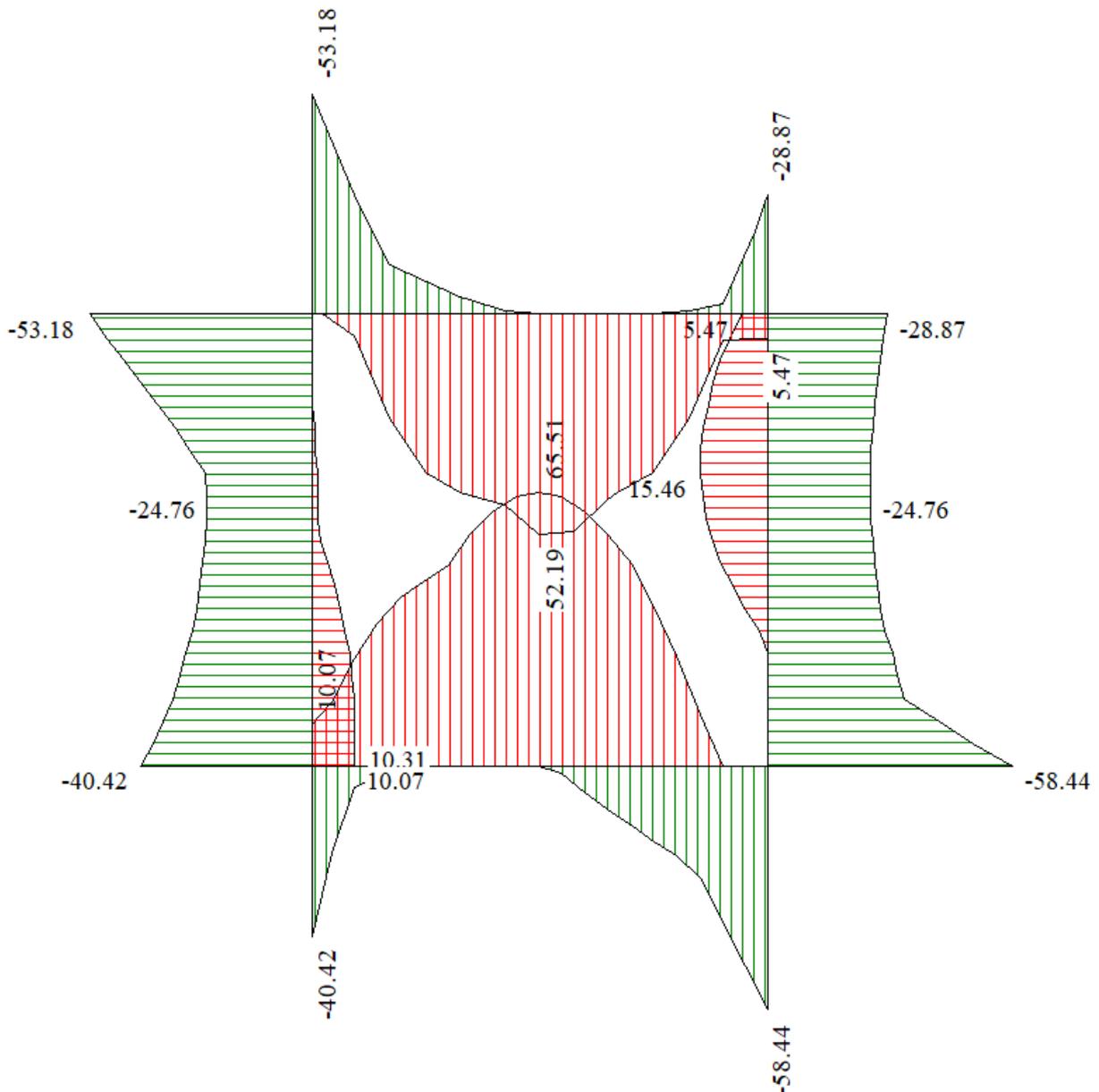


Figura 15 – Involuppo del diagramma del momento

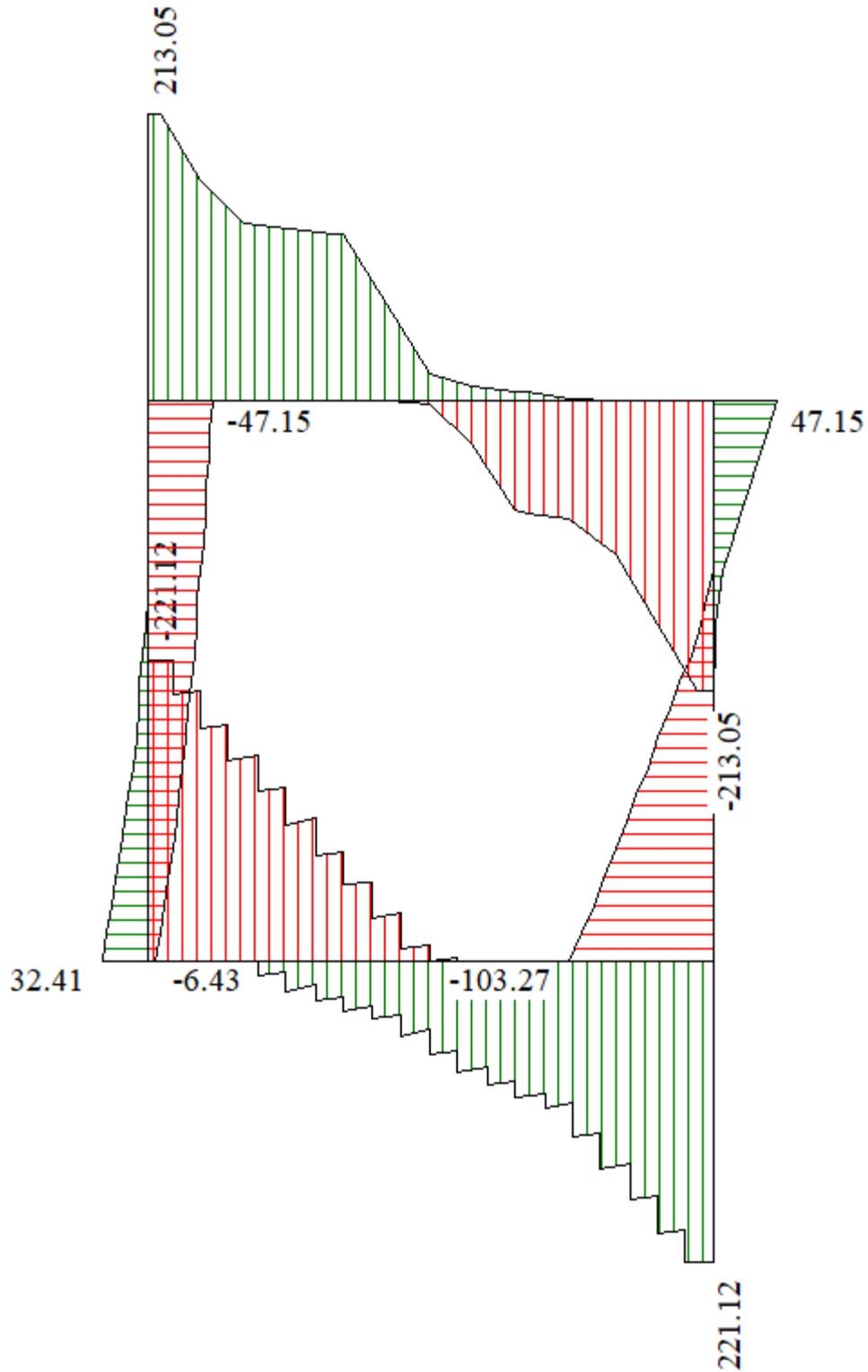


Figura 16 – Involuppo del diagramma del taglio

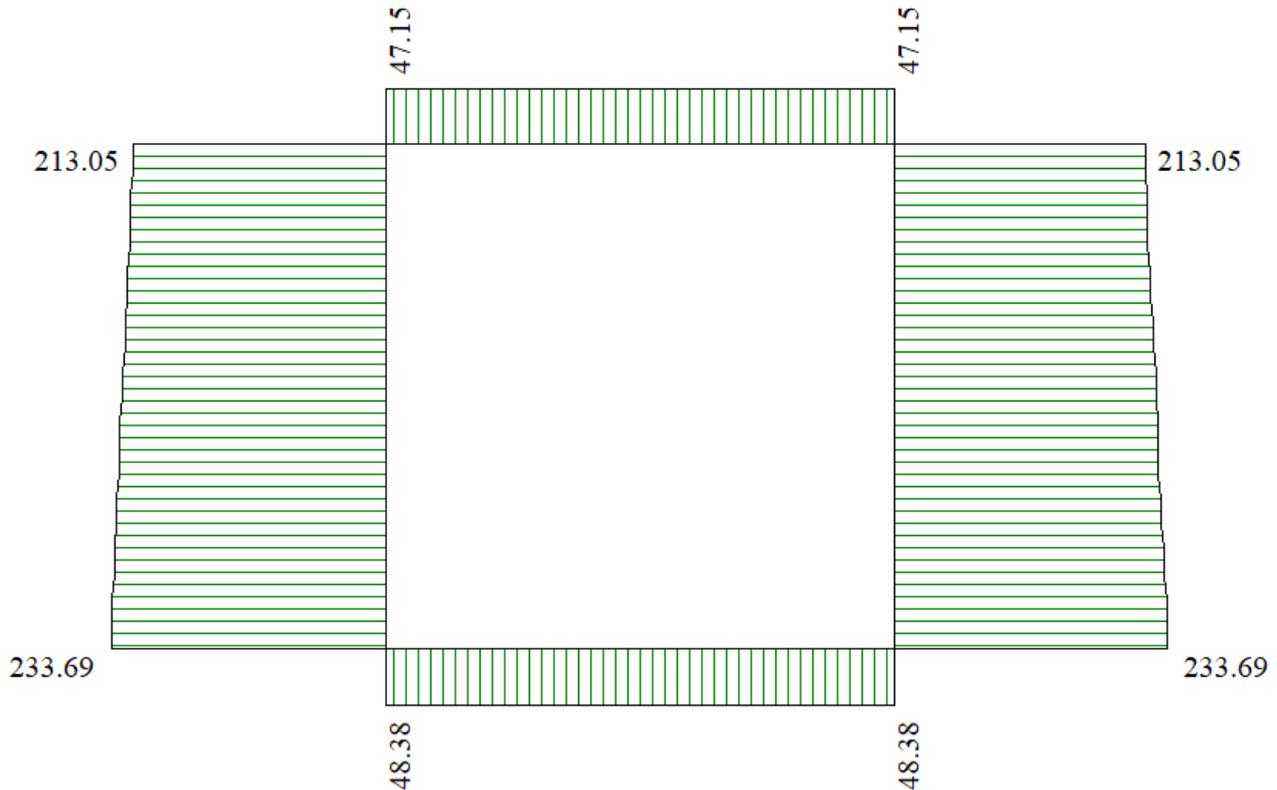


Figura 17 – Inviluppo del diagramma dello sforzo normale

### 9.3 Inviluppo spostamenti nodali

#### Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	$u_{Xmin}$ [cm]	$u_{Xmax}$ [cm]	$u_{Ymin}$ [cm]	$u_{Ymax}$ [cm]
0.18	-0.4954	0.0357	0.0888	0.7178
1.10	-0.4958	0.0356	0.0872	0.5575
1.94	-0.4962	0.0354	-0.2106	0.5747

#### Inviluppo spostamenti traverso

X [m]	$u_{Xmin}$ [cm]	$u_{Xmax}$ [cm]	$u_{Ymin}$ [cm]	$u_{Ymax}$ [cm]
0.18	-1.2179	0.0887	0.0891	0.7202
1.10	-1.2183	0.0886	0.0879	0.5918
2.03	-1.2187	0.0885	-0.2103	0.5783

**Inviluppo spostamenti piedritto sinistro**

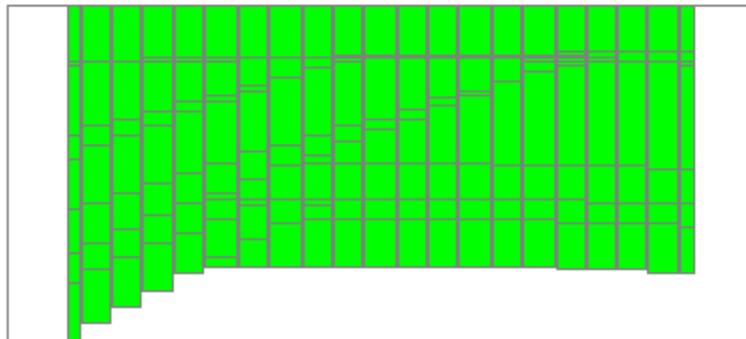
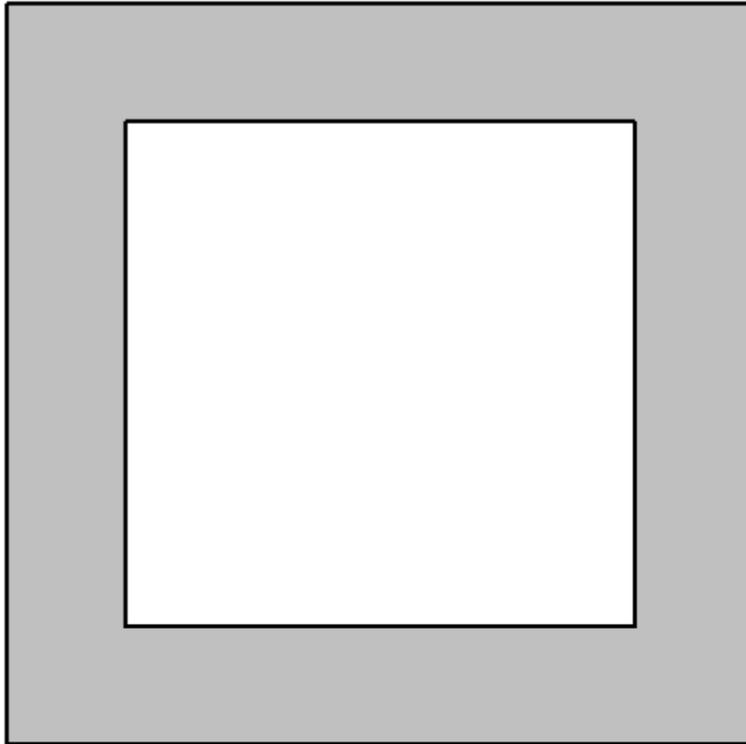
<b>Y [m]</b>	<b><math>u_{Xmin}</math> [cm]</b>	<b><math>u_{Xmax}</math> [cm]</b>	<b><math>u_{Ymin}</math> [cm]</b>	<b><math>u_{Ymax}</math> [cm]</b>
0.18	-0.4954	0.0357	0.0888	0.7178
1.10	-0.8629	0.0622	0.0890	0.7190
2.03	-1.2179	0.0887	0.0891	0.7202

**Inviluppo spostamenti piedritto destro**

<b>Y [m]</b>	<b><math>u_{Xmin}</math> [cm]</b>	<b><math>u_{Xmax}</math> [cm]</b>	<b><math>u_{Ymin}</math> [cm]</b>	<b><math>u_{Ymax}</math> [cm]</b>
0.18	-0.4962	0.0354	-0.2106	0.5747
1.10	-0.8550	0.0622	-0.2104	0.5765
2.03	-1.2187	0.0885	-0.2103	0.5783

**9.4 Inviluppo pressioni sul terreno di fondazione**

<b>X [m]</b>	<b><math>\sigma_{tmin}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b><math>\sigma_{tmax}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>
0.18	0.044	0.359
1.10	0.044	0.279
2.03	0.000	0.287



0.359 [N/mm<sup>2</sup>]

Figura 18 – Involuppo delle pressioni sul terreno di fondazione

## 10 VERIFICHE STRUTTURALI

### 10.1 Armature

Il tombino sarà armato come segue:

- Fondazione:
  - spessore 35 cm
  - armatura superiore  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura inferiore  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura a taglio spille  $\Phi 8/20\text{cm} \times 20\text{cm}$  per una larghezza di 60 cm dagli incastri sui muri
  - armatura longitudinale  $\Phi 12/20\text{cm}$
- Traverso:
  - spessore 35 cm
  - armatura superiore  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura inferiore  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura a taglio spille  $9\Phi 8/20\text{cm} \times 20\text{cm}$  per una larghezza di 60 cm dagli incastri sui muri
  - armatura longitudinale  $\Phi 16/20\text{cm}$
- Piedritti:
  - spessore 35 cm
  - armatura esterna  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura interna  $\Phi 12/20\text{cm}$
  - armatura a taglio non necessaria
  - armatura longitudinale  $\Phi 12/20\text{cm}$

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 10.2 Verifiche allo stato limite ultimo (SLU)

### 10.2.1 Fondazione

Momento massimo agli incastri: -58 kN m

Momento massimo in mezzeria: 66 kN m

$M_{xRd}$	265.6	kN m
$\sigma_c$	-17	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_s$	391.3	N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_c$	3.5	‰
$\epsilon_s$	29.73	‰
d	45	cm
x	4.739	x/d 0.1053
		$\delta$ 0.7

Verifica a taglio:

Caratteristiche geometriche della sezione		
Base della sezione	$b_w$	1000 mm
Altezza della sezione	H	350 mm
Copriferro	c	40 mm
Area della sezione	$A_c$	350000 mm <sup>2</sup>
	$\delta$	48 mm
Altezza utile della sezione	d	302 mm
Armatura longitudinale tesa		
	n ferri long	5
	$\phi_{sl}$	16
Armatura a taglio		
Inclinazione armatura a taglio	$\alpha$	90.00 °
numero staffe al metro in direzione longitudinale	n. staffe	5.00
	n° bracci	5
	$\phi_{sw}$	8 mm
Azioni di calcolo		
Taglio di calcolo	$V_{ED}$	221.00 kN
Sforzo normale (compressione positivo)	$N_{Ed}$	0.00 kN

