



COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio Progettazione OO.PP.

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

Progetto  
**ESECUTIVO**

Relazione Tecnica e Strutturale  
della rete idraulica

Documento:  
**D.02b**

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio Progettazione OO.PP.

Progettista impianto P.I.:

**Per. Ind. Stefano Carrai**

Ufficio Opere Pubbliche

Progettista strutture rete idraulica:

**PROGEO Engineering srl**

sede Via Don Luigi Sturzo 43/a, AREZZO

Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione:

**Dott.Ing.Luca Romolini**

Servizio Progettazione OO.PP.

Data: Novembre 2018 Prot. n. 157874 / L.02.01 / 2017

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**





COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio Progettazione OO.PP.

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

Progetto  
**ESECUTIVO**

Relazione Tecnica  
della rete idraulica

Documento:

**D.02b.1 - sistemi immissione torrenti**

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio Progettazione OO.PP.

Progettista impianto P.I.:

**Per. Ind. Stefano Carrai**

Ufficio Opere Pubbliche

Progettista strutturale rete idraulica:

**PROGEO Engineering srl**

sede Via Don Luigi Sturzo 43/a, AREZZO

Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione:

**Dott.Ing.Luca Romolini**

Servizio Progettazione OO.PP.

Data: Novembre 2018 Prot. n. 157874 / L.02.01 / 2017

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**





**COMUNE DI AREZZO**

Direzione Tecnica

Servizio OO.PP. e Manutenzione

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

## Domanda di autorizzazione idraulica

### Relazione tecnica

Stato Modificato

Tavola:

Scala:

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio OO.PP. e Manutenzione

Consulenti Geologia ed Idraulica:

DOTT. GEOL. MASSIMILIANO ROSSI

DOTT. GEOL. FABIO POGGI

DOTT. ING. DAVIDE GIOVANNUZZI

DOTT. ING. GREGORIO BARTOLUCCI



**ProGeo** Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo

tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

partita IVA 01994080511

Data: Novembre 2018 Prot. n. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**



**OGGETTO: INTERVENTI PER PROLUNGAMENTO TANGENZIALE URBANA NEL TRATTO POSTO TRA L'INTERSEZIONE CON LA SS71 UMBRO-CASENTINESE E LA SP44 DELLA CATONA, NEL COMUNE DI AREZZO**

**RICHIESTA DI NULLA OSTA PER SISTEMAZIONE DELLE IMMISSIONI SU TORRENTE FRASSINE E TORRENTE GAVARDELLO, NELL'AMBITO DELLA PROGETTAZIONE DELLA RETE DI REGIMAZIONE IDRAULICA RELATIVA AGLI INTERVENTI DI CUI ALL'OGGETTO**

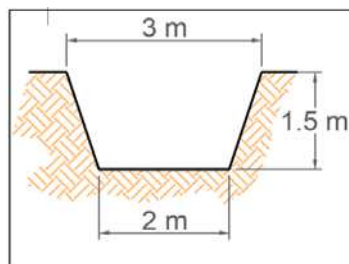
La seguente Relazione Tecnica è redatta a supporto della richiesta di nulla osta per l'esecuzione delle opere di sistemazione delle immissioni sui Torrenti Frassine e Gavardello, nell'ambito degli interventi per il prolungamento della tangenziale urbana, nel tratto posto tra l'intersezione con la ss71 Umbro-Casentinese e la Sp44 della Catona, nel Comune di Arezzo.

Il progetto di prolungamento della tangenziale implica la locale revisione della rete di regimazione idraulica di drenaggio delle acque meteoriche superficiali, costituita da canalette a cielo aperto e sezione variabile, e da due tratti di attraversamento tombato, in corrispondenza della rotatoria sita fra Viale Filippo Turati e la SS71 Umbro-Casentinese. La presente relazione, volta all'ottenimento dell'autorizzazione idraulica, riguarda, in modo particolare, le canalette in corrispondenza delle immissioni nei Torrenti Frassine e Gavardello.

Le canalette migliorano l'attuale sistema di smaltimento delle acque superficiali e, gli sbocchi nel Frassine e nel Gavardello riprendono e migliorano l'attuale situazione costituita da controfossa lungo il tracciato della ferrovia.

#### **Immissione su Torrente Frassine:**

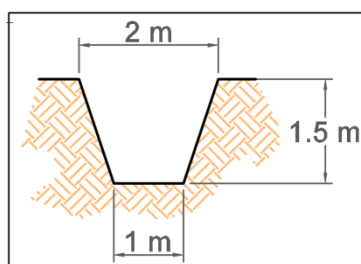
La canaletta di progetto ha forma trapezoidale con base maggiore pari a 3 m, base minore pari a 2 m e altezza pari a 1.5m. E' identificata come canale di progetto tipo 2 nelle allegate tavole grafiche.



**Figura 1: sezione canaletta a cielo aperto nella sezione di imbocco su Torrente Frassine**

#### **Immissione su Torrente Gavardello:**

La canaletta di progetto ha forma trapezoidale con base maggiore pari a 2 m, base minore pari a 1 m e altezza pari a 1.5m. E' identificata come canale di progetto tipo 3 nelle allegate tavole grafiche.

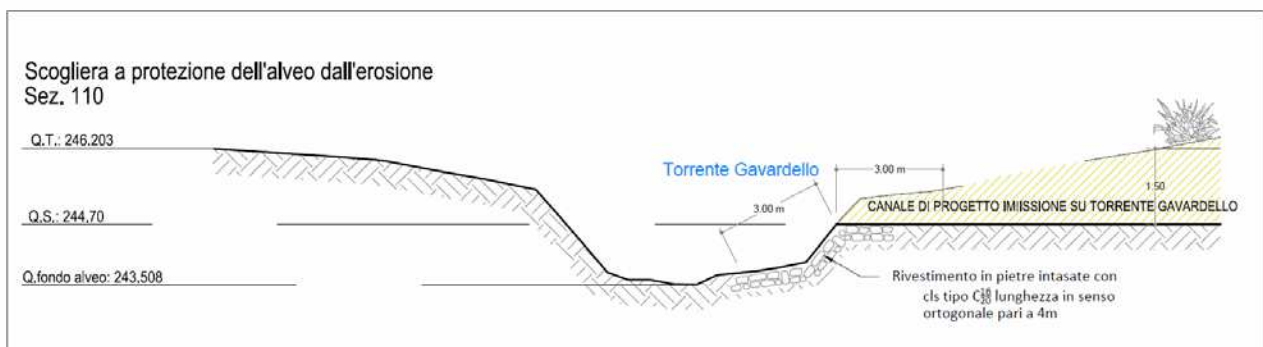
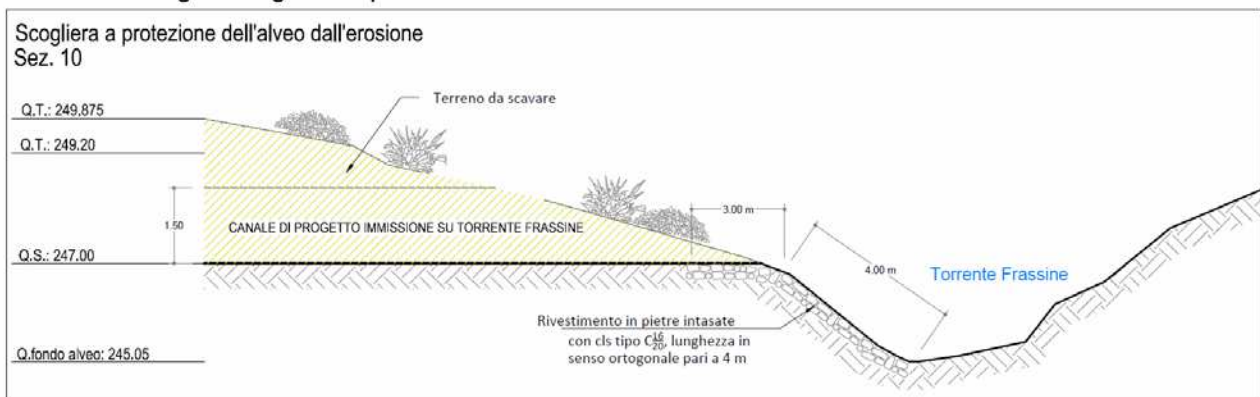


**Figura 2: sezione canaletta a cielo aperto nella sezione di imbocco su Torrente Gavardello**

In entrambi i casi, nei punti in cui i canali di progetto si immettono nei due torrenti, si prevede la realizzazione di scogliere a protezione spondale e degli alvei. Entrambe avranno lunghezza, in direzione di scorrimento dell'acqua, pari a 4 m. In senso ortogonale avranno lunghezze pari a 7.00 m per la scogliera da realizzare all'imbocco con il Torrente Frassine, e pari a 6.00 m per la scogliera da realizzare all'imbocco con il Torrente Gavardello. In questo modo viene protetto da fenomeni erosivi anche il fondo alveo.

Le scogliere saranno realizzate mediante la posa in opera di blocchi informi naturali, non gelivi, compatti e fortemente resistenti all'abrasione, approvvigionati da cave, per l'esecuzione di opere di difesa sia longitudinali che trasversali, sotto e sopra il pelo dell'acqua. I blocchi saranno posti in opera secondo gli allineamenti o livellette di progetto riportate nelle tavole grafiche allegate, con percentuale di vuoti non superiore al 15%, e dovranno essere completamente intasati con calcestruzzo C16/20 per strati non superiori a 80 cm. I massi da utilizzare avranno peso compreso tra 1T e 3 T.

### Sezioni Dettaglio scogliera a protezione dell'alveo dei Torrenti Frassine e Gavardello scala 1:100



In allegato si riportano la tavola di planimetria dello stato di progetto (I06A), e la tavola di dettaglio per le sezioni di imbocco (I06D).

Arezzo, lì 19/11/2018

I progettisti

Ing. Davide Giovannuzzi

Ing. Gregorio Bartolucci





COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio Progettazione OO.PP.

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

Progetto  
**ESECUTIVO**

Relazione Strutturale  
della rete idraulica

Documento:

**D.02b.2 - Strutture in C.A. interrato**

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio Progettazione OO.PP.

Progettista impianto P.I.:

**Per. Ind. Stefano Carrai**

Ufficio Opere Pubbliche

Progettista strutture rete idraulica:

**PROGEO Engineering srl**

sede Via Don Luigi Sturzo 43/a, AREZZO

Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione:

**Dott.Ing.Luca Romolini**

Servizio Progettazione OO.PP.

Data: Novembre 2018 Prot. n. 157874 / L.02.01 / 2017

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**





COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio OO.PP. e Manutenzione

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

## Progetto ESECUTIVO strutturale

GC01-Relazione generale e di calcolo

Stato Modificato

Tavola:

Scala:

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio OO.PP. e Manutenzione

Consulenti Geologia ed Idraulica:

DOTT. GEOL. MASSIMILIANO ROSSI

DOTT. GEOL. FABIO POGGI

DOTT. ING. DAVIDE GIOVANNUZZI

DOTT. ING. GREGORIO BARTOLUCCI



**ProGeo** Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo

tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

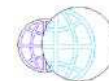
partita IVA 01994080511

Data: Novembre 2018 Prot. n. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**





## RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO

### 1. GENERALITA' SULL'OPERA

La presente relazione riguarda lo studio delle strutture di alcuni muri di sostegno in calcestruzzo armato, da costruire per il contenimento del terreno retrostante alle opere da realizzare all'imbocco e allo sbocco di due attraversamenti tombati, nell'ambito del progetto di prolungamento della Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona, nel Comune di Arezzo. I muri fanno parte delle 4 strutture di raccordo fra i tombamenti e le canalette a cielo aperto, come descritto nelle tavole I6A, I6B e I6C facenti parte del progetto esecutivo allegato alla presente. In modo particolare, nella tavola I6A sono riportati l'inquadramento generale in pianta e la collocazione dei due attraversamenti, nella tavola I6B si tratta dell'attraversamento n°2 e nella tavola I6C si tratta dell'attraversamento n°1.

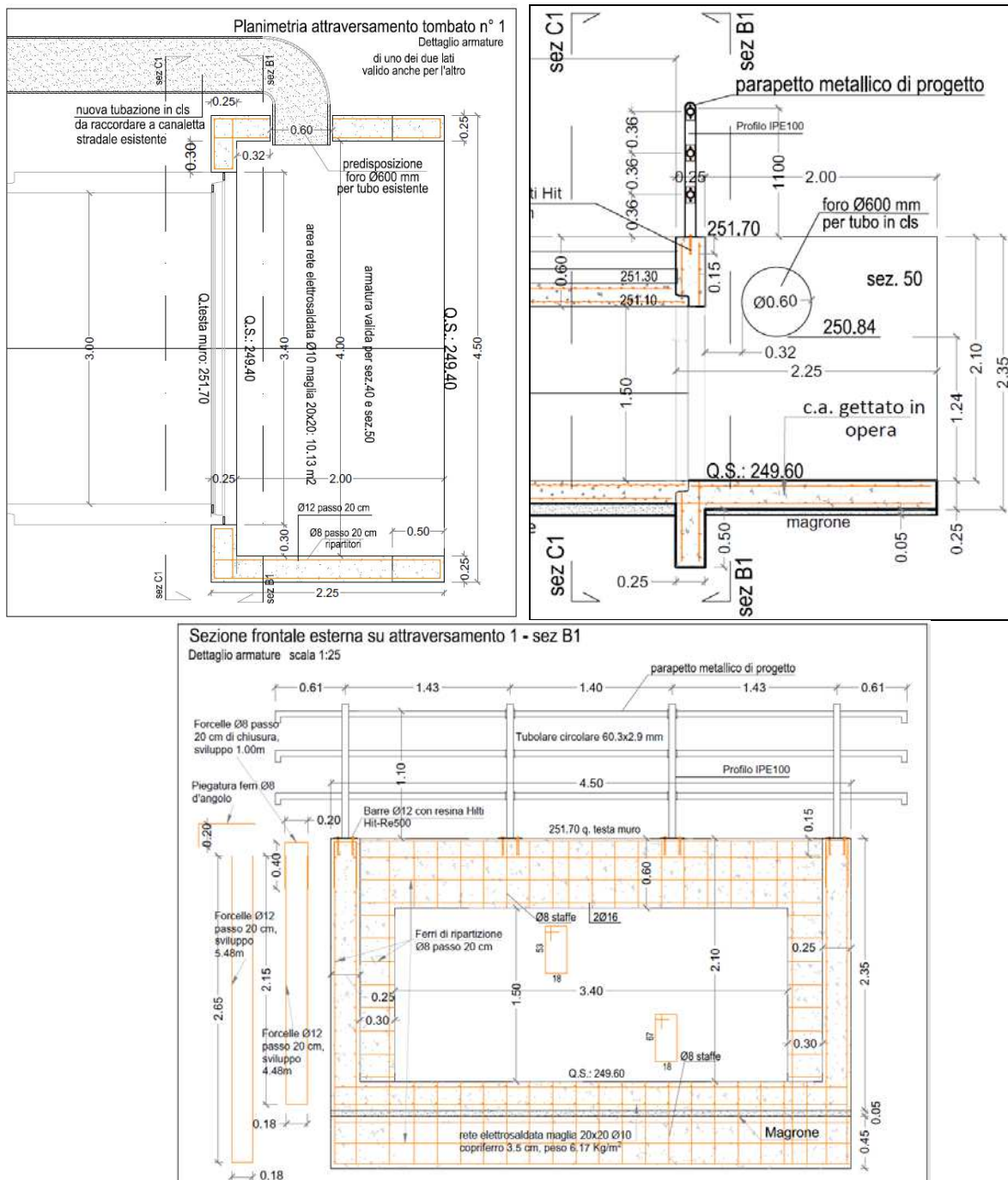
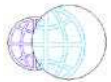
Oltre ai suddetti muri sono presenti degli scatolari prefabbricati, in c.a., posti in opera a creare i due attraversamenti tombati e a creare alcuni attraversamenti per l'accesso ad aree agricole poste lungo i tratti stradali interessati dal progetto, meglio descritti nella tavola I6D allegata al progetto esecutivo.

In questa sede si riportano gli studi e i risultati di calcolo ottenuti per i muri in c.a., che avranno il compito di sostenere la spinta del terreno posto a tergo delle sezioni di imbocco e sbocco dei due attraversamenti. Si riportano inoltre le tabelle di calcolo degli elementi scatolari prefabbricati che formano gli attraversamenti stessi.

Per quanto concerne i muri posti alle estremità dell'attraversamento n°1, sono composti da pareti di altezza complessiva pari a 235 cm, di spessore pari a 25 cm, disposti a formare una sezione a C, totalmente aperta dal lato di raccordo con le canalette a cielo aperto e dotata di apertura parziale (150cm\*340cm) nel lato di raccordo con l'attraversamento tombato. Le immagini seguenti potranno chiarire meglio la geometria descritta:

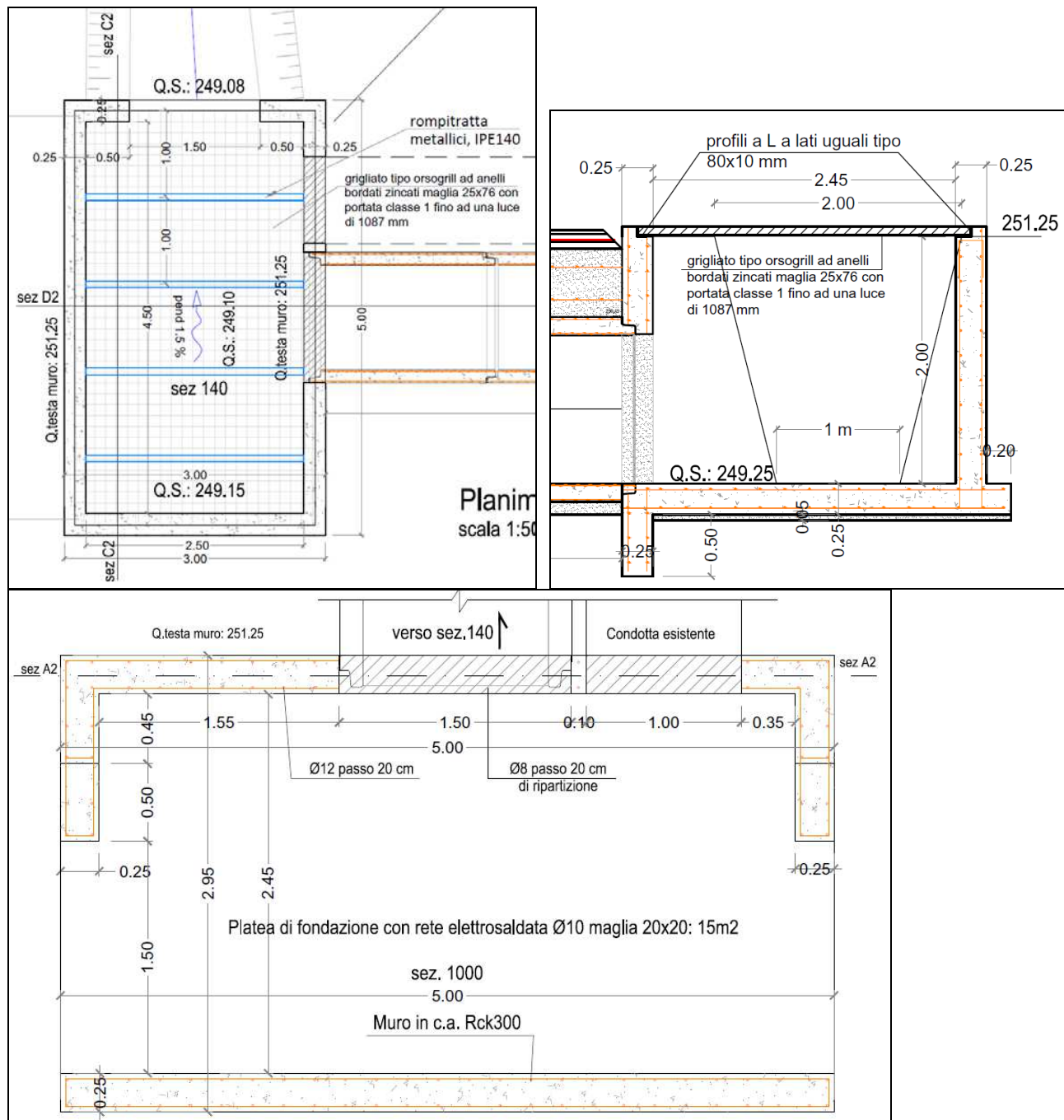
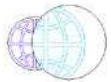
|  |                                 |   |               |                |
|--|---------------------------------|---|---------------|----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 1 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                |