$\alpha_{cw}$	1.00 -
$\cot\theta$	2.50 -

#### Elementi privi di armatura resistente a taglio

	- $V_{cls1}$	140.04 kN
	- $V_{cls2}$	139.16 kN
Resistenza al taglio	$V_{Rd}$	140.04 kN
Necessità di armature a taglio	$V_{Rd,ds} < V_{ED}$	SI

#### Elementi con amature trasversali resistenti a taglio

Resistenza a "taglio trazione"	$V_{RSD}$	333.96 kN
Resistenza a "taglio compressione"	$V_{RCD}$	771.43 kN
Resistenza a taglio	$V_{RD}$	333.96 kN

### 10.2.2 Trasverso

Momento massimo agli incastri: -53 kN m

Momento massimo in mezzeria: 66 kN m

$M_{xRd}$  **265.6** kN m  
 $\sigma_c$  **-17** N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  **3.5** ‰  
 $\epsilon_s$  **29.73** ‰  
 d **45** cm  
 $x$  **4.739**     $x/d$  **0.1053**  
 $\delta$  **0.7**

Verifica a taglio:

**Caratteristiche geometriche della sezione**

Base della sezione	$b_w$	1000 mm
Altezza della sezione	H	350 mm
Copriferro	c	40 mm
Area della sezione	$A_c$	350000 mm <sup>2</sup>
	$\delta$	48 mm
Altezza utile della sezione	d	302 mm

**Armatura longitudinale tesa**

n ferri long	5
$\phi_{st}$	16

**Armatura a taglio**

Inclinazione armatura a taglio	$\alpha$	90.00 °
numero staffe al metro in direzione longitudinale	n. staffe	5.00
	n° bracci	5
	$\phi_{sw}$	8 mm

**Azioni di calcolo**

Taglio di calcolo	$V_{Ed}$	213.00 kN
Sforzo normale (compressione positivo)	$N_{Ed}$	0.00 kN

$\alpha_{cw}$  1.00 -  
 $\cot\theta$  2.50 -

**Elementi privi di armatura resistente a taglio**

-	Vcls1	140.04 kN
-	Vcls2	139.16 kN
<b>Resistenza al taglio</b>	$V_{Rd}$	<b>140.04 kN</b>
<b>Necessità di armature a taglio</b>	$V_{Rd,ds} < V_{Ed}$	<b>SI</b>

**Elementi con amature trasversali resistenti a taglio**

Resistenza a "taglio trazione"	$V_{RSD}$	333.96 kN
Resistenza a "taglio compressione"	$V_{RCD}$	771.43 kN
<b>Resistenza a taglio</b>	$V_{RD}$	<b>333.96 kN</b>

**10.2.3 Piedritti**

Momento massimo in valore assoluto: -58 kN m

$M_{xRd}$  **175.8** kN m  
 $\sigma_c$  **-17** N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  **391.3** N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  **3.5** ‰  
 $\epsilon_s$  **35.41** ‰  
 d **45** cm  
 $x$  **4.048**     $x/d$  **0.08996**  
 $\delta$  **0.7**

Verifica a taglio:

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

69

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
 20125 - Milano  
 Tel. 02 6787911  
 email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
 92100 Agrigento  
 Tel. 0922 421007  
 email: deltaingegneria@pec.it

**Caratteristiche geometriche della sezione**

Base della sezione	$b_w$	1000 mm
Altezza della sezione	H	350 mm
Copriferro	c	40 mm
Area della sezione	$A_c$	350000 mm <sup>2</sup>
	$\delta$	48 mm
Altezza utile della sezione	d	302 mm

**Armatura longitudinale tesa**

n ferri long	5
$\varnothing_{sl}$	16

**Armatura a taglio**

Inclinazione armatura a taglio	$\alpha$	90.00 °
numero staffe al metro in direzione longitudinale	n. staffe	5.00
	n° bracci	5
	$\varnothing_{sw}$	8 mm

**Azioni di calcolo**

Taglio di calcolo	$V_{ED}$	103.00 kN
Sforzo normale (compressione positivo)	$N_{Ed}$	0.00 kN

$\alpha_{cw}$	1.00 -
$\cot\theta$	2.50 -

**Elementi privi di armatura resistente a taglio**

	- $V_{cls1}$	140.04 kN
	- $V_{cls2}$	139.16 kN
<b>Resistenza al taglio</b>	$V_{Rd}$	<b>140.04 kN</b>
<b>Necessità di armature a taglio</b>	$V_{Rd,ds} < V_{ED}$	<b>NO</b>

**Elementi con amature trasversali resistenti a taglio**

Resistenza a "taglio trazione"	$V_{RSD}$	333.96 kN
Resistenza a "taglio compressione"	$V_{RCD}$	771.43 kN
<b>Resistenza a taglio</b>	$V_{RD}$	<b>333.96 kN</b>

### 10.3 Verifiche allo stato limite esercizio (SLE)

**Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)**

Base sezione  $B = 100$  cm  
Altezza sezione  $H = 35.00$  cm

X	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
0.18	10.05	10.05	2.569	99.562	15.515
1.10	10.05	14.07	3.634	25.168	121.544
2.03	10.05	10.05	3.703	141.797	22.653

**Verifica sezioni trasverso (Inviluppo)**

Base sezione  $B = 100$  cm  
Altezza sezione  $H = 35.00$  cm

X	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
0.18	12.06	12.06	3.088	20.718	107.280
1.10	12.06	12.06	3.032	105.046	20.386
2.03	12.06	12.06	1.672	10.415	62.896

**Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)**

Base sezione  $B = 100$  cm  
Altezza sezione  $H = 35.00$  cm

Y	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
0.18	12.06	12.06	2.283	23.517	30.089
1.10	12.06	12.06	1.357	15.900	6.399
2.03	12.06	12.06	3.100	25.426	79.981

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**Base sezione  $B = 100$  cmAltezza sezione  $H = 35.00$  cm

Y	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
0.18	12.06	12.06	3.426	26.510	97.858
1.10	12.06	12.06	1.357	23.274	6.399
2.03	12.06	12.06	1.581	17.590	13.063

**10.4 Verifiche allo stato limite di fessurazione (SLF)**

Simbologia adottata ed unità di misura

N° Indice sezione

 $X_i$  Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m $M_p$  Momento, espresse in kNm $M_n$  Momento, espresse in kNm $w_k$  Ampiezza fessure, espresse in mm $w_{lim}$  Apertura limite fessure, espresse in mm

s Distanza media tra le fessure, espresse in mm

 $\varepsilon_{sm}$  Deformazione nelle fessure, espresse in [%]**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]**

N°	X	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	M	w	$w_{lim}$	$s_m$	$\varepsilon_{sm}$
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	25.87	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-39.58	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	25.87	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]**

N°	X	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	M	w	$w_{lim}$	$s_m$	$\varepsilon_{sm}$
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-18.48	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	26.71	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-18.48	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]**

N°	X	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$M_p$	$M_n$	M	w	$w_{lim}$	$s_m$	$\varepsilon_{sm}$
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-25.87	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.84	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-18.48	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 15 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-25.87	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.84	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-18.48	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 16 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-7.26	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 16 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	4.31	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 16 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 16 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	7.44	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-6.51	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	7.44	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.56	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-7.44	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 17 - SLE (Quasi Permanente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-7.44	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 18 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	30.27	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-48.86	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	30.27	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 18 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-21.53	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	32.68	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-21.53	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 18 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-30.27	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-18.68	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-21.53	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 18 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-30.27	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-18.68	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-21.53	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 19 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	24.01	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-37.71	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	24.01	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 19 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-16.61	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	24.84	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-16.61	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 19 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-24.01	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.84	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-16.61	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 19 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-24.01	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.84	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-16.61	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 20 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	24.75	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-38.46	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	24.75	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 20 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-17.36	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	25.59	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-17.36	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 20 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-24.75	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.84	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-17.36	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 20 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-24.75	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.84	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-17.36	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 21 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	7.44	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-6.51	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	7.44	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 21 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.56	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 21 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-7.44	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 21 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-7.44	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.09	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 22 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	-1.80	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-26.84	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	43.62	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 22 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-39.53	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	38.81	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-9.80	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 22 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.80	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-11.65	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-39.53	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 22 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-43.62	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-0.71	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-9.80	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 23 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	-0.05	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-21.20	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	34.02	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 23 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-30.11	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	29.43	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-7.81	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 23 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.05	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.56	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-30.11	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 23 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-34.02	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-0.35	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-7.81	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 24 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	0.69	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-21.95	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	34.76	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 24 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-30.86	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	30.18	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.56	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 24 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-0.69	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.56	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-30.86	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 24 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-34.76	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-0.35	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.56	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 25 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	1.81	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-23.06	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	35.88	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 25 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-31.98	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	31.30	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-9.68	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 25 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-1.81	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.56	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-31.98	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 25 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-35.88	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	-0.35	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-9.68	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 26 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-7.26	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 26 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	4.31	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 26 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 26 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.18	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.70	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.84	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	-7.10	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-2.36	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	24.32	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-16.84	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.19	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.92	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	7.10	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.60	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-16.84	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 27 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-24.32	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	9.31	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.92	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 28 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	-2.24	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-4.88	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	20.07	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 28 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-12.97	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	2.01	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.68	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 28 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	2.24	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.10	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-12.97	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 28 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-20.07	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	6.51	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.68	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	-3.08	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-4.60	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	20.97	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.69	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.87	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	2.13	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.08	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.16	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-13.69	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 29 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-20.97	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	7.01	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	2.13	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 30 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	-4.42	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-4.04	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	22.25	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 30 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-14.79	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.65	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	2.78	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 30 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	4.42	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.28	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-14.79	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 30 - SLE (Rara)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-22.25	0.00	100.00	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	7.79	0.00	100.00	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	2.78	0.00	100.00	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 31 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	6.68	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-6.39	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.44	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 31 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.79	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.44	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.63	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 31 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	Mp	Mn	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-6.68	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.73	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.79	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 31 - SLE (Frequente)]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.44	0.00	0.40	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	1.16	0.00	0.40	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.63	0.00	0.40	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 32 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.64	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-6.58	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 32 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.36	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.56	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.97	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 32 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.64	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.98	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.36	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 32 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.58	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.97	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 33 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.25	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-6.35	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 33 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.44	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.47	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.79	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 33 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.25	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.97	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.44	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 33 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.67	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.79	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 34 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-6.58	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.64	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 34 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.97	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.56	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.36	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 34 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.58	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.97	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 34 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.64	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.98	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.36	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione fondazione [Combinazione n° 35 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	10.05	10.05	68.21	-68.21	6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	10.05	14.07	68.48	-70.08	-6.35	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	10.05	10.05	68.21	-68.21	8.25	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione traverso [Combinazione n° 35 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.79	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	3.47	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.44	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto sinistro [Combinazione n° 35 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-6.53	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.67	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-4.79	0.00	0.30	0.00	0.000000

**Verifica fessurazione piedritto destro [Combinazione n° 35 - SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo]**

N°	X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	M <sub>p</sub>	M <sub>n</sub>	M	w	W <sub>lim</sub>	S <sub>m</sub>	ε <sub>sm</sub>
1	0.17	12.06	12.06	69.28	-69.28	-8.25	0.00	0.30	0.00	0.000000
2	1.10	12.06	12.06	69.28	-69.28	0.97	0.00	0.30	0.00	0.000000
3	2.03	12.06	12.06	69.28	-69.28	-3.44	0.00	0.30	0.00	0.000000

**10.5 Verifica del cordolo delle barriere di sicurezza**

Nel presente paragrafo vengono presentate le verifiche dei cordoli nel quale sono ancorate le barriere di sicurezza. Per semplicità, viene verificato il cordolo più piccolo, per il quale le verifiche risultano più gravose, estendendo i risultati anche a quello più grande.

**10.5.1 Analisi dei carichi**

Ai sensi del § 5.1.3.10 "Urto di veicolo in svio" delle NTC "Le barriere di sicurezza stradali e gli elementi strutturali ai quali sono collegati devono essere dimensionati in funzione della classe di contenimento richiesta per l'impiego specific, dalle normative nazionali applicabili".

Pertanto i carichi cui deve essere calcolato/verificato il cordolo sono:

- Peso proprio dell'elemento, valutato tenendo conto di un peso specifico del cemento armato di 25 kN/m<sup>3</sup>;
- Carichi permanenti: il peso della barriera è valutato in 1 kN/m
- Urto, valutato come segue

Il § 3.6.3.3.2 prevede che "In assenza di specifiche prescrizioni, nel progetto strutturale dei ponti si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN. Essa rappresenta l'effetto dell'impatto da trasmettere ai vincoli e deve essere considerata agente trasversalmente ed

orizzontalmente 100 mm sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo.". Lo schema di calcolo è il seguente:

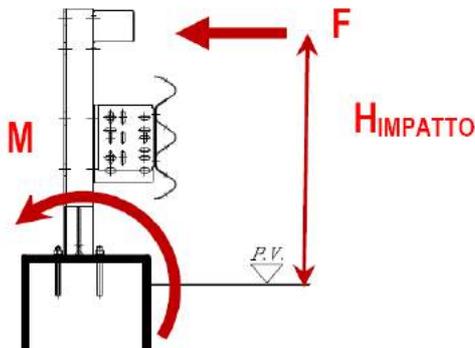


Figura 19 – Schema di calcolo per l'azione di urto

Sostanzialmente, il problema viene modellato bidimensionalmente, studiando un elemento di cordolo di lunghezza unitaria, soggetto all'azione di urto sopra riportata, che di fatto è equivalente a considerare un cordolo avente lunghezza pari all'effettivo sviluppo, soggetto ad una forza distribuita di 100 kN/m.

È possibile, in alternativa, valutare l'azione da urto considerando il momento plastico che il montante della barriera metallica di sicurezza può fornire.

Poiché in questa fase di progetto non si conoscono le caratteristiche geometriche della barriera che dovrà essere installata, questo secondo metodo non è utilizzabile.

Le azioni da urto veicolare sono azioni eccezionali, e pertanto sono caratterizzate da coefficienti di sicurezza dei materiali (cfr. §4.1.4) e da coefficienti di amplificazione dei carichi (cfr. §2.5.3) unitari.

### **10.5.2 Combinazioni dei carichi**

Ai sensi del § 5.1.3.10 "Urto di veicolo in svio" delle NTC "I sicurvia e gli elementi strutturali ai quali sono collegati devono essere dimensionati in funzione della classe di contenimento richiesta per l'impiego specifico (vedi D.M. 21-06-04 n.2367)".

Ai sensi di quanto definito al punto 2.5.3 delle NTC, la combinazione eccezionale dei carichi assume la forma:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{i=2}^n \psi_{2i} Q_{ki}$$

dove:

$G_1$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali;

$G_2$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;

$P$  è il valore caratteristico delle azioni di precompressione (se presenti);

$A_d$  è il valore delle azioni eccezionali;

$Q_{ki}$  è il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;

$\psi_{21}$  è il coefficiente di combinazione che tiene conto di azioni variabili concomitanti;

Dato che l'azione da urto risulta caratterizzante nel progetto dei cordoli, allora è possibile procedere direttamente con il calcolo nei confronti della combinazione eccezionale.

A rigore, il progetto del cordolo deve essere effettuato anche nei confronti degli stati limite ultimi (combinazione fondamentale).

La combinazione fondamentale, così come definita al punto 2.5.3 delle NTC, prevede:

$$Y_{G1}G_1 + Y_{G2}G_2 + Y_P P + Y_{Q1}Q_{k1} + \sum_{i=2}^n Y_{Qi}\psi_{0i}Q_{ki}$$

dove:

$G_1$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali;

$G_2$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;

$P$  è il valore caratteristico delle azioni di precompressione (se presenti);

$A_d$  è il valore delle azioni eccezionali;

$Q_{k1}$  è il valore caratteristico dell'azione variabile dominante;

$Q_{ki}$  è il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile che agisce contemporaneamente a quella dominante;

$Y_{G1} = 1,3$  è il coefficiente parziale relativo alle azioni permanenti strutturali;

$Y_{G2} = 1,5$  è il coefficiente parziale relativo alle azioni permanenti non strutturali;

$Y_P$  è il coefficiente parziale relativo alle azioni di precompressione (se presenti);

$Y_{Qi} = 1,5$  è il coefficiente parziale relativo alle azioni variabili;

$\psi_{21}$  è il coefficiente di combinazione che tiene conto di azioni variabili concomitanti;

Tuttavia le sollecitazioni derivanti dalla combinazione allo SLU sono di modesta entità e non sono dimensionanti per i cordoli. Pertanto esse vengono omesse all'interno del presente elaborato.

### **10.5.3 Sollecitazioni di Taglio**

Secondo le NTC, la resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata in conformità alla schematizzazione a traliccio ideale i cui elementi resistenti sono le armature trasversali e longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. La verifica di resistenza (SLU) si considera soddisfatta se:

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

in cui

$V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, nel caso specifico pari a  $F_{H,urto}$

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd})$  è la resistenza a taglio della trave

$V_{Rsd}$  è la resistenza di calcolo a "taglio trazione" definita come

$$0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \sin\alpha$$

$V_{Rcd}$  è la resistenza di calcolo a "taglio compressione" definita come

$$0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(ctg\alpha + ctg\theta)}{(1 + ctg^2\theta)}$$

Nelle precedenti relazioni:

$A_{sw}$  area armatura trasversale;

$b_w$  larghezza minima della sezione;

$s$  interasse armature trasversali;

$\alpha$  angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$\theta$  inclinazione dei puntoni in calcestruzzo, tale che  $1.0 \leq \cot\theta \leq 2.5$ ;

$f_{yd}$  resistenza di calcolo allo snervamento dell'acciaio;

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

$f_{cd}$  resistenza di calcolo a compressione ( $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ );

$d$  altezza utile della sezione;

$\alpha_c$  coefficiente maggiorativo (unitario per membrature non compresse, quali il cordolo).

### **10.5.4 Sollecitazioni di Torsione**

Secondo le NTC, la verifica a torsione di elementi strutturali dotati di armatura trasversale si considera soddisfatta se:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

in cui

$T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente agente, nel caso specifico pari a  $M_{Urto}$ .

$T_{Rd} = \min(T_{Rsd}; T_{Rld}; V_{Rcd})$  è la resistenza a torsione della trave

$T_{Rsd}$  è la resistenza di calcolo a torsione "lato acciaio" con riferimento alle staffe trasversali definita come

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} f_{yd} \cdot ctg\theta$$

$T_{Rld}$  è la resistenza di calcolo a torsione "lato acciaio" con riferimento all'armatura di parete definita come

$$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \frac{\Sigma A_l}{u_m} f_{yd} / ctg\theta$$

$V_{Rcd}$  è la resistenza di calcolo a torsione "lato calcestruzzo" definita come

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg\theta}{(1 + ctg^2\theta)}$$

Nelle precedenti relazioni:

A area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$  area armatura trasversale;

s interasse armature trasversali;

$f_{yd}$  resistenza di calcolo allo snervamento dell'acciaio;

$\theta$  inclinazione dei puntoni in calcestruzzo, tale che  $0.4 \leq \cot\theta \leq 2.5$ ;

$A_l$  area armatura di parete;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$t$  è lo spessore della sezione cava (per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro, con  $t \geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale);

$f_{cd} = 0.5 f_{cd}$  resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;

$f_{cd}$  resistenza di calcolo a compressione ( $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck}/\gamma_c$ ).

### **10.5.5 Sollecitazioni combinate Taglio-Torsione**

La resistenza di una membratura, soggetta a taglio e torsione, non deve eccedere la resistenza delle bielle compresse di calcestruzzo; deve essere pertanto soddisfatta la seguente relazione:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

### **10.5.6 Verifiche**

Vengono di seguito riportate le verifiche.

L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da 19 $\Phi$ 16 (11 inferiori, 6 superiori e 2 intermedi); quella trasversale è costituita da 2 bracci  $\Phi$ 16/20 cm.

#### **RTI di progettazione:**



#### **Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### **Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

<b>DATI</b>			
<b>MATERIALI</b>			
Resistenza cilindrica caratteristica calcestruzzo	$f_{ck}$	33.20	MPa
Resistenza di calcolo a compressione calcestruzzo	$f_{cd}$	33.20	MPa
Resistenza a compressione ridotta anima cls	$f'_{cd}$	16.60	MPa
Resistenza di progetto a trazione calcestruzzo	$f_{ctd}$	2.17	MPa
Resistenza di calcolo allo snervamento dell'acciaio	$f_{yd}$	450.00	MPa
<b>GEOMETRIA CORDOLO</b>			
Altezza sezione	$h$	0.70	m
Larghezza minima sezione	$b_{wmin}$	1.00	m
Larghezza massima sezione	$b_{wmax}$	1.00	m
<b>ARMATURA LONGITUDINALE CORDOLO</b>			
Diametro armatura longitudinale	$\Phi$	16	mm
Numero ferri	$n_l$	19	-
Area armatura longitudinale	$A_l$	0.0038202	m <sup>2</sup>
Copriferro	$c$	50	mm
<b>ARMATURA TRASVERSALE CORDOLO</b>			
Diametro armatura trasversale	$\Phi$	16	mm
Numero bracci	$n_b$	2.0	-
Area armatura trasversale	$A_{sw}$	0.0004021	m <sup>2</sup>
Interasse armature trasversali	$s$	0.2	m
Angolo inclinazione armatura trasversale da asse	$\alpha$	90	°
<b>AZIONI</b>			
Azione di urto	$F_{H,urto}$	100	kN
Altezza di applicazione	$H$	1	m
Peso barriera	$p$	0.1	kN/m
Distanza massima barriera da sezione di ripresa di getto	$d$	1	m
Taglio dir. verticale	$V_v$	18	kN/m
Taglio dir. orizzontale	$V_h$	100	kN/m
Momento torcente	$M$	100	kN m/m

<b>VERIFICA A TAGLIO ORIZZONTALE (riferita alla lunghezza unitaria)</b>			
<b>PARAMETRI</b>			
Percentuale staffe per verifica a taglio	$S_{\text{taglio}}$	50	%
Inclinazione puntoni in calcestruzzo	$\theta$	45	°
$1.0 \leq \cot\theta \leq 2.5$	$\cot\theta$	1.00	-
Coefficiente maggiorativo elementi compressi	$\alpha_c$	1	-
<b>VERIFICA</b>			
Resistenza di calcolo a "taglio trazione"	$V_{\text{Rsd}}$	366	kN
Resistenza di calcolo a "taglio compressione"	$V_{\text{Rcd}}$	4706	kN
Resistenza a taglio	$V_{\text{Rd}}$	366	kN
Valore di calcolo del taglio agente	$V_{\text{Ed}}$	50	kN
Coefficiente di sicurezza	$c_s$	7.33	VERIFICA

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it



## 11 VERIFICHE GEOTECNICHE

### Simbologia adottata

$IC$  Indice della combinazione

$N_c, N_q, N_g$  Fattori di capacità portante

$N_c, N_q, N_g$  Fattori di capacità portante corretti per effetto forma, inclinazione del carico, affondamento, etc.

$q_u$  Portanza ultima del terreno, espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

$Q_u$  Portanza ultima del terreno, espressa in [kN]/m

$Q_v$  Carico verticale al piano di posa, espressa in [kN]/m

$FS$  Fattore di sicurezza a carico limite

IC	$N_c$	$N_q$	$N'$	$N'c$	$N'q$	$N'g$	$q_u$	$Q_u$	$Q_v$	FS
1	23.94	13.20	14.47	32.42	16.75	14.47	1.143	2513.60	104.94	23.95
2	23.94	13.20	14.47	32.42	16.75	14.47	1.143	2513.60	441.30	5.70
3	23.94	13.20	14.47	32.42	16.75	14.47	1.143	2513.60	521.76	4.82
4	23.94	13.20	14.47	32.42	16.75	14.47	1.143	2513.60	428.18	5.87
5	23.94	13.20	14.47	14.69	8.28	4.83	0.380	836.81	337.21	2.48
6	23.94	13.20	14.47	16.64	9.21	5.70	0.448	985.00	289.77	3.40
7	23.94	13.20	14.47	17.24	9.50	5.98	0.469	1032.25	302.88	3.41
8	23.94	13.20	14.47	5.78	4.03	1.57	0.127	280.45	138.69	2.02
9	23.94	13.20	14.47	10.60	6.33	3.17	0.250	550.03	138.69	3.97
10	23.94	13.20	14.47	8.78	5.46	2.52	0.200	440.37	138.69	3.18
11	23.94	13.20	14.47	27.88	14.58	11.66	0.915	2012.60	105.55	19.07
12	23.94	13.20	14.47	28.47	14.86	12.01	0.943	2075.35	100.89	20.57
13	23.94	13.20	14.47	27.88	14.58	11.66	0.915	2012.60	105.55	19.07
14	23.94	13.20	14.47	28.47	14.86	12.01	0.943	2075.35	100.89	20.57

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 12 MURI D'ALA

### 12.1 Generalità

Nel presente capitolo vengono riportati i calcoli e le verifiche relativi ai muri d'ala.

Si fa riferimento ai muri più sollecitati, che sono quelli adiacenti al tombino lato Nord, che presentano il maggiore rinterro.

La geometria di tali elementi è riportata di seguito.

#### Paramento

Materiale	Cls Armato	
Altezza paramento	3.00	[m]
Altezza paramento libero	2.10	[m]
Spessore in sommità	0.30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.53	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	5.80	[°]

#### Fondazione

Materiale	Cls Armato	
Lunghezza mensola di valle	0.40	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.27	[m]
Lunghezza totale	2.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.70	[m]
Spessore magrone	0.20	[m]

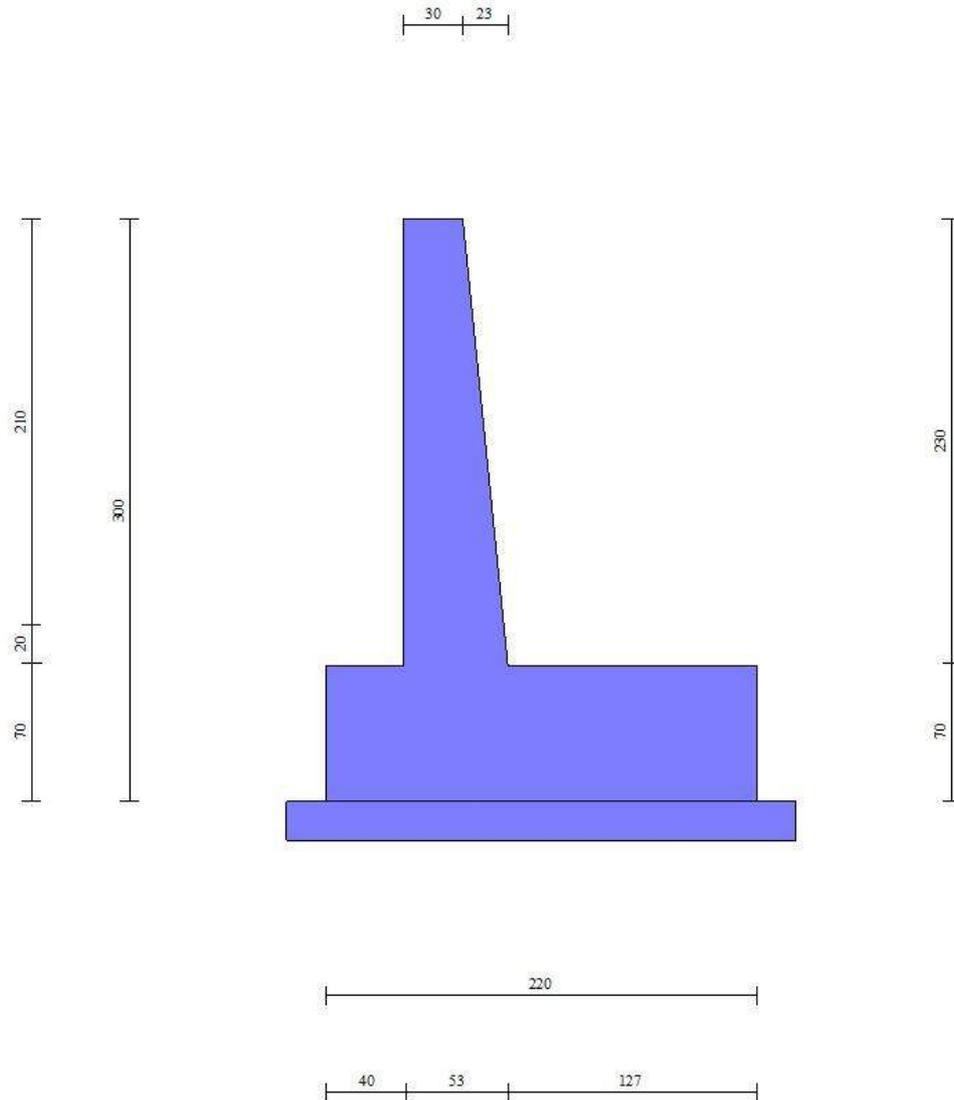


Figura 20 – Geometria del muro d'ala

## 12.2 Modellazione

### 12.2.1 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

### **12.2.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno

Versione 15.0

Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Licenza AIU2302G8

### **12.2.3 Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

### **12.2.4 Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### **12.2.5 Informazioni generali sull'elaborazione**

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

94

**RTI di progettazione:**



**Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

### **12.2.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dall'utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, si può affermare che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

## **12.3 Calcolo della spinta sul muro**

### **12.3.1 Metodo di Culmann**

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### **12.3.2 Spinta in presenza di falda**

Si rimanda a quanto riportato nel §4.2.2.

### **12.3.3 Spinta in presenza di sisma**

Si rimanda a quanto riportato nel §4.2.4.

## **12.4 Analisi dei carichi**

### **12.4.1 Pesi propri**

Il peso proprio degli elementi strutturali è calcolato considerando un peso specifico pari a  $25 \text{ kN/m}^3$  per il calcestruzzo armato.

### **12.4.2 Spinta del terreno**

La spinta del terreno è stata determinata secondo quanto riportato nel §12.3.

Le caratteristiche del terreno di fondazione e del terreno di rinfianco sono riportate nel §6.

Non è presente falda.

Il profilo del terreno è riportato nella seguente figura.

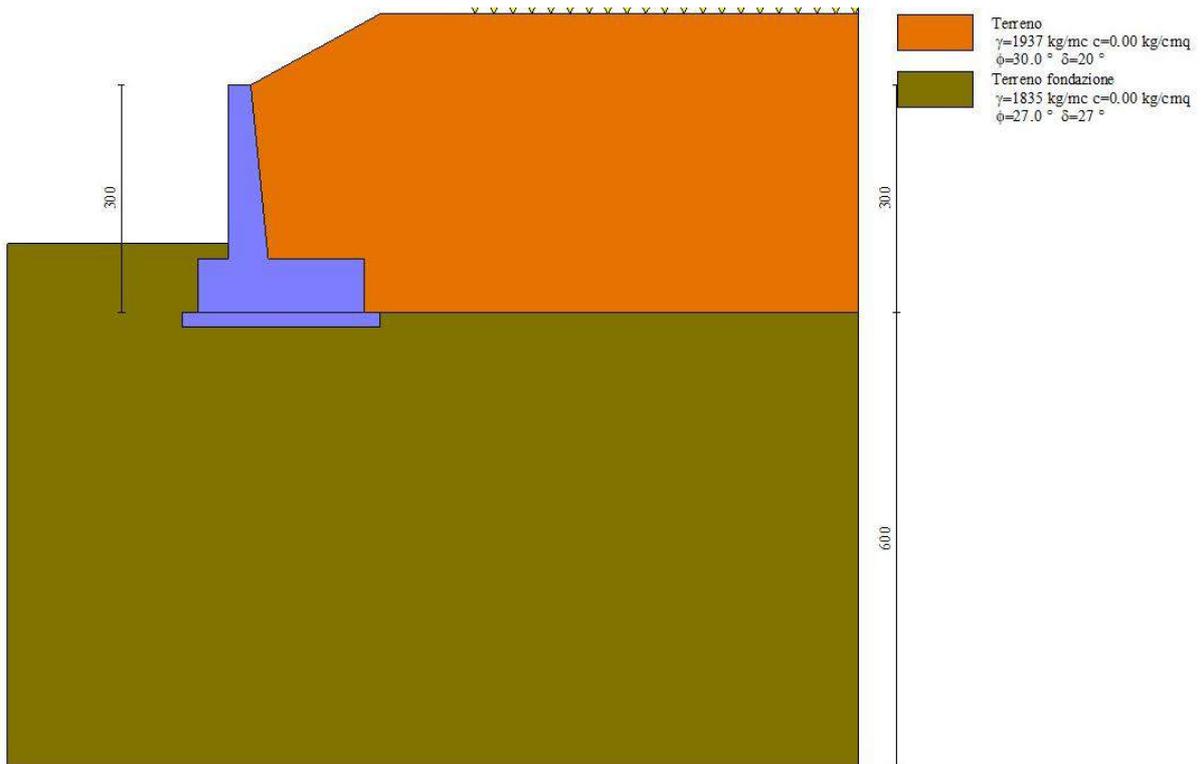


Figura 21 – Profilo del terreno

Geometria profilo terreno a monte del muro

## Simbologia adottata

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	0.00	0.000
2	0.40	0.00	0.000
3	1.70	0.86	33.486
4	10.00	0.86	0.000

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
 20125 - Milano  
 Tel. 02 6787911  
 email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
 92100 Agrigento  
 Tel. 0922 421007  
 email: deltaingegneria@pec.it

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

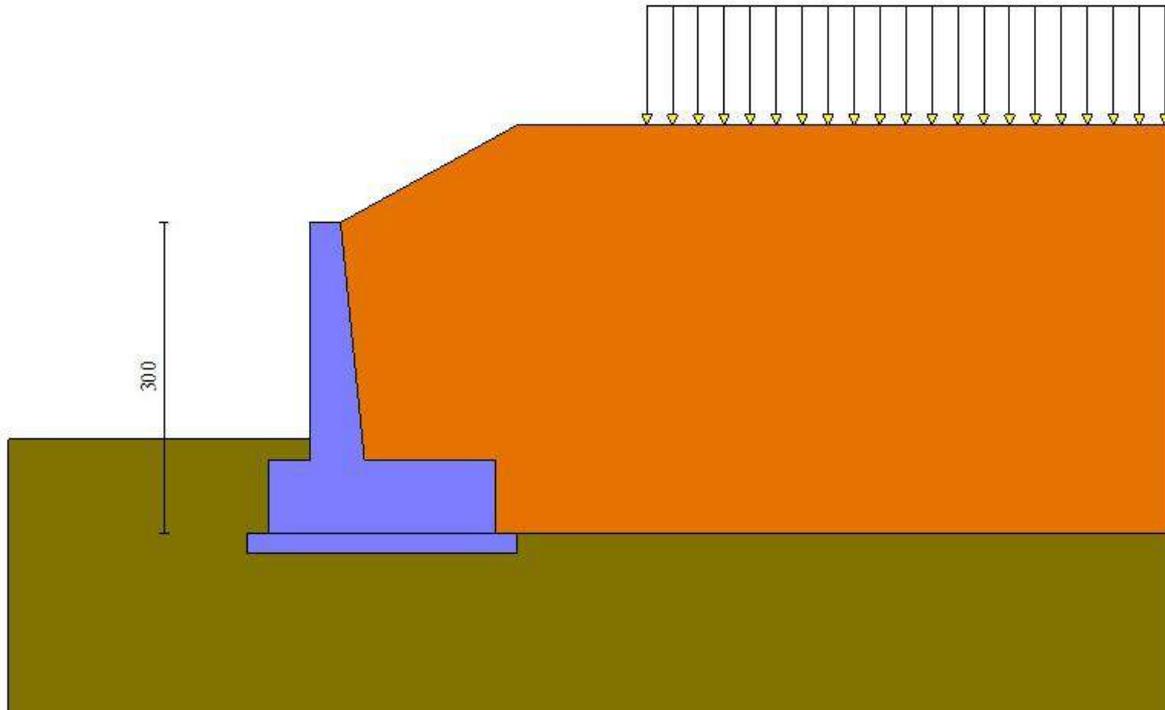
**12.4.3 Carichi variabili**È stato considerato un carico di 20 kN/m<sup>2</sup>, applicato sull'intera carreggiata stradale.