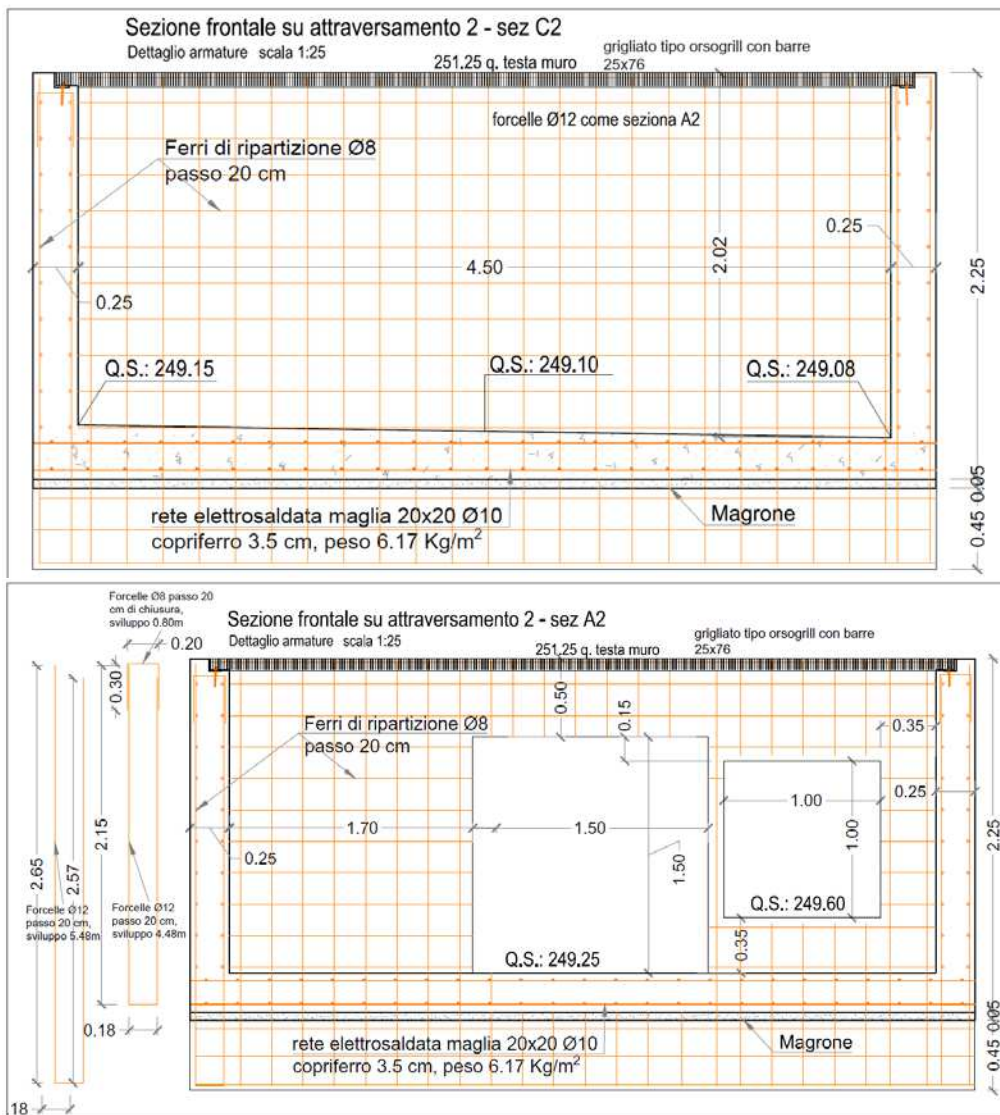
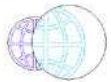


L'attraversamento n°2 è invece composto da pareti di altezza complessiva pari a 225 cm, e spessore pari a 25 cm. In questo caso è presente una copertura in grigliato tipo Orsogrill. La geometria precisa è visibile nelle seguenti immagini:

|   |  |   |               |                              |
|---|--|---|---------------|------------------------------|
| OGGETTO: <b>Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona</b> |  | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina <b>2</b> di <b>12</b> |
|   |  | K:\Arezzo\Amm.Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                              |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE</b>   | <b>RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO</b> | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                              |



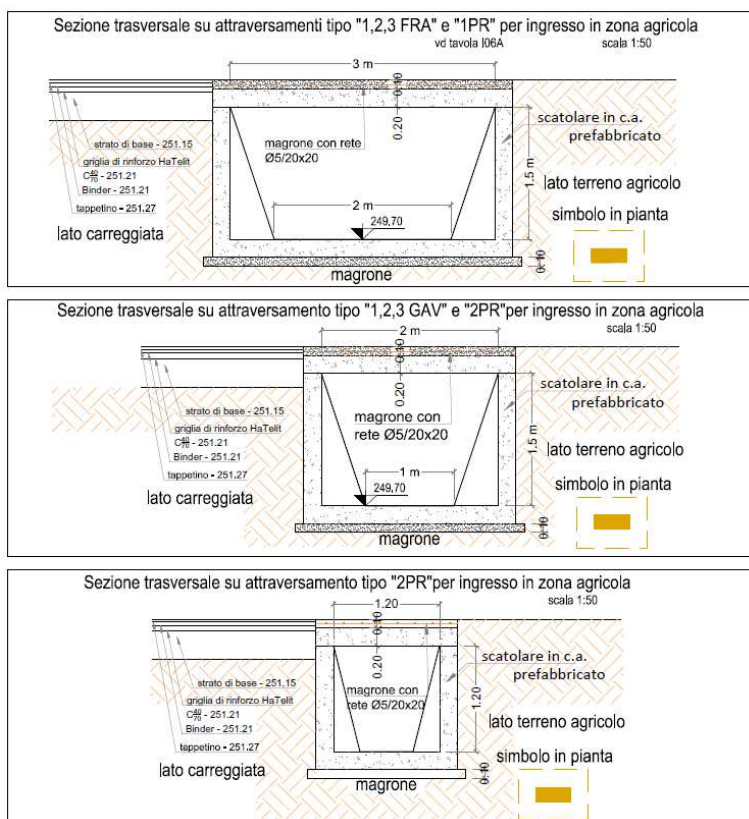
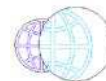
|   |  |   |               |                              |
|---|--|---|---------------|------------------------------|
| OGGETTO: <b>Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona</b> |  | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina <b>3</b> di <b>12</b> |
|   |  | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                              |
| <b>PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE</b>   | <b>RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO</b> | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                              |



I muri saranno realizzati in calcestruzzo armato, così come gli scatolari prefabbricati, per le cui caratteristiche si rimanda all'allegata relazione sui materiali e a quanto di seguito riportato.

Gli scatolari prefabbricati avranno invece la seguente geometria:

|  |                                 |   |               |                |
|--|---------------------------------|---|---------------|----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 4 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                |



Per tutti i dettagli grafici si rimanda alle tavole allegate alla presente. Per una descrizione più generale dell'opera si rimanda al progetto esecutivo completo allegato.

I calcoli sono eseguiti secondo le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 17-01-2018, d'ora in avanti semplicemente indicate come NTC2018. Per i dettagli di calcolo si rimanda all'allegato fascicolo dei calcoli.

## 2. CRITERI DI CALCOLO E VERIFICA

Tutte le sezioni in c.a. sono verificate considerando agente la combinazione di carico più gravosa tra quelle generate dalle seguenti condizioni:

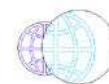
- *peso proprio elementi strutturali;*
- *Spinte del terreno e/o idrostatica;*
- *Carichi da traffico, se presenti o da calpestio;*
- *Azione sismica;*

Per una miglior comprensione delle opere in progetto e per una più chiara visione delle scelte effettuate, si rimanda ad un'analisi accurata degli allegati alla presente.

**Le verifiche sono condotte con il metodo degli stati limite.**

|  |                                 |   |               |                |
|--|---------------------------------|---|---------------|----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 5 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                |





### 3. MATERIALI

Si riportano le principali caratteristiche dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera; per maggiori dettagli riguardo ad essi si rimanda alla specifica "Relazione sui materiali" allegata alla presente.

#### Acciaio:

##### Generalità e controlli

L' acciaio per cemento armato deve essere controllato e certificato. È ammesso esclusivamente l' impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al paragrafo del D.M. 17/01/2018 § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel paragrafo § 11.3.2.11 di detto decreto.

Il *Direttore dei Lavori* prima della messa in opera è tenuto a verificarne la rispondenza a tali controlli e certificazioni ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Inoltre, le barre non dovranno presentare eccessive corrosioni, ossidazioni o difetti superficiali, né dovranno essere ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato (grassi, oli, terra e fango) e, pertanto, i fasci dei vari diametri saranno scaricati in un luogo reso asciutto da un letto di calcestruzzo magro e ghiaia.

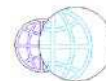
##### Caratteristiche meccaniche e requisiti

L' acciaio usato per tutte le strutture sarà del tipo **B450C** ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento, per il quale si potranno assumere i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

|              |                       |
|--------------|-----------------------|
| $f_{y\ nom}$ | 450 N/mm <sup>2</sup> |
| $f_{t\ nom}$ | 540 N/mm <sup>2</sup> |

e devono essere rispettati i requisiti indicati nella seguente tabella:

|  |                                 |   |               |                |
|--|---------------------------------|---|---------------|----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 6 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                |



| CARATTERISTICHE  | REQUISITI   | FRATTILE (%) |
|--|---|--------------|
| Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$  | $\geq f_{y \text{ nom}}$                                      | 5.0          |
| Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$  | $\geq f_{t \text{ nom}}$                                      | 5.0          |
| $(f_t/f_y)_k$  | $\geq 1,15$<br>$< 1,35$                                       | 10.0         |
| $(f_y/f_{ynom})_k$   | $\leq 1,25$   | 10.0         |
| Allungamento $(A_{gt})_k$ :  | $\geq 7,5 \%$   | 10.0         |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a $90^\circ$ e successivo raddrizzamento senza cricche:<br><br>$\phi < 12 \text{ mm}$<br><br>$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$<br><br>per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$<br><br>per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$ | <br><br>$4\phi$<br><br>$5\phi$<br><br>$8\phi$<br><br>$10\phi$ |              |

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

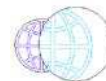
- in cantiere, sotto la vigilanza della *Direzione Lavori*;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 del D.M. 17/01/2018.

## Resistenze di calcolo

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$$

|  |                                 |   |               |                |
|--|---------------------------------|---|---------------|----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 7 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                |



dove:

$\gamma_s$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;

$f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio;

Il coefficiente  $\gamma_s$  assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore **1,15**.

Per l'acciaio tipo B450C si ha dunque:  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 4500/1.15 = 3913 \text{ Kg/cm}^2$ ;

## Calcestruzzo:



Si riportano di seguito le linee guida ad opera di **PROGETTO CONCRETE** per calcestruzzi relativi a strutture a tenuta idraulica.

### SCHEDA 6.2

#### Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture ed infrastrutture stradali situate in aree a clima rigido e sottoposte a trattamenti con sali disgelanti a base di cloruro

##### Voce di capitolato

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in zone a clima rigido sottoposte a trattamento con sali disgelanti a base di cloruro:*

*- nella classe di esposizione XF3 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey,  $R_{ck} 35 \text{ N/mm}^2$ , Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30 \text{ mm}$ ,  $D_{max} 32 \text{ mm}$ , aria inglobata  $5 \pm 1\%$ , CI 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25.*

##### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono relative a strutture ed infrastrutture stradali che sono situate in zona a clima rigido e che, pertanto, durante il periodo invernale sono sottoposte a trattamenti con sali disgelanti per la prevenzione o per la rimozione del ghiaccio dalla sede stradale. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, quindi, sono rivolte a elementi strutturali a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini di ponti e viadotti in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato. Suddette prescrizioni, inoltre, attengono alle opere a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento. Le prescrizioni della presente scheda possono essere estese alle strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey oltre che alle zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo.

##### Avvertenze

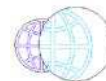
Per le strutture ed infrastrutture stradali che operano in zone a clima temperato dove i trattamenti con sali disgelanti sono limitati a pochi cicli all'anno consultare la scheda 6.1. Per le pavimentazioni in calcestruzzo non armate e provviste di semplice rete elettrosaldata consultare la Sezione 11.

### PRESCRIZIONI DI CAPITOLATO

#### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

**A1)** Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008

|  |                                 |   |               |                |
|--|---------------------------------|---|---------------|----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 8 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                |



- A2)** Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2
- A3)** Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- A3.1)** Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI-EN 934-2
- A4)** Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI-EN 12620
- A5)** Cemento CEM III o CEM IV (in alternativa CEM II e cenere volante o fumo di silice in parziale sostituzione) conforme alla norma UNI-EN 197-1
- A6)** Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

### Prescrizioni per il calcestruzzo

- B1)** Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- B2)** Classi di esposizione ambientale in accordo alla seguente tabella:

| Classe di esposizione | Struttura o elemento strutturale   |
|-----------------------|--|
| XF3                   | muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey > 100 |

- B3)** Rapporto a/c max: 0.45
- B4)** Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)
- B5)** Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)
- B6)** Dosaggio minimo di cemento: 360 Kg/m<sup>3</sup>
- B7)** Aria inglobata: 5.0 ± 1%
- B9)** Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- B10)** Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- B11)** Classe di consistenza al getto S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- B12)** Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

### Prescrizioni per la struttura

- C1)** Copriferro minimo in accordo alla tabella che segue:

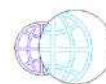
| Classe di esposizione | Struttura o elemento strutturale   | Copriferro (mm) |
|-----------------------|--|-----------------|
| XF3                   | muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey > 100 | 40/50           |

- C2)** Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d=1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 30$  N/mm<sup>2</sup>
- C3)** Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- C4)** Acciaio B450C inossidabile conforme al punto 11.2.2.9.1 del D.M. 17/01/2018 e alla normativa Europea applicabile:

| Proprietà                                      | Requisito                     |
|--|-------------------------------|
| Limite di snervamento $f_y$                    | $\geq 450$ MPa                |
| Limite di rottura $f_{7\%}$                    | $\geq 540$ MPa                |
| Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$ | $\geq 7\%$                    |
| Rapporto $f_{7\%}/f_y$                         | $1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$ |

|  |  |   |               |                |
|--|--|---|---------------|----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |  | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 9 di 12 |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   |  | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                |
| RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO  |  | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                |

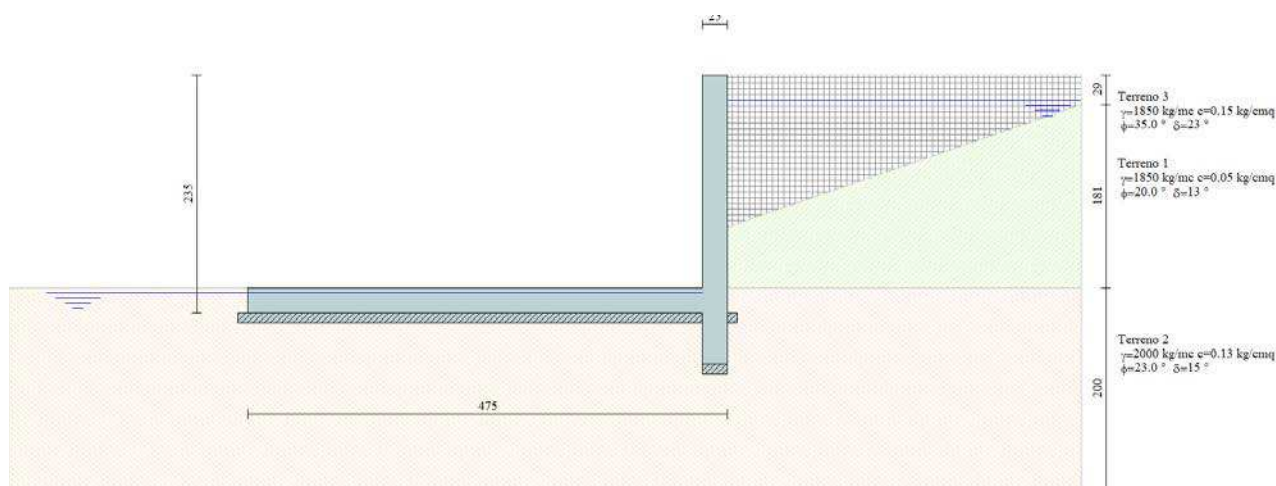




## 4. RISULTATI DEL CALCOLO

Si veda, in merito ai risultati dell'elaborazione di calcolo delle opere in calcestruzzo armato, il fascicolo dei calcoli allegato.

Il calcolo dei muri in c.a. gettati in opera è stato svolto per la sezione più gravosa, che è risultata essere quella dell'attraversamento 1. Il modello adottato è il seguente, i cui risultati sono riportati nel fascicolo dei calcoli allegato alla presente.



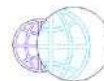
Sintesi dei risultati per i muri di sostegno:

| Risultati Analisi - Comb. 1                 |       |            |               |  |
|---|-------|------------|---------------|--|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento    | 3.24  | 3.05 [6]   | IB: 2 - EQU   |  |
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento     | 1.13  | 1.13 [1]   | IB: 1 - A1-M1 |  |
| Coefficiente di sicurezza a carico limite   | 14.62 | 14.62 [10] | IB: 1 - SLEQ  |  |
| Coefficiente di sicurezza stabilità globale | 1.95  | 1.92 [8]   | IB: 2 - STAB  |  |
| Dettagli combinazione --> << 1 >> Help      |       |            |               |  |

La presenza della parete opposta viene trascurata a favore di sicurezza, considerando soltanto la spinta passiva del terreno sullo sperone e sulla base.

Per quanto riguarda gli scatolari prefabbricati, non si riportano calcoli specifici nel fascicolo dei calcoli. Si può fare riferimento alla seguente tabella dimensionale a cura della ditta produttrice Canzian:

|  |                                 |   |               |                 |
|--|---------------------------------|---|---------------|-----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 10 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                 |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                 |



Dich. Prestaz. Rett. Mag.  
Pag. 1/1  
Rev.3

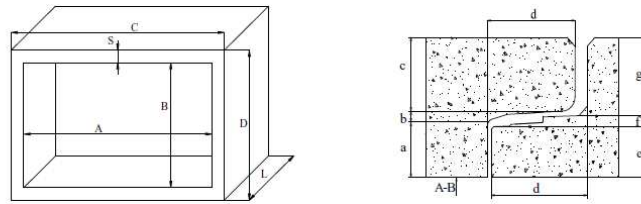
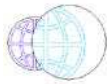
## DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

N° 01092017 – RettMag

1. Codice identificazione unico prodotto-tipo: Tubo rettangolare armato 1401, 1402, 1403, 1404, 1405, 1406, 1407, 1408, 1409, 1410, 1411, 1412, 1413, 1414, 1415, 1416, 1417, 1418, 1419, 1420, 1421, 1422, 1423, 1424, 1425, 1426, 1427, 1428, 1429, 1430, 1431, 1432, 1433
2. Uso previsto del prodotto da costruzione conformemente a UNI EN 14844:2012: creazione di cunicoli interrati per convogliamento e l'immagazzinamento di materiali, per esempio per il convoglio o l'accumulo di acque di fognatura, per cunicoli di cavi o condutture e sottopassi.
3. Produttore: Canzian Fratelli Srl
5. Sistema di VVCP: sistema 2+ e sistema 4 (vedi articoli con \*)
6. Norma armonizzata: EN 14844:2006+A2:2011
- Organismo notificato: 0476 KIWA CERMET Italia Spa
7. Prestazione dichiarata

| CARATTERISTICHE ESSENZIALI   | PRESTAZIONE DICHIARATA   |                |          |          |         |      |      |      |      |         |      |      |      |        |                         | SPECIFICA TECNICA ARMONIZZATA |
|--|--|----------------|----------|----------|---------|------|------|------|------|---------|------|------|------|--------|-------------------------|-------------------------------|
| Resistenza a compressione (del cls)  | $\geq 50 \text{ N/mm}^2$   |                |          |          |         |      |      |      |      |         |      |      |      |        |                         | En 12390-1                    |
| Resistenza trazione e allo snervamento (dell'acciaio)                        | $F_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$<br>$F_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$ |                |          |          |         |      |      |      |      |         |      |      |      |        |                         | En 13369 punto 4.1.3 – 4.1.4  |
| Capacità portante (mediante prove) o resistenza meccanica (mediante calcolo) | Vedi tabella sotto   |                |          |          |         |      |      |      |      |         |      |      |      |        |                         | En 14844 punto ZA.3.2         |
| Particolari costruttivi  | Codice prodotto  | Dimensioni mm. |          |          |         |      |      |      |      |         |      |      |      |        | Peso<br>Kg cad.<br>± 3% | En 14844 punto 4.3.1 - 8      |
|  |  | A              | B        | L        | S       | C    | D    | a ±6 | b ±6 | c ±6    | d ±6 | e ±6 | f ±6 | g ±6   |                         |                               |
|  | 1427*  | 800 ±8         | 800 ±8   | 2000 ±20 | 150 ±10 | 1100 | 1100 | 59   | 12   | 79      | 120  | 79   | 12   | 59     | 3000                    |                               |
|  | 1401*  | 1000 ±10       | 800 ±8   | 2000 ±20 | 140 ±10 | 1280 | 1080 | 54   | 12   | 74      | 120  | 74   | 12   | 54     | 3000                    |                               |
|  | 1402*  | 1200 ±10       | 800 ±8   | 2000 ±20 | 150 ±10 | 1500 | 1100 | 59   | 12   | 79      | 120  | 79   | 12   | 59     | 3400                    |                               |
|  | 1403*  | 1200 ±12       | 1000 ±10 | 2000 ±20 | 150 ±10 | 1500 | 1300 | 59   | 12   | 79      | 120  | 79   | 12   | 59     | 3800                    |                               |
|  | 1428*  | 1200 ±12       | 1200 ±12 | 2000 ±20 | 150 ±10 | 1500 | 1500 | 59   | 12   | 79      | 120  | 79   | 12   | 59     | 4100                    |                               |
|  | 1416   | 1500 ±15       | 1250 ±12 | 2000 ±20 | 150 ±10 | 1800 | 1550 | 59   | 12   | 79      | 120  | 79   | 12   | 59     | 4800                    |                               |
|  | 1420   | 1500 ±15       | 1500 ±15 | 2000 ±20 | 150 ±10 | 1800 | 1800 | 59   | 12   | 79      | 120  | 79   | 12   | 59     | 5200                    |                               |
|  | 1419   | 1600 ±15       | 800 ±8   | 2000 ±20 | 160 ±10 | 1920 | 1120 | 64   | 12   | 84      | 120  | 84   | 12   | 64     | 3400                    |                               |
|  | 1404   | 1600 ±15       | 1000 ±10 | 2000 ±20 | 150 ±10 | 1900 | 1300 | 59   | 12   | 79      | 120  | 79   | 12   | 59     | 4400                    |                               |
|  | 1405   | 2000 ±15       | 1000 ±10 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2360 | 1360 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 6000                    |                               |
|  | 1423   | 2000 ±15       | 1250 ±12 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2360 | 1550 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 6500                    |                               |
|  | 1406   | 2000 ±15       | 1500 ±15 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2360 | 1860 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 7000                    |                               |
|  | 1407   | 2000 ±15       | 2000 ±15 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2360 | 2360 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 8000                    |                               |
|  | 1421   | 2250 ±15       | 1750 ±15 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2610 | 2110 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 7500                    |                               |
|  | 1408   | 2500 ±15       | 1000 ±10 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2860 | 1360 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 7000                    |                               |
|  | 1424   | 2500 ±15       | 1250 ±12 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2860 | 1550 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 7500                    |                               |
|  | 1409   | 2500 ±15       | 1500 ±15 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2860 | 1860 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 8000                    |                               |
|  | 1410   | 2500 ±15       | 2000 ±15 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2860 | 2360 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 8800                    |                               |
|  | 1431   | 2500 ±15       | 2500 ±15 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 2860 | 2860 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 9800                    |                               |
|  | 1411   | 3000 ±15       | 1500 ±15 | 2000 ±20 | 200 ±10 | 3400 | 1900 | 84   | 12   | 104     | 120  | 104  | 12   | 84     | 9800                    |                               |
|  | 1412   | 3000 ±15       | 2000 ±15 | 2000 ±20 | 200 ±10 | 3400 | 2400 | 84   | 12   | 104     | 120  | 104  | 12   | 84     | 10800                   |                               |
|  | 1432   | 3000 ±15       | 2500 ±15 | 2000 ±20 | 220-280 | 3480 | 2980 | 94   | 12   | 114-174 | 120  | 114  | 12   | 94-154 | 13300                   |                               |
|  | 1413   | 3200 ±15       | 2700 ±15 | 2000 ±20 | 180 ±10 | 3560 | 3060 | 74   | 12   | 94      | 120  | 94   | 12   | 74     | 12000                   |                               |
|  | 1425   | 3500 ±15       | 1500 ±15 | 2000 ±20 | 250 ±10 | 4000 | 2000 | 109  | 12   | 129     | 120  | 129  | 12   | 109    | 14500                   |                               |
|  | 1433   | 3500 ±15       | 2000 ±15 | 2000 ±20 | 240 ±10 | 3980 | 2480 | 104  | 12   | 124     | 120  | 124  | 12   | 104    | 1500                    |                               |
|  | 1418   | 3500 ±15       | 3000 ±15 | 2000 ±20 | 210 ±10 | 3920 | 3420 | 89   | 12   | 109     | 120  | 109  | 12   | 89     | 14500                   |                               |
|  | 1414   | 4000 ±15       | 2000 ±15 | 2000 ±20 | 220 ±10 | 4440 | 2440 | 94   | 12   | 114     | 120  | 114  | 12   | 94     | 15000                   |                               |
|  | 1422   | 4000 ±15       | 2250 ±15 | 1900 ±19 | 220 ±10 | 4440 | 2690 | 94   | 12   | 114     | 120  | 114  | 12   | 94     | 12800                   |                               |
|  | 1426   | 4000 ±15       | 3000 ±15 | 1800 ±18 | 220 ±10 | 4440 | 3420 | 94   | 12   | 114     | 120  | 114  | 12   | 94     | 15000                   |                               |
|  | 1415   | 4500 ±15       | 2500 ±15 | 1700 ±17 | 250 ±10 | 5000 | 3000 | 109  | 12   | 129     | 120  | 129  | 12   | 109    | 15800                   |                               |
|  | 1417   | 4500 ±15       | 3000 ±15 | 1200 ±12 | 290 ±10 | 5080 | 3580 | 129  | 12   | 149     | 120  | 149  | 12   | 129    | 14500                   |                               |
|  | 1429   | 5000 ±15       | 2000 ±15 | 1400 ±14 | 290 ±10 | 5580 | 2580 | 129  | 12   | 149     | 120  | 149  | 12   | 129    | 15400                   |                               |
|  | 1430   | 5000 ±15       | 2500 ±15 | 1200 ±12 | 300 ±10 | 5600 | 3100 | 134  | 12   | 154     | 120  | 154  | 12   | 134    | 15400                   |                               |
| Durabilità contro la corrosione  | XC4 – XD2 – XS1 – XA1  |                |          |          |         |      |      |      |      |         |      |      |      |        |                         | En 206 punto 4.1              |
| Durabilità al gelo-disgelo   | XF1  |                |          |          |         |      |      |      |      |         |      |      |      |        |                         | En 206 punto 4.1              |

|  |                                 |   |               |                 |
|--|---------------------------------|---|---------------|-----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 11 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                 |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                 |



La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate. La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al regolamento (EU) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

Firmato a nome e per conto del fabbricante da: Amedeo Canzian  
Susegana, 01.09.2017

*Amedeo Canzian*  
CANZIAN FRATELLI S.p.A.



31030 Colfosco di Susegana / TV  
Via 18 Giugno, 219 - susegana@canzian.it  
Tel. +39 0438 482023 - Fax +39 0438 482005



31025 Santa Lucia di Piave / TV  
Via del Capitello, 2 - marmi@canzian.it  
Tel. +39 0438 63226 - Fax +39 0438 60674



31025 Santa Lucia di Piave / TV  
Via Asilo, 1 - marmi@canzian.it  
Tel. +39 0438 701541 - Fax +39 0438 60674



32013 Longarone / BL  
Z.I. Villanova, 23 - longarone@canzian.it  
Tel. / Fax +39 0437 770350

In fase operativa sarà possibile utilizzare scatolari prefabbricati con caratteristiche almeno pari a quelle qui riportate, anche a fornitura da parte di ditta diversa.

## I Progettisti

Dott. Ing. Gregorio Bartolucci

Dott. Ing. Davide Giovannuzzi

|  |                                 |   |               |                 |
|--|---------------------------------|---|---------------|-----------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                                 | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 12 di 12 |
|  |                                 | K:\Arezzo\Amm Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                 |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE GENERALE E DI CALCOLO | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |                 |



COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio OO.PP. e Manutenzione

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

## Progetto ESECUTIVO strutturale

### GC02 - Relazione sui materiali

Stato Modificato

Tavola:

Scala:

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio OO.PP. e Manutenzione

Consulenti Geologia ed Idraulica:

DOTT. GEOL. MASSIMILIANO ROSSI

DOTT. GEOL. FABIO POGGI

DOTT. ING. DAVIDE GIOVANNUZZI

DOTT. ING. GREGORIO BARTOLUCCI



**ProGeo** Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo

tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

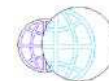
partita IVA 01994080511

Data: Novembre 2018 Prot. n. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**





## RELAZIONE SUI MATERIALI

### Materiali

Si riportano le principali caratteristiche dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera.

#### Acciaio:

##### Generalità e controlli

L'acciaio per cemento armato deve essere controllato e certificato. È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al paragrafo del D.M. 17/01/2018 § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel paragrafo § 11.3.2.11 di detto decreto.

Il *Direttore dei Lavori* prima della messa in opera è tenuto a verificarne la rispondenza a tali controlli e certificazioni ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Inoltre, le barre non dovranno presentare eccessive corrosioni, ossidazioni o difetti superficiali, né dovranno essere ricoperte da sostanze che possano ridurre l'aderenza al conglomerato (grassi, oli, terra e fango) e, pertanto, i fasci dei vari diametri saranno scaricati in un luogo reso asciutto da un letto di calcestruzzo magro e ghiaia.

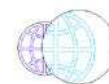
##### Caratteristiche meccaniche e requisiti

L'acciaio usato per tutte le strutture sarà del tipo **B450C** ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento, per il quale si potranno assumere i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| $f_{y \text{ nom}}$ | 450 N/mm <sup>2</sup> |
| $f_{t \text{ nom}}$ | 540 N/mm <sup>2</sup> |

e devono essere rispettati i requisiti indicati nella seguente tabella:

|  |                         |   |               |               |
|--|-------------------------|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                         | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 1 di 5 |
|  |                         | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE SUI MATERIALI | TAV2 - Relazione sui materiali.doc                                  |               |               |



| CARATTERISTICHE  | REQUISITI   | FRATTILE (%) |
|--|---|--------------|
| Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$  | $\geq f_{y\ nom}$   | 5.0          |
| Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$  | $\geq f_{t\ nom}$   | 5.0          |
| $(f_t/f_y)_k$  | $\geq 1,15$<br>$< 1,35$                                       | 10.0         |
| $(f_y/f_{ynom})_k$   | $\leq 1,25$   | 10.0         |
| Allungamento $(A_{gt})_k$ :  | $\geq 7,5 \%$   | 10.0         |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a $90^\circ$ e successivo raddrizzamento senza cricche:<br><br>$\phi < 12\ mm$<br><br>$12 \leq \phi \leq 16\ mm$<br><br>per $16 < \phi \leq 25\ mm$<br><br>per $25 < \phi \leq 40\ mm$ | <br><br>$4\phi$<br><br>$5\phi$<br><br>$8\phi$<br><br>$10\phi$ |              |

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

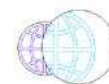
- in cantiere, sotto la vigilanza della *Direzione Lavori*;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 del D.M. 17/01/2018.

## Resistenze di calcolo

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$$

|  |                         |   |               |               |
|--|-------------------------|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                         | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 2 di 5 |
|  |                         | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE SUI MATERIALI | TAV2 - Relazione sui materiali.doc                                  |               |               |



dove:

$\gamma_s$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;

$f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio;

Il coefficiente  $\gamma_s$  assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore **1,15**.

Per l'acciaio tipo B450C si ha dunque:  $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 4500/1.15 = 3913 \text{ Kg/cm}^2$ ;

## Calcestruzzo:



Si riportano di seguito le linee guida ad opera di **PROGETTO CONCRETE** per calcestruzzi relativi a strutture a tenuta idraulica.

## SCHEDA 6.2

### Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture ed infrastrutture stradali situate in aree a clima rigido e sottoposte a trattamenti con sali disgelanti a base di cloruro

#### Voce di capitolato

*Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture ed infrastrutture stradali in zone a clima rigido sottoposte a trattamento con sali disgelanti a base di cloruro:*

*- nella classe di esposizione XF3 (UNI 11104) per le strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey,  $R_{ck} 35 \text{ N/mm}^2$ , Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento  $230 \pm 30 \text{ mm}$ ,  $D_{max} 32 \text{ mm}$ , aria inglobata  $5 \pm 1\%$ , CI 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25.*

#### Campo di validità

Le prescrizioni di capitolato riportate nella presente scheda sono relative a strutture ed infrastrutture stradali che sono situate in zona a clima rigido e che, pertanto, durante il periodo invernale sono sottoposte a trattamenti con sali disgelanti per la prevenzione o per la rimozione del ghiaccio dalla sede stradale. Le prescrizioni di capitolato contenute nella presente scheda, quindi, sono rivolte a elementi strutturali a sviluppo prevalentemente verticale come nel caso delle pile o delle superfici laterali delle travi di riva o dei pulvini di ponti e viadotti in assenza di un corretto smaltimento dell'acqua piovana dalle zone estradossali dell'impalcato. Suddette prescrizioni, inoltre, attengono alle opere a sviluppo prevalentemente orizzontale come nel caso delle pavimentazioni stradali, delle rampe di accesso a garage e parcheggi multipiano, dei pavimenti in calcestruzzo di parcheggi esterni fuori terra privi di tamponamenti e/o di riscaldamento. Le prescrizioni della presente scheda possono essere estese alle strutture a sviluppo verticale quali i muri di sostegno al lato strada, i rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e le barriere New Jersey oltre che alle zone di marciapiede e di sicurvia degli impalcati da ponte o dei camminamenti a margine di pavimenti in calcestruzzo.

#### Avvertenze

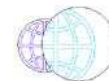
Per le strutture ed infrastrutture stradali che operano in zone a clima temperato dove i trattamenti con sali disgelanti sono limitati a pochi cicli all'anno consultare la scheda 6.1. Per le pavimentazioni in calcestruzzo non armate e provviste di semplice rete elettrosaldata consultare la Sezione 11.

## PRESCRIZIONI DI CAPITOLATO

### Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

**A1) Acqua di impasto** conforme alla UNI-EN 1008

|  |                         |   |               |               |
|--|-------------------------|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                         | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 3 di 5 |
|  |                         | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE SUI MATERIALI | TAV2 - Relazione sui materiali.doc                                  |               |               |



- A2)** Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2
- A3)** Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2
- A3.1)** Additivo aerante conforme al prospetto 5 della norma UNI-EN 934-2
- A4)** Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2; Aggregati non gelivi aventi assorbimento d'acqua inferiore all'1% o appartenenti alle classi F2 o MS25 in accordo alla UNI-EN 12620
- A5)** Cemento CEM III o CEM IV (in alternativa CEM II e cenere volante o fumo di silice in parziale sostituzione) conforme alla norma UNI-EN 197-1
- A6)** Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

### Prescrizioni per il calcestruzzo

- B1)** Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)
- B2)** Classi di esposizione ambientale in accordo alla seguente tabella:

| Classe di esposizione | Struttura o elemento strutturale   |
|-----------------------|--|
| XF3                   | muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey > 100 |

- B3)** Rapporto a/c max: 0.45
- B4)** Classe di resistenza a compressione minima: C(28/35)
- B5)** Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)
- B6)** Dosaggio minimo di cemento: 360 Kg/m<sup>3</sup>
- B7)** Aria inglobata: 5.0 ± 1%
- B9)** Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)
- B10)** Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0.4
- B11)** Classe di consistenza al getto S5 o slump di riferimento 230 ± 30 mm
- B12)** Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0.1%

### Prescrizioni per la struttura

- C1)** Copriferro minimo in accordo alla tabella che segue:

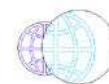
| Classe di esposizione | Struttura o elemento strutturale   | Copriferro (mm) |
|-----------------------|--|-----------------|
| XF3                   | muri di sostegno al lato strada, rivestimenti dei piedritti di gallerie nelle zone di imbocco del tunnel e barriere New Jersey > 100 | 40/50           |

- C2)** Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d=1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,85 C(x/y) \geq 30$  N/mm<sup>2</sup>
- C3)** Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non cassetata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- C4)** Acciaio B450C inossidabile conforme al punto 11.2.2.9.1 del D.M. 17/01/2018 e alla normativa Europea applicabile:

| Proprietà                                      | Requisito                     |
|--|-------------------------------|
| Limite di snervamento $f_y$                    | $\geq 450$ MPa                |
| Limite di rottura $f_{7\%}$                    | $\geq 540$ MPa                |
| Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$ | $\geq 7\%$                    |
| Rapporto $f_{7\%}/f_y$                         | $1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$ |

|  |  |   |               |               |
|--|--|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |  | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 4 di 5 |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   |  | K:\Arezzo\Amm.Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| RELAZIONE SUI MATERIALI  |  | TAV2 - Relazione sui materiali.doc                                  |               |               |





## 1. RISULTATI DEL CALCOLO

Si veda, in merito ai risultati dell'elaborazione di calcolo dell'opera in calcestruzzo armato, il fascicolo dei calcoli allegato.

### I Progettisti

*Dott. Ing. Gregorio Bartolucci*

*Dott. Ing. Davide Giovannuzzi*

|  |   |                                    |                             |
|--|---|------------------------------------|-----------------------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona | Rev. 1  | Novembre 2018                      | Pagina <b>5</b> di <b>5</b> |
|  | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |                                    |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE SUI MATERIALI   | TAV2 - Relazione sui materiali.doc |                             |



**COMUNE DI AREZZO**  
Direzione Tecnica

Servizio OO.PP. e Manutenzione

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

## Progetto ESECUTIVO strutturale

GC03 - Fascicolo dei calcoli

Stato Modificato

Tavola:

Scala:

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio OO.PP. e Manutenzione

Consulenti Geologia ed Idraulica:

DOTT. GEOL. MASSIMILIANO ROSSI

DOTT. GEOL. FABIO POGGI

DOTT. ING. DAVIDE GIOVANNUZZI

DOTT. ING. GREGORIO BARTOLUCCI



**ProGeo** Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo

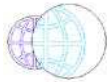
tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

partita IVA 01994080511

Data: Novembre 2018 Prot. n. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**



Progetto: Muro ca la Catona 1  
Ditta:  
Comune: Arezzo  
Progettista: ProgeoEngineering  
Direttore dei Lavori:  
Impresa:

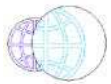
## Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

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



## Calcolo della spinta sul muro

### Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

### Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

### Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

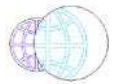
dove il coefficiente  $A$  vale

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

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.



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

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

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

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

## Verifica a ribaltamento

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

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

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

## Verifica a scorrimento

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

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

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

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

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

Nel caso di fondazione con dente, viene calcolata la resistenza passiva sviluppata lungo il cuneo passante per lo spigolo inferiore del dente, inclinato dell'angolo  $\rho$  (rispetto all'orizzontale). Tale cuneo viene individuato attraverso un procedimento iterativo. In dipendenza della geometria della fondazione e del dente, dei parametri geotecnici del terreno e del carico risultante in fondazione, tale cuneo può avere forma triangolare o trapezoidale. Detta  $N$  la componente normale del carico agente sul piano di posa della fondazione,  $Q$  l'aliquota di carico gravante sul cuneo passivo,  $S_p$  la resistenza passiva,  $L_c$  l'ampiezza del cuneo e indicando con  $\delta_r$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = (N - Q) \tan \delta_r + S_p + c_a L_c$$

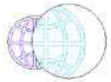
con  $L_r = B_r - L_c$

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

## Verifica al carico limite





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

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$ .  
Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

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

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

#### Fattori di profondità

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

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

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

#### Fattori di inclinazione

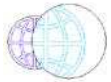
Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

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

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

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

## Verifica alla stabilità globale



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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$

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

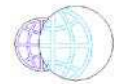
Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left( \frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre  $u_i$  ed  $l_i$  rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ( $l_i = b_i / \cos \alpha_i$ ).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in  $n$  strisce e dalla formula precedente si ricava  $\eta$ . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.