Figura 22 – Carico variabile

**Simbologia adottata**

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F <sub>x</sub>	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
F <sub>y</sub>	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
M	Momento espresso in [kgm]
X <sub>i</sub>	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X <sub>f</sub>	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q <sub>i</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>i</sub> espressa in [kg]
Q <sub>f</sub>	Intensità del carico per x=X <sub>f</sub> espressa in [kg]

**Condizione n° 1 (Condizione 1) - VARIABILE TF**Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75$  -  $\Psi_1=0.75$  -  $\Psi_2=0.00$ *Carichi sul terreno*

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

98

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Tipo	X	Fx	Fy	M	Xi	Xf	Qi	Qf
		[m]	[kg]	[kg]	[kgm]	[m]	[m]	[kg]	[kg]
1	Distribuito					2.95	10.00	20.000	20.000

#### 12.4.4 Azione sismica

Si rimanda a quanto riportato nel §7.4.

A differenza del tombino, si assume che il muro possa muoversi rispetto al terreno, per cui vengono assunti i coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima previsti dalle NTC 2008, come riportato di seguito.

	SLV	SLD
Accelerazione al suolo $a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.600	0.310
Accelerazione al suolo $a_g$ [% di g]	<b>0.061</b>	<b>0.032</b>
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.970	2.730
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_{c^*}$	0.370	0.310
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico $S_s$	Tipo B <input type="text" value="1.200"/>	<input type="text" value="1.200"/>
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ )	C <input type="text" value="0.380"/>	<input type="text" value="0.470"/>
Coefficiente di riduzione ( $\beta_m$ ) verifica ribaltamento	0.57	
Coefficiente amplificazione topografica $S_T$	T1 <input type="text" value="1.00"/>	
<b><math>K_h = a_g/g * S_s * S_t * \beta_m</math></b>		
<b>Coeff. di intensità sismica orizzontale <math>K_h</math> [%]</b>	<b>2.789</b>	<b>1.782</b>
Intensità sismica Verticale/Orizzontale	<input type="text" value="0.50"/>	

Figura 23 – Determinazione dei coefficienti di intensità sismica

### 12.5 Combinazioni dei carichi

Si rimanda a quanto riportato nel §8.

#### 12.5.1 Riepilogo dei coefficienti

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G1, fav}$	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavolevoli	$\gamma_{G1, sfav}$	1.30	1.10	1.10	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G2, fav}$	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavolevoli	$\gamma_{G2, sfav}$	1.30	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Variabili	Favolevoli	$\gamma_{O,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavolevoli	$\gamma_{O,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favolevoli	$\gamma_{OT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavolevoli	$\gamma_{OT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

### Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00	1.00	1.00

### Coeff. parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
✓						
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

## 12.5.2 Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 (sismica)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 (sismica)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO A2-M2-R2

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO A2-M2-R2 (sismica)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO A2-M2-R2 (sismica)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (sismica) (sismica)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (sismica)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

**Combinazione n° 16 - SLEQ (sismica)**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

**Combinazione n° 17 - SLEQ (sismica)**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

**12.6 Risultati del calcolo delle forze****12.6.1 Spinta**

## Simbologia adottata

n°	Indice della combinazione
Sp	Spinta statica, espressa in [kg]
P <sub>Sp</sub>	Punto di applicazione della spinta statica, espressa in [m]
Sps	Incremento spinta sismica, espressa in [kg]
P <sub>Sps</sub>	Punto di applicazione dell'incremento di spinta sismica, espressa in [m]
Sw	Spinta falda, espressa in [kg]
P <sub>Sw</sub>	Punto di applicazione della spinta della falda, espressa in [m]
Ss	Sottospinta falda, espressa in [kg]

n°	Sp	P <sub>Sp</sub>	Sps	P <sub>Sps</sub>	Sw	P <sub>Sw</sub>	Ss
	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]	[m]	[kg]
1	7401	1.50; -1.74	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
2	4463	1.50; -1.69	326	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0
3	4463	1.50; -1.69	202	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0
4	7401	1.50; -1.74	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
5	7401	1.50; -1.74	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
6	7401	1.50; -1.74	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
7	7328	1.50; -1.71	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
8	4463	1.50; -1.69	326	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0
9	4463	1.50; -1.69	202	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0
10	8204	1.50; -1.71	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
11	4463	1.50; -1.69	495	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0
12	4463	1.50; -1.69	310	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0
13	5645	1.50; -1.73	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
14	5338	1.50; -1.73	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
15	4463	1.50; -1.69	0	0.00; 0.00	0	0.00; 0.00	0
16	4463	1.50; -1.69	207	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0
17	4463	1.50; -1.69	127	1.50; -1.28	0	0.00; 0.00	0

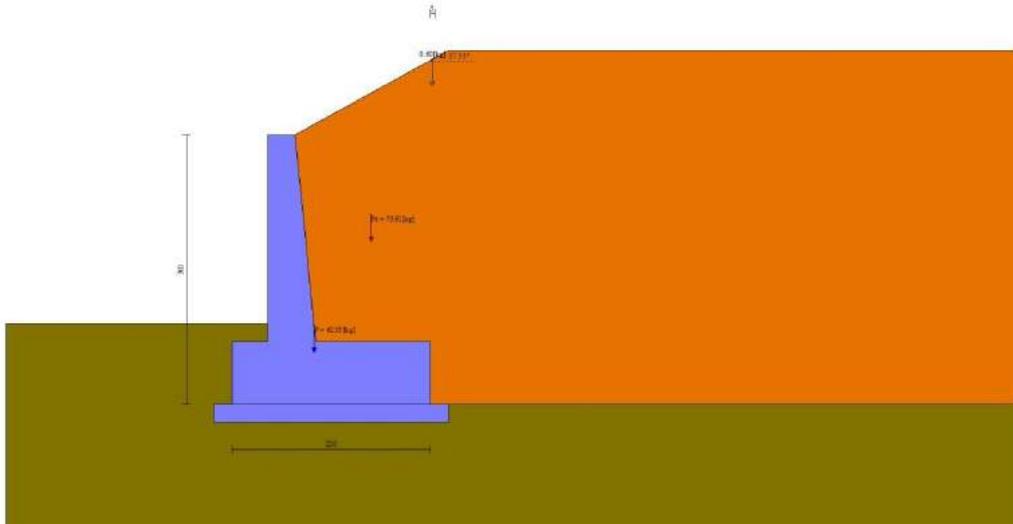


Figura 24 – Cuneo di spinta statico (Combinazione n° 1)

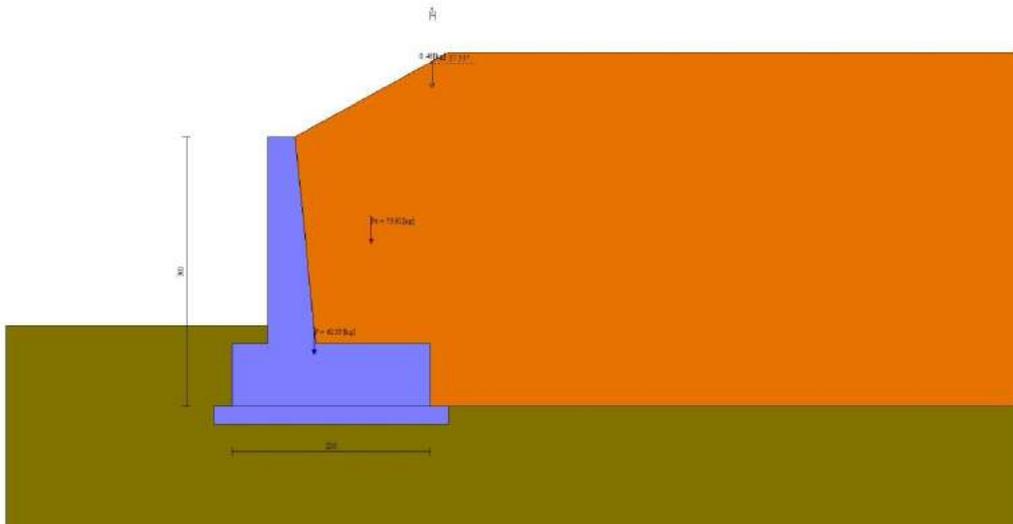


Figura 25 – Cuneo di spinta sismico (Combinazione n° 2)

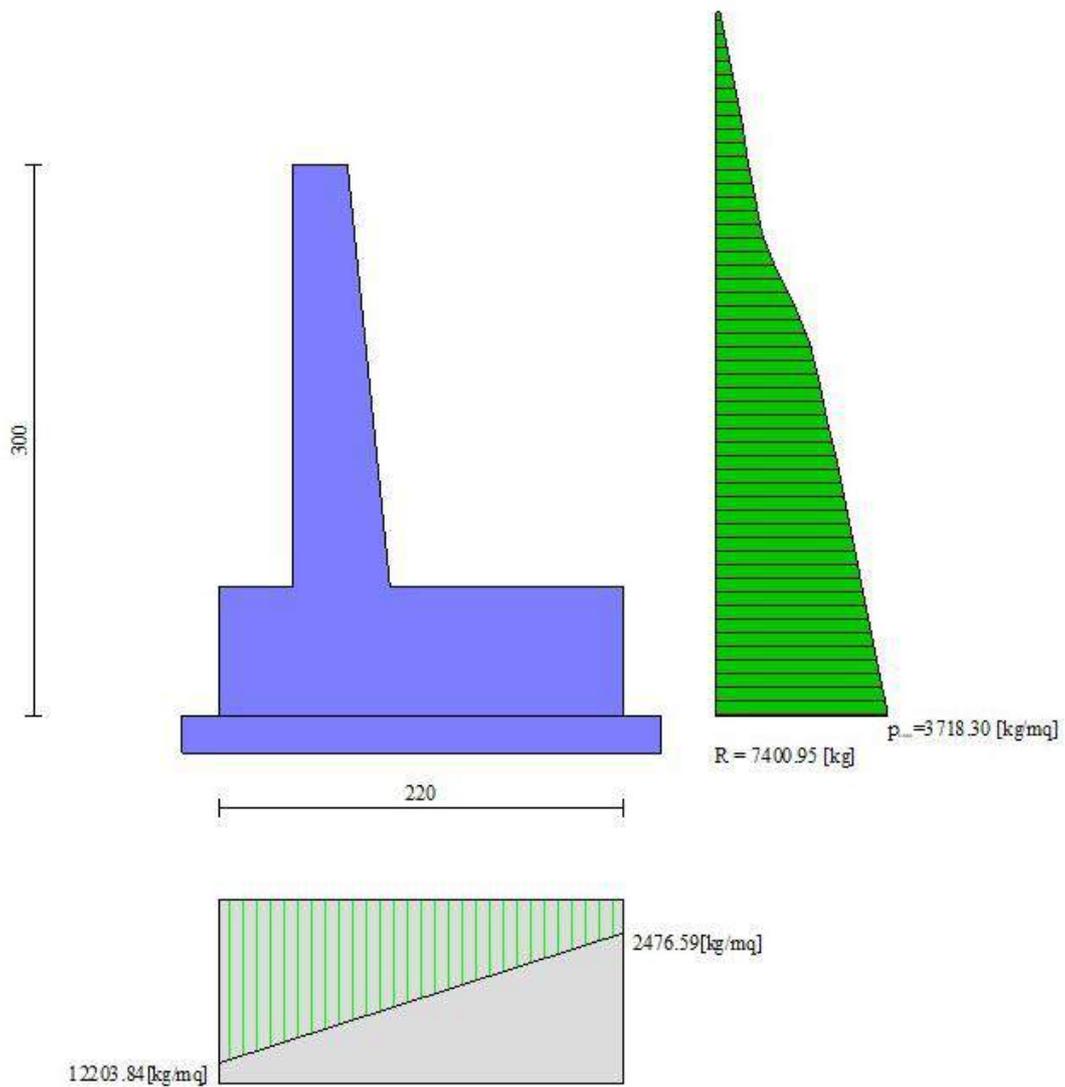


Figura 26 – Diagramma delle pressioni agenti sull'opera (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

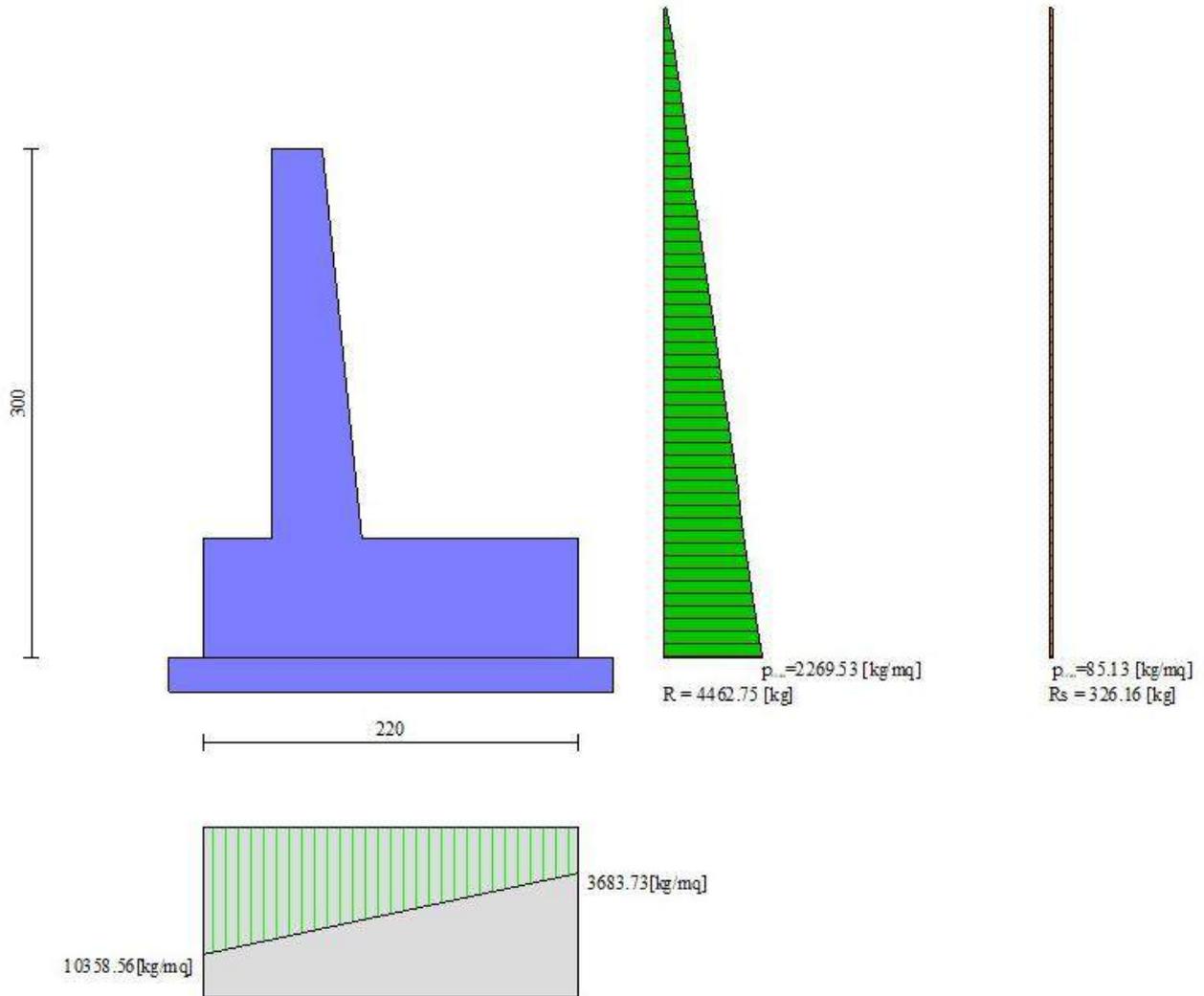


Figura 27 – Diagramma delle pressioni agenti sull'opera (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## 12.6.2 Forze

### Simbologia adottata

$n^\circ$	Indice della combinazione
$P_m$	Peso muro, espressa in [kg]
$I_{mx}, I_{my}$	Inerzia orizzontale e verticale muro, espressa in [kg]
$G_m$	Baricentro muro, espressa in [m]
$P_t$	Peso terrapieno, espressa in [kg]
$I_{tx}, I_{ty}$	Inerzia orizzontale e verticale terrapieno, espressa in [kg]
$G_t$	Baricentro terrapieno, espressa in [m]
$F_x$	Sottospinta falda, espressa in [kg]
$F_y$	Sottospinta falda, espressa in [kg]

n°	Pm	Imx	Imy	Gm	Pt	Itx	Ity	Gt	Fy	Fx
	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[kg]	[kg]	[kg]	[m]	[kg]	[kg]
1	6253	0	0	0.21; -2.12	7391	0	0	0.84; -0.89	0	0
2	6253	174	87	0.21; -2.12	7391	206	103	0.84; -0.89	0	0
3	6253	174	-87	0.21; -2.12	7391	206	-103	0.84; -0.89	0	0
4	8129	0	0	0.21; -2.12	9608	0	0	0.84; -0.89	0	0
5	6253	0	0	0.21; -2.12	9608	0	0	0.84; -0.89	0	0
6	8129	0	0	0.21; -2.12	7391	0	0	0.84; -0.89	0	0
7	6253	0	0	0.21; -2.12	7391	0	0	0.84; -0.89	0	0
8	6253	174	87	0.21; -2.12	7391	206	103	0.84; -0.89	0	0
9	6253	174	-87	0.21; -2.12	7391	206	-103	0.84; -0.89	0	0
10	5628	0	0	0.21; -2.12	6652	0	0	0.84; -0.89	0	0
11	6253	262	131	0.21; -2.12	7391	309	155	0.84; -0.89	0	0
12	6253	262	-131	0.21; -2.12	7391	309	-155	0.84; -0.89	0	0
13	6253	0	0	0.21; -2.12	7391	0	0	0.84; -0.89	0	0
14	6253	0	0	0.21; -2.12	7391	0	0	0.84; -0.89	0	0
15	6253	0	0	0.21; -2.12	7391	0	0	0.84; -0.89	0	0
16	6253	111	56	0.21; -2.12	7391	132	66	0.84; -0.89	0	0
17	6253	111	-56	0.21; -2.12	7391	132	-66	0.84; -0.89	0	0

## 12.7 Verifiche geotecniche

### 12.7.1 Verifica a ribaltamento

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

$$\frac{M_s}{M_r} \geq FS_{RIB}$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro è positivo, ribaltante se è negativo.