## Normativa

### N.T.C. 2018

#### Simbologia adottata

|                     |   |
|---------------------|---|
| $\gamma_{Gsfav}$    | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti                                 |
| $\gamma_{Gfav}$     | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti                                  |
| $\gamma_{Qsfav}$    | Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili                                  |
| $\gamma_{Qfav}$     | Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili                                   |
| $\gamma_{tan\phi'}$ | Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato                         |
| $\gamma_c$          | Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata                                 |
| $\gamma_{cu}$       | Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata                             |
| $\gamma_{qu}$       | Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo                                      |
| $\gamma_r$          | Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

| Carichi    | Effetto     |                  | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.30 | 1.00 | 1.30 | 1.10 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.50 | 1.30 | 1.50 | 1.50 |

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

| Parametri                            |                     | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|---------------------|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{tan\phi'}$ | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Coesione efficace                    | $\gamma_c$          | 1.00 | 1.25 | 1.25 | 1.00 |
| Resistenza non drenata               | $\gamma_{cu}$       | 1.00 | 1.40 | 1.40 | 1.00 |
| Resistenza a compressione uniassiale | $\gamma_{qu}$       | 1.00 | 1.60 | 1.60 | 1.00 |
| Peso dell'unità di volume            | $\gamma_r$          | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

| Carichi    | Effetto     |                  | A1   | A2   | EQU  | HYD  |
|------------|-------------|------------------|------|------|------|------|
| Permanenti | Favorevole  | $\gamma_{Gfav}$  | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.90 |
| Permanenti | Sfavorevole | $\gamma_{Gsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.10 |
| Variabili  | Favorevole  | $\gamma_{Qfav}$  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Variabili  | Sfavorevole | $\gamma_{Qsfav}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.50 |

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

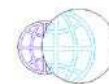
| Parametri                            |                     | M1   | M2   | M2   | M1   |
|--------------------------------------|---------------------|------|------|------|------|
| Tangente dell'angolo di attrito      | $\gamma_{tan\phi'}$ | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Coesione efficace        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

## FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

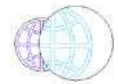
#### Verifica

|                                    | Coefficienti parziali |      |      |
|------------------------------------|-----------------------|------|------|
|                                    | R1                    | R2   | R3   |
| Capacità portante della fondazione | 1.00                  | 1.00 | 1.40 |
| Scorrimento                        | 1.00                  | 1.00 | 1.10 |
| Resistenza del terreno a valle     | 1.00                  | 1.00 | 1.40 |
| Stabilità globale                  |                       | 1.10 |      |



## Geometria muro e fondazione

| Descrizione                                 | Muro a mensola in c.a. |
|---|------------------------|
| Altezza del paramento                       | 2.10 [m]               |
| Spessore in sommità                         | 0.25 [m]               |
| Spessore all'attacco con la fondazione      | 0.25 [m]               |
| Inclinazione paramento esterno              | 0.00 [°]               |
| Inclinazione paramento interno              | 0.00 [°]               |
| Lunghezza del muro                          | 2.25 [m]               |
| <u>Fondazione</u>                           |                        |
| Lunghezza mensola fondazione di valle       | 4.50 [m]               |
| Lunghezza mensola fondazione di monte       | 0.00 [m]               |
| Lunghezza totale fondazione                 | 4.75 [m]               |
| Inclinazione piano di posa della fondazione | 0.00 [°]               |
| Spessore fondazione                         | 0.25 [m]               |
| Spessore magrone                            | 0.10 [m]               |
| Altezza dello sperone di fondazione         | 0.50 [m]               |
| Spessore dello sperone di fondazione        | 0.25 [m]               |



## Materiali utilizzati per la struttura

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Calcestruzzo</b>                               |                                 |
| Peso specifico                                    | 2500.0 [kg/mc]                  |
| Classe di Resistenza                              | C28/35                          |
| Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$ | 356.9 [kg/cm <sup>2</sup> ]     |
| Modulo elastico E                                 | 332299.69 [kg/cm <sup>2</sup> ] |
| <b>Acciaio</b>                                    |                                 |
| Tipo  | B450C                           |
| Tensione di snervamento $\sigma_{fa}$             | 4588.0 [kg/cm <sup>2</sup> ]    |

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

| N | X    | Y    | A    |
|---|------|------|------|
| 1 | 3.50 | 0.00 | 0.00 |

## Terreno a valle del muro

|  |      |     |
|--|------|-----|
| Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale   | 0.00 | [°] |
| Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento | 0.00 | [m] |

## Falda

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Quota della falda a monte del muro rispetto al piano di posa della fondazione | 2.10 | [m] |
| Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione | 0.20 | [m] |

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

| Nr.         | Indice del terreno                                    |
|-------------|---|
| Descrizione | Descrizione terreno                                   |
| $\gamma$    | Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]        |
| $\gamma_s$  | Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc] |
| $\phi$      | Angolo d'attrito interno espresso in [°]              |
| $\delta$    | Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]           |
| c           | Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]            |
| $c_a$       | Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ] |

| Descrizione | $\gamma$ | $\gamma_s$ | $\phi$ | $\delta$ | c     | $c_a$ |
|-------------|----------|------------|--------|----------|-------|-------|
| Terreno 1   | 1850     | 2000       | 20.00  | 13.33    | 0.050 | 0.025 |
| Terreno 2   | 2000     | 2100       | 23.00  | 15.33    | 0.125 | 0.065 |
| Terreno 3   | 1850     | 2000       | 35.00  | 23.33    | 0.150 | 0.050 |

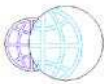
## Stratigrafia

### Simbologia adottata

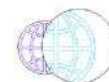
|         |  |
|---------|--|
| N       | Indice dello strato  |
| H       | Spessore dello strato espresso in [m]                              |
| a       | Inclinazione espressa in [°]                                       |
| $K_w$   | Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup>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

| Nr. | H    | a     | $K_w$ | $K_s$ | Terreno   |
|-----|------|-------|-------|-------|-----------|
| 1   | 1.50 | 19.00 | 0.00  | 0.00  | Terreno 3 |





|   |      |      |      |      |           |
|---|------|------|------|------|-----------|
| 2 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | Terreno 1 |
| 3 | 2.00 | 0.00 | 2.33 | 0.00 | Terreno 2 |



## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

|          |  |
|----------|--|
| F/S      | Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole) |
| $\gamma$ | Coefficiente di partecipazione della condizione          |
| $\Psi$   | Coefficiente di combinazione della condizione            |

#### Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

#### Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.30     | 1.00   | 1.30            |

#### Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

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

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 6 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | FAV  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 9 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

|                         | S/F  | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|------|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | SFAV | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 10 - Quasi Permanente (SLE)

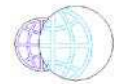
|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 11 - Frequente (SLE)

|                         | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|-------------------------|-----|----------|--------|-----------------|
| Peso proprio muro       | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Peso proprio terrapieno | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |
| Spinta terreno          | --  | 1.00     | 1.00   | 1.00            |

#### Combinazione n° 12 - Rara (SLE)

|  | S/F | $\gamma$ | $\Psi$ | $\gamma^* \Psi$ |
|--|-----|----------|--------|-----------------|
|--|-----|----------|--------|-----------------|



|                         |    |      |      |      |
|-------------------------|----|------|------|------|
| Peso proprio muro       | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Peso proprio terrapieno | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Spinta terreno          | -- | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

## Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

**Stato limite**

### Impostazioni verifiche SLU

#### Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

|   |      |
|---|------|
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione     | 1.50 |
| Coefficiente di sicurezza acciaio                     | 1.15 |
| Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica   | 0.83 |
| Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo     | 0.85 |
| Coefficiente di sicurezza per la sezione              | 1.00 |

### Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali  
Armatura ad aderenza migliorata

Ordinarie

#### Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature  
Valori limite delle aperture delle fessure

Poco sensibile

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

#### Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara  $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$  -  $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente  $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

#### Calcolo della portanza

metodo di Meyerhof

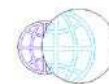
Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

### Impostazioni avanzate

Terreno a monte a elevata permeabilità

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

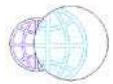


## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <i>C</i>                 | Identificativo della combinazione       |
| <i>Tipo</i>              | Tipo combinazione                       |
| <i>Sisma</i>             | Combinazione sismica                    |
| <i>CS<sub>sco</sub></i>  | Coeff. di sicurezza allo scorrimento    |
| <i>CS<sub>rib</sub></i>  | Coeff. di sicurezza al ribaltamento     |
| <i>CS<sub>qlim</sub></i> | Coeff. di sicurezza a carico limite     |
| <i>CS<sub>stab</sub></i> | Coeff. di sicurezza a stabilità globale |

| <b>C</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sisma</b>                     | <b>CS<sub>sco</sub></b> | <b>CS<sub>rib</sub></b> | <b>CS<sub>qlim</sub></b> | <b>CS<sub>stab</sub></b> |
|----------|-------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1        | A1-M1 - [1] | --                               | 1.13                    | --                      | 24.54                    | --                       |
| 2        | EQU - [1]   | --                               | --                      | 3.24                    | --                       | --                       |
| 3        | STAB - [1]  | --                               | --                      | --                      | --                       | 1.95                     |
| 4        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale positivo | 1.31                    | --                      | 16.14                    | --                       |
| 5        | A1-M1 - [2] | Orizzontale + Verticale negativo | 1.28                    | --                      | 20.29                    | --                       |
| 6        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | 3.05                    | --                       | --                       |
| 7        | EQU - [2]   | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | 3.89                    | --                       | --                       |
| 8        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale positivo | --                      | --                      | --                       | 1.92                     |
| 9        | STAB - [2]  | Orizzontale + Verticale negativo | --                      | --                      | --                       | 1.92                     |
| 10       | SLEQ - [1]  | --                               | 1.58                    | --                      | 14.62                    | --                       |
| 11       | SLEF - [1]  | --                               | 1.58                    | --                      | 14.62                    | --                       |
| 12       | SLER - [1]  | --                               | 1.58                    | --                      | 14.62                    | --                       |



## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte  
Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto  
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

|                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| Calcolo della spinta                  | metodo di Culmann   |
| Calcolo del carico limite             | metodo di Meyerhof  |
| Calcolo della stabilità globale       | metodo di Fellenius |
| Calcolo della spinta in condizioni di | Spinta attiva       |

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

|                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Latitudine                           | 43.434000                     |
| Longitudine                          | 11.780000                     |
| Comune                               |                               |
| Provincia                            |                               |
| Regione                              |                               |
| Punti di interpolazione del reticolo | 21620 - 21621 - 21399 - 21398 |

#### **Tipo di opera**

|                     |  |
|---------------------|--|
| Tipo di costruzione | Opera ordinaria                                      |
| Vita nominale       | 50 anni  |
| Classe d'uso        | II - Normali affollamenti e industrie non pericolose |
| Vita di riferimento | 50 anni  |

#### **Combinazioni SLU**

|   |   |
|---|---|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 1.46 [m/s <sup>2</sup> ]                  |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.48                                      |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                                      |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.38                                      |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                                      |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 8.40$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v = 0.50 * k_h = 4.20$                 |

#### **Combinazioni SLE**

|   |   |
|---|---|
| Accelerazione al suolo $a_g$                              | 0.60 [m/s <sup>2</sup> ]                  |
| Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S) | 1.50                                      |
| Coefficiente di amplificazione topografica (St)           | 1.00                                      |
| Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )                      | 0.47                                      |
| Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale          | 0.50                                      |
| Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)  | $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 4.33$ |
| Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)    | $k_v = 0.50 * k_h = 2.16$                 |

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Forma diagramma incremento sismico | Stessa forma diagramma statico |
|------------------------------------|--------------------------------|

|  |          |
|--|----------|
| Partecipazione spinta passiva (percento) | 50.0     |
| Lunghezza del muro                       | 2.25 [m] |

|                     |                 |
|---------------------|-----------------|
| Peso muro           | 4593.75 [kg]    |
| Baricentro del muro | X=-1.58 Y=-1.91 |

### Superficie di spinta

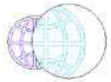
|   |                    |
|---|--------------------|
| Punto inferiore superficie di spinta                        | X = 0.00 Y = -2.85 |
| Punto superiore superficie di spinta                        | X = 0.00 Y = 0.00  |
| Altezza della superficie di spinta                          | 2.85 [m]           |
| Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) | 0.00 [°]           |

### COMBINAZIONE n° 1

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

|   |             |
|---|-------------|
| Valore della spinta statica                 | 731.47 [kg] |
| Componente orizzontale della spinta statica | 708.29 [kg] |





|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Componente verticale della spinta statica                    | 182.70   | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.00 | [m]  | Y = -2.04 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 14.46    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.95    | [°]  |           |     |

|   |          |      |           |     |
|---|----------|------|-----------|-----|
| Spinta falda                                  | 4394.00  | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.98 | [m] |
| Sottospinta falda                             | 1235.00  | [kg] |           |     |

|   |          |      |          |     |
|---|----------|------|----------|-----|
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 0.00     | [kg] |          |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.00 | [m]  | Y = 0.00 | [m] |

Risultanti

|   |          |       |  |  |
|---|----------|-------|--|--|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 5102.29  | [kg]  |  |  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 3541.45  | [kg]  |  |  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -50.79   | [kg]  |  |  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -3261.10 | [kg]  |  |  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 3541.45  | [kg]  |  |  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 5102.29  | [kg]  |  |  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.64    | [m]   |  |  |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.75     | [m]   |  |  |
| Risultante in fondazione                              | 6210.90  | [kg]  |  |  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 55.24    | [°]   |  |  |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -2260.48 | [kgm] |  |  |
| Carico ultimo della fondazione                        | 86893.76 | [kg]  |  |  |

Tensioni sul terreno

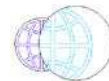
|  |        |                       |  |  |
|--|--------|-----------------------|--|--|
| Lunghezza fondazione reagente          | 4.75   | [m]                   |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di valle | 0.0144 | [kg/cm <sup>2</sup> ] |  |  |
| Tensione terreno allo spigolo di monte | 0.1347 | [kg/cm <sup>2</sup> ] |  |  |

Fattori per il calcolo della capacità portante

|   |               |               |                    |
|---|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 18.05$ | $N_q = 8.66$  | $N_\gamma = 4.82$  |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.18$  | $i_q = 0.18$  | $i_\gamma = 1.61$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.02$  | $d_q = 1.01$  | $d_\gamma = 1.01$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |               |               |                    |
|   | $N'_c = 3.23$ | $N'_q = 1.54$ | $N'_\gamma = 7.84$ |

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|   |       |
|---|-------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.13  |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 24.54 |



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 1

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

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

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.11 | 65.63   | 0.00    | 0.00    |
| 3   | 0.21 | 131.25  | 0.00    | 0.00    |
| 4   | 0.32 | 196.88  | 0.06    | 2.75    |
| 5   | 0.42 | 262.50  | 1.06    | 18.79   |
| 6   | 0.53 | 328.13  | 4.51    | 49.16   |
| 7   | 0.63 | 393.75  | 11.89   | 93.86   |
| 8   | 0.74 | 459.38  | 24.72   | 152.90  |
| 9   | 0.84 | 525.00  | 44.50   | 226.27  |
| 10  | 0.95 | 590.63  | 72.74   | 313.97  |
| 11  | 1.05 | 656.25  | 110.93  | 416.00  |
| 12  | 1.16 | 721.88  | 160.60  | 532.37  |
| 13  | 1.26 | 787.50  | 223.23  | 663.07  |
| 14  | 1.37 | 853.13  | 300.34  | 808.10  |
| 15  | 1.47 | 918.75  | 393.43  | 967.46  |
| 16  | 1.58 | 984.38  | 505.24  | 1177.83 |
| 17  | 1.68 | 1050.00 | 642.55  | 1441.60 |
| 18  | 1.79 | 1115.63 | 808.76  | 1727.91 |
| 19  | 1.89 | 1181.25 | 1006.19 | 2036.46 |
| 20  | 2.00 | 1246.88 | 1237.19 | 2367.14 |
| 21  | 2.10 | 1312.50 | 1504.03 | 2718.56 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 1

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

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

| Nr. | X    | M        | T       |
|-----|------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00     | 0.00    |
| 2   | 0.45 | -44.81   | -190.62 |
| 3   | 0.90 | -163.87  | -329.99 |
| 4   | 1.35 | -334.12  | -418.11 |
| 5   | 1.80 | -532.48  | -454.97 |
| 6   | 2.25 | -735.90  | -440.58 |
| 7   | 2.70 | -921.32  | -374.94 |
| 8   | 3.15 | -1065.66 | -258.04 |
| 9   | 3.60 | -1145.86 | -89.88  |
| 10  | 4.05 | -1138.87 | 129.52  |
| 11  | 4.50 | -1021.60 | 400.18  |

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 1

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

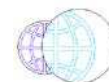
CS coefficiente sicurezza sezione

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

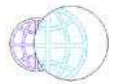
V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

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

| Nr. | Y | B, H | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|



|    |      |         |       |      |        |        |         |       |    |    |
|----|------|---------|-------|------|--------|--------|---------|-------|----|----|
| 1  | 0.00 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0      | 0      | 1000.00 | 11476 | -- | -- |
| 2  | 0.11 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 378333 | 0      | 5765.08 | 11484 | -- | -- |
| 3  | 0.21 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 378333 | 0      | 2882.54 | 11492 | -- | -- |
| 4  | 0.32 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 377958 | -114   | 1919.79 | 11501 | -- | -- |
| 5  | 0.42 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 373363 | -1514  | 1422.34 | 11509 | -- | -- |
| 6  | 0.53 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 362013 | -4971  | 1103.28 | 11517 | -- | -- |
| 7  | 0.63 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 324351 | -9793  | 823.75  | 11525 | -- | -- |
| 8  | 0.74 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 253161 | -13622 | 551.10  | 11534 | -- | -- |
| 9  | 0.84 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 185716 | -15741 | 353.75  | 11542 | -- | -- |
| 10 | 0.95 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 125000 | -15394 | 211.64  | 11550 | -- | -- |
| 11 | 1.05 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 76779  | -12979 | 117.00  | 11558 | -- | -- |
| 12 | 1.16 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 49430  | -10997 | 68.47   | 11567 | -- | -- |
| 13 | 1.26 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 33788  | -9578  | 42.91   | 11575 | -- | -- |
| 14 | 1.37 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 24921  | -8773  | 29.21   | 11583 | -- | -- |
| 15 | 1.47 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 19296  | -8263  | 21.00   | 11591 | -- | -- |
| 16 | 1.58 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 15413  | -7911  | 15.66   | 11600 | -- | -- |
| 17 | 1.68 | 100, 25 | 13.82 | 8.17 | 20063  | -12278 | 19.11   | 13808 | -- | -- |
| 18 | 1.79 | 100, 25 | 19.48 | 8.17 | 22354  | -16205 | 20.04   | 15472 | -- | -- |
| 19 | 1.89 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 16512  | -14065 | 13.98   | 14790 | -- | -- |
| 20 | 2.00 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 13978  | -13869 | 11.21   | 14799 | -- | -- |
| 21 | 2.10 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 11968  | -13714 | 9.12    | 14807 | -- | -- |



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 1

#### Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kg]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kgm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| V <sub>Red</sub> | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]          |
| V <sub>Rsd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]    |
| VRd              | Resistenza al taglio, espresso in [kg]                          |

### Fondazione di valle

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

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Red</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | 0              | 1000.00 | 11338           | --               | --               |
| 2   | 0.45 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 104.81  | 11338           | --               | --               |
| 3   | 0.90 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 28.66   | 11338           | --               | --               |
| 4   | 1.35 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 14.06   | 11338           | --               | --               |
| 5   | 1.80 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 8.82    | 11338           | --               | --               |
| 6   | 2.25 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 6.38    | 11338           | --               | --               |
| 7   | 2.70 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 5.10    | 11338           | --               | --               |
| 8   | 3.15 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 4.41    | 11338           | --               | --               |
| 9   | 3.60 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 4.10    | 11338           | --               | --               |
| 10  | 4.05 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 4.12    | 11338           | --               | --               |
| 11  | 4.50 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 4.60    | 11338           | --               | --               |

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=25 [cm]

A<sub>fi</sub>=5.65 [cmq] A<sub>fs</sub>=5.65 [cmq]

Sollecitazioni M=1701.6 [kgm] T=5102.3 [kg]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 4696.86 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 2.76

### COMBINAZIONE n° 2

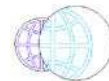
|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 731.47   | [kg] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 708.29   | [kg] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 182.70   | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.00 | [m]  | Y = -2.04 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 14.46    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 50.95    | [°]  |           |     |
| Spinta falda   | 4394.00  | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.98 | [m] |
| Sottospinta falda  | 1235.00  | [kg] |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 0.00     | [kg] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.00 | [m]  | Y = 0.00  | [m] |

### Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 5102.29  | [kg]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 3541.45  | [kg]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -50.79   | [kg]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -3261.10 | [kg]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 4762.80  | [kgm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 15434.21 | [kgm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 3541.45  | [kg]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 5102.29  | [kg]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.64    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.75     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 6210.90  | [kg]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 55.24    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -2260.48 | [kgm] |

### COEFFICIENTI DI SICUREZZA

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.24 |
|--|------|



## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 3

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]  
 $\alpha$  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]  
Ctn, Ctt contributo tiranti espresso in [kg]

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.86 Y[m]= 1.29

Raggio del cerchio R[m]= 5.33

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

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.32

Larghezza della striscia dx[m]= 0.37

Coefficiente di sicurezza C= 1.95

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin $\alpha$ | b/cos $\alpha$ | $\phi$ | c    | u    | Ctn | Ctt |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|------|------|-----|-----|
| 1        | 364.28  | 69.82              | 341.92        | 1.08           | 16.43  | 0.04 | 0.03 | --- | --- |
| 2        | 982.35  | 60.37              | 853.93        | 0.75           | 16.23  | 0.04 | 0.11 | --- | --- |
| 3        | 1409.36 | 53.00              | 1125.55       | 0.62           | 16.54  | 0.05 | 0.17 | --- | --- |
| 4        | 1749.48 | 46.75              | 1274.32       | 0.54           | 18.76  | 0.10 | 0.21 | --- | --- |
| 5        | 2030.97 | 41.17              | 1337.06       | 0.49           | 18.76  | 0.10 | 0.25 | --- | --- |
| 6        | 2263.72 | 36.04              | 1331.86       | 0.46           | 18.76  | 0.10 | 0.28 | --- | --- |
| 7        | 2457.49 | 31.23              | 1273.98       | 0.43           | 18.76  | 0.10 | 0.30 | --- | --- |
| 8        | 2618.45 | 26.65              | 1174.36       | 0.42           | 18.76  | 0.10 | 0.32 | --- | --- |
| 9        | 2750.76 | 22.25              | 1041.43       | 0.40           | 18.76  | 0.10 | 0.34 | --- | --- |
| 10       | 2857.33 | 17.98              | 882.08        | 0.39           | 18.76  | 0.10 | 0.35 | --- | --- |
| 11       | 2940.21 | 13.82              | 702.21        | 0.38           | 18.76  | 0.10 | 0.36 | --- | --- |
| 12       | 3191.72 | 9.73               | 539.26        | 0.38           | 18.76  | 0.10 | 0.37 | --- | --- |
| 13       | 2067.83 | 5.69               | 204.89        | 0.37           | 18.76  | 0.10 | 0.19 | --- | --- |
| 14       | 1546.23 | 1.67               | 45.18         | 0.37           | 18.76  | 0.10 | 0.19 | --- | --- |
| 15       | 1544.57 | -2.33              | -62.79        | 0.37           | 18.76  | 0.10 | 0.19 | --- | --- |
| 16       | 1522.51 | -6.35              | -168.27       | 0.37           | 18.76  | 0.10 | 0.19 | --- | --- |
| 17       | 1478.29 | -10.39             | -266.67       | 0.38           | 18.76  | 0.10 | 0.18 | --- | --- |
| 18       | 1448.60 | -14.49             | -362.53       | 0.38           | 18.76  | 0.10 | 0.17 | --- | --- |
| 19       | 1405.63 | -18.67             | -450.00       | 0.39           | 18.76  | 0.10 | 0.16 | --- | --- |
| 20       | 1338.86 | -22.96             | -522.20       | 0.40           | 18.76  | 0.10 | 0.15 | --- | --- |
| 21       | 1246.23 | -27.38             | -573.18       | 0.42           | 18.76  | 0.10 | 0.13 | --- | --- |
| 22       | 1124.97 | -32.00             | -596.07       | 0.44           | 18.76  | 0.10 | 0.11 | --- | --- |
| 23       | 786.77  | -36.86             | -471.90       | 0.46           | 18.76  | 0.10 | 0.08 | --- | --- |
| 24       | 464.29  | -42.05             | -310.98       | 0.50           | 29.26  | 0.12 | 0.05 | --- | --- |
| 25       | 158.85  | -47.72             | -117.53       | 0.55           | 29.26  | 0.12 | 0.01 | --- | --- |

$\Sigma W_i = 41749.74$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8225.93$  [kg]

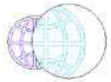
$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 12580.61$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 10576.92$  [kg]

### COMBINAZIONE n° 4

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 349.05   | [kg] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 338.51   | [kg] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 85.14    | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 14.12    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.70    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 505.42   | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 32.76    | [°]  |           |     |





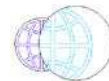
|   |          |                       |           |     |
|---|----------|-----------------------|-----------|-----|
| Spinta falda  | 3380.00  | [kg]                  |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda           | X = 0.00 | [m]                   | Y = -1.98 | [m] |
| Sottospinta falda                                       | 950.00   | [kg]                  |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte       | 0.00     | [kg]                  |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte | X = 0.00 | [m]                   | Y = 0.00  | [m] |
| Inerzia del muro  | 385.65   | [kg]                  |           |     |
| Inerzia verticale del muro                              | 192.82   | [kg]                  |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte              | 0.00     | [kg]                  |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte    | 0.00     | [kg]                  |           |     |
| <b><u>Risultanti</u></b>                                |          |                       |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale    | 4594.31  | [kg]                  |           |     |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale      | 4044.99  | [kg]                  |           |     |
| Resistenza passiva a valle del muro                     | -50.79   | [kg]                  |           |     |
| Resistenza passiva dente di fondazione                  | -3449.83 | [kg]                  |           |     |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione       | 4044.99  | [kg]                  |           |     |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione   | 4594.31  | [kg]                  |           |     |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione    | -0.62    | [m]                   |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                           | 4.75     | [m]                   |           |     |
| Risultante in fondazione                                | 6121.24  | [kg]                  |           |     |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)   | 48.64    | [°]                   |           |     |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione         | -2493.99 | [kgm]                 |           |     |
| Carico ultimo della fondazione                          | 65281.47 | [kg]                  |           |     |
| <b><u>Tensioni sul terreno</u></b>                      |          |                       |           |     |
| Lunghezza fondazione reagente                           | 4.75     | [m]                   |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di valle                  | 0.0188   | [kg/cm <sup>2</sup> ] |           |     |
| Tensione terreno allo spigolo di monte                  | 0.1515   | [kg/cm <sup>2</sup> ] |           |     |

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

|   |               |               |                    |
|---|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b>   | $N_c = 18.05$ | $N_q = 8.66$  | $N_\gamma = 4.82$  |
| <b>Fattori forma</b>  | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$  | $s_\gamma = 1.00$  |
| <b>Fattori inclinazione</b>   | $i_c = 0.24$  | $i_q = 0.24$  | $i_\gamma = 0.97$  |
| <b>Fattori profondità</b>   | $d_c = 1.02$  | $d_q = 1.01$  | $d_\gamma = 1.01$  |
| I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio. |               |               |                    |
|   | $N'_c = 4.45$ | $N'_q = 2.12$ | $N'_\gamma = 4.71$ |

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|   |       |
|---|-------|
| Coefficiente di sicurezza a scorrimento   | 1.31  |
| Coefficiente di sicurezza a carico ultimo | 16.14 |



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

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

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.11 | 65.63   | 0.29    | 5.51    |
| 3   | 0.21 | 131.25  | 1.16    | 11.02   |
| 4   | 0.32 | 196.88  | 2.65    | 18.64   |
| 5   | 0.42 | 262.50  | 5.45    | 36.49   |
| 6   | 0.53 | 328.13  | 10.70   | 65.36   |
| 7   | 0.63 | 393.75  | 19.56   | 105.26  |
| 8   | 0.74 | 459.38  | 33.19   | 156.18  |
| 9   | 0.84 | 525.00  | 52.74   | 218.12  |
| 10  | 0.95 | 590.63  | 79.38   | 291.10  |
| 11  | 1.05 | 656.25  | 114.26  | 375.09  |
| 12  | 1.16 | 721.88  | 158.53  | 470.11  |
| 13  | 1.26 | 787.50  | 213.37  | 576.16  |
| 14  | 1.37 | 853.13  | 279.91  | 693.23  |
| 15  | 1.47 | 918.75  | 359.33  | 821.33  |
| 16  | 1.58 | 984.38  | 454.25  | 1004.40 |
| 17  | 1.68 | 1050.00 | 572.22  | 1246.91 |
| 18  | 1.79 | 1115.63 | 716.92  | 1513.11 |
| 19  | 1.89 | 1181.25 | 890.79  | 1802.64 |
| 20  | 2.00 | 1246.88 | 1096.29 | 2115.39 |
| 21  | 2.10 | 1312.50 | 1335.77 | 2449.22 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

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

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.45 | -39.97  | -168.22 |
| 3   | 0.90 | -142.91 | -279.88 |
| 4   | 1.35 | -283.38 | -335.00 |
| 5   | 1.80 | -435.93 | -333.57 |
| 6   | 2.25 | -575.12 | -275.60 |
| 7   | 2.70 | -675.49 | -161.07 |
| 8   | 3.15 | -711.60 | 10.00   |
| 9   | 3.60 | -658.00 | 237.63  |
| 10  | 4.05 | -489.25 | 521.80  |
| 11  | 4.50 | -179.90 | 862.52  |

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 4

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

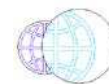
CS coefficiente sicurezza sezione

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

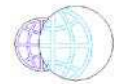
V<sub>Rsd</sub> Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]

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

| Nr. | Y | B, H | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|



|    |      |         |       |      |        |        |         |       |    |    |
|----|------|---------|-------|------|--------|--------|---------|-------|----|----|
| 1  | 0.00 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0      | 0      | 1000.00 | 11476 | -- | -- |
| 2  | 0.11 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 372937 | -1644  | 5682.86 | 11484 | -- | -- |
| 3  | 0.21 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 367693 | -3241  | 2801.47 | 11492 | -- | -- |
| 4  | 0.32 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 362329 | -4875  | 1840.40 | 11501 | -- | -- |
| 5  | 0.42 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 354206 | -7349  | 1349.36 | 11509 | -- | -- |
| 6  | 0.53 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 316261 | -10310 | 963.84  | 11517 | -- | -- |
| 7  | 0.63 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 264259 | -13126 | 671.13  | 11525 | -- | -- |
| 8  | 0.74 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 209302 | -15121 | 455.62  | 11534 | -- | -- |
| 9  | 0.84 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 159833 | -16057 | 304.44  | 11542 | -- | -- |
| 10 | 0.95 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 109833 | -14761 | 185.96  | 11550 | -- | -- |
| 11 | 1.05 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 73110  | -12729 | 111.41  | 11558 | -- | -- |
| 12 | 1.16 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 50516  | -11094 | 69.98   | 11567 | -- | -- |
| 13 | 1.26 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 36136  | -9791  | 45.89   | 11575 | -- | -- |
| 14 | 1.37 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 27435  | -9001  | 32.16   | 11583 | -- | -- |
| 15 | 1.47 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 21681  | -8479  | 23.60   | 11591 | -- | -- |
| 16 | 1.58 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 17567  | -8106  | 17.85   | 11600 | -- | -- |
| 17 | 1.68 | 100, 25 | 13.82 | 8.17 | 22976  | -12521 | 21.88   | 13808 | -- | -- |
| 18 | 1.79 | 100, 25 | 19.48 | 8.17 | 25602  | -16452 | 22.95   | 15472 | -- | -- |
| 19 | 1.89 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 18894  | -14248 | 16.00   | 14790 | -- | -- |
| 20 | 2.00 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 15947  | -14021 | 12.79   | 14799 | -- | -- |
| 21 | 2.10 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 13599  | -13840 | 10.36   | 14807 | -- | -- |



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 4

#### Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kg]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kgm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| V <sub>Rd</sub>  | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]          |
| V <sub>Rsd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]    |
| VRd              | Resistenza al taglio, espresso in [kg]                          |

### Fondazione di valle

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

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | 0              | 1000.00 | 11338           | --               | --              | --               |
| 2   | 0.45 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 117.51  | 11338           | --               | --              | --               |
| 3   | 0.90 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 32.87   | 11338           | --               | --              | --               |
| 4   | 1.35 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 16.57   | 11338           | --               | --              | --               |
| 5   | 1.80 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 10.77   | 11338           | --               | --              | --               |
| 6   | 2.25 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 8.17    | 11338           | --               | --              | --               |
| 7   | 2.70 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 6.95    | 11338           | --               | --              | --               |
| 8   | 3.15 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 6.60    | 11338           | --               | --              | --               |
| 9   | 3.60 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 7.14    | 11338           | --               | --              | --               |
| 10  | 4.05 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 9.60    | 11338           | --               | --              | --               |
| 11  | 4.50 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 26.11   | 11338           | --               | --              | --               |

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=25 [cm]

A<sub>fi</sub>=5.65 [cmq] A<sub>fs</sub>=5.65 [cmq]

Sollecitazioni M=1532.2 [kgm] T=4594.3 [kg]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 4696.86 [kgm]

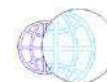
Coeff.sicurezza sezione = 3.07

### COMBINAZIONE n° 5

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 349.05   | [kg] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 338.51   | [kg] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 85.14    | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 14.12    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.70    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 422.40   | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 32.76    | [°]  |           |     |
| Spinta falda   | 3380.00  | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.98 | [m] |
| Sottospinta falda  | 950.00   | [kg] |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 0.00     | [kg] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.00 | [m]  | Y = 0.00  | [m] |
| Inerzia del muro   | 385.65   | [kg] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -192.82  | [kg] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 0.00     | [kg] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 0.00     | [kg] |           |     |

### Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 4513.79  | [kg]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 3639.09  | [kg]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -50.79   | [kg]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -3249.26 | [kg]  |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 3639.09  | [kg]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 4513.79  | [kg]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.60    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.75     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 5798.04  | [kg]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 51.12    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -2178.16 | [kgm] |



Carico ultimo della fondazione 73854.53 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 4.75 [m]  
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0.0187 [kg/cm<sup>2</sup>]  
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0.1345 [kg/cm<sup>2</sup>]

Fattori per il calcolo della capacità portante

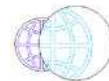
|                                 |               |              |                   |
|---------------------------------|---------------|--------------|-------------------|
| <b>Coeff. capacità portante</b> | $N_c = 18.05$ | $N_q = 8.66$ | $N_\gamma = 4.82$ |
| <b>Fattori forma</b>            | $s_c = 1.00$  | $s_q = 1.00$ | $s_\gamma = 1.00$ |
| <b>Fattori inclinazione</b>     | $i_c = 0.22$  | $i_q = 0.22$ | $i_\gamma = 1.20$ |
| <b>Fattori profondità</b>       | $d_c = 1.02$  | $d_q = 1.01$ | $d_\gamma = 1.01$ |

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

|  |               |               |                    |
|--|---------------|---------------|--------------------|
|  | $N'_c = 3.96$ | $N'_q = 1.88$ | $N'_\gamma = 5.83$ |
|--|---------------|---------------|--------------------|

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.28  
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 20.29



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 5

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

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

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.11 | 65.63   | 0.29    | 5.51    |
| 3   | 0.21 | 131.25  | 1.16    | 11.02   |
| 4   | 0.32 | 196.88  | 2.65    | 18.64   |
| 5   | 0.42 | 262.50  | 5.45    | 36.49   |
| 6   | 0.53 | 328.13  | 10.70   | 65.36   |
| 7   | 0.63 | 393.75  | 19.56   | 105.26  |
| 8   | 0.74 | 459.38  | 33.19   | 156.18  |
| 9   | 0.84 | 525.00  | 52.74   | 218.12  |
| 10  | 0.95 | 590.63  | 79.38   | 291.10  |
| 11  | 1.05 | 656.25  | 114.26  | 375.09  |
| 12  | 1.16 | 721.88  | 158.53  | 470.11  |
| 13  | 1.26 | 787.50  | 213.37  | 576.16  |
| 14  | 1.37 | 853.13  | 279.91  | 693.23  |
| 15  | 1.47 | 918.75  | 359.33  | 821.33  |
| 16  | 1.58 | 984.38  | 454.20  | 1003.15 |
| 17  | 1.68 | 1050.00 | 571.91  | 1243.02 |
| 18  | 1.79 | 1115.63 | 716.05  | 1506.22 |
| 19  | 1.89 | 1181.25 | 889.03  | 1792.42 |
| 20  | 2.00 | 1246.88 | 1093.25 | 2101.47 |
| 21  | 2.10 | 1312.50 | 1331.07 | 2431.31 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 5

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

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

| Nr. | X    | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.45 | -40.65  | -172.46 |
| 3   | 0.90 | -147.80 | -295.52 |
| 4   | 1.35 | -299.22 | -369.21 |
| 5   | 1.80 | -472.68 | -393.50 |
| 6   | 2.25 | -645.96 | -368.41 |
| 7   | 2.70 | -796.84 | -293.92 |
| 8   | 3.15 | -903.08 | -170.06 |
| 9   | 3.60 | -942.48 | 3.20    |
| 10  | 4.05 | -892.80 | 225.84  |
| 11  | 4.50 | -731.81 | 497.87  |

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 5

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

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

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

CS coefficiente sicurezza sezione

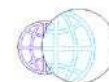
V<sub>Rcd</sub> Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]

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

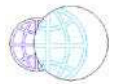
V<sub>Rd</sub> Resistenza al taglio, espresso in [kg]

| Nr. | Y | B, H | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rcd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|
|-----|---|------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----|-----------------|------------------|------------------|





|    |      |         |       |      |        |        |         |       |    |    |
|----|------|---------|-------|------|--------|--------|---------|-------|----|----|
| 1  | 0.00 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0      | 0      | 1000.00 | 11476 | -- | -- |
| 2  | 0.11 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 372937 | -1644  | 5682.86 | 11484 | -- | -- |
| 3  | 0.21 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 367693 | -3241  | 2801.47 | 11492 | -- | -- |
| 4  | 0.32 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 362329 | -4875  | 1840.40 | 11501 | -- | -- |
| 5  | 0.42 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 354206 | -7349  | 1349.36 | 11509 | -- | -- |
| 6  | 0.53 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 316261 | -10310 | 963.84  | 11517 | -- | -- |
| 7  | 0.63 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 264259 | -13126 | 671.13  | 11525 | -- | -- |
| 8  | 0.74 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 209302 | -15121 | 455.62  | 11534 | -- | -- |
| 9  | 0.84 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 159833 | -16057 | 304.44  | 11542 | -- | -- |
| 10 | 0.95 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 109833 | -14761 | 185.96  | 11550 | -- | -- |
| 11 | 1.05 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 73110  | -12729 | 111.41  | 11558 | -- | -- |
| 12 | 1.16 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 50516  | -11094 | 69.98   | 11567 | -- | -- |
| 13 | 1.26 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 36136  | -9791  | 45.89   | 11575 | -- | -- |
| 14 | 1.37 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 27435  | -9001  | 32.16   | 11583 | -- | -- |
| 15 | 1.47 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 21681  | -8479  | 23.60   | 11591 | -- | -- |
| 16 | 1.58 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 17569  | -8106  | 17.85   | 11600 | -- | -- |
| 17 | 1.68 | 100, 25 | 13.82 | 8.17 | 22990  | -12522 | 21.90   | 13808 | -- | -- |
| 18 | 1.79 | 100, 25 | 19.48 | 8.17 | 25638  | -16455 | 22.98   | 15472 | -- | -- |
| 19 | 1.89 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 18936  | -14251 | 16.03   | 14790 | -- | -- |
| 20 | 2.00 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 15995  | -14025 | 12.83   | 14799 | -- | -- |
| 21 | 2.10 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 13651  | -13844 | 10.40   | 14807 | -- | -- |