#### Simbologia adottata

n°           Indice combinazione

$M_s$        Momento stabilizzante, espresso in [kgm]

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

107

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5

20125 - Milano

Tel. 02 6787911

email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3

92100 Agrigento

Tel. 0922 421007

email: deltaingegneria@pec.it

Mr Momento ribaltante, espresso in [kgm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

n°	Ms [kgm]	Mr [kgm]	FS
10	20448	10171	2.010
11	21199	7175	2.955
12	20701	7232	2.863

### 12.7.2 Verifica a scorrimento

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

$$\frac{F_r}{F_s} \geq FS_{SCOR}$$

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

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

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

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

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

#### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Rsa Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kg]  
 Rpt Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kg]  
 Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

108

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
 20125 - Milano  
 Tel. 02 6787911  
 email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
 92100 Agrigento  
 Tel. 0922 421007  
 email: deltaingegneria@pec.it

Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kg]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kg]
Rt	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps), espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra resistenza allo scorrimento e carico parallelo al piano di posa)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rt	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	9231	990	0	10221	6955	1.327
2	8873	990	0	9863	4881	1.818
3	8658	990	0	9647	4764	1.817
4	11317	990	0	12307	6955	1.627
5	10361	990	0	11351	6955	1.490
6	10187	990	0	11177	6955	1.465

### 12.7.3 Verifica al carico limite

Si rimanda a quanto riportato nel §4.3.

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico verticale totale, espresso in [kg]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kg]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kg]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
1	16175	24069	24069	1.488
2	15472	39660	39660	2.563
3	15049	39618	39618	2.633
4	20268	36964	36964	1.824
5	18392	33040	33040	1.796
6	18051	28477	28477	1.578

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N <sub>γ</sub>	Fattori di capacità portante
ic, iq, i <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d <sub>γ</sub>	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b <sub>γ</sub>	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s <sub>γ</sub>	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p <sub>γ</sub>	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_{\gamma}$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kg/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kg/cm <sup>q</sup> ]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Vesic).

#### RTI di progettazione:



#### Mandatario

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

n°	Nc Nq N <sub>γ</sub>	ic iq i <sub>γ</sub>	dc dq d <sub>γ</sub>	gc gq g <sub>γ</sub>	bc bq b <sub>γ</sub>	sc sq s <sub>γ</sub>	pc pq p <sub>γ</sub>	r <sub>γ</sub>	D	H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/m c]	[°]	[N/m mq]
1	23.942 13.199 14.470	0.324 0.375 0.214	1.163 1.124 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	0.989	0.90	1.80	1835	27.00	0.00
2	23.942 13.199 14.470	0.480 0.519 0.355	1.163 1.124 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	0.989	0.90	1.80	1835	27.00	0.00
3	23.942 13.199 14.470	0.478 0.518 0.354	1.163 1.124 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	0.989	0.90	1.80	1835	27.00	0.00
4	23.942 13.199 14.470	0.442 0.484 0.318	1.163 1.124 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	0.989	0.90	1.80	1835	27.00	0.00
5	23.942 13.199 14.470	0.394 0.440 0.274	1.163 1.124 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	0.989	0.90	1.80	1835	27.00	0.00
6	23.942 13.199 14.470	0.381 0.428 0.263	1.163 1.124 1.000	0.000 0.000 0.000	0.000 0.000 0.000	-- -- --	-- -- --	0.989	0.90	1.80	1835	27.00	0.00

## RTI di progettazione:



## Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

### 12.7.4 Verifica alla stabilità globale

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

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza si esprime mediante la relazione:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{b_i c_i + W_i \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i}$$

con

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

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  ed  $a_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

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

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7	-0.50; 2.00	5.40	1.242
8	-0.50; 1.50	4.94	1.694
9	-0.50; 1.50	4.94	1.691

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

Qy carico sulla striscia espresso in [kg]

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

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kg/cmq]

### Combinazione n° 7 - GEO A2-M2-R2

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cmq]	u [kg/cmq]	Tx; Ty [kg]
1	374	828	4.80 - 0.35	72.099	24.791	0.00	0.000	
2	978	828	0.35	62.439	24.791	0.00	0.000	
3	1382	828	0.35	55.109	24.791	0.00	0.000	
4	1694	828	0.35	48.976	24.791	0.00	0.000	
5	1947	828	0.35	43.536	24.791	0.00	0.000	
6	2158	204	0.35	38.554	24.791	0.00	0.000	
7	2336	0	0.35	33.900	24.791	0.00	0.000	
8	2485	0	0.35	29.489	24.791	0.00	0.000	
9	2607	0	0.35	25.264	24.791	0.00	0.000	
10	2588	0	0.35	21.182	22.177	0.00	0.000	
11	2703	0	0.35	17.211	22.177	0.00	0.000	
12	2632	0	0.35	13.324	22.177	0.00	0.000	
13	2546	0	0.35	9.498	22.177	0.00	0.000	
14	2783	0	0.35	5.715	22.177	0.00	0.000	
15	1869	0	0.35	1.957	22.177	0.00	0.000	
16	950	0	0.35	-1.793	22.177	0.00	0.000	
17	854	0	0.35	-5.550	22.177	0.00	0.000	
18	824	0	0.35	-9.332	22.177	0.00	0.000	
19	779	0	0.35	-13.156	22.177	0.00	0.000	
20	717	0	0.35	-17.040	22.177	0.00	0.000	
21	638	0	0.35	-21.007	22.177	0.00	0.000	
22	536	0	0.35	-25.083	22.177	0.00	0.000	
23	412	0	0.35	-29.301	22.177	0.00	0.000	
24	264	0	0.35	-33.703	22.177	0.00	0.000	
25	88	0	-4.02 - 0.35	-37.247	22.177	0.00	0.000	

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

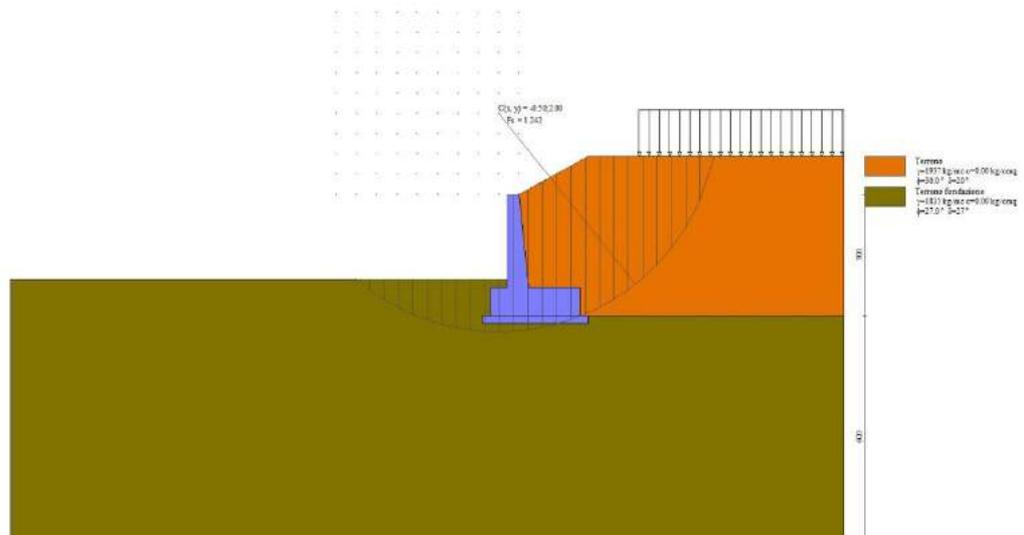


Figura 28 – Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7)

Combinazione n° 8 - GEO A2-M2-R2

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cmq ]	u [kg/cmq ]	Tx; Ty [kg]
1	413	0	4.41 - 0.33	75.491	30.000	0.00	0.000	
2	1042	0	0.33	63.716	30.000	0.00	0.000	
3	1416	0	0.33	55.918	30.000	0.00	0.000	
4	1699	0	0.33	49.507	30.000	0.00	0.000	
5	1927	0	0.33	43.864	30.000	0.00	0.000	
6	2115	0	0.33	38.718	30.000	0.00	0.000	
7	2273	0	0.33	33.924	30.000	0.00	0.000	
8	2405	0	0.33	29.388	30.000	0.00	0.000	
9	2381	0	0.33	25.048	30.000	0.00	0.000	
10	2574	0	0.33	20.857	27.000	0.00	0.000	
11	2525	0	0.33	16.780	27.000	0.00	0.000	
12	2461	0	0.33	12.790	27.000	0.00	0.000	
13	2435	0	0.33	8.862	27.000	0.00	0.000	
14	2723	0	0.33	4.976	27.000	0.00	0.000	
15	1094	0	0.33	1.113	27.000	0.00	0.000	
16	891	0	0.33	-2.745	27.000	0.00	0.000	
17	823	0	0.33	-6.615	27.000	0.00	0.000	
18	792	0	0.33	-10.516	27.000	0.00	0.000	
19	748	0	0.33	-14.468	27.000	0.00	0.000	
20	688	0	0.33	-18.492	27.000	0.00	0.000	
21	612	0	0.33	-22.612	27.000	0.00	0.000	
22	515	0	0.33	-26.862	27.000	0.00	0.000	
23	396	0	0.33	-31.278	27.000	0.00	0.000	
24	254	0	0.33	-35.915	27.000	0.00	0.000	
25	84	0	-3.89 - 0.33	-39.511	27.000	0.00	0.000	

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Combinazione n° 9 - GEO A2-M2-R2

n°	W [kg]	Qy [kg]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kg/cm <sup>2</sup> ]	u [kg/cm <sup>2</sup> ]	Tx; Ty [kg]
1	413	0	4.41 - 0.33	75.491	30.000	0.00	0.000	
2	1042	0	0.33	63.716	30.000	0.00	0.000	
3	1416	0	0.33	55.918	30.000	0.00	0.000	
4	1699	0	0.33	49.507	30.000	0.00	0.000	
5	1927	0	0.33	43.864	30.000	0.00	0.000	
6	2115	0	0.33	38.718	30.000	0.00	0.000	
7	2273	0	0.33	33.924	30.000	0.00	0.000	
8	2405	0	0.33	29.388	30.000	0.00	0.000	
9	2381	0	0.33	25.048	30.000	0.00	0.000	
10	2574	0	0.33	20.857	27.000	0.00	0.000	
11	2525	0	0.33	16.780	27.000	0.00	0.000	
12	2461	0	0.33	12.790	27.000	0.00	0.000	
13	2435	0	0.33	8.862	27.000	0.00	0.000	
14	2723	0	0.33	4.976	27.000	0.00	0.000	
15	1094	0	0.33	1.113	27.000	0.00	0.000	
16	891	0	0.33	-2.745	27.000	0.00	0.000	
17	823	0	0.33	-6.615	27.000	0.00	0.000	
18	792	0	0.33	-10.516	27.000	0.00	0.000	
19	748	0	0.33	-14.468	27.000	0.00	0.000	
20	688	0	0.33	-18.492	27.000	0.00	0.000	
21	612	0	0.33	-22.612	27.000	0.00	0.000	
22	515	0	0.33	-26.862	27.000	0.00	0.000	
23	396	0	0.33	-31.278	27.000	0.00	0.000	
24	254	0	0.33	-35.915	27.000	0.00	0.000	
25	84	0	-3.89 - 0.33	-39.511	27.000	0.00	0.000	

## RTI di progettazione:



## Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 12.8 Verifiche strutturali

### 12.8.1 Inviluppo delle sollecitazioni

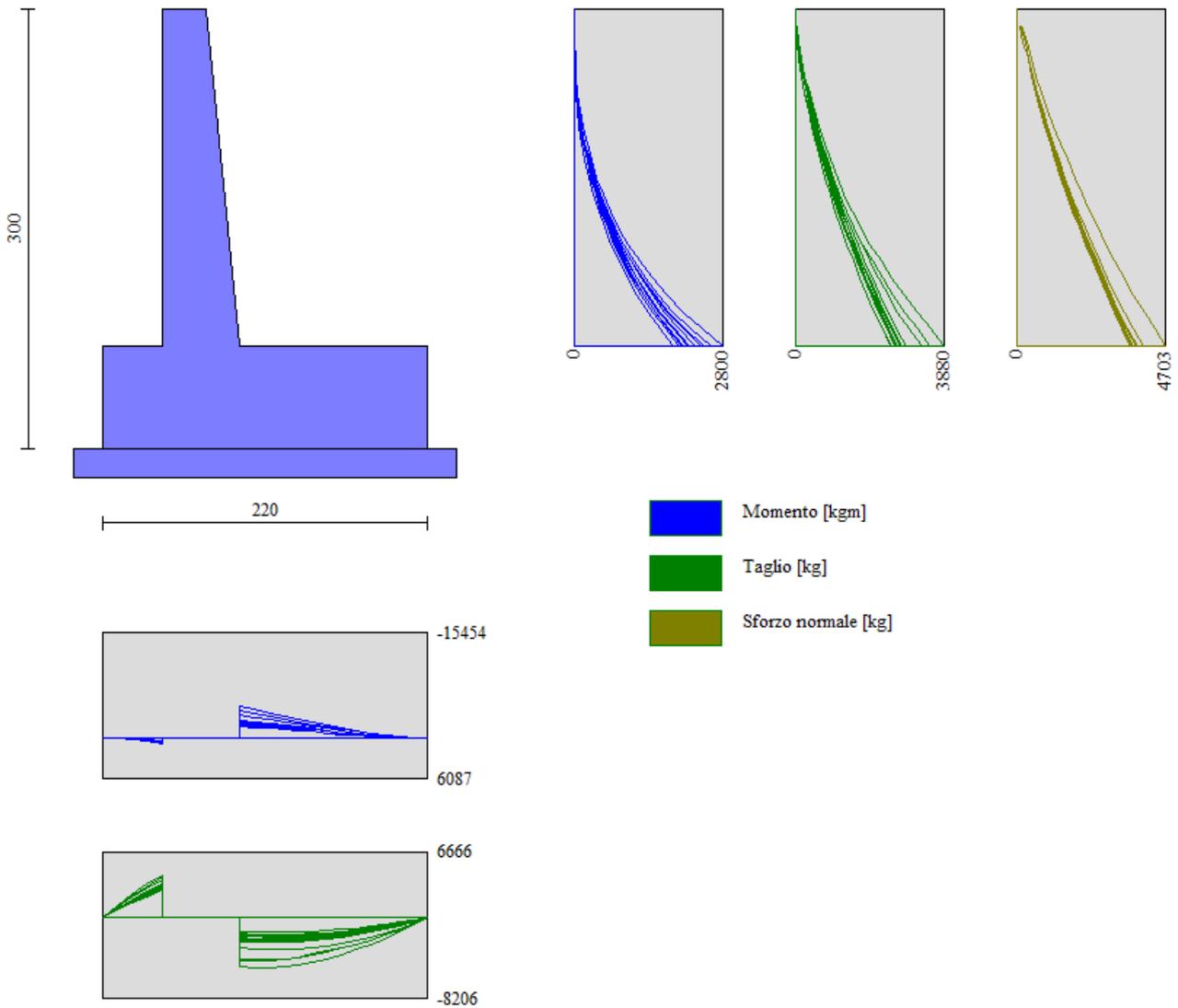


Figura 29 – Inviluppo delle sollecitazioni

## 12.8.2 Armature

Il muro sarà armato come segue:

- Fondazione:
  - spessore 70 cm
  - armatura superiore  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura inferiore  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura a taglio non necessaria
  - armatura longitudinale  $\Phi 12/20\text{cm}$
- Paramento:
  - spessore in testa 30 cm
  - spessore al piede 58 cm
  - armatura interna  $\Phi 16/20\text{cm}$
  - armatura esterna  $\Phi 12/20\text{cm}$
  - armatura a taglio non necessaria
  - armatura longitudinale  $\Phi 12/20\text{cm}$

## 12.8.3 Verifiche a flessione

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sforzo normale agente espressa in [kg]
Mu	momento ultimi espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

### **Paramento**

#### **RTI di progettazione:**



#### **Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### **Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3**

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0	0	1000.000
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	94	0	0	1000.000
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	1	202	0	0	1000.000
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	6	322	0	0	1000.000
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	17	456	13111	344952	757.189
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	36	601	18598	307072	511.074
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	65	757	23312	269571	355.918
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	106	925	27215	236442	255.714
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	161	1102	30502	208963	189.614
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	230	1289	32517	182019	141.169
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	316	1486	32808	154135	103.707
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	420	1693	32442	130640	77.187
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	544	1908	31721	111344	58.357
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	687	2132	30925	95930	44.985
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	853	2366	30474	84501	35.716
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	1042	2608	29749	74449	28.544
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1256	2859	29344	66823	23.371
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1494	3119	28982	60491	19.393
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1760	3393	28772	55477	16.352
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	2053	3681	28727	51507	13.993
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	2377	3984	28794	48255	12.113

**Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3**

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0	0	1000.000
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	98	0	0	1000.000
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	2	206	0	0	1000.000
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	9	326	0	0	1000.000
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	23	456	15723	318339	698.574
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	43	596	20518	282135	473.622
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	73	745	24579	249439	334.748
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	114	904	28013	221636	245.281
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	167	1071	30954	198478	185.381
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	233	1246	32280	172686	138.582
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	313	1430	32404	147901	103.451
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	409	1621	32137	127393	78.577
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	521	1821	31638	110508	60.696
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	651	2028	31008	96581	47.628
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	799	2243	30678	86062	38.376
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	967	2465	30136	76797	31.155
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1156	2695	29789	69465	25.777
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1365	2932	29557	63470	21.646
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1598	3177	29338	58338	18.363
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	1853	3429	29261	54143	15.789

**RTI di progettazione:****Mandatario**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	2133	3689	29291	50655	13.733

**Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3**

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0	0	1000.000
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	96	0	0	1000.000
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	2	203	0	0	1000.000
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	8	321	0	0	1000.000
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	20	449	14905	326696	727.586
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	40	587	19805	291898	496.985
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	68	735	23987	258844	352.108
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	107	892	27548	230273	258.181
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	157	1057	30616	206328	195.150
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	220	1231	32519	182066	147.895
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	297	1413	32936	156776	110.956
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	389	1603	32765	135053	84.257
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	497	1801	32275	116922	64.935
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	622	2006	31746	102326	51.008
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	766	2219	31271	90614	40.832
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	929	2440	30831	81017	33.205
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1111	2668	30371	72919	27.330
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1315	2904	30160	66594	22.933
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1541	3147	29861	60980	19.378
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	1790	3397	29722	56420	16.607
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	2062	3655	29704	52646	14.403

**Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3**

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0	0	1000.000
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	121	0	0	1000.000
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	2	255	0	0	1000.000
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	7	404	0	0	1000.000
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	19	567	11714	357403	630.196
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	38	743	16891	326716	439.841
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	68	931	21598	293785	315.632
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	110	1130	25699	262979	232.634
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	166	1341	29240	235973	175.930
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	237	1563	32311	212936	136.232
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	325	1795	34268	189367	105.474
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	431	2038	34748	164409	80.668
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	556	2291	34636	142683	62.279
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	702	2554	34196	124346	48.687
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	871	2827	33738	109532	38.746
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	1063	3110	33165	97064	31.213

RTI di progettazione:



Mandatario

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1279	3402	32773	87183	25.626
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1521	3705	32196	78414	21.166
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1790	4022	31932	71753	17.841
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	2087	4354	31686	66112	15.183
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	2415	4703	31511	61356	13.047

## Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0	0	1000.000
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	94	0	0	1000.000
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	1	202	0	0	1000.000
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	6	322	0	0	1000.000
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	17	456	13111	344952	757.189
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	36	601	18598	307072	511.074
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	65	757	23312	269571	355.918
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	106	925	27215	236442	255.714
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	161	1102	30502	208963	189.614
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	230	1289	32517	182019	141.169
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	316	1486	32808	154135	103.707
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	420	1693	32442	130640	77.187
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	544	1908	31721	111344	58.357
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	687	2132	30925	95930	44.985
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	853	2366	30474	84501	35.716
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	1042	2608	29749	74449	28.544
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1256	2859	29344	66823	23.371
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1494	3119	28982	60491	19.393
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1760	3393	28772	55477	16.352
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	2053	3681	28727	51507	13.993
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	2377	3984	28794	48255	12.113

## Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0	0	1000.000
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	121	0	0	1000.000
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	2	255	0	0	1000.000
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	7	404	0	0	1000.000
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	19	567	11714	357403	630.196
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	38	743	16891	326716	439.841
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	68	931	21598	293785	315.632
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	110	1130	25699	262979	232.634
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	166	1341	29240	235973	175.930
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	237	1563	32311	212936	136.232
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	325	1795	34268	189367	105.474
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	431	2038	34748	164409	80.668

## RTI di progettazione:



## Mandatario

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	556	2291	34636	142683	62.279
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	702	2554	34196	124346	48.687
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	871	2827	33738	109532	38.746
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	1063	3110	33165	97064	31.213
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1279	3402	32773	87183	25.626
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1521	3705	32196	78414	21.166
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1790	4022	31932	71753	17.841
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	2087	4354	31686	66112	15.183
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	2415	4703	31511	61356	13.047

## Fondazione

### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	52	0	25007	0	485.249
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	203	0	25007	0	123.069
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	451	0	25007	0	55.501
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	789	0	25007	0	31.685
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-3792	0	-25007	0	6.594
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-3361	0	-25007	0	7.440
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-2933	0	-25007	0	8.525
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-2515	0	-25007	0	9.945
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-2110	0	-25007	0	11.852
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-1725	0	-25007	0	14.498
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-1365	0	-25007	0	18.323
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-1035	0	-25007	0	24.157
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-741	0	-25007	0	33.728
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-489	0	-25007	0	51.144
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-283	0	-25007	0	88.315
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-129	0	-25007	0	193.167
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-33	0	-25007	0	751.711
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000

### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	43	0	25007	0	587.865
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	168	0	25007	0	148.731
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	374	0	25007	0	66.906
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	656	0	25007	0	38.098
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-1933	0	-25007	0	12.934
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-1739	0	-25007	0	14.379

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1538	0	-25007	0	16.255
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1335	0	-25007	0	18.729
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-1133	0	-25007	0	22.070
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-936	0	-25007	0	26.715
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-748	0	-25007	0	33.436
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-572	0	-25007	0	43.687
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-413	0	-25007	0	60.485
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-275	0	-25007	0	91.002
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-160	0	-25007	0	155.995
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-74	0	-25007	0	338.866
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-19	0	0	0	1000.000
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000

## Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	41	0	25007	0	609.920
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	162	0	25007	0	154.312
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	360	0	25007	0	69.417
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	633	0	25007	0	39.528
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-2029	0	-25007	0	12.325
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-1818	0	-25007	0	13.754
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1603	0	-25007	0	15.602
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1387	0	-25007	0	18.034
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-1173	0	-25007	0	21.311
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-967	0	-25007	0	25.864
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-771	0	-25007	0	32.449
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-589	0	-25007	0	42.490
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-424	0	-25007	0	58.949
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-281	0	-25007	0	88.859
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-164	0	-25007	0	152.591
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-75	0	-25007	0	332.018
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-19	0	0	0	1000.000
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000

## Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	54	0	25007	0	459.069
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	215	0	25007	0	116.088
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	479	0	25007	0	52.195
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	842	0	25007	0	29.705
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-2336	0	-25007	0	10.704
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-2105	0	-25007	0	11.880

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

121

RTI di progettazione:



Mandatara

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1865	0	-25007	0	13.410
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1621	0	-25007	0	15.431
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-1377	0	-25007	0	18.161
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-1139	0	-25007	0	21.959
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-911	0	-25007	0	27.456
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-698	0	-25007	0	35.840
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-504	0	-25007	0	49.578
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-336	0	-25007	0	74.532
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-196	0	-25007	0	127.667
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-90	0	-25007	0	277.139
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-23	0	0	0	1000.000
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000

## Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	51	0	25007	0	492.846
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	201	0	25007	0	124.572
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	447	0	25007	0	55.983
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	785	0	25007	0	31.846
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-2384	0	-25007	0	10.489
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-2137	0	-25007	0	11.702
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1884	0	-25007	0	13.271
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1631	0	-25007	0	15.337
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-1380	0	-25007	0	18.120
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-1137	0	-25007	0	21.987
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-907	0	-25007	0	27.580
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-693	0	-25007	0	36.109
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-499	0	-25007	0	50.089
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-331	0	-25007	0	75.493
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-193	0	-25007	0	129.622
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-89	0	-25007	0	282.006
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-23	0	0	0	1000.000
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000

## Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	55	0	25007	0	452.471
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	218	0	25007	0	114.782
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	483	0	25007	0	51.776
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	846	0	25007	0	29.565
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-3744	0	-25007	0	6.679
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-3329	0	-25007	0	7.512

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kgm]	[kg]	
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-2914	0	-25007	0	8.582
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-2505	0	-25007	0	9.985
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-2107	0	-25007	0	11.870
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-1726	0	-25007	0	14.486
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-1369	0	-25007	0	18.268
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-1040	0	-25007	0	24.036
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-747	0	-25007	0	33.495
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-493	0	-25007	0	50.701
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-286	0	-25007	0	87.403
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-131	0	-25007	0	190.871
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-34	0	-25007	0	741.668
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0	0	1000.000

### 12.8.4 Verifiche a taglio

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afw	area ferri a taglio espresso in [cmq]
VRcd	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg]
VRsd	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg]
VRd	resistenza di progetto a taglio (min(VRcd, VRsd)) espresso in [kg]
T	taglio agente espressa in [kg]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

#### Paramento

##### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	0.00	100	30	0.00	0	0	13649	0	100.000
2	-0.11	100	31	0.00	0	0	13933	13	1053.913
3	-0.23	100	32	0.00	0	0	14214	47	305.154
4	-0.34	100	34	0.00	0	0	14491	100	144.805
5	-0.46	100	35	0.00	0	0	14766	173	85.282
6	-0.57	100	36	0.00	0	0	15039	264	56.972
7	-0.69	100	37	0.00	0	0	15309	371	41.241
8	-0.80	100	38	0.00	0	0	15577	494	31.559
9	-0.92	100	39	0.00	0	0	15843	630	25.145

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
10	-1.03	100	41	0.00	0	0	16107	780	20.648
11	-1.15	100	42	0.00	0	0	16369	943	17.359
12	-1.26	100	43	0.00	0	0	16629	1118	14.871
13	-1.38	100	44	0.00	0	0	16888	1306	12.935
14	-1.49	100	45	0.00	0	0	17146	1505	11.394
15	-1.61	100	46	0.00	0	0	17402	1716	10.144
16	-1.72	100	48	0.00	0	0	17657	1938	9.113
17	-1.84	100	49	0.00	0	0	17911	2171	8.251
18	-1.95	100	50	0.00	0	0	18164	2416	7.519
19	-2.07	100	51	0.00	0	0	18416	2681	6.868
20	-2.18	100	52	0.00	0	0	18669	2970	6.285
21	-2.30	100	53	0.00	0	0	18921	3283	5.763

## Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	0.00	100	30	0.00	0	0	13649	0	100.000
2	-0.11	100	31	0.00	0	0	13933	23	614.404
3	-0.23	100	32	0.00	0	0	14214	61	233.247
4	-0.34	100	34	0.00	0	0	14492	115	126.248
5	-0.46	100	35	0.00	0	0	14766	184	80.345
6	-0.57	100	36	0.00	0	0	15038	267	56.421
7	-0.69	100	37	0.00	0	0	15307	362	42.286
8	-0.80	100	38	0.00	0	0	15574	469	33.192
9	-0.92	100	39	0.00	0	0	15839	587	26.966
10	-1.03	100	41	0.00	0	0	16101	716	22.487
11	-1.15	100	42	0.00	0	0	16361	855	19.144
12	-1.26	100	43	0.00	0	0	16620	1003	16.571
13	-1.38	100	44	0.00	0	0	16877	1161	14.541
14	-1.49	100	45	0.00	0	0	17132	1327	12.906
15	-1.61	100	46	0.00	0	0	17386	1503	11.565
16	-1.72	100	48	0.00	0	0	17638	1688	10.450
17	-1.84	100	49	0.00	0	0	17889	1881	9.509
18	-1.95	100	50	0.00	0	0	18138	2083	8.708
19	-2.07	100	51	0.00	0	0	18387	2293	8.017
20	-2.18	100	52	0.00	0	0	18634	2512	7.418
21	-2.30	100	53	0.00	0	0	18881	2739	6.892

## Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3

Scalolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

124

RTI di progettazione:



Mandatara

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	0.00	100	30	0.00	0	0	13649	0	100.000
2	-0.11	100	31	0.00	0	0	13933	19	724.906
3	-0.23	100	32	0.00	0	0	14214	54	263.092
4	-0.34	100	34	0.00	0	0	14491	104	138.783
5	-0.46	100	35	0.00	0	0	14765	170	86.877
6	-0.57	100	36	0.00	0	0	15037	249	60.330
7	-0.69	100	37	0.00	0	0	15306	341	44.852
8	-0.80	100	38	0.00	0	0	15573	445	34.994
9	-0.92	100	39	0.00	0	0	15837	560	28.296
10	-1.03	100	41	0.00	0	0	16099	685	23.506
11	-1.15	100	42	0.00	0	0	16359	820	19.949
12	-1.26	100	43	0.00	0	0	16617	965	17.222
13	-1.38	100	44	0.00	0	0	16874	1119	15.077
14	-1.49	100	45	0.00	0	0	17129	1283	13.356
15	-1.61	100	46	0.00	0	0	17382	1455	11.948
16	-1.72	100	48	0.00	0	0	17634	1636	10.779
17	-1.84	100	49	0.00	0	0	17885	1826	9.796
18	-1.95	100	50	0.00	0	0	18135	2024	8.959
19	-2.07	100	51	0.00	0	0	18383	2231	8.239
20	-2.18	100	52	0.00	0	0	18630	2446	7.615
21	-2.30	100	53	0.00	0	0	18876	2670	7.069

## Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	0.00	100	30	0.00	0	0	13649	0	100.000
2	-0.11	100	31	0.00	0	0	13936	13	1054.164
3	-0.23	100	32	0.00	0	0	14220	47	305.301
4	-0.34	100	34	0.00	0	0	14502	100	144.910
5	-0.46	100	35	0.00	0	0	14781	173	85.365
6	-0.57	100	36	0.00	0	0	15057	264	57.041
7	-0.69	100	37	0.00	0	0	15331	371	41.302
8	-0.80	100	38	0.00	0	0	15604	494	31.613
9	-0.92	100	39	0.00	0	0	15874	630	25.195
10	-1.03	100	41	0.00	0	0	16143	780	20.694
11	-1.15	100	42	0.00	0	0	16410	943	17.403
12	-1.26	100	43	0.00	0	0	16675	1118	14.912
13	-1.38	100	44	0.00	0	0	16939	1306	12.974
14	-1.49	100	45	0.00	0	0	17202	1505	11.431
15	-1.61	100	46	0.00	0	0	17464	1716	10.180

Scatolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

125

RTI di progettazione:



Mandatara

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
16	-1.72	100	48	0.00	0	0	17724	1938	9.148
17	-1.84	100	49	0.00	0	0	17984	2171	8.285
18	-1.95	100	50	0.00	0	0	18243	2416	7.552
19	-2.07	100	51	0.00	0	0	18501	2681	6.900
20	-2.18	100	52	0.00	0	0	18760	2970	6.315
21	-2.30	100	53	0.00	0	0	19019	3283	5.793

## Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	0.00	100	30	0.00	0	0	13649	0	100.000
2	-0.11	100	31	0.00	0	0	13933	13	1053.913
3	-0.23	100	32	0.00	0	0	14214	47	305.154
4	-0.34	100	34	0.00	0	0	14491	100	144.805
5	-0.46	100	35	0.00	0	0	14766	173	85.282
6	-0.57	100	36	0.00	0	0	15039	264	56.972
7	-0.69	100	37	0.00	0	0	15309	371	41.241
8	-0.80	100	38	0.00	0	0	15577	494	31.559
9	-0.92	100	39	0.00	0	0	15843	630	25.145
10	-1.03	100	41	0.00	0	0	16107	780	20.648
11	-1.15	100	42	0.00	0	0	16369	943	17.359
12	-1.26	100	43	0.00	0	0	16629	1118	14.871
13	-1.38	100	44	0.00	0	0	16888	1306	12.935
14	-1.49	100	45	0.00	0	0	17146	1505	11.394
15	-1.61	100	46	0.00	0	0	17402	1716	10.144
16	-1.72	100	48	0.00	0	0	17657	1938	9.113
17	-1.84	100	49	0.00	0	0	17911	2171	8.251
18	-1.95	100	50	0.00	0	0	18164	2416	7.519
19	-2.07	100	51	0.00	0	0	18416	2681	6.868
20	-2.18	100	52	0.00	0	0	18669	2970	6.285
21	-2.30	100	53	0.00	0	0	18921	3283	5.763

## Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	0.00	100	30	0.00	0	0	13649	0	100.000
2	-0.11	100	31	0.00	0	0	13936	13	1054.164
3	-0.23	100	32	0.00	0	0	14220	47	305.301
4	-0.34	100	34	0.00	0	0	14502	100	144.910

Scalolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

126

RTI di progettazione:



Mandatario

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
5	-0.46	100	35	0.00	0	0	14781	173	85.365
6	-0.57	100	36	0.00	0	0	15057	264	57.041
7	-0.69	100	37	0.00	0	0	15331	371	41.302
8	-0.80	100	38	0.00	0	0	15604	494	31.613
9	-0.92	100	39	0.00	0	0	15874	630	25.195
10	-1.03	100	41	0.00	0	0	16143	780	20.694
11	-1.15	100	42	0.00	0	0	16410	943	17.403
12	-1.26	100	43	0.00	0	0	16675	1118	14.912
13	-1.38	100	44	0.00	0	0	16939	1306	12.974
14	-1.49	100	45	0.00	0	0	17202	1505	11.431
15	-1.61	100	46	0.00	0	0	17464	1716	10.180
16	-1.72	100	48	0.00	0	0	17724	1938	9.148
17	-1.84	100	49	0.00	0	0	17984	2171	8.285
18	-1.95	100	50	0.00	0	0	18243	2416	7.552
19	-2.07	100	51	0.00	0	0	18501	2681	6.900
20	-2.18	100	52	0.00	0	0	18760	2970	6.315
21	-2.30	100	53	0.00	0	0	19019	3283	5.793

## Fondazione

### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	-0.70	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000
2	-0.60	100	70	0.00	0	0	22996	1023	22.473
3	-0.50	100	70	0.00	0	0	22996	2002	11.484
4	-0.40	100	70	0.00	0	0	22996	2938	7.829
5	-0.30	100	70	0.00	0	0	22996	3828	6.007
6	0.23	100	70	0.00	0	0	22996	-4411	5.214
7	0.33	100	70	0.00	0	0	22996	-4404	5.222
8	0.43	100	70	0.00	0	0	22996	-4342	5.297
9	0.53	100	70	0.00	0	0	22996	-4224	5.444
10	0.62	100	70	0.00	0	0	22996	-4051	5.677
11	0.72	100	70	0.00	0	0	22996	-3823	6.016
12	0.82	100	70	0.00	0	0	22996	-3539	6.498
13	0.92	100	70	0.00	0	0	22996	-3200	7.187
14	1.02	100	70	0.00	0	0	22996	-2805	8.199
15	1.11	100	70	0.00	0	0	22996	-2355	9.766
16	1.21	100	70	0.00	0	0	22996	-1849	12.436

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
17	1.31	100	70	0.00	0	0	22996	-1288	17.852
18	1.41	100	70	0.00	0	0	22996	-672	34.231
19	1.50	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000

## Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	-0.70	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000
2	-0.60	100	70	0.00	0	0	22996	846	27.192
3	-0.50	100	70	0.00	0	0	22996	1661	13.844
4	-0.40	100	70	0.00	0	0	22996	2446	9.401
5	-0.30	100	70	0.00	0	0	22996	3201	7.184
6	0.23	100	70	0.00	0	0	22996	-1942	11.839
7	0.33	100	70	0.00	0	0	22996	-2028	11.340
8	0.43	100	70	0.00	0	0	22996	-2074	11.088
9	0.53	100	70	0.00	0	0	22996	-2081	11.050
10	0.62	100	70	0.00	0	0	22996	-2049	11.222
11	0.72	100	70	0.00	0	0	22996	-1978	11.626
12	0.82	100	70	0.00	0	0	22996	-1868	12.313
13	0.92	100	70	0.00	0	0	22996	-1718	13.383
14	1.02	100	70	0.00	0	0	22996	-1530	15.033
15	1.11	100	70	0.00	0	0	22996	-1302	17.662
16	1.21	100	70	0.00	0	0	22996	-1035	22.214
17	1.31	100	70	0.00	0	0	22996	-729	31.532
18	1.41	100	70	0.00	0	0	22996	-384	59.853
19	1.50	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000

## Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	-0.70	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000
2	-0.60	100	70	0.00	0	0	22996	815	28.212
3	-0.50	100	70	0.00	0	0	22996	1601	14.363
4	-0.40	100	70	0.00	0	0	22996	2358	9.753
5	-0.30	100	70	0.00	0	0	22996	3085	7.454
6	0.23	100	70	0.00	0	0	22996	-2122	10.837
7	0.33	100	70	0.00	0	0	22996	-2187	10.513
8	0.43	100	70	0.00	0	0	22996	-2215	10.384
9	0.53	100	70	0.00	0	0	22996	-2204	10.435

## RTI di progettazione:



## Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
10	0.62	100	70	0.00	0	0	22996	-2155	10.672
11	0.72	100	70	0.00	0	0	22996	-2068	11.121
12	0.82	100	70	0.00	0	0	22996	-1943	11.837
13	0.92	100	70	0.00	0	0	22996	-1779	12.923
14	1.02	100	70	0.00	0	0	22996	-1578	14.572
15	1.11	100	70	0.00	0	0	22996	-1339	17.178
16	1.21	100	70	0.00	0	0	22996	-1061	21.670
17	1.31	100	70	0.00	0	0	22996	-746	30.844
18	1.41	100	70	0.00	0	0	22996	-392	58.690
19	1.50	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	-0.70	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000
2	-0.60	100	70	0.00	0	0	22996	1083	21.229
3	-0.50	100	70	0.00	0	0	22996	2129	10.800
4	-0.40	100	70	0.00	0	0	22996	3138	7.328
5	-0.30	100	70	0.00	0	0	22996	4110	5.595
6	0.23	100	70	0.00	0	0	22996	-2305	9.975
7	0.33	100	70	0.00	0	0	22996	-2421	9.500
8	0.43	100	70	0.00	0	0	22996	-2487	9.246
9	0.53	100	70	0.00	0	0	22996	-2505	9.181
10	0.62	100	70	0.00	0	0	22996	-2474	9.296
11	0.72	100	70	0.00	0	0	22996	-2394	9.606
12	0.82	100	70	0.00	0	0	22996	-2265	10.151
13	0.92	100	70	0.00	0	0	22996	-2088	11.013
14	1.02	100	70	0.00	0	0	22996	-1862	12.350
15	1.11	100	70	0.00	0	0	22996	-1587	14.489
16	1.21	100	70	0.00	0	0	22996	-1264	18.200
17	1.31	100	70	0.00	0	0	22996	-891	25.806
18	1.41	100	70	0.00	0	0	22996	-470	48.935
19	1.50	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	-0.70	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000
2	-0.60	100	70	0.00	0	0	22996	1009	22.786

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
3	-0.50	100	70	0.00	0	0	22996	1985	11.584
4	-0.40	100	70	0.00	0	0	22996	2928	7.854
5	-0.30	100	70	0.00	0	0	22996	3838	5.992
6	0.23	100	70	0.00	0	0	22996	-2486	9.249
7	0.33	100	70	0.00	0	0	22996	-2565	8.965
8	0.43	100	70	0.00	0	0	22996	-2599	8.848
9	0.53	100	70	0.00	0	0	22996	-2588	8.886
10	0.62	100	70	0.00	0	0	22996	-2532	9.084
11	0.72	100	70	0.00	0	0	22996	-2430	9.462
12	0.82	100	70	0.00	0	0	22996	-2284	10.068
13	0.92	100	70	0.00	0	0	22996	-2093	10.988
14	1.02	100	70	0.00	0	0	22996	-1857	12.386
15	1.11	100	70	0.00	0	0	22996	-1575	14.598
16	1.21	100	70	0.00	0	0	22996	-1249	18.412
17	1.31	100	70	0.00	0	0	22996	-878	26.201
18	1.41	100	70	0.00	0	0	22996	-461	49.846
19	1.50	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000

## Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afw	VRcd	VRsd	VRd	T	FS
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	
1	-0.70	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000
2	-0.60	100	70	0.00	0	0	22996	1097	20.957
3	-0.50	100	70	0.00	0	0	22996	2147	10.713
4	-0.40	100	70	0.00	0	0	22996	3148	7.306
5	-0.30	100	70	0.00	0	0	22996	4101	5.608
6	0.23	100	70	0.00	0	0	22996	-4230	5.437
7	0.33	100	70	0.00	0	0	22996	-4259	5.399
8	0.43	100	70	0.00	0	0	22996	-4230	5.437
9	0.53	100	70	0.00	0	0	22996	-4141	5.553
10	0.62	100	70	0.00	0	0	22996	-3993	5.759
11	0.72	100	70	0.00	0	0	22996	-3786	6.074
12	0.82	100	70	0.00	0	0	22996	-3520	6.533
13	0.92	100	70	0.00	0	0	22996	-3195	7.198
14	1.02	100	70	0.00	0	0	22996	-2810	8.183
15	1.11	100	70	0.00	0	0	22996	-2367	9.717
16	1.21	100	70	0.00	0	0	22996	-1864	12.339
17	1.31	100	70	0.00	0	0	22996	-1302	17.667
18	1.41	100	70	0.00	0	0	22996	-680	33.798
19	1.50	100	70	0.00	0	0	22996	0	100.000

Scalolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

130

RTI di progettazione:



Mandatario

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## 12.8.5 Verifica delle tensioni

### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espressa in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espressa in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
N	sforzo normale agente espressa in [kg]
$\sigma_c$	area ferri a taglio espresso in [kg/cmq]
$\sigma_{fi}$	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kg/cmq]
$\sigma_{fs}$	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kg/cmq]

### Paramento

#### Combinazione n° 13 - SLER

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	93	0.03	0.41	0.42
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	1	197	0.06	0.77	0.94
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	5	311	0.12	1.00	1.62
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	14	436	0.19	1.04	2.52
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	30	571	0.28	0.86	3.68
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	53	716	0.40	0.34	5.15
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	85	870	0.57	1.07	7.10
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	128	1032	0.80	4.14	9.63
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	182	1202	1.09	9.57	12.75
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	250	1381	1.45	17.76	16.39
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	331	1568	1.87	28.79	20.49
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	428	1762	2.33	42.61	25.02
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	540	1965	2.84	59.15	29.95
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	670	2175	3.39	78.36	35.27
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	817	2392	3.99	100.20	40.98
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	984	2617	4.62	124.65	47.08
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1170	2850	5.29	151.65	53.56
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1377	3093	5.99	180.98	60.40
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	1605	3348	6.72	212.71	67.64
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	1858	3614	7.50	247.01	75.29

#### Combinazione n° 14 - SLEF

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
----	---	---	---	-----	-----	---	---	------------	---------------	---------------

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Progetto Esecutivo

	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	93	0.03	0.41	0.42
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	1	197	0.06	0.77	0.94
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	5	311	0.12	1.00	1.62
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	14	436	0.19	1.04	2.52
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	30	571	0.28	0.86	3.68
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	53	716	0.40	0.34	5.15
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	85	870	0.57	1.07	7.10
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	128	1032	0.80	4.14	9.63
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	182	1202	1.09	9.57	12.75
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	250	1381	1.45	17.76	16.39
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	331	1568	1.87	28.79	20.49
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	428	1762	2.33	42.61	25.02
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	540	1965	2.84	59.15	29.95
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	670	2175	3.39	78.36	35.27
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	817	2392	3.99	100.20	40.98
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	984	2617	4.62	124.65	47.08
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1170	2850	5.29	151.67	53.56
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1377	3090	5.99	181.23	60.41
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	1606	3337	6.73	213.31	67.63
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	1858	3593	7.50	247.91	75.23

## Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq]	[kg/cmq]	[kg/cmq]
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	93	0.03	0.41	0.42
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	1	197	0.06	0.77	0.94
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	5	311	0.12	1.00	1.62
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	14	436	0.19	1.04	2.52
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	30	571	0.28	0.86	3.68
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	53	716	0.40	0.34	5.15
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	85	870	0.57	1.07	7.10
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	128	1032	0.80	4.14	9.63
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	182	1202	1.09	9.57	12.75
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	250	1381	1.45	17.76	16.39
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	331	1568	1.87	28.79	20.49
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	428	1762	2.33	42.61	25.02
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	540	1965	2.84	59.15	29.95
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	670	2175	3.39	78.36	35.27
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	817	2392	3.99	100.20	40.98
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	984	2617	4.62	124.65	47.08
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1170	2850	5.29	151.67	53.56
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1377	3089	5.99	181.25	60.41
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	1606	3337	6.73	213.36	67.63
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	1858	3591	7.50	247.98	75.22

## RTI di progettazione:



## Mandatario

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**Combinazione n° 16 - SLEQ**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq ]	σfi [kg/cmq ]	σfs [kg/cmq ]
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	96	0.03	0.42	0.44
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	2	203	0.07	0.75	1.01
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	8	320	0.13	0.91	1.79
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	20	449	0.22	0.84	2.83
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	38	587	0.32	0.51	4.15
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	66	734	0.47	0.53	5.92
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	104	891	0.69	3.08	8.27
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	153	1056	0.97	7.94	11.23
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	215	1230	1.31	15.59	14.75
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	290	1412	1.72	26.16	18.74
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	381	1602	2.18	39.61	23.18
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	487	1799	2.69	55.89	28.04
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	611	2005	3.25	74.93	33.32
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	752	2218	3.84	96.70	39.00
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	913	2438	4.48	121.17	45.09
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1093	2666	5.16	148.32	51.57
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1294	2902	5.88	178.10	58.45
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1517	3145	6.63	210.51	65.72
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	1763	3395	7.41	245.52	73.36
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	2033	3653	8.23	283.10	81.37

**Combinazione n° 17 - SLEQ**

n°	Y [m]	B [cm]	H [cm]	Afi [cmq]	Afs [cmq]	M [kgm]	N [kg]	σc [kg/cmq ]	σfi [kg/cmq ]	σfs [kg/cmq ]
1	0.00	100	30	10.05	5.65	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.11	100	31	10.05	5.65	0	95	0.03	0.42	0.43
3	-0.23	100	32	10.05	5.65	2	201	0.07	0.75	0.99
4	-0.34	100	34	10.05	5.65	7	317	0.13	0.92	1.74
5	-0.46	100	35	10.05	5.65	18	444	0.21	0.89	2.74
6	-0.57	100	36	10.05	5.65	36	581	0.31	0.60	4.03
7	-0.69	100	37	10.05	5.65	62	728	0.45	0.28	5.71
8	-0.80	100	38	10.05	5.65	99	884	0.65	2.51	7.95
9	-0.92	100	39	10.05	5.65	146	1048	0.92	6.90	10.81
10	-1.03	100	41	10.05	5.65	206	1220	1.26	13.99	14.23
11	-1.15	100	42	10.05	5.65	280	1401	1.65	23.98	18.13
12	-1.26	100	43	10.05	5.65	368	1590	2.10	36.83	22.48
13	-1.38	100	44	10.05	5.65	472	1786	2.60	52.49	27.25
14	-1.49	100	45	10.05	5.65	592	1991	3.14	70.90	32.44
15	-1.61	100	46	10.05	5.65	731	2203	3.73	92.03	38.03
16	-1.72	100	48	10.05	5.65	888	2422	4.35	115.85	44.01
17	-1.84	100	49	10.05	5.65	1065	2649	5.02	142.31	50.40
18	-1.95	100	50	10.05	5.65	1262	2884	5.72	171.41	57.17

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
19	-2.07	100	51	10.05	5.65	1481	3126	6.46	203.11	64.33
20	-2.18	100	52	10.05	5.65	1722	3375	7.23	237.39	71.86
21	-2.30	100	53	10.05	5.65	1987	3632	8.04	274.24	79.77

## Fondazione

### Combinazione n° 13 - SLER

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	42	0	0.10	6.80	0.87
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	165	0	0.40	26.89	3.45
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	366	0	0.89	59.82	7.68
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	644	0	1.56	105.12	13.49
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-1781	0	4.31	37.31	290.77
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-1604	0	3.88	33.62	261.97
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1421	0	3.44	29.78	232.07
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1235	0	2.99	25.88	201.67
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-1049	0	2.54	21.99	171.34
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-868	0	2.10	18.18	141.70
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-694	0	1.68	14.54	113.33
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-532	0	1.29	11.14	86.81
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-384	0	0.93	8.05	62.75
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-256	0	0.62	5.36	41.74
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-149	0	0.36	3.13	24.37
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-69	0	0.17	1.44	11.23
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-18	0	0.04	0.37	2.90
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00

### Combinazione n° 14 - SLEF

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	40	0	0.10	6.54	0.84
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	158	0	0.38	25.87	3.32
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	353	0	0.85	57.59	7.39
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	620	0	1.50	101.26	12.99
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-1679	0	4.06	35.18	274.19
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-1512	0	3.66	31.68	246.91
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1339	0	3.24	28.05	218.63
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1163	0	2.82	24.37	189.91
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-988	0	2.39	20.70	161.29

#### RTI di progettazione:



#### Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



#### Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-817	0	1.98	17.11	133.34
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-653	0	1.58	13.68	106.61
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-500	0	1.21	10.48	81.65
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-361	0	0.87	7.57	59.00
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-240	0	0.58	5.03	39.24
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-140	0	0.34	2.94	22.90
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-65	0	0.16	1.35	10.55
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-17	0	0.04	0.35	2.73
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00

## Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	36	0	0.09	5.89	0.76
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	143	0	0.35	23.34	3.00
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	319	0	0.77	52.05	6.68
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	562	0	1.36	91.68	11.76
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-1451	0	3.51	30.41	236.98
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-1304	0	3.16	27.33	212.95
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1153	0	2.79	24.15	188.20
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-999	0	2.42	20.94	163.19
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-848	0	2.05	17.76	138.39
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-700	0	1.69	14.66	114.24
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-559	0	1.35	11.71	91.22
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-427	0	1.03	8.95	69.77
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-308	0	0.75	6.46	50.37
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-205	0	0.50	4.29	33.46
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-119	0	0.29	2.50	19.51
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-55	0	0.13	1.15	8.98
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-14	0	0.03	0.30	2.32
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00

## Combinazione n° 16 - SLEQ

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	40	0	0.10	6.56	0.84
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	159	0	0.38	25.96	3.33
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	354	0	0.86	57.76	7.41
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	622	0	1.51	101.54	13.03
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-1758	0	4.26	36.84	287.07
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-1581	0	3.83	33.13	258.15

RTI di progettazione:



Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1398	0	3.38	29.30	228.30
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1213	0	2.94	25.42	198.08
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-1029	0	2.49	21.57	168.06
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-850	0	2.06	17.81	138.81
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-679	0	1.64	14.23	110.88
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-520	0	1.26	10.89	84.85
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-375	0	0.91	7.86	61.28
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-249	0	0.60	5.23	40.72
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-145	0	0.35	3.05	23.75
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-67	0	0.16	1.40	10.93
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-17	0	0.04	0.36	2.83
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00

**Combinazione n° 17 - SLEQ**

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kg]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]	[kg/cmq ]
1	-0.70	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	10.05	39	0	0.09	6.40	0.82
3	-0.50	100	70	10.05	10.05	155	0	0.38	25.32	3.25
4	-0.40	100	70	10.05	10.05	345	0	0.84	56.35	7.23
5	-0.30	100	70	10.05	10.05	607	0	1.47	99.06	12.71
6	0.23	100	70	10.05	10.05	-1819	0	4.40	38.12	297.03
7	0.33	100	70	10.05	10.05	-1632	0	3.95	34.18	266.38
8	0.43	100	70	10.05	10.05	-1439	0	3.48	30.16	235.00
9	0.53	100	70	10.05	10.05	-1246	0	3.02	26.11	203.45
10	0.62	100	70	10.05	10.05	-1055	0	2.55	22.11	172.27
11	0.72	100	70	10.05	10.05	-870	0	2.11	18.22	142.02
12	0.82	100	70	10.05	10.05	-694	0	1.68	14.53	113.26
13	0.92	100	70	10.05	10.05	-530	0	1.28	11.10	86.53
14	1.02	100	70	10.05	10.05	-382	0	0.92	8.01	62.40
15	1.11	100	70	10.05	10.05	-254	0	0.61	5.31	41.41
16	1.21	100	70	10.05	10.05	-148	0	0.36	3.10	24.12
17	1.31	100	70	10.05	10.05	-68	0	0.16	1.42	11.09
18	1.41	100	70	10.05	10.05	-18	0	0.04	0.37	2.87
19	1.50	100	70	10.05	10.05	0	0	0.00	0.00	0.00

**12.8.6 Verifiche a fessurazione****Simbologia adottata**

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]

Scalolare pk 153+190 - TS13 SU S17 - Relazione tecnica e di calcolo

136

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

Afi	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kgm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kgm]
$\varepsilon$	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