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 5

#### Simbologia adottata

|                  |   |
|------------------|---|
| B                | base della sezione espressa in [cm]                             |
| H                | altezza della sezione espressa in [cm]                          |
| A <sub>fi</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq] |
| A <sub>fs</sub>  | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq] |
| N <sub>u</sub>   | sforzo normale ultimo espresso in [kg]                          |
| M <sub>u</sub>   | momento ultimo espresso in [kgm]                                |
| CS               | coefficiente sicurezza sezione                                  |
| V <sub>Rd</sub>  | Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kg]          |
| V <sub>Rsd</sub> | Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kg]    |
| VRd              | Resistenza al taglio, espresso in [kg]                          |

### Fondazione di valle

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

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | N <sub>u</sub> | M <sub>u</sub> | CS      | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> | V <sub>Rd</sub> | V <sub>Rsd</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | 0              | 1000.00 | 11338           | --               | --              | --               |
| 2   | 0.45 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 115.53  | 11338           | --               | --              | --               |
| 3   | 0.90 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 31.78   | 11338           | --               | --              | --               |
| 4   | 1.35 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 15.70   | 11338           | --               | --              | --               |
| 5   | 1.80 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 9.94    | 11338           | --               | --              | --               |
| 6   | 2.25 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 7.27    | 11338           | --               | --              | --               |
| 7   | 2.70 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 5.89    | 11338           | --               | --              | --               |
| 8   | 3.15 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 5.20    | 11338           | --               | --              | --               |
| 9   | 3.60 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 4.98    | 11338           | --               | --              | --               |
| 10  | 4.05 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 5.26    | 11338           | --               | --              | --               |
| 11  | 4.50 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0              | -4697          | 6.42    | 11338           | --               | --              | --               |

### Verifica sperone di fondazione

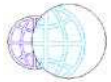
Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=25 [cm]  
A<sub>fi</sub>=5.65 [cmq] A<sub>fs</sub>=5.65 [cmq]  
Sollecitazioni M=1505.4 [kgm] T=4513.8 [kg]  
Momento ultimo sezione M<sub>u</sub>= 4696.86 [kgm]  
Coeff.sicurezza sezione = 3.12

### COMBINAZIONE n° 6

|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 349.05   | [kg] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 338.51   | [kg] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 85.14    | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 14.12    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.70    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 861.58   | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 32.76    | [°]  |           |     |
| Spinta falda   | 3380.00  | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.98 | [m] |
| Sottospinta falda  | 950.00   | [kg] |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 0.00     | [kg] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.00 | [m]  | Y = 0.00  | [m] |
| Inerzia del muro   | 578.47   | [kg] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | -289.24  | [kg] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 0.00     | [kg] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 0.00     | [kg] |           |     |

### Risultanti

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 5132.53  | [kg]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 3649.80  | [kg]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -50.79   | [kg]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -3211.96 | [kg]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 5236.23  | [kgm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 15969.01 | [kgm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 3649.80  | [kg]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 5132.53  | [kg]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.57    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.75     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 6297.93  | [kg]  |



|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 54.58    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -2064.51 | [kgm] |

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.05 |
|--|------|

#### **COMBINAZIONE n° 7**

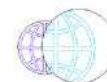
|  |          |      |           |     |
|--|----------|------|-----------|-----|
| Valore della spinta statica                                  | 349.05   | [kg] |           |     |
| Componente orizzontale della spinta statica                  | 338.51   | [kg] |           |     |
| Componente verticale della spinta statica                    | 85.14    | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta                            | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie | 14.12    | [°]  |           |     |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche         | 51.70    | [°]  |           |     |
| Incremento sismico della spinta                              | 994.74   | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta       | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.86 | [m] |
| Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche         | 32.76    | [°]  |           |     |
| Spinta falda   | 3380.00  | [kg] |           |     |
| Punto d'applicazione della spinta della falda                | X = 0.00 | [m]  | Y = -1.98 | [m] |
| Sottospinta falda  | 950.00   | [kg] |           |     |
| Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte            | 0.00     | [kg] |           |     |
| Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte      | X = 0.00 | [m]  | Y = 0.00  | [m] |
| Inerzia del muro   | 578.47   | [kg] |           |     |
| Inerzia verticale del muro                                   | 289.24   | [kg] |           |     |
| Inerzia del terrapieno fondazione di monte                   | 0.00     | [kg] |           |     |
| Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte         | 0.00     | [kg] |           |     |

#### **Risultanti**

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale  | 5261.67  | [kg]  |
| Risultante dei carichi applicati in dir. verticale    | 4260.75  | [kg]  |
| Resistenza passiva a valle del muro                   | -50.79   | [kg]  |
| Resistenza passiva dente di fondazione                | -3509.71 | [kg]  |
| Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle      | 4381.98  | [kgm] |
| Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle   | 17040.44 | [kgm] |
| Sforzo normale sul piano di posa della fondazione     | 4260.75  | [kg]  |
| Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione | 5261.67  | [kg]  |
| Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione  | -0.60    | [m]   |
| Lunghezza fondazione reagente                         | 4.75     | [m]   |
| Risultante in fondazione                              | 6770.46  | [kg]  |
| Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) | 51.00    | [°]   |
| Momento rispetto al baricentro della fondazione       | -2539.17 | [kgm] |

#### **COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

|  |      |
|--|------|
| Coefficiente di sicurezza a ribaltamento | 3.89 |
|--|------|



## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 8

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

|          |   |
|----------|---|
| W        | peso della striscia espresso in [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]                      |
| Ctn, Ctt | contributo tiranti espresso in [kg]   |

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.86 Y[m]= 1.50

Raggio del cerchio R[m]= 5.48

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4.99

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.42

Larghezza della striscia dx[m]= 0.38

Coefficiente di sicurezza C= 1.92

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

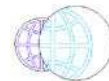
| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | Wsin $\alpha$ | b/cos $\alpha$ | $\phi$ | c    | u    | Ctn | Ctt |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|------|------|-----|-----|
| 1        | 342.96  | 68.25              | 318.54        | 1.02           | 20.00  | 0.05 | 0.02 | --- | --- |
| 2        | 937.66  | 59.58              | 808.58        | 0.74           | 20.00  | 0.05 | 0.10 | --- | --- |
| 3        | 1363.41 | 52.45              | 1080.99       | 0.62           | 20.00  | 0.05 | 0.16 | --- | --- |
| 4        | 1702.93 | 46.36              | 1232.49       | 0.55           | 22.81  | 0.12 | 0.20 | --- | --- |
| 5        | 1987.88 | 40.90              | 1301.62       | 0.50           | 23.00  | 0.13 | 0.24 | --- | --- |
| 6        | 2224.37 | 35.86              | 1303.20       | 0.46           | 23.00  | 0.13 | 0.27 | --- | --- |
| 7        | 2421.83 | 31.13              | 1252.12       | 0.44           | 23.00  | 0.13 | 0.29 | --- | --- |
| 8        | 2586.31 | 26.63              | 1159.13       | 0.42           | 23.00  | 0.13 | 0.31 | --- | --- |
| 9        | 2721.92 | 22.29              | 1032.59       | 0.41           | 23.00  | 0.13 | 0.33 | --- | --- |
| 10       | 2831.55 | 18.09              | 879.34        | 0.40           | 23.00  | 0.13 | 0.34 | --- | --- |
| 11       | 2917.24 | 13.99              | 705.24        | 0.39           | 23.00  | 0.13 | 0.36 | --- | --- |
| 12       | 3112.66 | 9.96               | 538.34        | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.36 | --- | --- |
| 13       | 2268.11 | 5.98               | 236.24        | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.18 | --- | --- |
| 14       | 1512.02 | 2.03               | 53.48         | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.18 | --- | --- |
| 15       | 1512.31 | -1.92              | -50.55        | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.18 | --- | --- |
| 16       | 1492.05 | -5.87              | -152.51       | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.18 | --- | --- |
| 17       | 1449.73 | -9.85              | -247.92       | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.17 | --- | --- |
| 18       | 1419.49 | -13.88             | -340.40       | 0.39           | 23.00  | 0.13 | 0.17 | --- | --- |
| 19       | 1379.21 | -17.98             | -425.63       | 0.40           | 23.00  | 0.13 | 0.16 | --- | --- |
| 20       | 1315.23 | -22.17             | -496.39       | 0.41           | 23.00  | 0.13 | 0.14 | --- | --- |
| 21       | 1225.65 | -26.50             | -546.93       | 0.42           | 23.00  | 0.13 | 0.12 | --- | --- |
| 22       | 1107.92 | -31.00             | -570.66       | 0.44           | 23.00  | 0.13 | 0.10 | --- | --- |
| 23       | 760.26  | -35.73             | -443.94       | 0.46           | 23.00  | 0.13 | 0.08 | --- | --- |
| 24       | 453.32  | -40.76             | -295.94       | 0.50           | 35.00  | 0.15 | 0.05 | --- | --- |
| 25       | 153.09  | -46.20             | -110.50       | 0.54           | 35.00  | 0.15 | 0.01 | --- | --- |

$\Sigma W_i = 41199.10$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8220.54$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 15575.24$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 13158.72$  [kg]



## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 9

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]  |
| $\alpha$ | 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]                      |
| Ctn, Ctt | contributo tiranti espresso in [kg]   |

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.86 Y[m]= 1.29

Raggio del cerchio R[m]= 5.33

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

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.32

Larghezza della striscia dx[m]= 0.37

Coefficiente di sicurezza C= 1.92

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

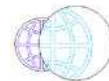
| Striscia | W       | $\alpha(^{\circ})$ | $W\sin\alpha$ | $b/\cos\alpha$ | $\phi$ | c    | u    | Ctn | Ctt |
|----------|---------|--------------------|---------------|----------------|--------|------|------|-----|-----|
| 1        | 364.28  | 69.82              | 341.92        | 1.08           | 20.22  | 0.05 | 0.03 | --- | --- |
| 2        | 982.35  | 60.37              | 853.93        | 0.75           | 20.00  | 0.05 | 0.11 | --- | --- |
| 3        | 1409.36 | 53.00              | 1125.55       | 0.62           | 20.36  | 0.06 | 0.17 | --- | --- |
| 4        | 1749.48 | 46.75              | 1274.32       | 0.54           | 23.00  | 0.13 | 0.21 | --- | --- |
| 5        | 2030.97 | 41.17              | 1337.06       | 0.49           | 23.00  | 0.13 | 0.25 | --- | --- |
| 6        | 2263.72 | 36.04              | 1331.86       | 0.46           | 23.00  | 0.13 | 0.28 | --- | --- |
| 7        | 2457.49 | 31.23              | 1273.98       | 0.43           | 23.00  | 0.13 | 0.30 | --- | --- |
| 8        | 2618.45 | 26.65              | 1174.36       | 0.42           | 23.00  | 0.13 | 0.32 | --- | --- |
| 9        | 2750.76 | 22.25              | 1041.43       | 0.40           | 23.00  | 0.13 | 0.34 | --- | --- |
| 10       | 2857.33 | 17.98              | 882.08        | 0.39           | 23.00  | 0.13 | 0.35 | --- | --- |
| 11       | 2940.21 | 13.82              | 702.21        | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.36 | --- | --- |
| 12       | 3191.72 | 9.73               | 539.26        | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.37 | --- | --- |
| 13       | 2067.83 | 5.69               | 204.89        | 0.37           | 23.00  | 0.13 | 0.19 | --- | --- |
| 14       | 1546.23 | 1.67               | 45.18         | 0.37           | 23.00  | 0.13 | 0.19 | --- | --- |
| 15       | 1544.57 | -2.33              | -62.79        | 0.37           | 23.00  | 0.13 | 0.19 | --- | --- |
| 16       | 1522.51 | -6.35              | -168.27       | 0.37           | 23.00  | 0.13 | 0.19 | --- | --- |
| 17       | 1478.29 | -10.39             | -266.67       | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.18 | --- | --- |
| 18       | 1448.60 | -14.49             | -362.53       | 0.38           | 23.00  | 0.13 | 0.17 | --- | --- |
| 19       | 1405.63 | -18.67             | -450.00       | 0.39           | 23.00  | 0.13 | 0.16 | --- | --- |
| 20       | 1338.86 | -22.96             | -522.20       | 0.40           | 23.00  | 0.13 | 0.15 | --- | --- |
| 21       | 1246.23 | -27.38             | -573.18       | 0.42           | 23.00  | 0.13 | 0.13 | --- | --- |
| 22       | 1124.97 | -32.00             | -596.07       | 0.44           | 23.00  | 0.13 | 0.11 | --- | --- |
| 23       | 786.77  | -36.86             | -471.90       | 0.46           | 23.00  | 0.13 | 0.08 | --- | --- |
| 24       | 464.29  | -42.05             | -310.98       | 0.50           | 35.00  | 0.15 | 0.05 | --- | --- |
| 25       | 158.85  | -47.72             | -117.53       | 0.55           | 35.00  | 0.15 | 0.01 | --- | --- |

$\Sigma W_i = 41749.74$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8225.93$  [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 15725.70$  [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 13221.15$  [kg]



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 10

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

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

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.11 | 65.63   | 0.00    | 0.00    |
| 3   | 0.21 | 131.25  | 0.00    | 0.00    |
| 4   | 0.32 | 196.88  | 0.05    | 2.11    |
| 5   | 0.42 | 262.50  | 0.82    | 14.45   |
| 6   | 0.53 | 328.13  | 3.47    | 37.81   |
| 7   | 0.63 | 393.75  | 9.15    | 72.20   |
| 8   | 0.74 | 459.38  | 19.01   | 117.61  |
| 9   | 0.84 | 525.00  | 34.23   | 174.05  |
| 10  | 0.95 | 590.63  | 55.95   | 241.51  |
| 11  | 1.05 | 656.25  | 85.33   | 320.00  |
| 12  | 1.16 | 721.88  | 123.54  | 409.51  |
| 13  | 1.26 | 787.50  | 171.72  | 510.05  |
| 14  | 1.37 | 853.13  | 231.03  | 621.61  |
| 15  | 1.47 | 918.75  | 302.64  | 744.20  |
| 16  | 1.58 | 984.38  | 388.45  | 900.33  |
| 17  | 1.68 | 1050.00 | 492.91  | 1092.28 |
| 18  | 1.79 | 1115.63 | 618.44  | 1301.76 |
| 19  | 1.89 | 1181.25 | 766.88  | 1528.56 |
| 20  | 2.00 | 1246.88 | 940.04  | 1772.63 |
| 21  | 2.10 | 1312.50 | 1139.71 | 2032.88 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 10

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

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

| Nr. | X    | M        | T       |
|-----|------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00     | 0.00    |
| 2   | 0.45 | -45.71   | -193.86 |
| 3   | 0.90 | -166.13  | -332.07 |
| 4   | 1.35 | -336.22  | -414.64 |
| 5   | 1.80 | -530.95  | -441.55 |
| 6   | 2.25 | -725.27  | -412.82 |
| 7   | 2.70 | -894.14  | -328.44 |
| 8   | 3.15 | -1012.52 | -188.41 |
| 9   | 3.60 | -1055.37 | 7.26    |
| 10  | 4.05 | -997.64  | 258.58  |
| 11  | 4.50 | -814.30  | 565.55  |

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 10

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

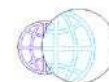
τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]

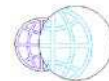
σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 8.17            | 2.51            | 0.00           | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 2   | 0.11 | 100, 25 | 8.17            | 2.51            | 0.03           | 0.00           | -0.35           | -0.39           |





|    |      |         |       |      |       |      |        |         |
|----|------|---------|-------|------|-------|------|--------|---------|
| 3  | 0.21 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.05  | 0.00 | -0.71  | -0.77   |
| 4  | 0.32 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.08  | 0.00 | -1.06  | -1.16   |
| 5  | 0.42 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.11  | 0.01 | -1.35  | -1.62   |
| 6  | 0.53 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.16  | 0.02 | -1.47  | -2.25   |
| 7  | 0.63 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.24  | 0.04 | -1.33  | -3.17   |
| 8  | 0.74 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.36  | 0.07 | -0.82  | -4.47   |
| 9  | 0.84 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.55  | 0.10 | 0.96   | -6.49   |
| 10 | 0.95 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.90  | 0.14 | 6.93   | -9.59   |
| 11 | 1.05 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 1.42  | 0.18 | 19.39  | -13.55  |
| 12 | 1.16 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 2.10  | 0.23 | 38.67  | -18.17  |
| 13 | 1.26 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 2.96  | 0.29 | 64.94  | -23.52  |
| 14 | 1.37 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 3.99  | 0.35 | 98.69  | -29.71  |
| 15 | 1.47 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 5.24  | 0.42 | 140.54 | -36.87  |
| 16 | 1.58 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 6.73  | 0.50 | 191.67 | -45.18  |
| 17 | 1.68 | 100, 25 | 13.82 | 8.17 | 6.77  | 0.61 | 156.92 | -52.30  |
| 18 | 1.79 | 100, 25 | 19.48 | 8.17 | 7.61  | 0.73 | 148.12 | -64.17  |
| 19 | 1.89 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 10.05 | 0.86 | 214.33 | -81.22  |
| 20 | 2.00 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 12.27 | 0.99 | 268.27 | -97.93  |
| 21 | 2.10 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 14.83 | 1.14 | 330.77 | -117.08 |



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 10

#### Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]   |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]  |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                   |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                   |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq] |

### Fondazione di valle

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

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0.00           | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 2   | 0.45 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0.89           | -0.11          | -2.73           | 42.16           |
| 3   | 0.90 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 3.22           | -0.19          | -9.92           | 153.23          |
| 4   | 1.35 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 6.52           | -0.23          | -20.07          | 310.13          |
| 5   | 1.80 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 10.29          | -0.25          | -31.69          | 489.74          |
| 6   | 2.25 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 14.06          | -0.23          | -43.29          | 668.98          |
| 7   | 2.70 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 17.33          | -0.18          | -53.37          | 824.74          |
| 8   | 3.15 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 19.63          | -0.11          | -60.44          | 933.93          |
| 9   | 3.60 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 20.46          | 0.00           | -63.00          | 973.45          |
| 10  | 4.05 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 19.34          | 0.14           | -59.55          | 920.21          |
| 11  | 4.50 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 15.78          | 0.32           | -48.61          | 751.09          |

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=25 [cm]

A<sub>fi</sub>=5.65 [cmq] A<sub>fs</sub>=5.65 [cmq]

Sollecitazioni M=1240.1 [kgm] T=3718.5 [kg]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 4696.86 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.79

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 10

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

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

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

M<sub>pr</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kgm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

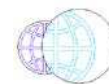
s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

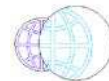
### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.11 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.21 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.32 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.42 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -1    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.53 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -3    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.63 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -9    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 0.74 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -19   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | 0.84 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -34   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | 0.95 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -56   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | 1.05 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -85   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 1.16 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -124  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 1.26 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -172  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.37 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -231  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 1.47 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -303  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 1.58 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -388  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 1.68 | 13.82           | 8.17            | -1923           | -493  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.79 | 19.48           | 8.17            | -2020           | -618  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.89 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -767  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 2.00 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -940  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 2.10 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -1140 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

### Verifica fessurazione fondazione



| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -4.75 | 5.65            | 5.65            | -1774           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -4.30 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -46   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -3.85 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -166  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -3.40 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -336  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -2.95 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -531  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -2.50 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -725  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -2.05 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -894  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -1.60 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -1013 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -1.15 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -1055 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.70 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -998  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.25 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -814  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 11

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

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

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.11 | 65.63   | 0.00    | 0.00    |
| 3   | 0.21 | 131.25  | 0.00    | 0.00    |
| 4   | 0.32 | 196.88  | 0.05    | 2.11    |
| 5   | 0.42 | 262.50  | 0.82    | 14.45   |
| 6   | 0.53 | 328.13  | 3.47    | 37.81   |
| 7   | 0.63 | 393.75  | 9.15    | 72.20   |
| 8   | 0.74 | 459.38  | 19.01   | 117.61  |
| 9   | 0.84 | 525.00  | 34.23   | 174.05  |
| 10  | 0.95 | 590.63  | 55.95   | 241.51  |
| 11  | 1.05 | 656.25  | 85.33   | 320.00  |
| 12  | 1.16 | 721.88  | 123.54  | 409.51  |
| 13  | 1.26 | 787.50  | 171.72  | 510.05  |
| 14  | 1.37 | 853.13  | 231.03  | 621.61  |
| 15  | 1.47 | 918.75  | 302.64  | 744.20  |
| 16  | 1.58 | 984.38  | 388.45  | 900.33  |
| 17  | 1.68 | 1050.00 | 492.91  | 1092.28 |
| 18  | 1.79 | 1115.63 | 618.44  | 1301.76 |
| 19  | 1.89 | 1181.25 | 766.88  | 1528.56 |
| 20  | 2.00 | 1246.88 | 940.04  | 1772.63 |
| 21  | 2.10 | 1312.50 | 1139.71 | 2032.88 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 11

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm

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

| Nr. | X    | M        | T       |
|-----|------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00     | 0.00    |
| 2   | 0.45 | -45.71   | -193.86 |
| 3   | 0.90 | -166.13  | -332.07 |
| 4   | 1.35 | -336.22  | -414.64 |
| 5   | 1.80 | -530.95  | -441.55 |
| 6   | 2.25 | -725.27  | -412.82 |
| 7   | 2.70 | -894.14  | -328.44 |
| 8   | 3.15 | -1012.52 | -188.41 |
| 9   | 3.60 | -1055.37 | 7.26    |
| 10  | 4.05 | -997.64  | 258.58  |
| 11  | 4.50 | -814.30  | 565.55  |

## Armature e tensioni nei materiali del muro

### Combinazione n° 11

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

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

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

σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]

σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]

σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 8.17            | 2.51            | 0.00           | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 2   | 0.11 | 100, 25 | 8.17            | 2.51            | 0.03           | 0.00           | -0.35           | -0.39           |



|    |      |         |       |      |       |      |        |         |
|----|------|---------|-------|------|-------|------|--------|---------|
| 3  | 0.21 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.05  | 0.00 | -0.71  | -0.77   |
| 4  | 0.32 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.08  | 0.00 | -1.06  | -1.16   |
| 5  | 0.42 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.11  | 0.01 | -1.35  | -1.62   |
| 6  | 0.53 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.16  | 0.02 | -1.47  | -2.25   |
| 7  | 0.63 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.24  | 0.04 | -1.33  | -3.17   |
| 8  | 0.74 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.36  | 0.07 | -0.82  | -4.47   |
| 9  | 0.84 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.55  | 0.10 | 0.96   | -6.49   |
| 10 | 0.95 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.90  | 0.14 | 6.93   | -9.59   |
| 11 | 1.05 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 1.42  | 0.18 | 19.39  | -13.55  |
| 12 | 1.16 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 2.10  | 0.23 | 38.67  | -18.17  |
| 13 | 1.26 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 2.96  | 0.29 | 64.94  | -23.52  |
| 14 | 1.37 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 3.99  | 0.35 | 98.69  | -29.71  |
| 15 | 1.47 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 5.24  | 0.42 | 140.54 | -36.87  |
| 16 | 1.58 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 6.73  | 0.50 | 191.67 | -45.18  |
| 17 | 1.68 | 100, 25 | 13.82 | 8.17 | 6.77  | 0.61 | 156.92 | -52.30  |
| 18 | 1.79 | 100, 25 | 19.48 | 8.17 | 7.61  | 0.73 | 148.12 | -64.17  |
| 19 | 1.89 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 10.05 | 0.86 | 214.33 | -81.22  |
| 20 | 2.00 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 12.27 | 0.99 | 268.27 | -97.93  |
| 21 | 2.10 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 14.83 | 1.14 | 330.77 | -117.08 |



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 11

Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]   |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]  |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                   |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                   |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq] |

### Fondazione di valle

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

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0.00           | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 2   | 0.45 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0.89           | -0.11          | -2.73           | 42.16           |
| 3   | 0.90 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 3.22           | -0.19          | -9.92           | 153.23          |
| 4   | 1.35 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 6.52           | -0.23          | -20.07          | 310.13          |
| 5   | 1.80 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 10.29          | -0.25          | -31.69          | 489.74          |
| 6   | 2.25 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 14.06          | -0.23          | -43.29          | 668.98          |
| 7   | 2.70 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 17.33          | -0.18          | -53.37          | 824.74          |
| 8   | 3.15 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 19.63          | -0.11          | -60.44          | 933.93          |
| 9   | 3.60 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 20.46          | 0.00           | -63.00          | 973.45          |
| 10  | 4.05 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 19.34          | 0.14           | -59.55          | 920.21          |
| 11  | 4.50 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 15.78          | 0.32           | -48.61          | 751.09          |

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=25 [cm]

A<sub>fi</sub>=5.65 [cmq] A<sub>fs</sub>=5.65 [cmq]

Sollecitazioni M=1240.1 [kgm] T=3718.5 [kg]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 4696.86 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.79

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 11

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

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

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

M<sub>pr</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kgm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

### Verifica fessurazione paramento

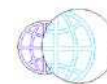
| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.11 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.21 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.32 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.42 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -1    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.53 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -3    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.63 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -9    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 0.74 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -19   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | 0.84 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -34   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | 0.95 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -56   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | 1.05 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -85   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 1.16 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -124  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 1.26 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -172  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.37 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -231  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 1.47 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -303  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 1.58 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -388  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 1.68 | 13.82           | 8.17            | -1923           | -493  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.79 | 19.48           | 8.17            | -2020           | -618  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.89 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -767  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 2.00 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -940  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 2.10 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -1140 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

### Verifica fessurazione fondazione





| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -4.75 | 5.65            | 5.65            | -1774           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -4.30 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -46   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -3.85 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -166  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -3.40 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -336  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -2.95 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -531  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -2.50 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -725  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -2.05 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -894  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -1.60 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -1013 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -1.15 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -1055 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.70 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -998  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.25 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -814  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



## Sollecitazioni paramento

### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm  
Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg  
Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

| Nr. | Y    | N       | M       | T       |
|-----|------|---------|---------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00    | 0.00    | 0.00    |
| 2   | 0.11 | 65.63   | 0.00    | 0.00    |
| 3   | 0.21 | 131.25  | 0.00    | 0.00    |
| 4   | 0.32 | 196.88  | 0.05    | 2.11    |
| 5   | 0.42 | 262.50  | 0.82    | 14.45   |
| 6   | 0.53 | 328.13  | 3.47    | 37.81   |
| 7   | 0.63 | 393.75  | 9.15    | 72.20   |
| 8   | 0.74 | 459.38  | 19.01   | 117.61  |
| 9   | 0.84 | 525.00  | 34.23   | 174.05  |
| 10  | 0.95 | 590.63  | 55.95   | 241.51  |
| 11  | 1.05 | 656.25  | 85.33   | 320.00  |
| 12  | 1.16 | 721.88  | 123.54  | 409.51  |
| 13  | 1.26 | 787.50  | 171.72  | 510.05  |
| 14  | 1.37 | 853.13  | 231.03  | 621.61  |
| 15  | 1.47 | 918.75  | 302.64  | 744.20  |
| 16  | 1.58 | 984.38  | 388.45  | 900.33  |
| 17  | 1.68 | 1050.00 | 492.91  | 1092.28 |
| 18  | 1.79 | 1115.63 | 618.44  | 1301.76 |
| 19  | 1.89 | 1181.25 | 766.88  | 1528.56 |
| 20  | 2.00 | 1246.88 | 940.04  | 1772.63 |
| 21  | 2.10 | 1312.50 | 1139.71 | 2032.88 |

## Sollecitazioni fondazione di valle

### Combinazione n° 12

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle  
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kgm  
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kg

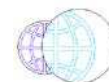
| Nr. | X    | M        | T       |
|-----|------|----------|---------|
| 1   | 0.00 | 0.00     | 0.00    |
| 2   | 0.45 | -45.71   | -193.86 |
| 3   | 0.90 | -166.13  | -332.07 |
| 4   | 1.35 | -336.22  | -414.64 |
| 5   | 1.80 | -530.95  | -441.55 |
| 6   | 2.25 | -725.27  | -412.82 |
| 7   | 2.70 | -894.14  | -328.44 |
| 8   | 3.15 | -1012.52 | -188.41 |
| 9   | 3.60 | -1055.37 | 7.26    |
| 10  | 4.05 | -997.64  | 258.58  |
| 11  | 4.50 | -814.30  | 565.55  |

## Armature e tensioni nei materiali del muro

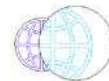
### Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
B base della sezione espressa in [cm]  
H altezza della sezione espressa in [cm]  
A<sub>fs</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]  
A<sub>fi</sub> area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]  
σ<sub>c</sub> tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]  
τ<sub>c</sub> tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]  
σ<sub>fs</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]  
σ<sub>fi</sub> tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

| Nr. | Y    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fs</sub> | σ <sub>fi</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 8.17            | 2.51            | 0.00           | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 2   | 0.11 | 100, 25 | 8.17            | 2.51            | 0.03           | 0.00           | -0.35           | -0.39           |



|    |      |         |       |      |       |      |        |         |
|----|------|---------|-------|------|-------|------|--------|---------|
| 3  | 0.21 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.05  | 0.00 | -0.71  | -0.77   |
| 4  | 0.32 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.08  | 0.00 | -1.06  | -1.16   |
| 5  | 0.42 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.11  | 0.01 | -1.35  | -1.62   |
| 6  | 0.53 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.16  | 0.02 | -1.47  | -2.25   |
| 7  | 0.63 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.24  | 0.04 | -1.33  | -3.17   |
| 8  | 0.74 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.36  | 0.07 | -0.82  | -4.47   |
| 9  | 0.84 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.55  | 0.10 | 0.96   | -6.49   |
| 10 | 0.95 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 0.90  | 0.14 | 6.93   | -9.59   |
| 11 | 1.05 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 1.42  | 0.18 | 19.39  | -13.55  |
| 12 | 1.16 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 2.10  | 0.23 | 38.67  | -18.17  |
| 13 | 1.26 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 2.96  | 0.29 | 64.94  | -23.52  |
| 14 | 1.37 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 3.99  | 0.35 | 98.69  | -29.71  |
| 15 | 1.47 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 5.24  | 0.42 | 140.54 | -36.87  |
| 16 | 1.58 | 100, 25 | 8.17  | 2.51 | 6.73  | 0.50 | 191.67 | -45.18  |
| 17 | 1.68 | 100, 25 | 13.82 | 8.17 | 6.77  | 0.61 | 156.92 | -52.30  |
| 18 | 1.79 | 100, 25 | 19.48 | 8.17 | 7.61  | 0.73 | 148.12 | -64.17  |
| 19 | 1.89 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 10.05 | 0.86 | 214.33 | -81.22  |
| 20 | 2.00 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 12.27 | 0.99 | 268.27 | -97.93  |
| 21 | 2.10 | 100, 25 | 16.96 | 5.65 | 14.83 | 1.14 | 330.77 | -117.08 |



## Armature e tensioni nei materiali della fondazione

### Combinazione n° 12

#### Simbologia adottata

|                 |   |
|-----------------|---|
| B               | base della sezione espressa in [cm]   |
| H               | altezza della sezione espressa in [cm]  |
| A <sub>fi</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]                   |
| A <sub>fs</sub> | area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]                   |
| σ <sub>c</sub>  | tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]                                    |
| τ <sub>c</sub>  | tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]                        |
| σ <sub>fi</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kg/cmq] |
| σ <sub>fs</sub> | tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kg/cmq] |

### Fondazione di valle

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

| Nr. | X    | B, H    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | σ <sub>c</sub> | τ <sub>c</sub> | σ <sub>fi</sub> | σ <sub>fs</sub> |
|-----|------|---------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1   | 0.00 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0.00           | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 2   | 0.45 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 0.89           | -0.11          | -2.73           | 42.16           |
| 3   | 0.90 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 3.22           | -0.19          | -9.92           | 153.23          |
| 4   | 1.35 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 6.52           | -0.23          | -20.07          | 310.13          |
| 5   | 1.80 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 10.29          | -0.25          | -31.69          | 489.74          |
| 6   | 2.25 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 14.06          | -0.23          | -43.29          | 668.98          |
| 7   | 2.70 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 17.33          | -0.18          | -53.37          | 824.74          |
| 8   | 3.15 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 19.63          | -0.11          | -60.44          | 933.93          |
| 9   | 3.60 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 20.46          | 0.00           | -63.00          | 973.45          |
| 10  | 4.05 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 19.34          | 0.14           | -59.55          | 920.21          |
| 11  | 4.50 | 100, 25 | 5.65            | 5.65            | 15.78          | 0.32           | -48.61          | 751.09          |

### Verifica sperone di fondazione

Base sezione B= 100 cm Altezza sezione H=25 [cm]

A<sub>fi</sub>=5.65 [cmq] A<sub>fs</sub>=5.65 [cmq]

Sollecitazioni M=1240.1 [kgm] T=3718.5 [kg]

Momento ultimo sezione M<sub>u</sub> = 4696.86 [kgm]

Coeff.sicurezza sezione = 3.79

## Verifiche a fessurazione

### Combinazione n° 12

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

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

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

M<sub>pr</sub> Momento di prima fessurazione espressa in [kgm]

M Momento agente nella sezione espressa in [kgm]

ε<sub>m</sub> deformazione media espressa in [%]

s<sub>m</sub> Distanza media tra le fessure espressa in [mm]

w Apertura media della fessura espressa in [mm]

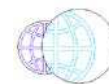
### Verifica fessurazione paramento

| N° | Y    | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pr</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | 0.00 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | 0.11 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | 0.21 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | 0.32 | 8.17            | 2.51            | -1811           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | 0.42 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -1    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | 0.53 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -3    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | 0.63 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -9    | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | 0.74 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -19   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | 0.84 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -34   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | 0.95 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -56   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | 1.05 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -85   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 12 | 1.16 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -124  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 13 | 1.26 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -172  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 14 | 1.37 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -231  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 15 | 1.47 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -303  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 16 | 1.58 | 8.17            | 2.51            | -1811           | -388  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 17 | 1.68 | 13.82           | 8.17            | -1923           | -493  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 18 | 1.79 | 19.48           | 8.17            | -2020           | -618  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 19 | 1.89 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -767  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 20 | 2.00 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -940  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 21 | 2.10 | 16.96           | 5.65            | -1971           | -1140 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |

### Verifica fessurazione fondazione



| N° | Y     | A <sub>fs</sub> | A <sub>fi</sub> | M <sub>pf</sub> | M     | ε <sub>m</sub> | s <sub>m</sub> | w     |
|----|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------------|----------------|-------|
| 1  | -4.75 | 5.65            | 5.65            | -1774           | 0     | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 2  | -4.30 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -46   | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 3  | -3.85 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -166  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 4  | -3.40 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -336  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 5  | -2.95 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -531  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 6  | -2.50 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -725  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 7  | -2.05 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -894  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 8  | -1.60 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -1013 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 9  | -1.15 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -1055 | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 10 | -0.70 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -998  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |
| 11 | -0.25 | 5.65            | 5.65            | -1774           | -814  | 0.0000         | 0.00           | 0.000 |



## Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

### Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto ProGeoEngineering, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

#### 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 DM 17/01/2018.

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.

#### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

|            |   |
|------------|---|
| Titolo     | MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno  |
| Versione   | 14.00                                     |
| Produttore | Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS) |
| Utente     | Ing. Bartolucci Gregorio                  |
| Licenza    | AIU3531F7                                 |

#### 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.

#### 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.

#### 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.

#### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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.

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

Luogo e data

---

Il progettista  
( ProGeoEngineering )

---





COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio OO.PP. e Manutenzione

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

## Progetto ESECUTIVO strutturale

GC04 - Piano di manutenzione  
delle opere strutturali

Stato Modificato

Tavola:

Scala:

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio OO.PP. e Manutenzione

Consulenti Geologia ed Idraulica:

DOTT. GEOL. MASSIMILIANO ROSSI

DOTT. GEOL. FABIO POGGI

DOTT. ING. DAVIDE GIOVANNUZZI

DOTT. ING. GREGORIO BARTOLUCCI



**ProGeo** Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo

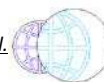
tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

partita IVA 01994080511

Data: Novembre 2018 Prot. n. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**



# Piano di Manutenzione per le opere strutturali

## Generalità

Il presente **Piano di Manutenzione** prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione delle parti strutturali, al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico dell'opera. Esso si articola nei seguenti documenti operativi:

**Manuale d'Uso**

**Manuale di Manutenzione**

**Programma di Manutenzione**

Trattandosi, nel caso specifico, della progettazione di Opere di Sostegno con struttura in cemento armato, nel seguito si farà esplicito riferimento a questa particolare tipologia di opere, fornendo le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione edile.

## Descrizione e collocazione nell'intervento

Le Opere di Sostegno presenti hanno la funzione di assorbire la spinta dell'acqua.

Si tratta di opere per le quali i fenomeni di interazione terreno-struttura assumono un ruolo fondamentale, visto che il terreno costituisce il sistema di reazioni che lo vincolano.

La scelta della tipologia di opere adottata è stata effettuata in funzione dei requisiti di funzionalità, delle caratteristiche meccaniche del terreno, delle sue condizioni di stabilità e di quella dei materiali.

Il terreno di riempimento a tergo del muro deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento e deve avere una opportuna granulometria, in modo da consentire efficace drenaggio nel tempo, nei momenti in cui la cassa di espansione è vuota e il muro è soggetto all'azione degli agenti atmosferici. E' consentito l'utilizzo di geotessili in tessuto non tessuto, da interporre tra il terreno in sede e quello di riempimento, con funzione di separazione e filtrazione.

Il materiale filtrante va posto in opera, evitando la separazione delle frazioni granulometriche, ed è consigliato eseguire regolari controlli della granulometria, durante la costruzione dell'opera stessa.

Riguardo alla tipologia delle opere di sostegno, si è scelto di realizzare un tipo di muri a mensola, la cui stabilità dipende dal peso di terreno sulla mensola della fondazione interna, realizzati in calcestruzzo armato.

Per i dettagli tecnici e per la collocazione delle diverse parti strutturali fare riferimento alle Tavole dei Disegni ed ai Particolari Costruttivi.

## Elementi significativi

**Parete in elevazione:** parete verticale in cemento armato, immersa nel terreno e in acqua.

**Fondazioni interrato:** strutture in cemento armato interrate, costituenti la base di appoggio del muro, con la specifica funzione di trasmettere le sollecitazioni provenienti dall'opera in elevazione, al terreno sottostante, aventi le caratteristiche geometriche riportate negli specifici elaborati di progetto.

Per migliorare la verifica allo scorrimento, rispetto al piano di posa della fondazione, è previsto uno sperone.

## Modalità di uso corretto

Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessuna ragione, nè modificare le condizioni di impiego previste in progetto, in particolare per quanto riguarda i carichi agenti sul muro. Prima di effettuare eventuali modifiche occorrerà sempre contattare un tecnico abilitato.

Occorre controllare periodicamente il grado di usura delle parti a vista, al fine di riscontrare eventuali anomalie, come presenza di lesioni, rigonfiamenti, avallamenti, fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura.

In caso di accertata anomalia occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

## Manuale di Manutenzione

### Risorse necessarie per l'intervento manutentivo

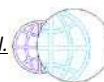
Per eseguire le manutenzioni, contemplate nel presente piano di manutenzione dell'opera, occorre affidarsi a idonea impresa edile.

### Livello minimo delle prestazioni

Le opere in c.a. devono garantire la durabilità nel tempo in funzione della classe di esposizione prevista in fase di progetto, in modo da assicurare la giusta resistenza alle diverse sollecitazioni di esercizio, previste in fase di progettazione. Esse devono garantire stabilità, resistenza e durabilità nel tempo.

Gli elementi costituenti i muri di sostegno non dovranno presentare fessurazioni o altre alterazioni superficiali.

|   |   |   |               |               |
|---|---|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: <i>Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona</i> |   | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 1 di 5 |
|   |   | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE  | PIANO DI MANUTENZIONE OPERE STRUTTURALI | TAV4 - Piano di manutenzione per opere strutturali.doc              |               |               |



Per i livelli minimi prestazionali si rimanda alle norme vigenti in materia al momento della progettazione.

## Anomalie riscontrabili

**Alveolazione:** degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili.

Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso in cui il fenomeno si sviluppi essenzialmente in profondità, con andamento a diverticoli, si può usare il termine "alveolizzazione a cariatatura".

**Bolle d'aria:** alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.

**Cavillature superficiali:** sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

**Cedimenti:** dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.

**Crosta:** deposito superficiale, duro e fragile, di spessore variabile, generalmente di colore nero.

**Decolorazione:** alterazione cromatica della superficie.

**Deposito superficiale:** accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

**Disgregazione:** decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli, per effetto di minime sollecitazioni meccaniche.

**Distacco:** disgregazione e distacco di parti notevoli di materiale, che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

**Efflorescenze:** formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può, talvolta, avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali. Il fenomeno prende, in tal caso, il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

**Erosione superficiale:** asportazione di materiale dalla superficie, dovuta a processi di natura diversa.

Quando siano note le cause del degrado, possono essere utilizzati anche termini come: erosione per abrasione o per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

**Esposizione dei ferri di armatura:** distacchi di parte di calcestruzzo superficiale (copriferro) ed esposizione dei relativi ferri di armatura a fenomeni di corrosione, per l'azione degli agenti atmosferici.