## Paramento

### Combinazione n° 13 - SLER

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0.00	100	30	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.11	100	31	0.00	0.00	0	-64	0.000000	0.000	0.00
3	-0.23	100	32	0.00	0.00	1	553	0.000000	0.000	0.00
4	-0.34	100	34	0.00	0.00	5	2149	0.000000	0.000	0.00
5	-0.46	100	35	0.00	0.00	14	6630	0.000000	0.000	0.00
6	-0.57	100	36	0.00	0.00	30	32994	0.000000	0.000	0.00
7	-0.69	100	37	0.00	0.00	53	38694	0.000000	0.000	0.00
8	-0.80	100	38	0.00	0.00	85	18293	0.000000	0.000	0.00
9	-0.92	100	39	10.05	691.02	128	14265	0.000000	0.000	0.00
10	-1.03	100	41	10.05	904.30	182	12768	0.000000	0.000	0.00
11	-1.15	100	42	10.05	1073.81	250	12136	0.000000	0.000	0.00
12	-1.26	100	43	10.05	1209.51	331	11904	0.000000	0.000	0.00
13	-1.38	100	44	10.05	1321.62	428	11894	0.000000	0.000	0.00
14	-1.49	100	45	10.05	1417.93	540	12021	0.000000	0.000	0.00
15	-1.61	100	46	10.05	1503.47	670	12241	0.000000	0.000	0.00
16	-1.72	100	48	10.05	1581.50	817	12527	0.000000	0.000	0.00
17	-1.84	100	49	10.05	1654.14	984	12863	0.000000	0.000	0.00
18	-1.95	100	50	10.05	1722.77	1170	13240	0.000000	0.000	0.00
19	-2.07	100	51	10.05	1787.99	1377	13654	0.000000	0.000	0.00
20	-2.18	100	52	10.05	1850.71	1605	14099	0.000000	0.000	0.00
21	-2.30	100	53	10.05	1911.64	1858	14568	0.000000	0.000	0.00

### Combinazione n° 14 - SLEF

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0.00	100	30	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.11	100	31	0.00	0.00	0	-64	0.000000	0.000	0.00
3	-0.23	100	32	0.00	0.00	1	553	0.000000	0.000	0.00
4	-0.34	100	34	0.00	0.00	5	2149	0.000000	0.000	0.00
5	-0.46	100	35	0.00	0.00	14	6630	0.000000	0.000	0.00
6	-0.57	100	36	0.00	0.00	30	32994	0.000000	0.000	0.00
7	-0.69	100	37	0.00	0.00	53	38694	0.000000	0.000	0.00
8	-0.80	100	38	0.00	0.00	85	18293	0.000000	0.000	0.00
9	-0.92	100	39	10.05	691.02	128	14265	0.000000	0.000	0.00
10	-1.03	100	41	10.05	904.30	182	12768	0.000000	0.000	0.00

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
11	-1.15	100	42	10.05	1073.81	250	12136	0.000000	0.000	0.00
12	-1.26	100	43	10.05	1209.51	331	11904	0.000000	0.000	0.00
13	-1.38	100	44	10.05	1321.62	428	11894	0.000000	0.000	0.00
14	-1.49	100	45	10.05	1417.93	540	12021	0.000000	0.000	0.00
15	-1.61	100	46	10.05	1503.47	670	12241	0.000000	0.000	0.00
16	-1.72	100	48	10.05	1581.50	817	12527	0.000000	0.000	0.00
17	-1.84	100	49	10.05	1654.14	984	12863	0.000000	0.000	0.00
18	-1.95	100	50	10.05	1722.81	1170	13240	0.000000	0.000	0.00
19	-2.07	100	51	10.05	1788.47	1377	13650	0.000000	0.000	0.00
20	-2.18	100	52	10.05	1851.83	1606	14088	0.000000	0.000	0.00
21	-2.30	100	53	10.05	1913.39	1858	14550	0.000000	0.000	0.00

## Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0.00	100	30	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.11	100	31	0.00	0.00	0	-64	0.000000	0.000	0.00
3	-0.23	100	32	0.00	0.00	1	553	0.000000	0.000	0.00
4	-0.34	100	34	0.00	0.00	5	2149	0.000000	0.000	0.00
5	-0.46	100	35	0.00	0.00	14	6630	0.000000	0.000	0.00
6	-0.57	100	36	0.00	0.00	30	32994	0.000000	0.000	0.00
7	-0.69	100	37	0.00	0.00	53	38694	0.000000	0.000	0.00
8	-0.80	100	38	0.00	0.00	85	18293	0.000000	0.000	0.00
9	-0.92	100	39	10.05	691.02	128	14265	0.000000	0.000	0.00
10	-1.03	100	41	10.05	904.30	182	12768	0.000000	0.000	0.00
11	-1.15	100	42	10.05	1073.81	250	12136	0.000000	0.000	0.00
12	-1.26	100	43	10.05	1209.51	331	11904	0.000000	0.000	0.00
13	-1.38	100	44	10.05	1321.62	428	11894	0.000000	0.000	0.00
14	-1.49	100	45	10.05	1417.93	540	12021	0.000000	0.000	0.00
15	-1.61	100	46	10.05	1503.47	670	12241	0.000000	0.000	0.00
16	-1.72	100	48	10.05	1581.50	817	12527	0.000000	0.000	0.00
17	-1.84	100	49	10.05	1654.14	984	12863	0.000000	0.000	0.00
18	-1.95	100	50	10.05	1722.81	1170	13240	0.000000	0.000	0.00
19	-2.07	100	51	10.05	1788.51	1377	13649	0.000000	0.000	0.00
20	-2.18	100	52	10.05	1851.91	1606	14087	0.000000	0.000	0.00
21	-2.30	100	53	10.05	1913.52	1858	14549	0.000000	0.000	0.00

## Combinazione n° 16 - SLEQ

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0.00	100	30	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.11	100	31	0.00	0.00	0	-81	0.000000	0.000	0.00
3	-0.23	100	32	0.00	0.00	2	1001	0.000000	0.000	0.00
4	-0.34	100	34	0.00	0.00	8	3828	0.000000	0.000	0.00
5	-0.46	100	35	0.00	0.00	20	15201	0.000000	0.000	0.00
6	-0.57	100	36	0.00	0.00	38	72602	0.000000	0.000	0.00

RTI di progettazione:



Mandatario

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
7	-0.69	100	37	0.00	0.00	66	19269	0.000000	0.000	0.00
8	-0.80	100	38	10.05	632.20	104	13987	0.000000	0.000	0.00
9	-0.92	100	39	10.05	857.50	153	12240	0.000000	0.000	0.00
10	-1.03	100	41	10.05	1033.99	215	11533	0.000000	0.000	0.00
11	-1.15	100	42	10.05	1172.92	290	11274	0.000000	0.000	0.00
12	-1.26	100	43	10.05	1286.18	381	11252	0.000000	0.000	0.00
13	-1.38	100	44	10.05	1382.61	487	11372	0.000000	0.000	0.00
14	-1.49	100	45	10.05	1467.81	611	11586	0.000000	0.000	0.00
15	-1.61	100	46	10.05	1545.30	752	11867	0.000000	0.000	0.00
16	-1.72	100	48	10.05	1617.33	913	12198	0.000000	0.000	0.00
17	-1.84	100	49	10.05	1685.38	1093	12569	0.000000	0.000	0.00
18	-1.95	100	50	10.05	1750.47	1294	12972	0.000000	0.000	0.00
19	-2.07	100	51	10.05	1813.30	1517	13403	0.000000	0.000	0.00
20	-2.18	100	52	10.05	1874.38	1763	13858	0.000000	0.000	0.00
21	-2.30	100	53	10.05	1934.07	2033	14334	0.000000	0.000	0.00

## Combinazione n° 17 - SLEQ

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	0.00	100	30	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.11	100	31	0.00	0.00	0	-50	0.000000	0.000	0.00
3	-0.23	100	32	0.00	0.00	2	914	0.000000	0.000	0.00
4	-0.34	100	34	0.00	0.00	7	3392	0.000000	0.000	0.00
5	-0.46	100	35	0.00	0.00	18	12257	0.000000	0.000	0.00
6	-0.57	100	36	0.00	0.00	36	198074	0.000000	0.000	0.00
7	-0.69	100	37	0.00	0.00	62	21487	0.000000	0.000	0.00
8	-0.80	100	38	10.05	588.08	99	14717	0.000000	0.000	0.00
9	-0.92	100	39	10.05	821.54	146	12625	0.000000	0.000	0.00
10	-1.03	100	41	10.05	1006.48	206	11781	0.000000	0.000	0.00
11	-1.15	100	42	10.05	1151.98	280	11452	0.000000	0.000	0.00
12	-1.26	100	43	10.05	1269.88	368	11389	0.000000	0.000	0.00
13	-1.38	100	44	10.05	1369.56	472	11483	0.000000	0.000	0.00
14	-1.49	100	45	10.05	1457.07	592	11680	0.000000	0.000	0.00
15	-1.61	100	46	10.05	1536.25	731	11948	0.000000	0.000	0.00
16	-1.72	100	48	10.05	1609.54	888	12269	0.000000	0.000	0.00
17	-1.84	100	49	10.05	1678.58	1065	12633	0.000000	0.000	0.00
18	-1.95	100	50	10.05	1744.44	1262	13031	0.000000	0.000	0.00
19	-2.07	100	51	10.05	1807.89	1481	13457	0.000000	0.000	0.00
20	-2.18	100	52	10.05	1869.47	1722	13908	0.000000	0.000	0.00
21	-2.30	100	53	10.05	1929.57	1987	14381	0.000000	0.000	0.00

## RTI di progettazione:



## Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**Fondazione****Combinazione n° 13 - SLER**

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-0.70	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	2908.82	42	20583	0.000000	0.000	0.00
3	-0.50	100	70	10.05	2908.82	165	20583	0.000000	0.000	0.00
4	-0.40	100	70	10.05	2908.82	366	20583	0.000000	0.000	0.00
5	-0.30	100	70	10.05	2908.82	644	20583	0.000000	0.000	0.00
6	0.23	100	70	10.05	3183.28	-1781	-20583	0.000000	0.000	0.00
7	0.33	100	70	10.05	3183.28	-1604	-20583	0.000000	0.000	0.00
8	0.43	100	70	10.05	3183.28	-1421	-20583	0.000000	0.000	0.00
9	0.53	100	70	10.05	3183.28	-1235	-20583	0.000000	0.000	0.00
10	0.62	100	70	10.05	3183.28	-1049	-20583	0.000000	0.000	0.00
11	0.72	100	70	10.05	3183.28	-868	-20583	0.000000	0.000	0.00
12	0.82	100	70	10.05	3183.28	-694	-20583	0.000000	0.000	0.00
13	0.92	100	70	10.05	3183.28	-532	-20583	0.000000	0.000	0.00
14	1.02	100	70	10.05	3183.28	-384	-20583	0.000000	0.000	0.00
15	1.11	100	70	10.05	3183.28	-256	-20583	0.000000	0.000	0.00
16	1.21	100	70	10.05	3183.28	-149	-20583	0.000000	0.000	0.00
17	1.31	100	70	10.05	3183.28	-69	-20583	0.000000	0.000	0.00
18	1.41	100	70	10.05	3183.28	-18	-20583	0.000000	0.000	0.00
19	1.50	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00

**Combinazione n° 14 - SLEF**

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-0.70	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	2908.82	40	20583	0.000000	0.000	0.00
3	-0.50	100	70	10.05	2908.82	158	20583	0.000000	0.000	0.00
4	-0.40	100	70	10.05	2908.82	353	20583	0.000000	0.000	0.00
5	-0.30	100	70	10.05	2908.82	620	20583	0.000000	0.000	0.00
6	0.23	100	70	10.05	3183.28	-1679	-20583	0.000000	0.000	0.00
7	0.33	100	70	10.05	3183.28	-1512	-20583	0.000000	0.000	0.00
8	0.43	100	70	10.05	3183.28	-1339	-20583	0.000000	0.000	0.00
9	0.53	100	70	10.05	3183.28	-1163	-20583	0.000000	0.000	0.00
10	0.62	100	70	10.05	3183.28	-988	-20583	0.000000	0.000	0.00
11	0.72	100	70	10.05	3183.28	-817	-20583	0.000000	0.000	0.00
12	0.82	100	70	10.05	3183.28	-653	-20583	0.000000	0.000	0.00
13	0.92	100	70	10.05	3183.28	-500	-20583	0.000000	0.000	0.00
14	1.02	100	70	10.05	3183.28	-361	-20583	0.000000	0.000	0.00
15	1.11	100	70	10.05	3183.28	-240	-20583	0.000000	0.000	0.00
16	1.21	100	70	10.05	3183.28	-140	-20583	0.000000	0.000	0.00
17	1.31	100	70	10.05	3183.28	-65	-20583	0.000000	0.000	0.00
18	1.41	100	70	10.05	3183.28	-17	-20583	0.000000	0.000	0.00
19	1.50	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

**Combinazione n° 15 - SLEQ**

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-0.70	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	2908.82	36	20583	0.000000	0.000	0.00
3	-0.50	100	70	10.05	2908.82	143	20583	0.000000	0.000	0.00
4	-0.40	100	70	10.05	2908.82	319	20583	0.000000	0.000	0.00
5	-0.30	100	70	10.05	2908.82	562	20583	0.000000	0.000	0.00
6	0.23	100	70	10.05	3183.28	-1451	-20583	0.000000	0.000	0.00
7	0.33	100	70	10.05	3183.28	-1304	-20583	0.000000	0.000	0.00
8	0.43	100	70	10.05	3183.28	-1153	-20583	0.000000	0.000	0.00
9	0.53	100	70	10.05	3183.28	-999	-20583	0.000000	0.000	0.00
10	0.62	100	70	10.05	3183.28	-848	-20583	0.000000	0.000	0.00
11	0.72	100	70	10.05	3183.28	-700	-20583	0.000000	0.000	0.00
12	0.82	100	70	10.05	3183.28	-559	-20583	0.000000	0.000	0.00
13	0.92	100	70	10.05	3183.28	-427	-20583	0.000000	0.000	0.00
14	1.02	100	70	10.05	3183.28	-308	-20583	0.000000	0.000	0.00
15	1.11	100	70	10.05	3183.28	-205	-20583	0.000000	0.000	0.00
16	1.21	100	70	10.05	3183.28	-119	-20583	0.000000	0.000	0.00
17	1.31	100	70	10.05	3183.28	-55	-20583	0.000000	0.000	0.00
18	1.41	100	70	10.05	3183.28	-14	-20583	0.000000	0.000	0.00
19	1.50	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00

**Combinazione n° 16 - SLEQ**

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-0.70	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	2908.82	40	20583	0.000000	0.000	0.00
3	-0.50	100	70	10.05	2908.82	159	20583	0.000000	0.000	0.00
4	-0.40	100	70	10.05	2908.82	354	20583	0.000000	0.000	0.00
5	-0.30	100	70	10.05	2908.82	622	20583	0.000000	0.000	0.00
6	0.23	100	70	10.05	3183.28	-1758	-20583	0.000000	0.000	0.00
7	0.33	100	70	10.05	3183.28	-1581	-20583	0.000000	0.000	0.00
8	0.43	100	70	10.05	3183.28	-1398	-20583	0.000000	0.000	0.00
9	0.53	100	70	10.05	3183.28	-1213	-20583	0.000000	0.000	0.00
10	0.62	100	70	10.05	3183.28	-1029	-20583	0.000000	0.000	0.00
11	0.72	100	70	10.05	3183.28	-850	-20583	0.000000	0.000	0.00
12	0.82	100	70	10.05	3183.28	-679	-20583	0.000000	0.000	0.00
13	0.92	100	70	10.05	3183.28	-520	-20583	0.000000	0.000	0.00
14	1.02	100	70	10.05	3183.28	-375	-20583	0.000000	0.000	0.00
15	1.11	100	70	10.05	3183.28	-249	-20583	0.000000	0.000	0.00
16	1.21	100	70	10.05	3183.28	-145	-20583	0.000000	0.000	0.00
17	1.31	100	70	10.05	3183.28	-67	-20583	0.000000	0.000	0.00
18	1.41	100	70	10.05	3183.28	-17	-20583	0.000000	0.000	0.00
19	1.50	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00

**RTI di progettazione:****Mandataria**

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it

**Mandante**

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

## Combinazione n° 17 - SLEQ

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kgm]	[kgm]	[%]	[mm]	[mm]
1	-0.70	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00
2	-0.60	100	70	10.05	2908.82	39	20583	0.000000	0.000	0.00
3	-0.50	100	70	10.05	2908.82	155	20583	0.000000	0.000	0.00
4	-0.40	100	70	10.05	2908.82	345	20583	0.000000	0.000	0.00
5	-0.30	100	70	10.05	2908.82	607	20583	0.000000	0.000	0.00
6	0.23	100	70	10.05	3183.28	-1819	-20583	0.000000	0.000	0.00
7	0.33	100	70	10.05	3183.28	-1632	-20583	0.000000	0.000	0.00
8	0.43	100	70	10.05	3183.28	-1439	-20583	0.000000	0.000	0.00
9	0.53	100	70	10.05	3183.28	-1246	-20583	0.000000	0.000	0.00
10	0.62	100	70	10.05	3183.28	-1055	-20583	0.000000	0.000	0.00
11	0.72	100	70	10.05	3183.28	-870	-20583	0.000000	0.000	0.00
12	0.82	100	70	10.05	3183.28	-694	-20583	0.000000	0.000	0.00
13	0.92	100	70	10.05	3183.28	-530	-20583	0.000000	0.000	0.00
14	1.02	100	70	10.05	3183.28	-382	-20583	0.000000	0.000	0.00
15	1.11	100	70	10.05	3183.28	-254	-20583	0.000000	0.000	0.00
16	1.21	100	70	10.05	3183.28	-148	-20583	0.000000	0.000	0.00
17	1.31	100	70	10.05	3183.28	-68	-20583	0.000000	0.000	0.00
18	1.41	100	70	10.05	3183.28	-18	-20583	0.000000	0.000	0.00
19	1.50	100	70	0.00	0.00	0	0	0.000000	0.000	0.00

## RTI di progettazione:



## Mandataria

Via G.B. Sammartini n°5  
20125 - Milano  
Tel. 02 6787911  
email: mail@proiter.it



## Mandante

Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it