**Fessurazioni:** degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale, ovvero, presenza di rotture singole, ramificate, ortogonali o parallele all'armatura, che possono interessare l'intero spessore del manufatto (parete di elevazione, mensola di fondazione, pali, tiranti, etc.), ed implicare lo spostamento reciproco delle parti.

**Inefficienza dei fori di scolo:** causata da occlusione dei canaletti di scolo, per effetto di infiltrazione di detriti.

**Intasamento dei filtri o dei drenaggi:** dovuto a presenza di detriti e materiale incoerente, che comporta l'occlusione dei vuoti tra le particelle del materiale drenante.

**Lesioni:** si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza ed il tipo.

**Non perpendicolarità:** specifica per muri a parete verticale, dovuta a dissesti o eventi di varia natura.

**Patina biologica:** strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.

**Polverizzazione:** decoesione, che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali costituenti il manufatto, sottoforma di polvere o granuli.

**Presenza di vegetazione:** presenza di vegetazione, caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superfici esposte del manufatto.

**Rigonfiamento:** variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. L'anomalia è ben riconoscibile, essendo caratterizzata dal tipico andamento "a bolla", combinata all'azione di gravità.

**Scheggiature:** distacco di piccole parti di materiali lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.

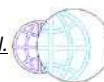
**Umidità:** presenza di umidità dovuta spesso a risalita capillare, o comparsa di macchie dovute ad assorbimento di acqua.

## Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a vista dello stato di conservazione del manufatto, trattandosi di lavori da affidare a impresa edile.

In particolare, potrà essere individuata l'eventuale presenza di processi di corrosione con progressiva riduzione del copriferro, o la comparsa di lesioni e fessurazioni.

|   |   |   |               |               |
|---|---|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: <i>Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona</i> |   | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 2 di 5 |
|   |   | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE  | PIANO DI MANUTENZIONE OPERE STRUTTURALI | TAV4 - Piano di manutenzione per opere strutturali.doc              |               |               |



## Manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato

**Consolidamento dell'opera:** Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.

**Interventi strutturali:** interventi riparativi da effettuarsi in base al tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato effettuata da tecnico abilitato. In particolare, in seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture. Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a seconda del tipo di dissesto riscontrato.

**Pulizia:** mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura delle parti a vista del muro, per la rimozione di eventuali depositi superficiali.

**Ripristino copriferro:** asportazione della parte degradata del calcestruzzo e irruvidimento della superficie dell'intervento, anche mediante bocciardatrice o altri mezzi idonei; successiva asportazione della ruggine dell'armatura e trattamento della stessa con malta passivante; infine spazzolatura, per la pulitura della superficie d'intervento e rifacimento del copriferro con malta tixotropica antiritiro, avendo cura di realizzare il copriferro dello stesso spessore originario.

**Riparazione di fessure:** sigillatura di lesioni tramite l'impiego di malta adesiva epossidica, previa spicconatura delle parti degradate, spazzolatura della superficie da trattare, pulitura a pressione e lavaggio delle parti scoperte.

**Ripristino dei sistemi di drenaggio:** mediante pulitura dei canaletti di drenaggio.

## Programma di Manutenzione

### Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

#### Protezione elettrica

Le strutture in sottosuolo devono impedire, in modo idoneo, eventuali dispersioni elettriche. Tutte le parti metalliche, facenti parte delle strutture in sottosuolo, devono essere connesse ad impianti di terra, mediante dispersori, in modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

#### Protezione dagli agenti chimici ed organici

Le strutture di contenimento, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non devono subire riduzioni di copriferro.

Le strutture in sottosuolo non devono subire dissoluzioni o disgregazioni, nè mutamenti di aspetto, a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici. Inoltre, devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici presenti in ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.), le proprie caratteristiche funzionali.

#### Protezione dagli agenti atmosferici

Le strutture in sottosuolo non devono subire disgregazioni e variazioni dimensionali o di aspetto, a causa della formazione di ghiaccio, e devono conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali, se sottoposte a fenomeni di gelo e disgelo, o all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

#### Stabilità

Le opere di sostegno, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili devono assicurare stabilità e resistenza. Deve essere garantita la stabilità rispetto a tutti i meccanismi di stato limite, quali, scorrimento sul piano di posa, ribaltamento, rottura per carico limite dell'insieme fondazione-terreno, stabilità globale del complesso opera-terreno.

Le strutture in elevazione e nel sottosuolo devono essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti, dovuti all'azione di sollecitazioni, quali ad esempio carichi e forze sismiche. I cedimenti al di sotto della fondazione dell'opera devono essere controllati, considerando un adeguato spessore di terreno.

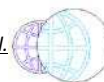
In presenza di costruzioni preesistenti, interagenti con l'opera di sostegno, il comportamento di quest'ultima deve garantire i previsti livelli di funzionalità e stabilità. In particolare, si devono valutare gli spostamenti del terreno a tergo dell'opera e verificare la loro compatibilità con le condizioni di sicurezza e funzionalità delle costruzioni preesistenti.

L'installazione di opportuna strumentazione, che permetta la misurazione delle grandezze significative (spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali), prima, durante e dopo la realizzazione del manufatto, permette il monitoraggio del complesso opera-terreno e il controllo della sua funzionalità nel tempo.

### Sottoprogramma dei Controlli

|   |   |   |               |                             |
|---|---|---|---------------|-----------------------------|
| OGGETTO: <i>Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona</i> |   | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina <b>3</b> di <b>5</b> |
|   |   | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                             |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE  | PIANO DI MANUTENZIONE OPERE STRUTTURALI | TAV4 - Piano di manutenzione per opere strutturali.doc              |               |                             |





Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera. Per i controlli di seguito riportati è previsto, esclusivamente, un tipo di controllo a vista.

#### **Controlli strutturali dettagliati**

Controlli strutturali approfonditi vanno effettuati in occasione di manifestazioni e calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.) o manifestarsi di smottamenti circostanti. **Frequenza del controllo: all'occorrenza.**

#### **Controllo efficienza dei canali di scolo**

Lo stato dei canali di scolo deve essere controllato, soprattutto prima della stagione autunnale, quando inizia il periodo più piovoso. **Frequenza del controllo: annuale.**

#### **Controllo della integrità delle opere in c.a.**

Il controllo dell'integrità delle opere in c.a., va eseguito individuando la presenza di eventuali anomalie come: fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. **Frequenza del controllo: annuale.**

#### **Controllo delle parti in vista dell'opera**

Le parti in vista dell'opera, vanno controllate al fine di ricercare eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.). **Frequenza del controllo: annuale.**

#### **Verifica dello stato del calcestruzzo**

La verifica dello stato del calcestruzzo, va effettuata controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione. **Frequenza del controllo: annuale.**

### **Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione**

#### **Canalizzazione delle acque superficiali**

E' buona prassi raccogliere le acque superficiali di ruscellamento mediante canalizzazioni, in modo da ridurre la loro infiltrazione nel terreno a ridosso dell'opera di sostegno. **Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.**

#### **Consolidamento dell'opera**

Consolidamento dell'opera, in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti di destinazione o dei sovraccarichi. Anche tale intervento va progettato da tecnico abilitato ed eseguito da impresa idonea.

**Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.**

#### **Interventi riparativi sulle parti strutturali**

Gli interventi riparativi devono effettuarsi, a seconda del tipo di anomalia riscontrata, e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. La diagnosi deve essere resa dal tecnico abilitato, che riporterà, in elaborati esecutivi, gli interventi necessari. **Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.**

#### **Pulizia dei canali di scolo**

Pulizia dei canali di scolo e rimozione di eventuali detriti che potrebbero crearne l'occlusione, soprattutto prima del periodo autunnale, delle forti piogge. **Frequenza dell'intervento: annuale.**

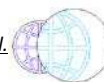
#### **Pulizia della superficie del muro**

Pulizia delle parti a vista del muro mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura, per la rimozione di depositi superficiali, anche al fine di effettuare controlli più approfonditi dello stato del manufatto. **Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.**

#### **Ripristino del Copriferro**

In caso di necessità, effettuare il ripristino del copriferro con idonea malta cementizia, previa pulizia delle parti ammalorate. **Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.**

|   |   |   |               |               |
|---|---|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: <i>Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona</i> |   | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 4 di 5 |
|   |   | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE  | PIANO DI MANUTENZIONE OPERE STRUTTURALI | TAV4 - Piano di manutenzione per opere strutturali.doc              |               |               |

**I Progettisti***Dott. Ing. Gregorio Bartolucci**Dott. Ing. Davide Giovannuzzi*

|   |   |   |               |                      |
|---|---|---|---------------|----------------------|
| OGGETTO: <i>Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona</i> |   | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina <b>5 di 5</b> |
|   |   | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |                      |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE  | PIANO DI MANUTENZIONE OPERE STRUTTURALI | TAV4 - Piano di manutenzione per opere strutturali.doc              |               |                      |



COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio OO.PP. e Manutenzione

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

## Progetto ESECUTIVO strutturale

GC05 - Relazione sulle  
fondazioni

Stato Modificato

Tavola:

Scala:

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio OO.PP. e Manutenzione

Consulenti Geologia ed Idraulica:

DOTT. GEOL. MASSIMILIANO ROSSI

DOTT. GEOL. FABIO POGGI

DOTT. ING. DAVIDE GIOVANNUZZI

DOTT. ING. GREGORIO BARTOLUCCI



**ProGeo** Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo

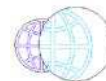
tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

partita IVA 01994080511

Data: Novembre 2018 Prot. n. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Responsabile Unico del Procedimento

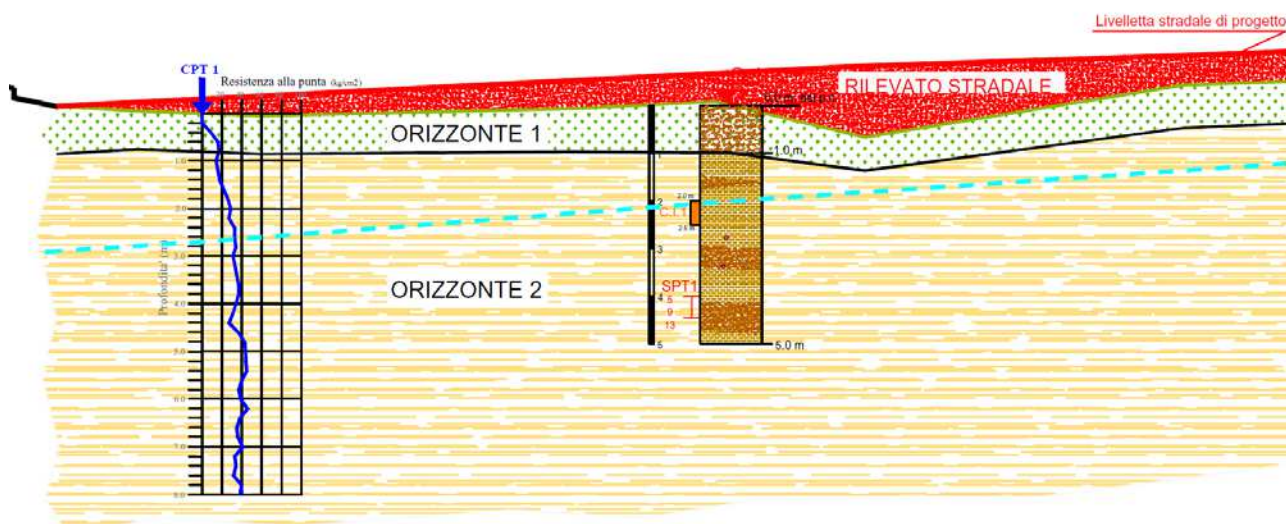
**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**



## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

Le fondazioni dei muri in c.a. e degli scatolari in c.a. sono realizzate mediante ciabatte, ancora in c.a., di spessore pari a 25 cm.

L'interazione terreno-struttura è stata valutata sulla base della stratigrafia riportata nell'allegata relazione geologica-geotecnica, di seguito riportata.



### PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI ORIZZONTI

| ORIZZONTE   | Profondità                      | Descrizione litotipo                | Grado di consistenza/<br>addensamento | $\gamma$<br>(t/m <sup>3</sup> ) | q <sub>c</sub><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | C <sub>u</sub><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | $\phi'$<br>(°) | C'<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | M <sub>o</sub><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---|---|----------------|-----------------------------|---|
| ORIZZONTE 1 | da 0.0 m<br>a 0.7-1.0 m         | Terreno vegetale e/o<br>di riporto  | variamente<br>addensato               | 1.85-1.90                       | --                                      | --                                      | --             | --                          | --                                      |
| ORIZZONTE 2 | da 0.7-1.0 m<br>ad almeno 8.0 m | Limo argillosa a tratti<br>sabbiosa | media consistenza                     | 2.00-2.05                       | 15-45                                   | 0.7-1.5                                 | 22-24          | 0.1-0.15                    | 30-60                                   |

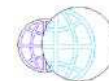
Di seguito si riporta la descrizione stratigrafica e la caratterizzazione geotecnica degli orizzonti attraversati:

- **ORIZZONTE 1** (da 0.0 a 0.7-1.0 m): questo strato costituisce la porzione di terreno aerato soggetto alle variazioni stagionali del contenuto d'acqua; il livello appare pertanto scarsamente consistente o comunque dotato di caratteristiche geotecniche molto variabili. A tale orizzonte è stato possibile attribuire solamente il seguente valore geotecnico:

**peso di volume  $\gamma = 1.85 \div 1.90$  t/m<sup>3</sup>**

|  |                            |   |               |               |
|--|----------------------------|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona |                            | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 1 di 2 |
|  |                            | K:\Arezzo\Amm Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE SULLE FONDAZIONI | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc                          |               |               |





- **ORIZZONTE 2** (da 0.7-1.0 ad almeno 8.0 m): questo orizzonte è stato rinvenuto uniformemente lungo le verticali indagate ed è costituito, secondo le correlazioni di Schmertmann, ed evidenze sul terreno estratto durante i sondaggi, da limo argilloso a tratti sabbioso. L'orizzonte risulta mediamente consistente e comunque con caratteristiche geotecniche che migliorano gradualmente con la profondità. A seguito delle prove penetrometriche ed i risultati di laboratorio sui campioni di terreno prelevati, è stato possibile assegnare i seguenti "range" di parametri geotecnici caratteristici:

**peso di volume**  $\gamma = 2.0 \div 2.05 \text{ t/m}^3$

**coesione non drenata**  $C_u = 0.7 \div 1.5 \text{ kg/cm}^2$

**angolo di attrito**  $\phi' = 22 \div 24^\circ$

**coesione drenata**  $C' = 0.1 \div 0.15 \text{ kg/cm}^2$

**modulo edometrico**  $M_o = 30 \div 60 \text{ kg/cm}^2$

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO**

Circa il modulo di reazione di sottofondo per i terreni, vista la natura a prevalente matrice coesiva con  $q_u < 100 \text{ kPa}$ , si indica un coefficiente  $k_s$  compreso tra  $6.000$  e  $12.000 \text{ kN/m}^3$  ( $0.6 - 1.2 \text{ kg/cm}^3$ ) (fonte: J. Bowles). Visti i valori della  $V_{s30}$  calcolata, il terreno è appartenente alla categoria di sottosuolo di **TIPO C**. Riguardo alle condizioni topografiche, ci troviamo in categoria **T1** in quanto il versante presenta un'inclinazione mediamente inferiore ai  $15^\circ$ .

Le ciabatte di fondazione saranno poste al di sotto dei muri in c.a. e verranno calcolate considerandole come appoggiate su di un suolo schematizzato come un terreno alla Winkler e, in tale contesto, verificate in termini di pressioni di contatto e in termini più strettamente strutturali.

Al solito per una miglior comprensione delle opere in progetto e per una più chiara visione delle scelte effettuate, si rimanda a un'analisi accurata degli allegati alla presente.

## I Progettisti

*Dott. Ing. Gregorio Bartolucci*

*Dott. Ing. Davide Giovannuzzi*

|  |   |  |               |
|--|---|--|---------------|
| OGGETTO: Prolungamento Tangenziale Urbana nel tratto posto tra l'intersezione con la SS71 Umbro-Casentinese e la SP44 della Catona | Rev. 1  | Novembre 2018                              | Pagina 2 di 2 |
|  | K:\Arezzo\Amm_Comunale\CATONA\PROGETTO ESECUTIVO\GENIO CIVILE\TESTI |  |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE   | RELAZIONE SULLE FONDAZIONI  | TAV1 - Relazione generale e di calcolo.doc |               |



COMUNE DI AREZZO

Direzione Tecnica

Servizio OO.PP. e Manutenzione

*Prolungamento Tangenziale Urbana  
nel tratto posto tra l'intersezione  
con la SS71 Umbro-Casentinese e la  
SP44 della Catona*

## Progetto ESECUTIVO strutturale

GC06 - Dichiarazione sulla non  
esecuzione del collaudo statico

Stato Modificato

Tavola:

Scala:

Progettisti:

**Geom. Valerio Sandroni**

**Geom. Marco Moretti**

Servizio OO.PP. e Manutenzione

Consulenti Geologia ed Idraulica:

DOTT. GEOL. MASSIMILIANO ROSSI

DOTT. GEOL. FABIO POGGI

DOTT. ING. DAVIDE GIOVANNUZZI

DOTT. ING. GREGORIO BARTOLUCCI



**ProGeo** Engineering S.r.l.

via Don Luigi Sturzo, 43/A - 52100 Arezzo

tel 0575 324114 fax 0575 406473 email info@progeo.arezzo.it

partita IVA 01994080511

Data: Novembre 2018 Prot. n. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Responsabile Unico del Procedimento

**Dott. Ing. Antonella Fabbianelli**



## DICHIARAZIONE RELATIVA ALLA NON ESECUZIONE DI COLLAUDO STATICO

Sulla base degli ultimi orientamenti interpretativi della Regione Toscana si ritiene che, per le opere oggetto della presente pratica, non sia necessario procedere al collaudo statico, in quanto esse rientrano nel seguente elenco di tipologie che possono essere escluse da tale procedimento:

|   |  |
|---|--|
| Pertanto, a titolo esemplificativo, si ritiene che possa essere omesso il deposito del certificato di collaudo statico, per le seguenti tipologie di opere:   |  |
| A) Opere di sostegno del terreno:   |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Muri di sostegno a gravità fino a 3 m di altezza misurata dall'estradosso della fondazione;</li><li>- Muri di sostegno semplici (mensola in c.a.) fino a 3 m di altezza misurata dall'estradosso della fondazione;</li><li>- Opere di sostegno in terra armata fino ad un'altezza di 6 m</li><li>- Semplici paratie di sostegno, in assenza di fenomeni gravitativi, con altezza del terrapieno massima di 4,</li></ul> |  |
| purchè:   |  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- non vi siano particolari problematiche di stabilità del pendio,</li><li>- non siano opere di sistemazione a seguito di fenomeni franosi,</li><li>- non siano a protezione di opere quali strade pubbliche, ecc..</li></ul>  |  |
| B) Edifici di qualsiasi tipologia, ad un piano entro o fuori terra in classe d'uso I o pertinenziali, con copertura non praticabile, fino a 50 mq e altezza massima 3 m (garage, rimesse, depositi, tettoie, ...),  |  |

Figura 1: fonte, orientamenti della Regione Toscana - settore Sismica

In particolare, l'opera rientra nella categoria A, punto primo.

### I Progettisti

Dott. Ing. Gregorio Bartolucci

Dott. Ing. Davide Giovannuzzi

|   |   |   |               |               |
|---|---|---|---------------|---------------|
| OGGETTO: Interventi di riduzione del rischio idraulico su Fosso Salcheto e Canale Val di Seste nel territorio del Comune di Montepulciano - II stralcio |   | Rev. 1  | Novembre 2018 | Pagina 1 di 1 |
|   |   | W:\MONTEPULCIANO\Interventi_Salcheto_Val_di_Seste\PROGETTO ESECUTIVO\II STRALCIO\GENIO CIVILE\TESTI |               |               |
| PROGETTO ESECUTIVO-STRUTTURALE  | DICHIARAZIONE SULLA NON ESECUZIONE DEL COLLAUDO STATICO | Dichiarazione sulla non esecuzione del collaudo statico.doc   |               |               |